



TOMOTERAPIA PARED MAMA CONTROVERSIAS EN PMRT

Hugo Marsiglia-Karla Torszok

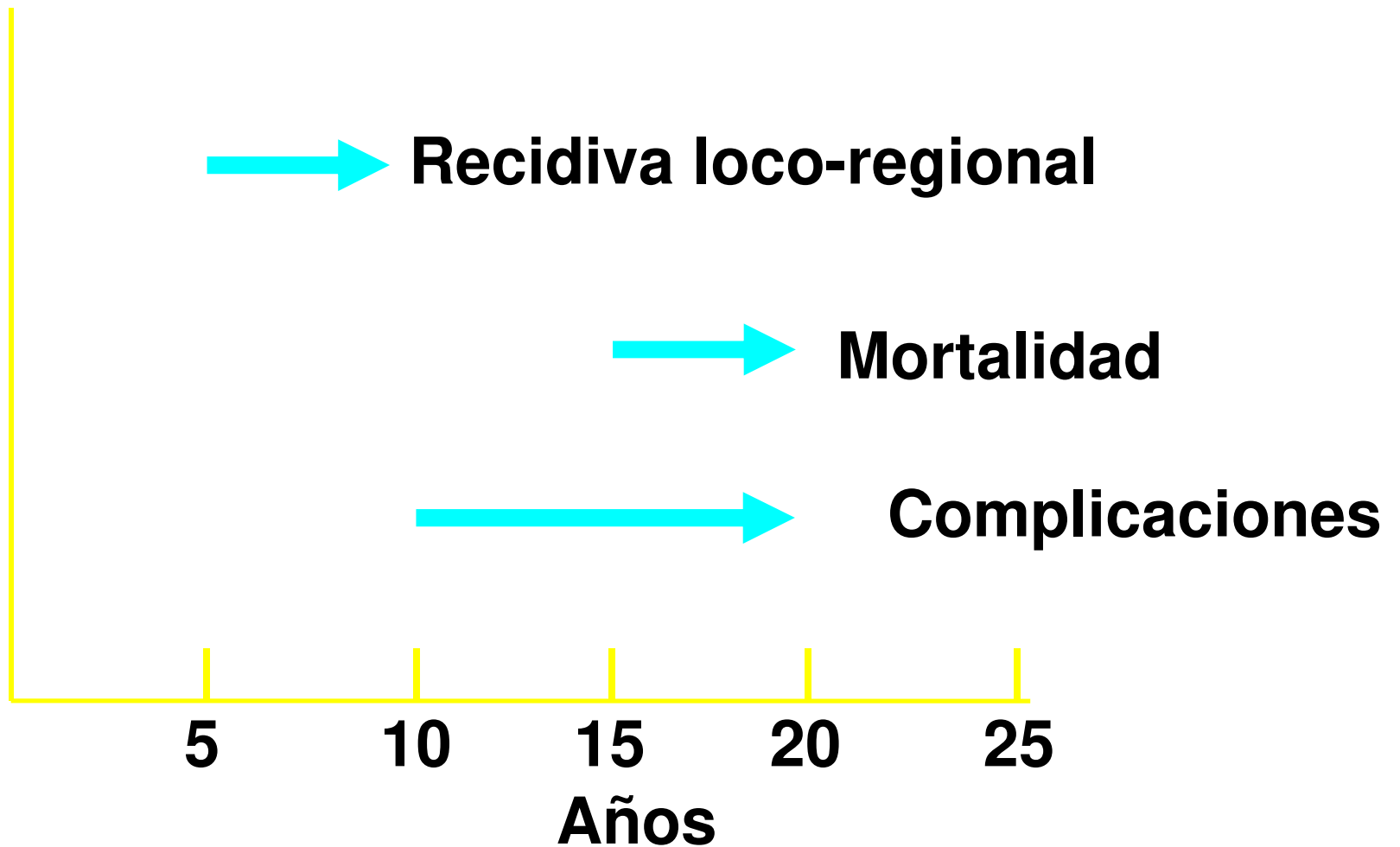
Controversias en PMRT



- PMRT en 1-3 gg (+)
- PMRT en axila (-)

EVENTOS EN CANCER DE MAMA

mínimo tiempo de observación



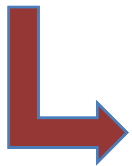
Effects of radiotherapy and of differences in the extent of surgery for early breast cancer on local recurrence and 15-year survival: an overview of the randomised trials



Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group (EBCTCG)*

Lancet 2005; 366: 2087-2106

El **metaanálisis de la EBCTCG (2005)** encontró en las mujeres con N(+) la regla del 4 : 1



Disminución de los riesgos absolutos de recidiva local a 5 años en 17.1 %.

=> Disminución de la mortalidad absoluta a 15 años en 4.4 %

Por cada 4 recidivas locales que se evitan con la RT,
se le salva la vida a una paciente.

5-year local recurrence risk (%) in trials of:				
	(a) RT after BCS (node-negative)		(b) RT after mastectomy and AC (node-positive)	
	RT versus control	Absolute reduction (SE)	RT versus control	Absolute reduction (SE)
Age (years)				
<50	11 vs 33	22 (2)	6 vs 23	17 (1)
50-59	7 vs 23	16 (2)	6 vs 24	18 (2)
60-69	4 vs 16	12 (1)	5 vs 23	18 (2)
≥70	3 vs 13	11 (2)	..	..
Tumour grade				
Well differentiated	4 vs 14	10 (2)	4 vs 22	18 (3)
Moderately differentiated	9 vs 26	17 (2)	4 vs 30	26 (2)
Poorly differentiated	12 vs 34	22 (3)	6 vs 40	34 (4)
Tumour size (T category)				
1-20 mm (T1)	5 vs 20	15 (1)	5 vs 22	17 (2)
21-50 mm (T2)	14 vs 35	21 (3)	6 vs 30	24 (2)
>50 mm (T3 or T4*)	..	..	8 vs 36	28 (4)
ER status				
ER-poor	12 vs 30	18 (3)	8 vs 28	20 (2)
ER-positive	6 vs 25	19 (2)	6 vs 24	18 (2)
Number of involved nodes				
1-3	..	..	4 vs 16	12 (2)
≥4	..	..	12 vs 26	14 (2)
All women	7 vs 23	16 (1)	6 vs 23	17 (1)

Análisis de subgrupos: Beneficio en 1-3 gg (+) como en ≥ 4 gg (+)

CLINICAL INVESTIGATION

Breast

**PATTERNS AND RISK FACTORS OF LOCOREGIONAL RECURRENCE IN T1-T2 NODE
 NEGATIVE BREAST CANCER PATIENTS TREATED WITH MASTECTOMY:
 IMPLICATIONS FOR POSTMASTECTOMY RADIOTHERAPY**

RITA ABI-RAAD, M.D.,* RIMOUN BOUTRUS, M.D.,* RUI WANG, PH.D.,[†] ANDRZEJ NIEMIERKO, PH.D.,*[†]
 SHANNON MACDONALD, M.D.,* BARBARA SMITH, M.D., PH.D.,[‡] AND ALPHONSE G. TAGHIAN, M.D., PH.D.*

*Department of Radiation Oncology, [†]Division of Biostatistics and [‡]Department of Surgery, Division of Surgical Oncology,
 Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA

- 1133 ptes (1980 – 2004).

Table 4. Multivariate analysis

	Patients with positive, negative, and unknown LVI		
	HR	95% CI	<i>p</i>
Systemic treatment (yes vs. no)	0.5	0.3–0.96	0.036
Margins (≥ 2 mm vs. < 2 mm)	3.3	1.7–6.5	0.001
Tumor size (≥ 2 cm vs. < 2 cm)	2.0	1.2–3.4	0.011
Age (> 50 vs. ≤ 50)	0.5	0.3–0.9	0.018
Lymphovascular invasion (positive vs negative)	2.7	1.5–5.1	0.002

≥ 3 factores de riesgo



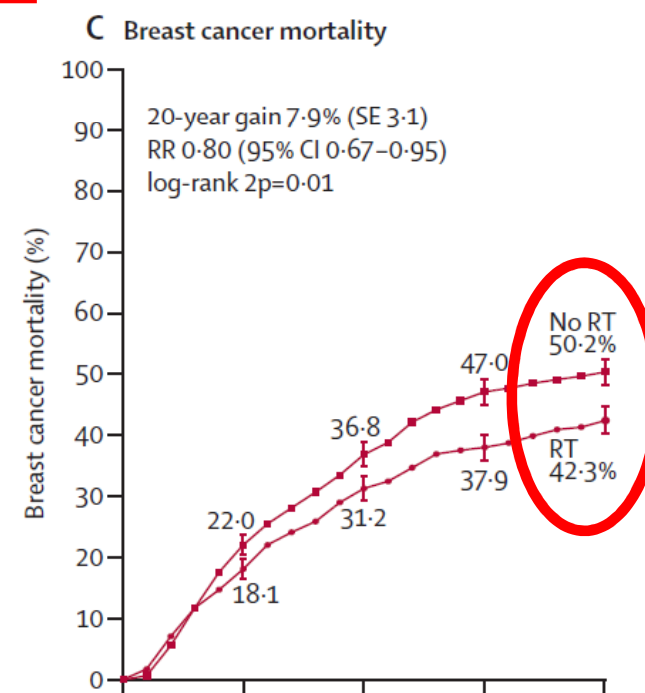
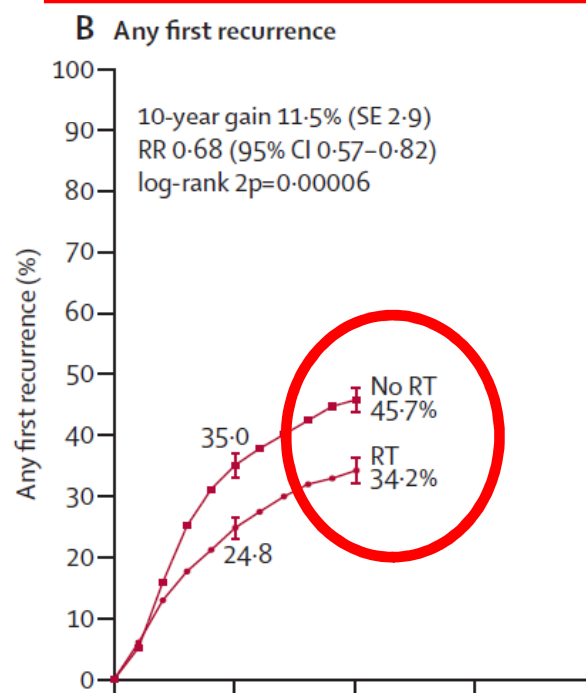
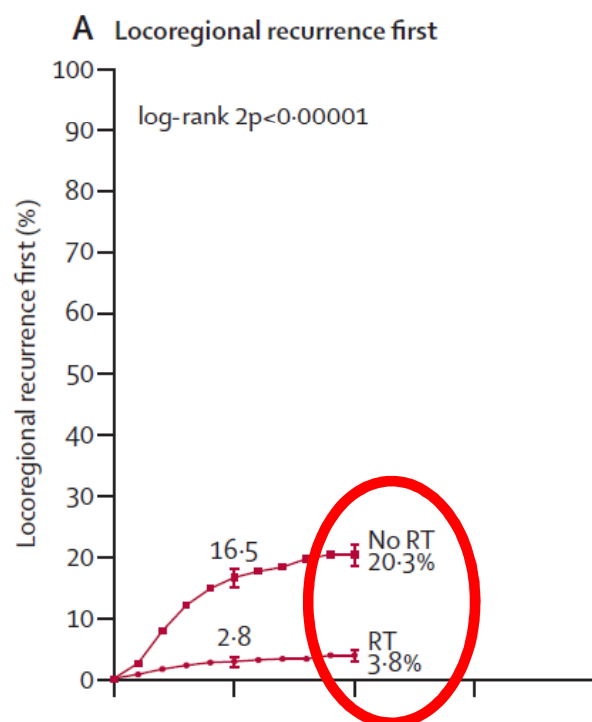
20 % LRR a 10 á

Effect of radiotherapy after mastectomy and axillary surgery on 10-year recurrence and 20-year breast cancer mortality: meta-analysis of individual patient data for 8135 women in 22 randomised trials

EBCTCG (Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group)*

Lancet 2014; 383: 2127-35

1314 pN1-3 women with Mast+AD





Contraargumentos !

Series modernas de 1-3 gg (+) sin PMRT



Institution	Years	n	Systemic therapy	Chemotherapy Type	Median fu (years)	LRR without RT
¹ MDACC	1997-2002	266	94% chemo or hormone	Doxorubicin based	7.5	4.3% at 10 yr
² MDACC	2000-2007	385	85% chemo and 50% hormone	Taxane based	7	2.8% at 5 yr
³ MSKCC	1995-2006	924	98% chemo or hormone	Doxorubicin and/or taxane based	7	4.3% at 5 yr
⁴ MGH	1990-2004	165	62% chemo and 78% hormone	Not specified	6.7	6% at 5 yr

Tasas de falla local en series modernas sin PMRT son aprox.
4 veces menores que las de los trabajos clásicos y el metaanálisis

3) Terapias sistémicas modernas aportan mayor control local, reportándose menores tasas de falla local en series modernas sin PMRT.



Algunos plantean omitir la PMRT ya que este menor beneficio no se justificaría por la toxicidad de la RT ...

The effect of post-mastectomy radiation in women with one to three positive nodes enrolled on BCIRG-005 at ten year follow-up

Moses M. Tam, MD, S. Peter Wu, MD, Carmen Perez, MD PhD, Naamit Kurshan Gerber, MD

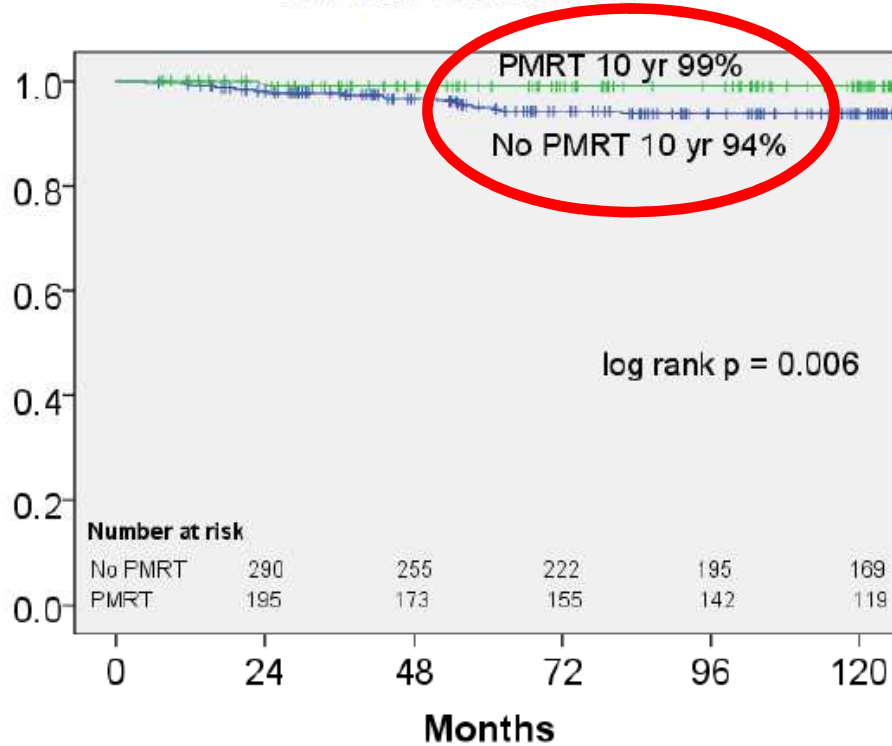
Department of Radiation Oncology
New York University Langone Medical Center



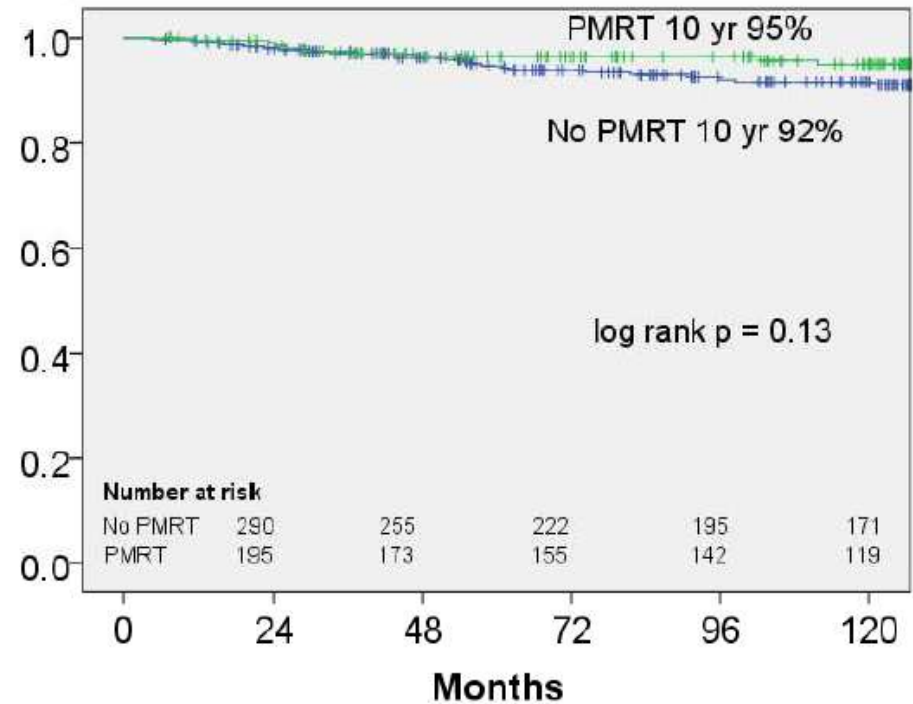
Methods

- BCIRG 005 - Phase III, multicenter, international study
 - Randomization:
 - Concomitant (TAC) vs sequential (AC>T)
 - Eligibility
 - Age 18-70, KPS $\geq$ 80%
 - T1-3, clinically N0-1, M0, Her2 negative
 - Mastectomy or breast-conserving surgery with negative margins
 - Axillary lymph node dissection (minimum of 6 lymph nodes)
 - At least one positive axillary lymph node
 - Adjuvant hormonal therapy in hormone positive disease
 - Post-mastectomy RT given at investigator's discretion
- Project Data Sphere®

Local Control

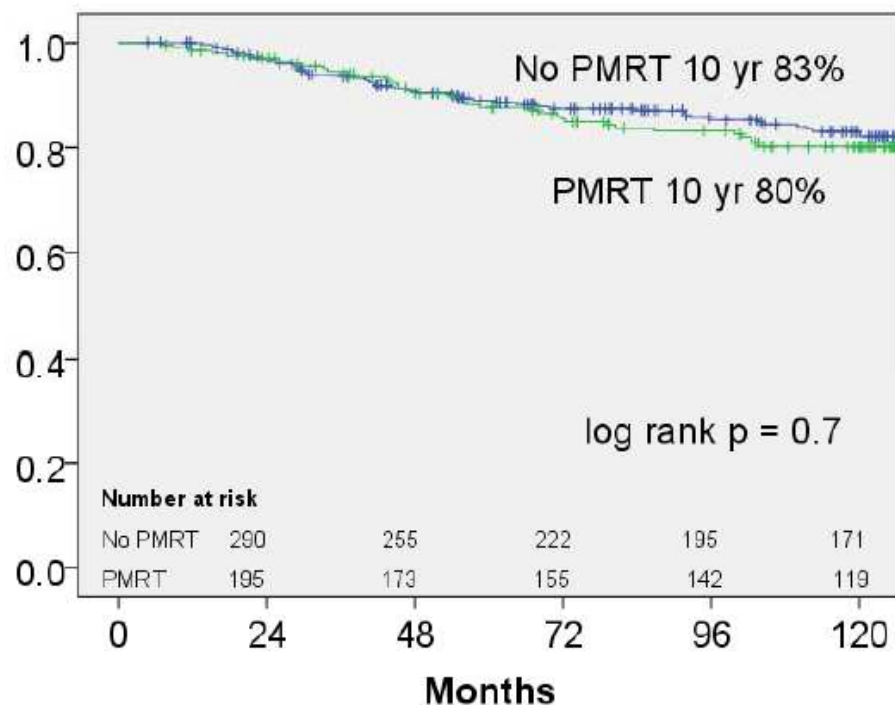


Local Regional Control

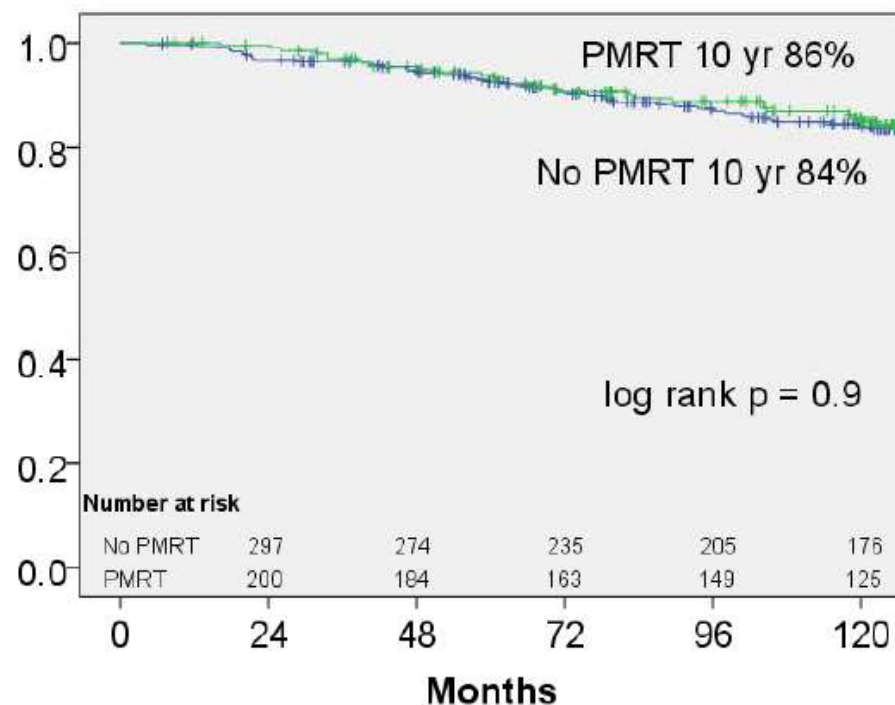


- Fallas locales en pacientes con 1-3 gg (+) sin PMRT también son muy bajas.
- Si bien con la PMRT hay beneficio estadísticamente significativo en control local, en términos absolutos es bastante menor.

Freedom from Distant Metastasis



Overall Survival



Sin beneficio en metástasis a distancia ni OS.

PMRT en 1-3 gg (+)



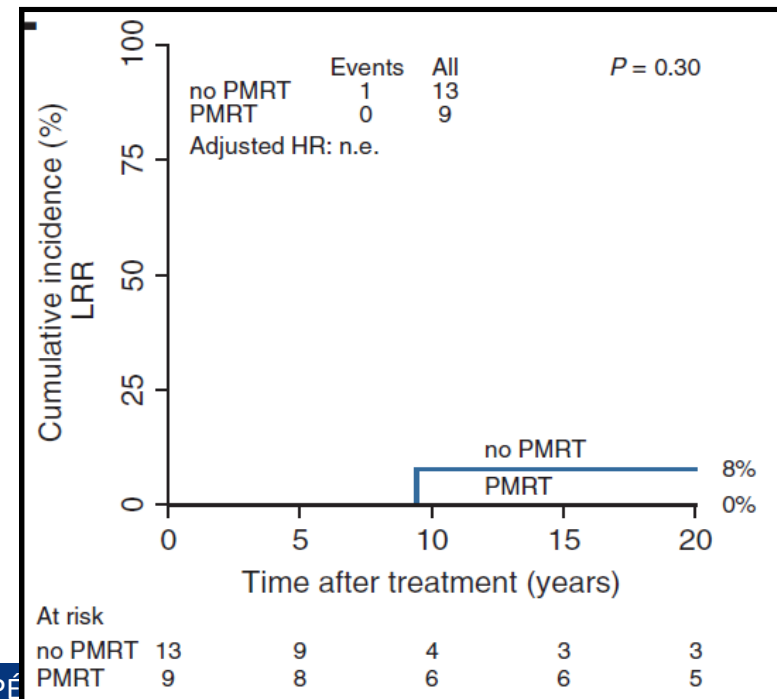
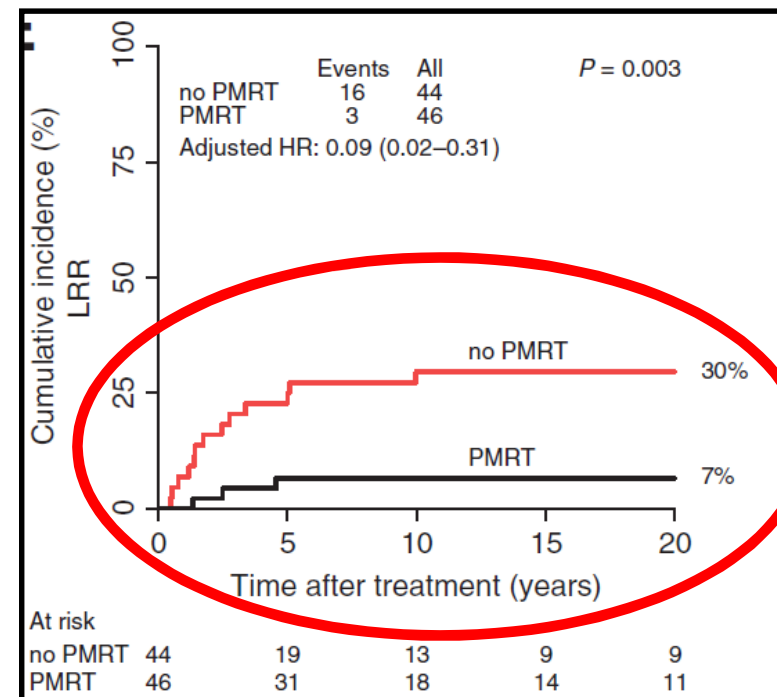
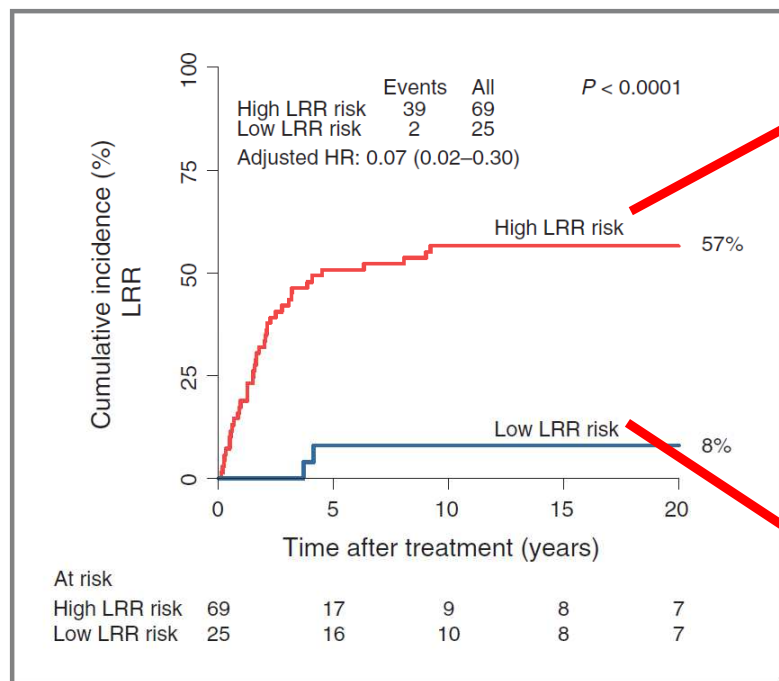
- Beneficio de PMRT en ≥ 4 gg (+) no es discutido y se ha adoptado como terapia estándar.
- PMRT en 1-3 gg (+) => Muy similar y no se omite con los tratamientos sistémicos
- La tecnología IMAT-IGRT es mandatoria para evitar corazón y pulmón

Development and Validation of a Gene Profile Predicting Benefit of Postmastectomy Radiotherapy in Patients with High-Risk Breast Cancer: A Study of Gene Expression in the DBCG82bc Cohort

Trine Tamm¹, Hayat Mohammed², Simen Myhre^{3,4,5}, Marianne Kyndi¹, Jan Alsner¹, Anne-Lise Børresen-Dale^{3,4}, Therese Sørli^{3,4}, Arnoldo Frigessi², and Jens Overgaard¹

- Pacientes de alto riesgo
- Microarray: 191 ptes sin PMRT // 97 ptes con PMRT

- 7 genes en el training set (4 de ellos fueron validados), los que modificaban el HR de LRR:
=> Grupos de alto y bajo riesgo de LRR



Pctes sin PMRT: Grupos de riesgo

PMRT en axila (-)

Effect of radiotherapy after mastectomy and axillary surgery on 10-year recurrence and 20-year breast cancer mortality: meta-analysis of individual patient data for 8135 women in 22 randomised trials



EBCTCG (Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group)*



Summary

Background Postmastectomy radiotherapy was shown in previous meta-analyses to reduce the risks of both recurrence and breast cancer mortality in all women with node-positive disease considered together. However, the benefit in women with only one to three positive lymph nodes is uncertain. We aimed to assess the effect of radiotherapy in these women after mastectomy and axillary dissection.

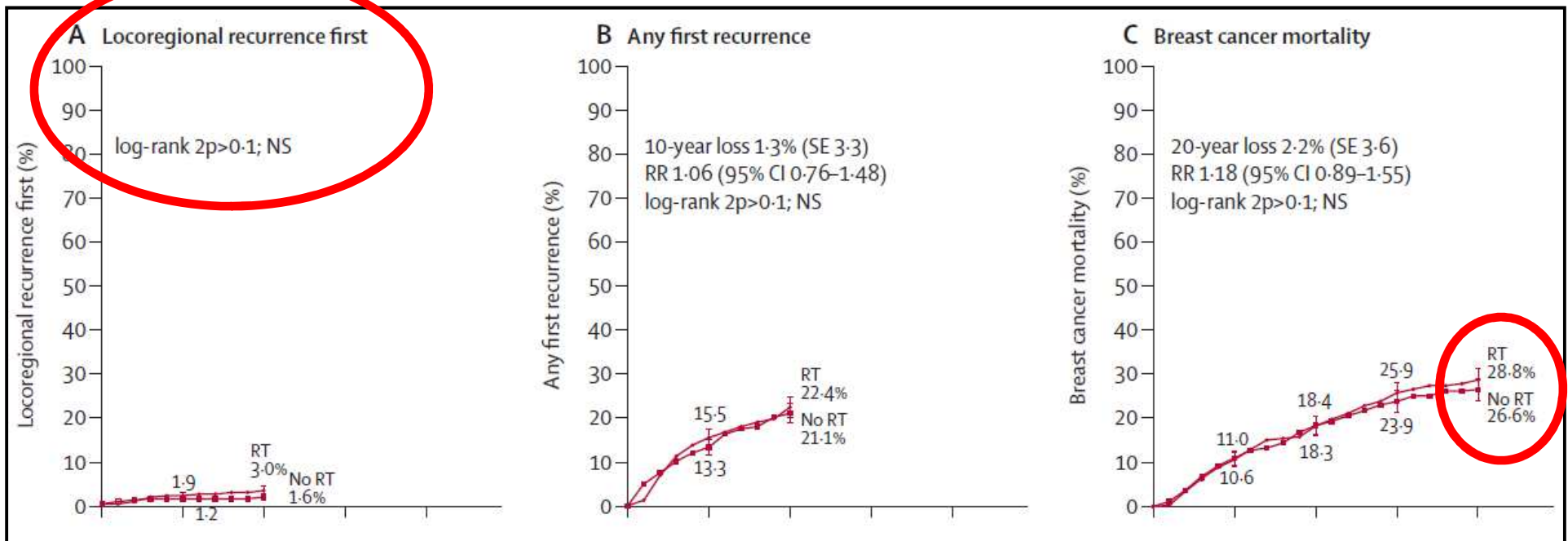
Lancet 2014; 383: 2127-35

Published Online

March 19, 2014

[http://dx.doi.org/10.1016/](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60488-8)

S0140-6736(14)60488-8



THE LANCET

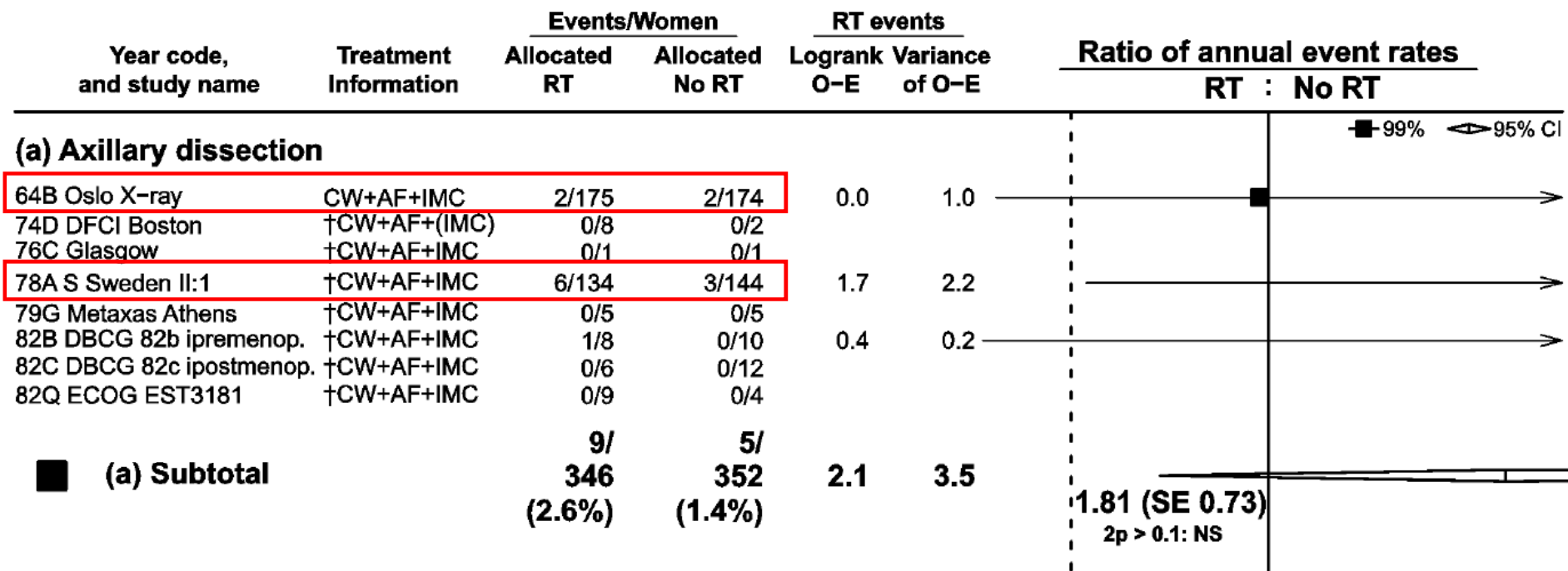
Supplementary appendix

This appendix formed part of the original submission and has been peer reviewed. We post it as supplied by the authors.

Supplement to: EBCTCG (Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group). Effect of radiotherapy after mastectomy and axillary surgery on 10-year recurrence and 20-year breast cancer mortality: meta-analysis of individual patient data for 8135 women in 22 randomised trials. *Lancet* 2014; published online March 19. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60488-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60488-8).

This online publication has been corrected. The corrected version first appeared at thelancet.com on Nov 21, 2014

Locoregional recurrence first (years 0-9)



Webtable 1: Randomised trials beginning before the year 2000 and comparing radiotherapy to the chest wall and regional lymph nodes versus not after mastectomy and axillary dissection (Mast+AD) or axillary sampling (Mast+AS) – treatment details.

Year code and study name	Breast surgery	Axillary Surgery* (number of patients)	Chest wall RT	Supraclavicular (SC) and axillary fossa (AF) RT	Internal mammary chain RT	Boost RT to scar	Common systemic chemoendocrine therapy
64B Oslo X-ray	RM	Axillary dissection (552)	25-41 Gy (1.3-2.1 Gy/f) o	36 Gy (1.8 Gy/f) o, SC; 18 Gy (u Gy/f) o, AF	25-41 Gy (1.3-2.1 Gy/f) o	None	Ovarian RT
71B Stockholm A	MRM	Axillary sampling (644)	45 Gy (1.8 Gy/f) e	45 Gy de (1.8 Gy/f) c	45 Gy (1.8 Gy/f) e	None	None
73A Southampton UK	SM	Axillary sampling (151)	46 Gy (2.3 Gy/f) c	55 Gy (2.5 Gy/f) c & b	46 Gy (2.3 Gy/f) c	None	None
74B Edinburgh I	SM	Axillary sampling (348)	42.5-45.0 Gy (4.25-4.5 Gy/f) m	42.5-45.0 Gy (4.25-4.5 Gy/f) m	None	None	F
74D DFCI Boston	MRM or RM	Axillary dissection (218)	45 Gy (2.3 Gy/f) c or m	45 Gy (2.3 Gy/f) c or m	0-45 Gy (0-2.3 Gy/f) c or m	None	Either (AC) 5 cycles or (AC) 10 cycles; or CMF or MF
74Q Piedmont OA (pN4+)	MRM or RM	Axillary dissection (120)	50 Gy (1.5-1.8 Gy/f) c or m	45-50 Gy (1.5-2.8 Gy/f) c or m	45-50 Gy (1.8-2.8 Gy/f) c or m	None	Mel or CMF
76A SECSG 1	MRM or RM	Axillary dissection (257)	50 Gy (2 Gy/f) u	50 Gy (2 Gy/f) u	50 Gy (2 Gy/f) u	None	CMF
76C Glasgow	SM	Axillary dissection (219)	37.8 Gy (2.5 Gy/f) o	37.8 Gy (2.5 Gy/f) o	37.8 Gy (2.5 Gy/f) o	None	CMF
77J MD Ander. 7730B	MRM or SM	Axillary dissection (80)	45-50 Gy (1.8-2.0 Gy/f) c	45-50 Gy (1.8-2 Gy/f) c	45-50 Gy (1.8-2 Gy/f) c or e	12 Gy (uGy/f) u	bCG+FAC or FAC
78A S Swedish BCG	MRM	Axillary dissection (771)	38 Gy (1.9 Gy/f) e, o, m or c	48-60 Gy (2.4 Gy/f) c or m	48 Gy (2.4 Gy/f) e, c or m	None	Premen: C; Postmen: tam

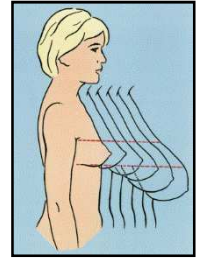
Webtable 1: Randomised trials beginning before the year 2000 and comparing radiotherapy to the after mastectomy and axillary dissection (Mast+AD) or axillary sampling (Mast+AS) – treatment d

Year code and study name	Breast surgery	Axillary Surgery* (number of patients)	Chest wall RT	Supraclavicular (SC) and axillary fossa (AF) RT
64B Oslo X-ray	RM	Axillary dissection (552)	25-41 Gy (1.3-2.1 Gy/f) o	36 Gy (1.8 Gy/f) o, SC; 18 Gy (u Gy/f) o, AF
71B Stockholm A	MRM	Axillary sampling (644)	45 Gy (1.8 Gy/f) e	45 Gy de (1.8 Gy/f) c
73A Southampton UK	SM	Axillary sampling (151)	46 Gy (2.3 Gy/f) c	55 Gy (2.5 Gy/f) c & b
74B Edinburgh I	SM	Axillary sampling (348)	42.5-45.0 Gy (4.25-4.5 Gy/f) m	42.5-45.0 Gy (4.25-4.5 Gy/f) m
74D DFCI Boston	MRM or RM	Axillary dissection (218)	45 Gy (2.3 Gy/f) c or m	45 Gy (2.3 Gy/f) c or m
74Q Piedmont OA (pN4+)	MRM or RM	Axillary dissection (120)	50 Gy (1.5-1.8 Gy/f) c or m	45-50 Gy (1.5-2.8 Gy/f) c or m
76A SECSG 1	MRM or RM	Axillary dissection (257)	50 Gy (2 Gy/f) u	50 Gy (2 Gy/f) u
76C Glasgow	SM	Axillary dissection (219)	37.8 Gy (2.5 Gy/f) o	37.8 Gy (2.5 Gy/f) o
77J MD Ander. 7730B	MRM or SM	Axillary dissection (80)	45-50 Gy (1.8-2.0 Gy/f) c	45-50 Gy (1.8-2 Gy/f) c
78A S Swedish BCG	MRM	Axillary sampling (17) Axillary dissection (771)	38 Gy (1.9 Gy/f) e,o,m or c	48-60 Gy (2.4 Gy/f) c or m

- RT antigua (Ortovoltaje, CMI con fotones exclusivos)
- Dosis de RT insuficientes !

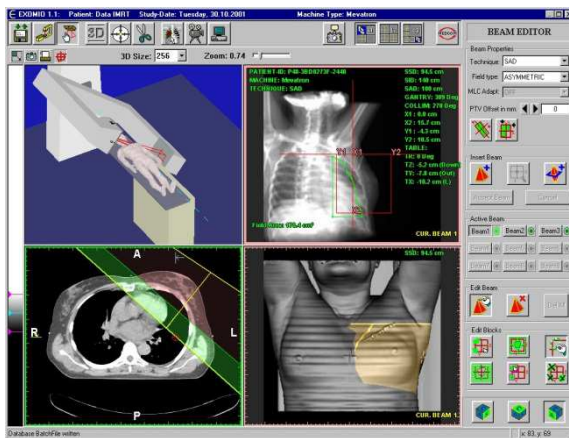
Como disminuir la toxicidad
cardiaca asociada a
radioterapia?

COMPLEJIDADES ANATOMICAS VOLUMEN CARDIACO

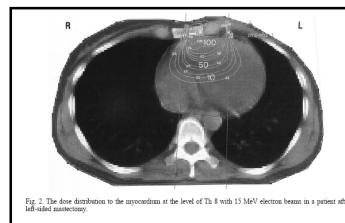
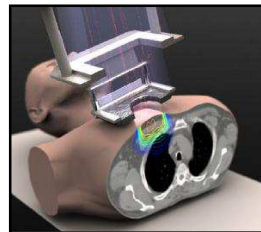


Valoración del impacto de la **RT CMI** en función de la **posición cardíaca**

- Posición anatómica del corazón **favorable** (profunda) o **desfavorable** (AD)
- 20 pacientes con Ca de mama izquierda (10 con anatomía favorable, 10 desfavorable)



2 planes de tto : mama o mama + CMI



Anatomía desfavorable =
Axial: Cardiac Contact Distance > 5 cm al apex
ParaSagital : CDD > 2 cm a la mitad del hemitórax

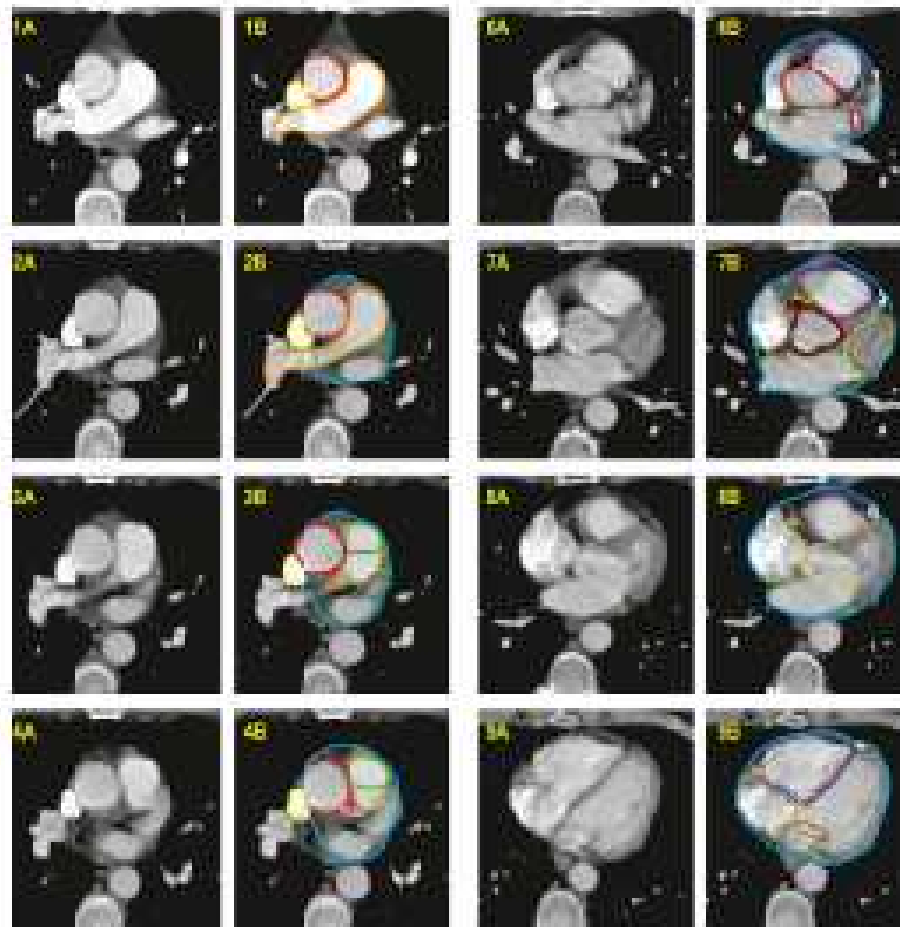
Toxicidad Cardíaca de «anatomía cardíaca desfavorable» sin RT CMI > «anatomía favorable» con RT CMI

Decisión RT CMI + Herceptin : individualizada

Alm El-Din et al. ASTRO Los Angeles ; November 2007 (abs. 1007)

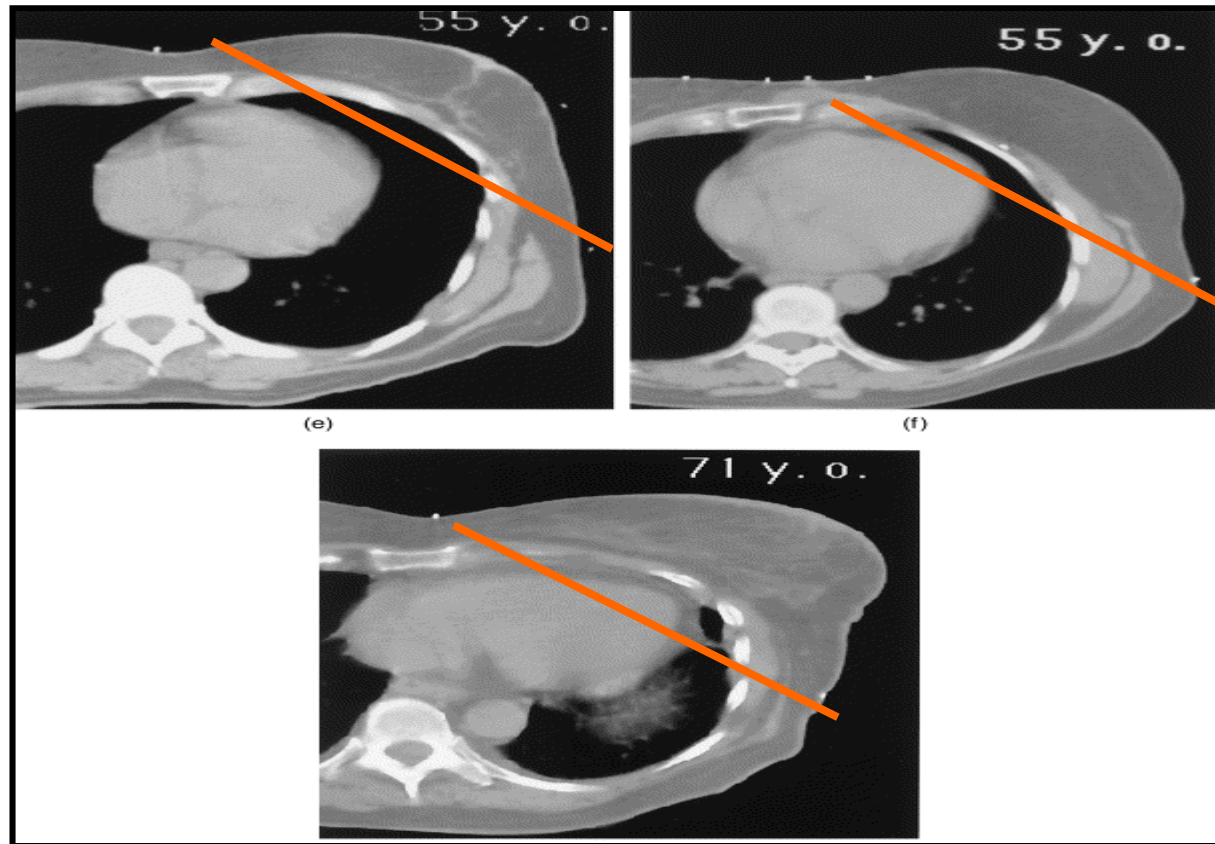
Heart atlas, Feng et al, IJROBP, 2010

precisions are needed for the everyday practice, but useful tool

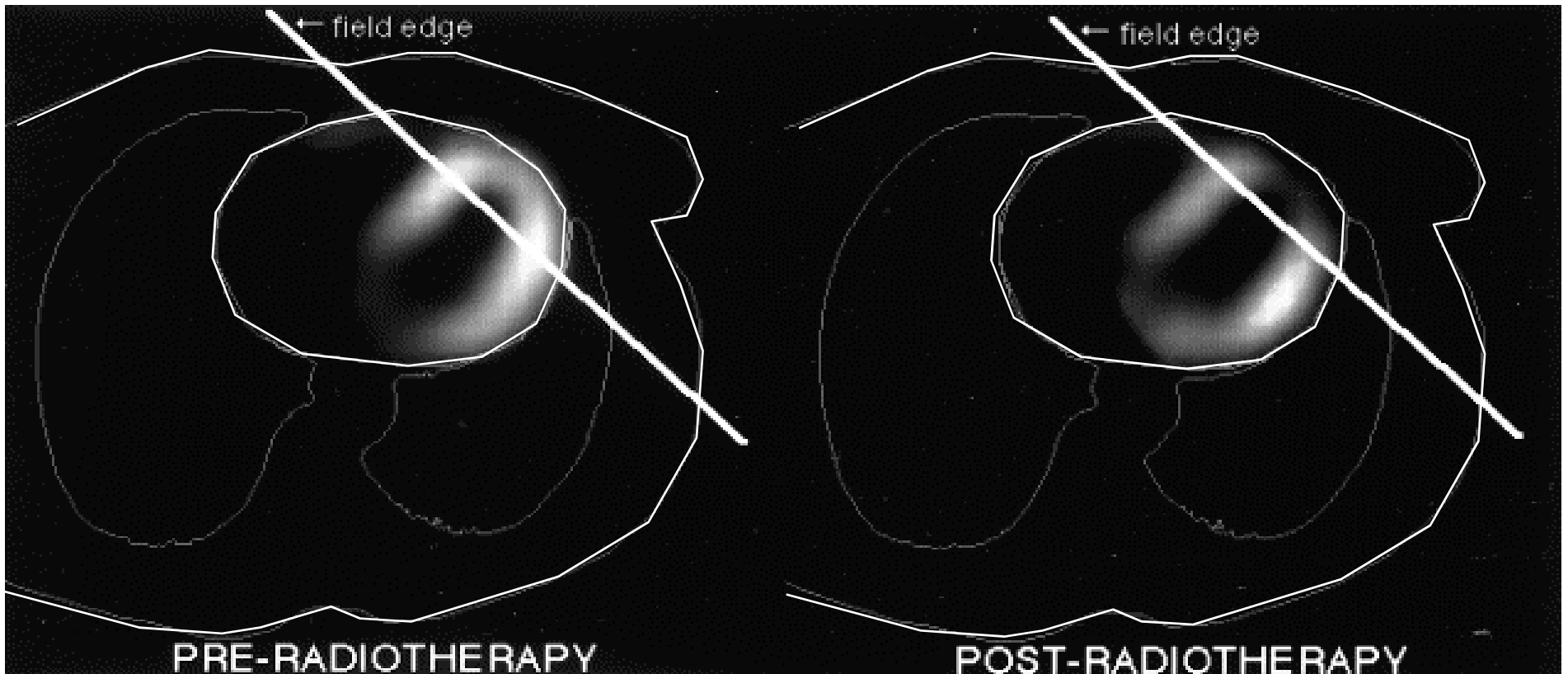


Take Home Message

RADIOTERAPIA INDIVIDUALIZADA



Riesgo cardiaco



- Defectos de perfusión en el 60% (12/20) de las pacientes, 6 meses después de la irradiación
- Alta sospecha de correlación clínica

Hardenbergh IJROBP 2001 / Clin Breast Cancer 2003

Irradiación en posición lateral



Fourquet A et al. *Radiother Oncol*, 1991

Campana F et al. *Int J Radiation Oncology Biol Phys*, 2005

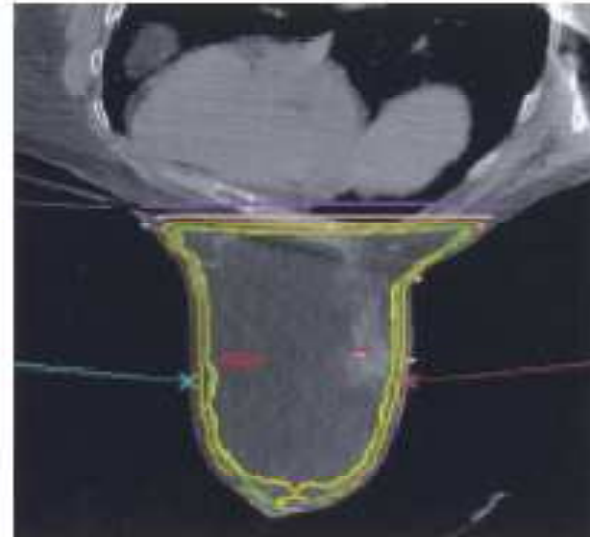
Bollet MA et al. *Br J Radiol*, 2006

Kirova YK et al. *Int J Radiation Oncology Biol Phys*, 2008

Posición prono



Memorial Sloan-Kettering, New York
Goodman et al *Int J Radiation
Oncology Biol Phys* 2004

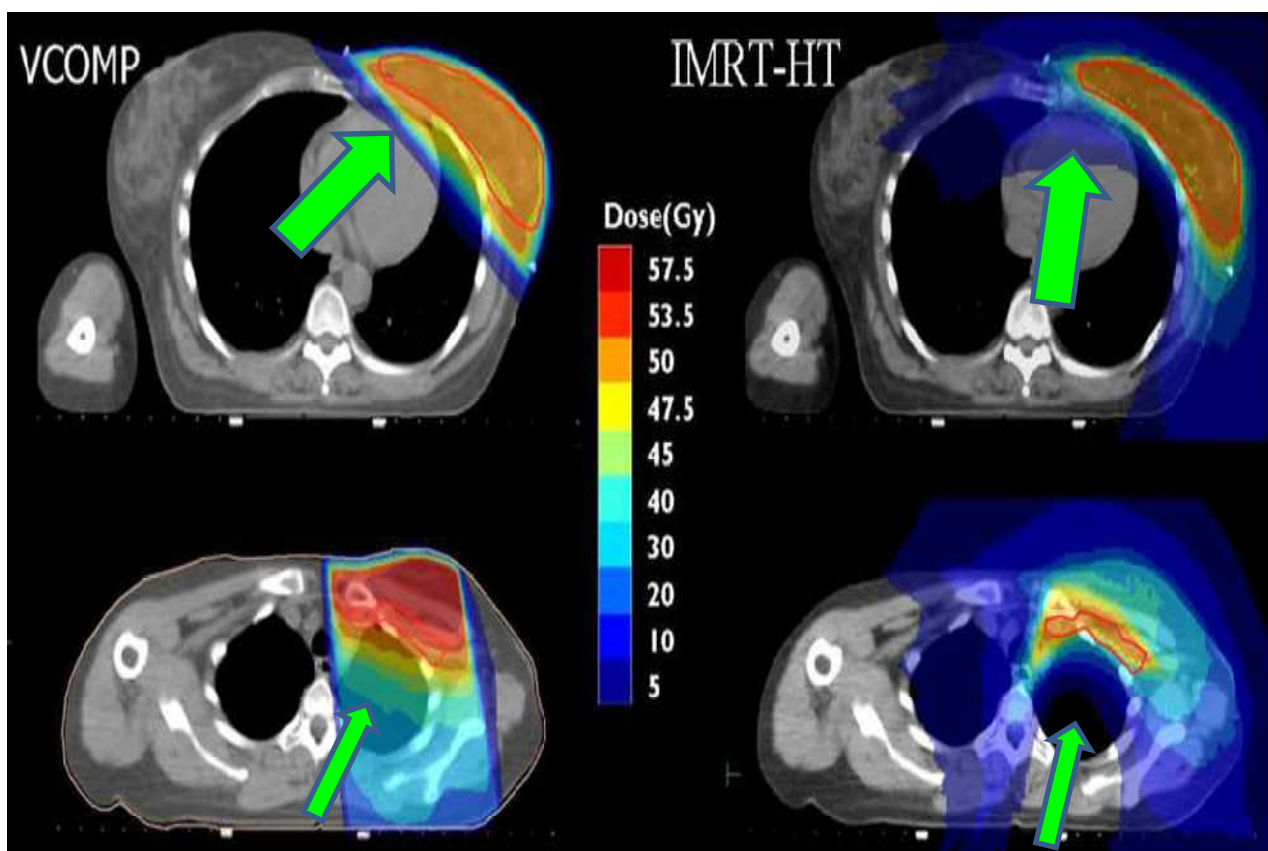


Gram A, McCormick B, Chabner ES, et al. Prone breast
radiotherapy in early-stage breast cancer: A preliminary anal-
ysis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;47:319-325.

Tomoterapia en FALP



RT ultramoderna => Probablemente menor toxicidad por menor irradiación de corazón y pulmón



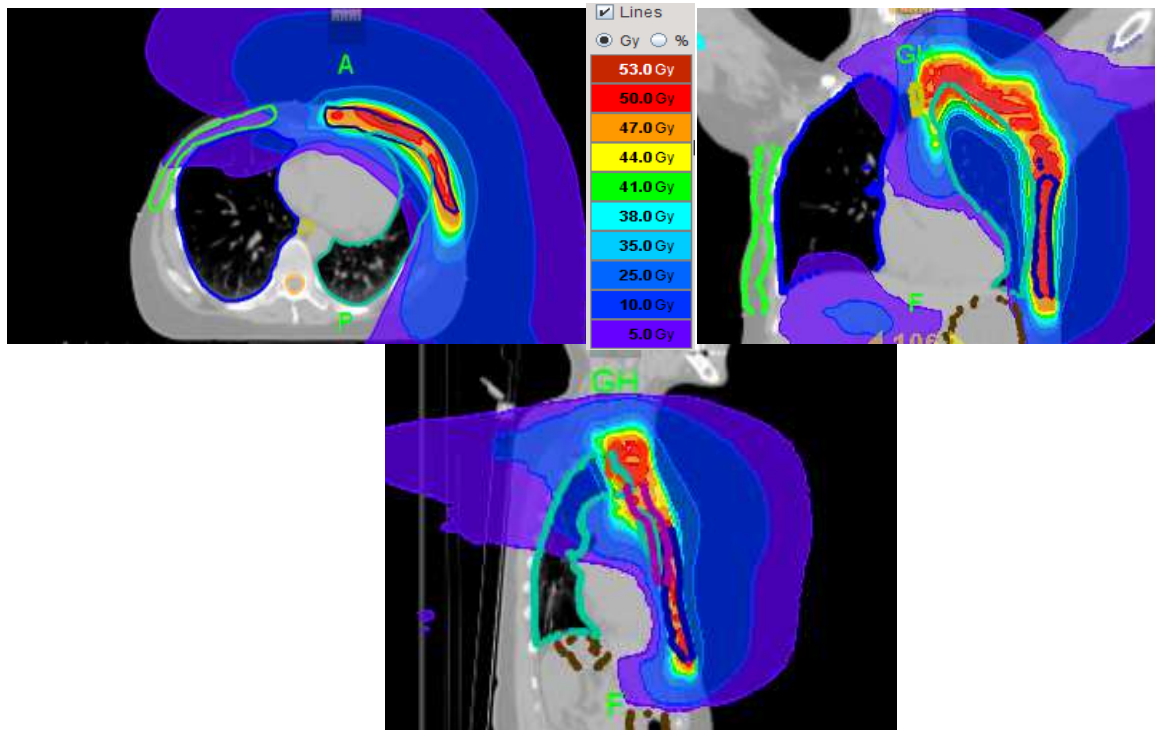
Conclusiones

- El futuro de la radioterapia en el cáncer de mama es...**TECNOLOGICO IMRT-IMAT con IGRT REAL EN RUTINA.**

TARGET RADIOTERAPIA

- ...Con definición y delineación precisa del blanco y de los OAR (piel ,mama contralateral,pulmon ,corazon y) sea post cirugía conservadora-post mastectomía.

Tratamiento de casos de mama en *Tomotherapy*



110 casos

CENTRO DE RADIOTERAPIA AVANZADA

RADIOTERAPIA DE INTENSIDAD MODULADA-GUIADA POR IMÁGENES

TOMOTHERAPY HD

- mama

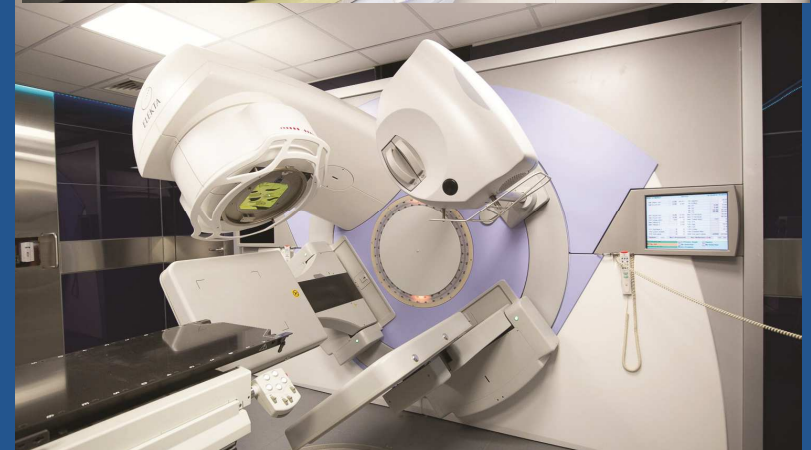
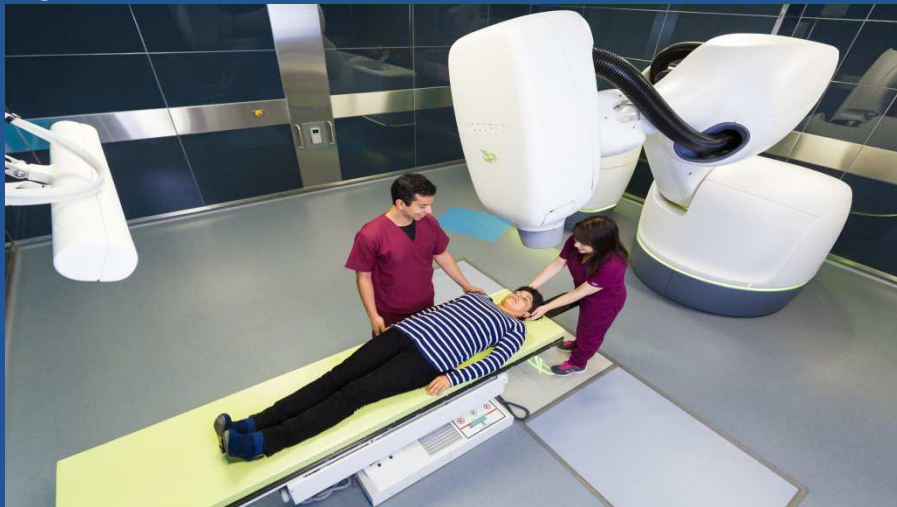
SYNERGY AGILITY VMAT

- C y C

CYBERKNIFE

SRS

SBRT



Introducción

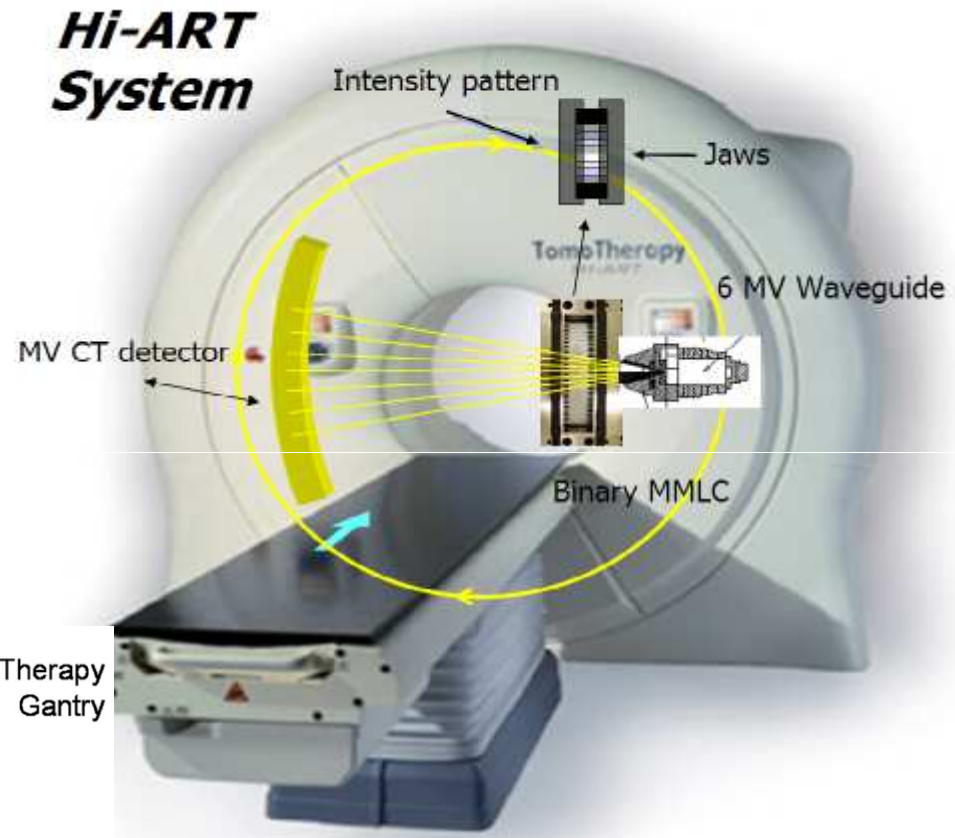
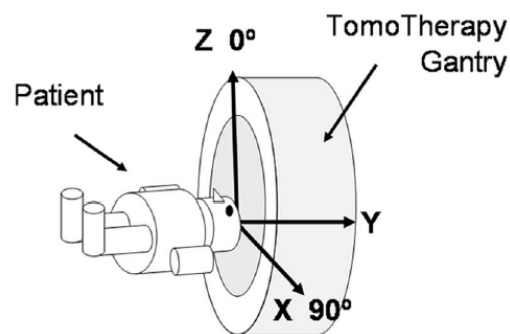
- ✓ Muchos artículos demuestran la ganancia de los tratamientos con Tomotherapy, tanto para casos simples (Mama) y también para casos complejos (Mama + Supra clavicular + Axila + Cadena mamaria interna)
- ✓ Una gran cantidad de los casos de mama necesita irradiar las cadenas linfáticas regionales;
- ✓ Hay un aumento del riesgo de toxicidad en los órganos de riesgo (OARs) cerca de la mama (Corazón y Pulmón);

Referencias

- “A comparative dosimetric study for treating left-sided breast cancer for small breast size using five different radiotherapy techniques: conventional tangential field, filed-in-filed, Tangential-IMRT, Multi-beam IMRT and VMAT” Guang-Hua Jin et al; 2015
- “Evaluation of volumetric modulated arc therapy for postmastectomy treatment”, Geoffrey P Nichols et al, 2014
- “Helical tomotherapy and volumetric modulated arc therapy: New therapeutic arms in the breast cancer radiotherapy”, Olivier Lauche et al, 2016
- Dosimetric comparison of left-sided whole-breast irradiation with 3DCRT, forward-planned IMRT, inverse-planned IMRT, helical tomotherapy, and volumetric arc therapy, Hacıislamoglu et al; 2015
- Principles and practice of modern radiotherapy techniques in breast cancer. Coskun M, 2013

Tomotherapy:

- SSD: 85 cm;
- Accelerator 6 MV;
- MLC ;
- Field width;
- Robotic couch.

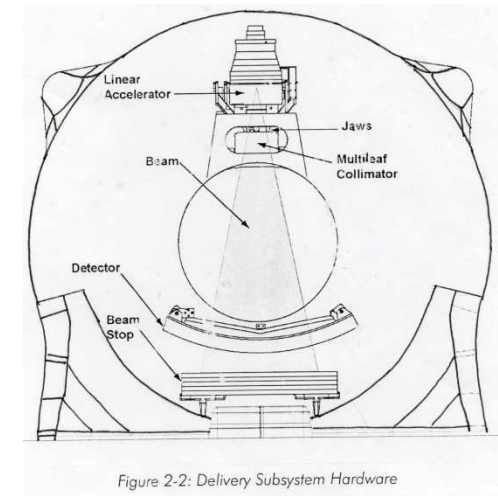
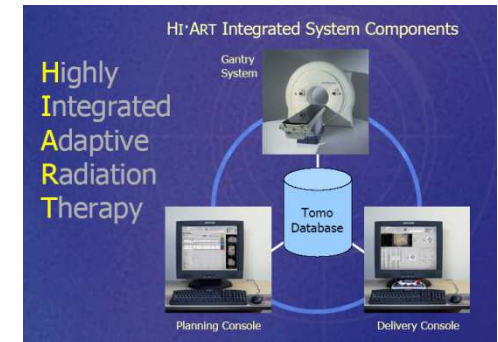


Otros tratamientos

- ✓ Sistemas no integrados TPS- Tratamiento;
- ✓ Necesidad de 2-6 campos; Riesgo de superposición de campos
- ✓ En 3D existe la necesidad de utilizar electrones y fotones;
- ✓ En VMAT, problemática de la dosis en piel
- ✓ Incertidumbre del posicionamiento del campo de fotones y electrones, debido a necesidad de hacer el desplazamiento de forma manual u automática ATM (Eje TAC para el isocentro de tratamiento);
- ✓ Imágenes de verificación en 2D;

Tomotherapy

- ✓ Sistema todo integrado (TPS, MVCT y Delivery);
- ✓ Es un equipo muy parecido a un TAC helicoidal, además utilizado para tratamiento;
 - ✓ Energía de 6 MV;
 - ✓ Flattening filter free (Tasa de dosis 860 UM/min);
 - ✓ Colimador Multi laminas (Laminas de 0.625 cm);
 - ✓ Camilla robotica (3 grados de libertad);
- ✓ Hace movimiento de camilla mientras ocurre el tratamiento;
- ✓ Tratamientos más conformados cuando se compara con una planificación VMAT o IMRT estático;
- ✓ MVCT: Sistema de imagen (IGRT) utilizado para lo posicionamiento del paciente (2 min para la adquisición de las imágenes) y para planificación;
- ✓ Sistema de láseres integrado en el sistema de planificación;
- ✓ Camilla robótica con precisión sub-milimétrica;
- ✓ Hay dos formas de planificación: Helical y Direct;



Protocolo FALP

- ✓ Especifico para cáncer de Mama;
- ✓ Diez diferentes esquemas de fraccionamiento;
 - ✓ Dosis diaria: 2.00 Gy, 2.25 Gy y 2.67 Gy;
 - ✓ Días: 15, 20, 25, 30 y 33;
- ✓ Para diferentes estadios;
- ✓ Con diferentes restricciones;

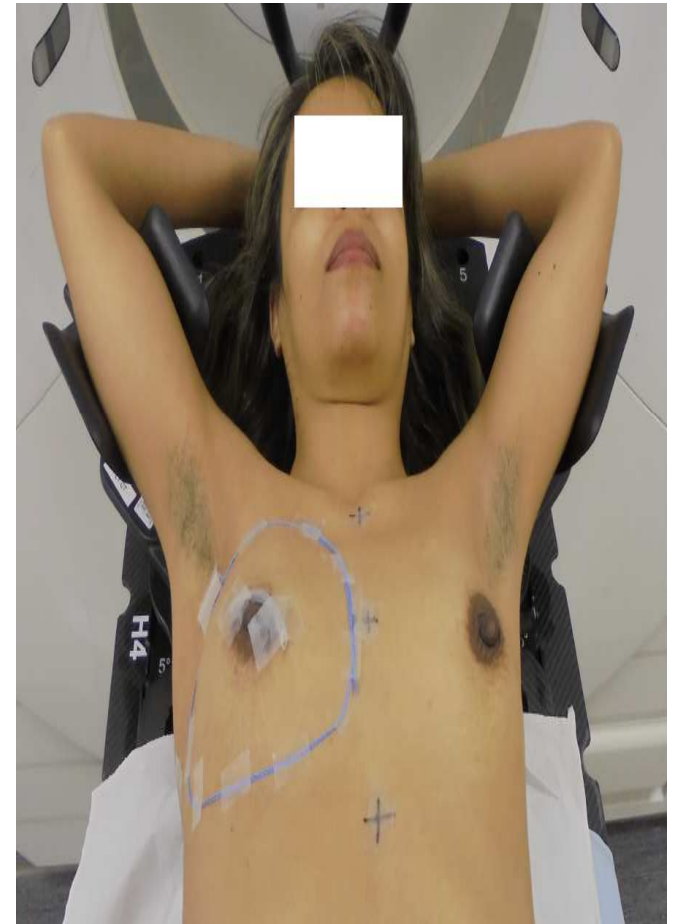


**PROTOCOLO RADIOTERAPIA
CÁNCER DE MAMA
FALP.**

Versión 0.3 10 Nov 2016.

Simulación del tratamiento

- ✓ El posicionamiento de las pacientes utilizando plano de mama (con inclinación máxima de 5 grados)
- ✓ Las pacientes deben ser posicionadas en supino con los dos brazos arriba, para garantizar la reproducibilidad
- ✓ Para facilitar en contorneo es útil delimitar el volumen de la mama utilizando algunos marcadores radiopacos
- ✓ Para ayudar en el posicionamiento en los días de los tratamientos se pueden hacer marcaciones en 3 puntos en eje longitudinal;
- ✓ Utilizar el espesor de corte de 3 mm;



1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26



Planificacion

- Tomo Direct
 - Misma forma que IMRT
 - Utilizado para casos simples
 - Tiempo de planificacion de 10-15 minutos;
 - Tiempo de tratamiento 1-2 minutos por campo
- Tomo Helical
 - Logica VMAT/RAPIDARC con movimiento de mesa continuo
 - Utilizado para casos complejos (Mama+FSC+CMI+Boost)
 - Tiempo de planificacion 90 minutos
 - Tiempo de tratamiento 7 minutos



Tratamiento en FALP con Mosaic

Diag.: UNK: Bilateral - Simultan TUMOR MALIGNO DE LA MAMA, PARTE NO ESPECIFICADA		
Infiltrating duct carcinoma		
Oncología Radioterápica Curso: 1		
Rp rad: PTV1 total - TOMO - IMRT - Dosis: TOMOHELICA: 50,00 Gy @ 2,00 Gy x 25		A 13-6-2017 ACO A 14-6-2017 ATV
Config. sitio		
Campos de TTO		
HELIC - A130617ACOATV - 6 R Helicoidal		A 14-6-2017 ATV
Fraccionamiento de radioterapia	19-06-2017	
Planes		
DOSIMETRIA A130617ACOATV.PDF		
A130617ACOATV		

Prescr(s) de radiación - SICI: 1243086 VALDIVIA SALAZAR, ORIETA ELIZABETH

Diag.: UNK: Bilateral - Simultan TUMOR MALIGNO DE LA MAMA
Infiltrating duct carcinoma Curso: 1

Sitio	Técnica	Modalidad	Fracc.		Modelo	Dosis Rx		Dosis tot
			Act.	Rx		Act	Rx	
PTV1 total	TOMO - IMRT	TOMOHELICA	25	2,00 Gy	Diaria		50,00 Gy	

Vol. prescr.: PTV1 total Estado: Aprobado ACO 13-06-2017 Ver fracciones: Por curso
Técnica: TOMO - IMRT N° fracciones: Por curso
Modalidad: TOMOHELICA
Espec. dosis: PTV

Dosis Prescrip.	Dosis Por fracción	N° de Fracciones	Esquema Fraccionamiento	Estado
50,00 Gy	2,00 Gy	25	Diaria	

Sem.	D	L	M	Mi	J	V	S
1		1	2	3	4	5	
2		6	7	8	9	10	
3		11	12	13	14	15	
4		16	17	18	19	20	
5		21	22	23	24	25	

Límite de dosis: Total acum.: 50,00 Gy

Patrón: Comentarios: STD pared + LR izquierdo

Prescripción de radiación de solo lectura

Botones: Cerrar, Añadir, Cambiar, Borrar, Dosimetría, Nota, Dgcs. Plan, Estado, Notas fracc.

Contornos

- ✓ Basados en RTOGs y otros guidelines;
- ✓ Las estructuras que van ser contorneadas dependerán si la planificación es ***DIRECT*** o ***HELICAL***!
 - ✓ DIRECT: Utilizada en casos de Mama Simple;
 - ✓ HELICAL: Utilizada en casos de Mama Compleja (Mama + Cadena Mamaria Interna + Supla clavicular + Axila);
- ✓ PTV utilizamos una expansión de 5 mm desde el CTV;
- ✓ Contornear una estructura auxiliar para disminuir las dosis en la piel:
 - ✓ Crear un PTV Total: $PTV1 + PTV2 + PTV3$;
 - ✓ Hacer una expansión de 5 cm en PTV Total = $PTV\ total + 5\ cm$;
 - ✓ Hacer un “clip” del PTV Total + 5 cm de la estructura externa (patient) = $PTV\ total + 5\ cm - 0.3\ cm$;
 - ✓ La estructura **Piel** es el $PTV\ Total + 5\ cm$ substraendo el $PTV\ total + 5\ cm - 0.3\ cm$;
 - ✓ En la planificación debe se limitar la dosis máxima como 95% da dosis de prescripción en la estructura **Piel**;

Contornos Direct

Target Constraints

Name	Display	Color
PTV1	☒	

Regions at Risk Constraints

Name	Display	Color
Pulmon Ipsilateral	☒	
Corazon	☒	
Pulmon Contralateral	☒	
Cabeza Humeral	☒	
mama contralateral	☒	
Canal Medular	☒	
Esofago	☐	
Estomago	☐	
Piel	☒	
patient	☒	
CTV1	☒	
Cicatriz	☐	
Marca Clinica	☐	
PTV TOTAL	☒	
Tiroides	☒	

Transverse

85

R

L

Coronal

112

R

L

Sagittal

176

P

A

Contornos Helical

Target Constraints

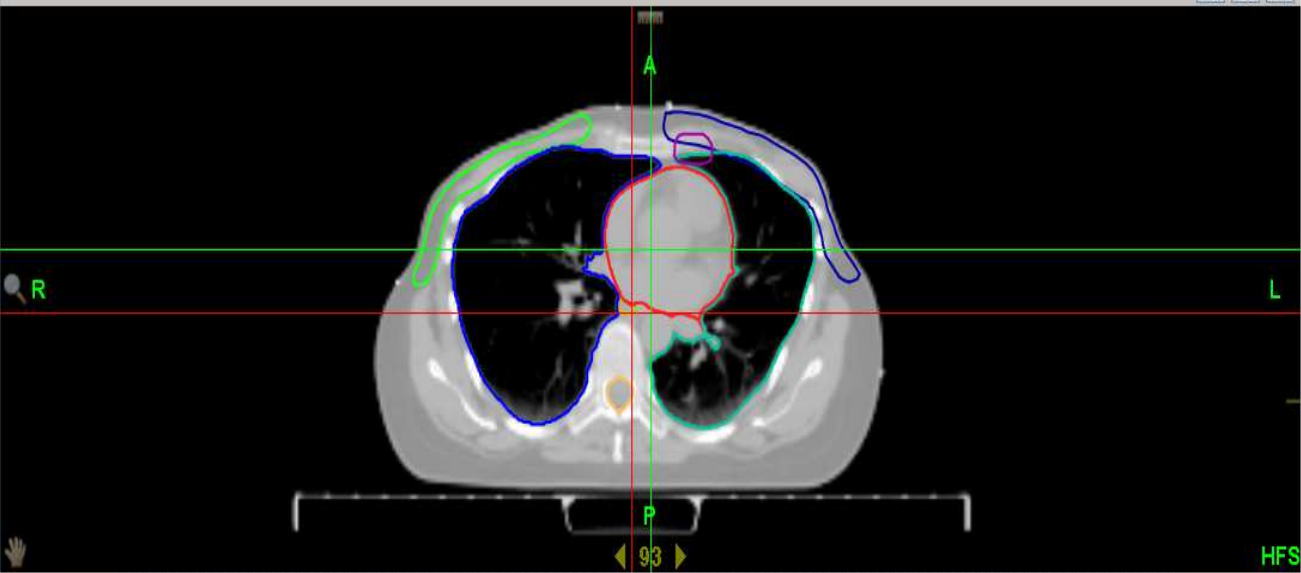
Name	Display	Color
PTV2	☒	Red
PTV3	☒	Purple
PTV1	☒	Blue

▲ ▼

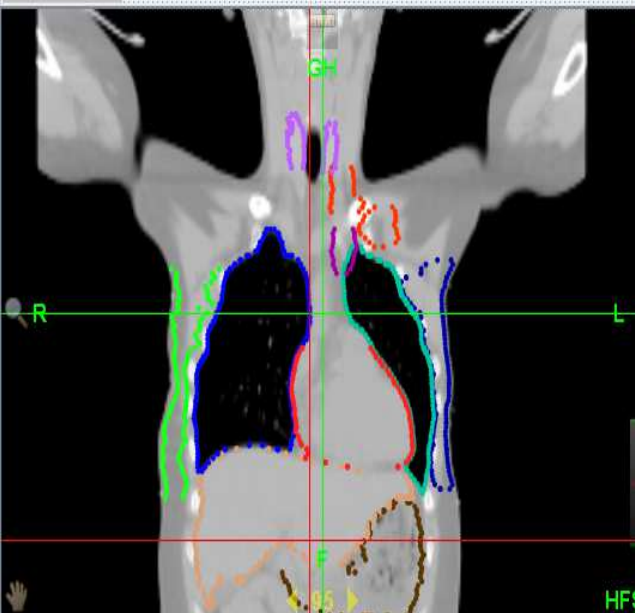
Regions at Risk Constraints

Name	Display	Color
Pulmon Ipsilat	☒	Green
Corazon	☒	Red
Pulmon Contralat	☒	Blue
Pared Costal der	☒	Yellow
Canal Medular	☒	Orange
PRV CANAL MEDULAR	☐	Pink
Tiroides	☒	Purple
Esofago	☒	Yellow
Estomago	☒	Brown
Cabeza Humeral Izq	☒	Dark Blue
PRV CABEZA HUMERAL I	☐	Dark Red
Piel	☐	Light Blue
patient	☐	Tan
PTV TOTAL	☐	Red
PULMONES	☐	Cyan
Cabeza Humeral Der	☒	Light Blue
Higado	☒	Brown
Cicatriz	☐	Yellow
Marca Clinica	☐	Purple
CTV1	☐	Pink
CTV3	☐	Olive
CTV2	☐	Teal

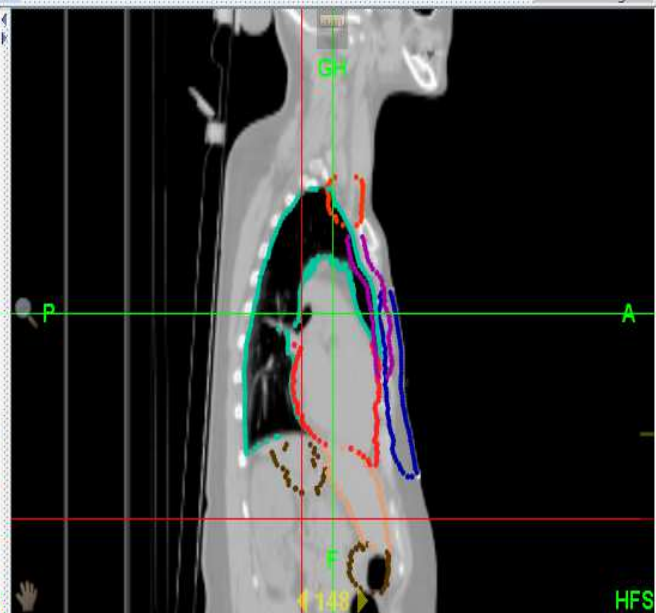
Transverse



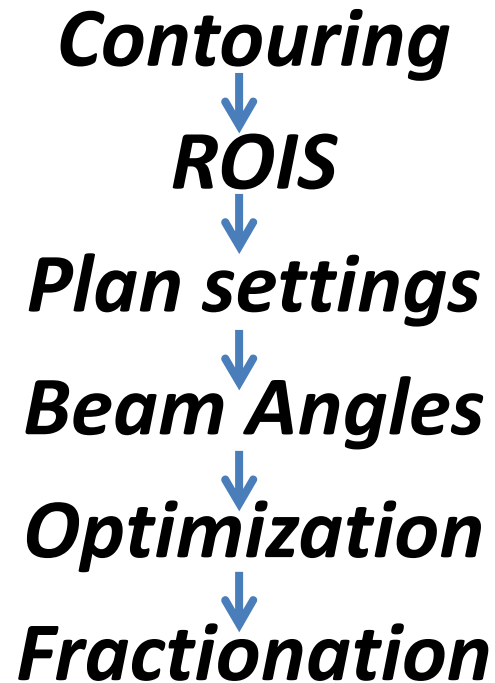
Coronal



Sagittal

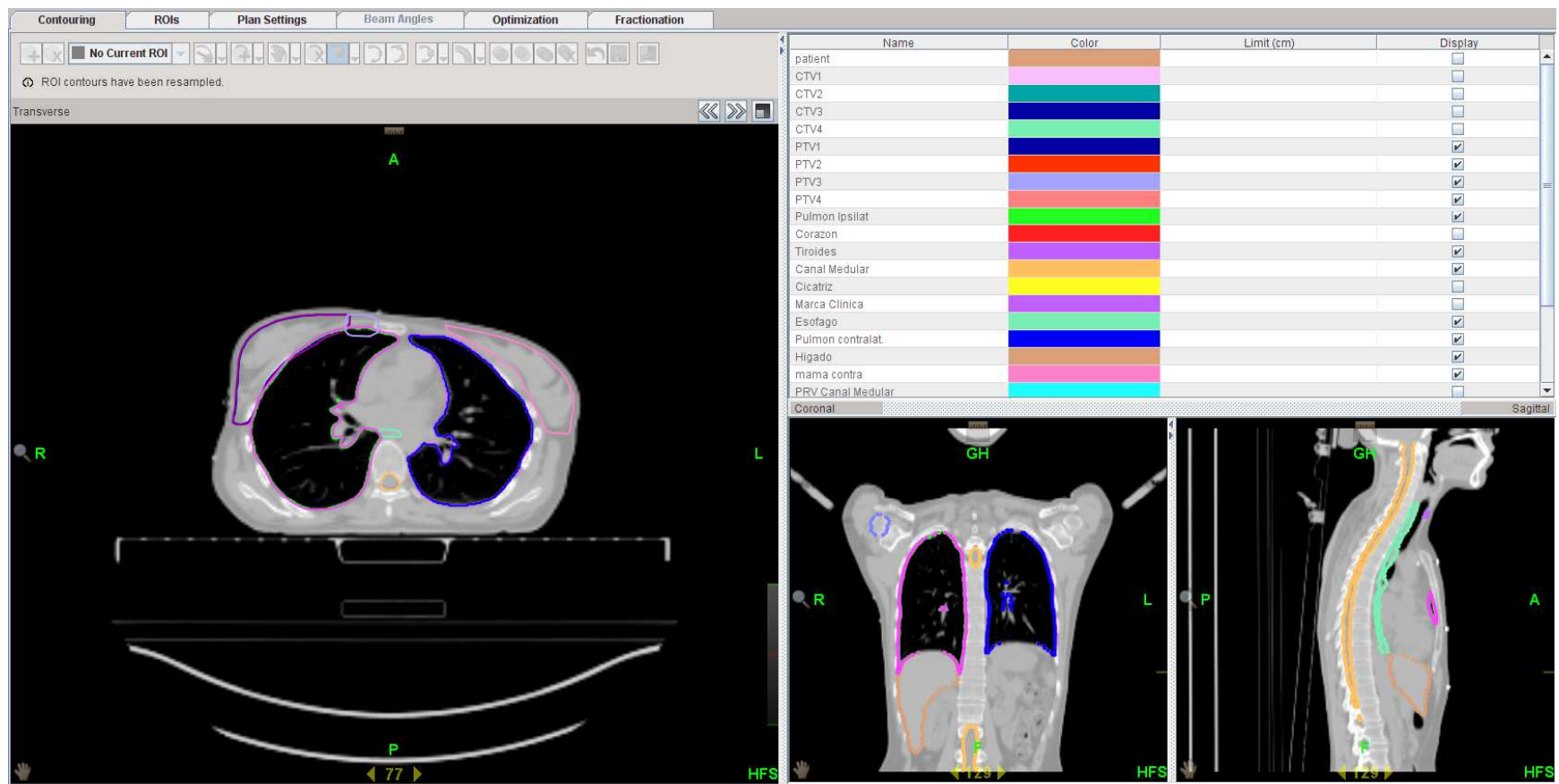


Etapas de la planificación en el TPS



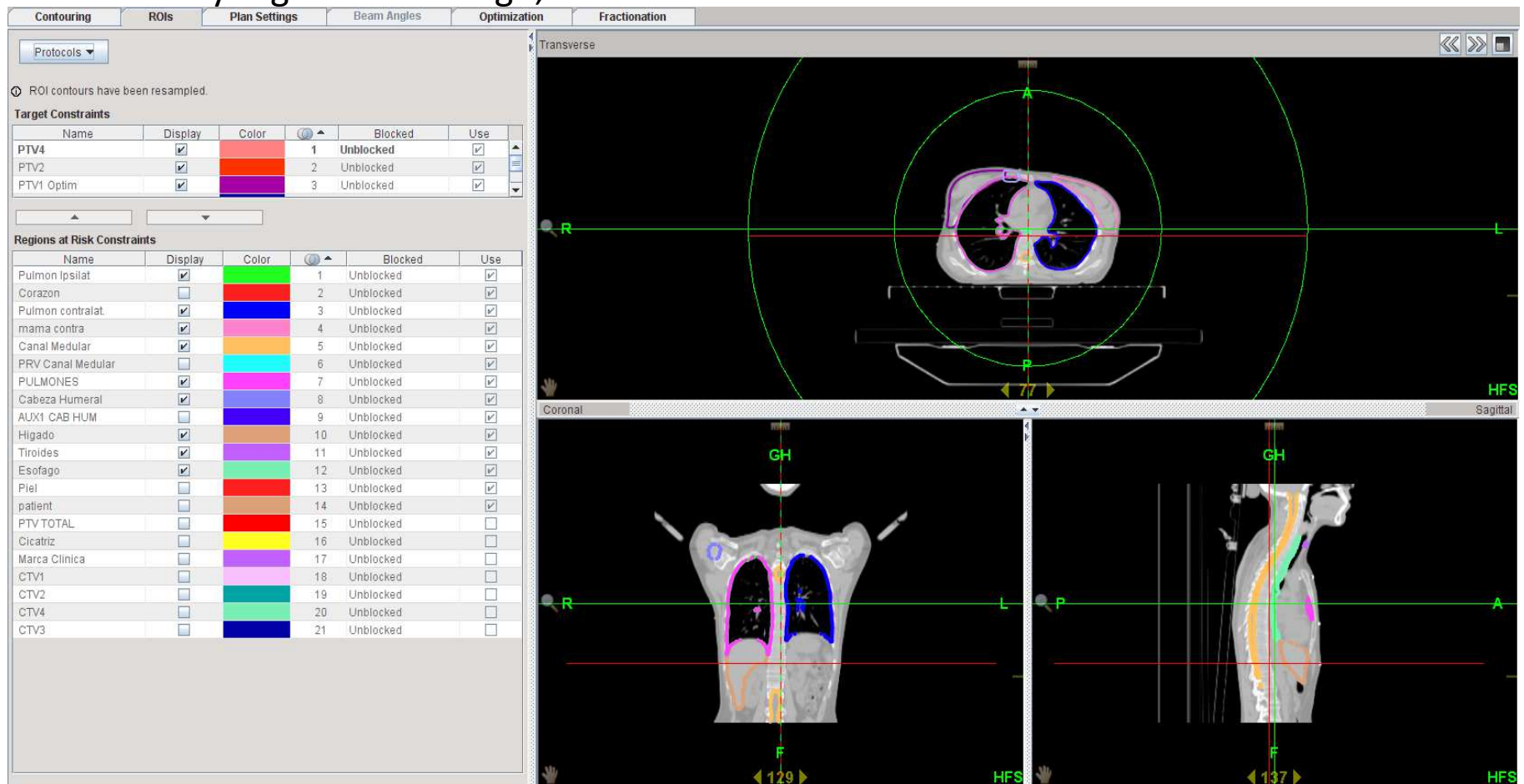
Etapas de la planificación en el TPS

Contouring: Se utiliza para hacer los contorneos y posibles estructuras para planificar;



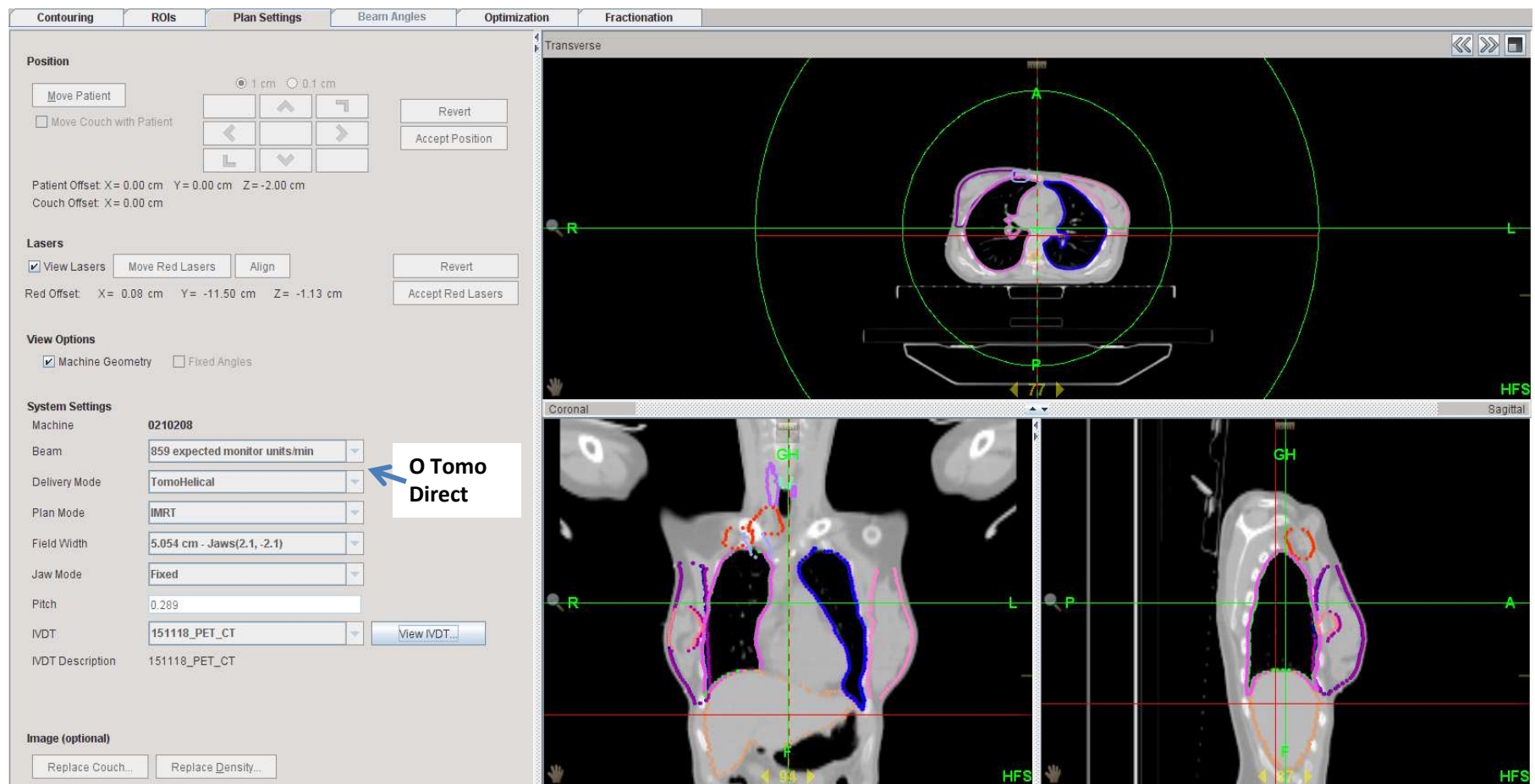
Etapas de la planificación en el TPS

ROIS: Utilizado para priorizar el OVERLAP de estructuras, escoger los volúmenes blancos y regiones de riesgo;



Etapas de la planificación en el TPS

Plan settings: Posición del paciente en relación al equipo, posición de los láseres ROJOS y configuración del tratamiento;



Etapas de la planificación en el TPS

Beam Angles: Utilizado en las planificaciones DIRECT;

The screenshot displays the 'Beam Angles' tab in a TPS interface. The left panel contains configuration tables and options, while the right panel shows a multi-view CT scan of a patient's chest with beam paths overlaid.

Angles Table:

Name	Display	Angle (degrees)	-Xg (leaves)	+Xg (leaves)	Status
TG1	☒	315.0	None	3	Applied
TG2	☒	320.0	None	3	Applied
TGE1	☒	120.0	3	None	Applied
TGE2	☒	110.0	3 [None, 3] ♦	None	Applied

Notice:

- One or more angles could not attain requested Xg.
- One or more angles have Xg that is blocked (marked with ♦).

Display Options:

☒ Lines and Wash ☐ Lines Only ☐ Wash Only

☐ View Entire Treatment

Targets Table:

Targets			Use Angle				
Display	Color	Name	Use	315.0	320.0	120.0	110.0
☒	Red	PTV1	☒	☒	☒	☒	☒

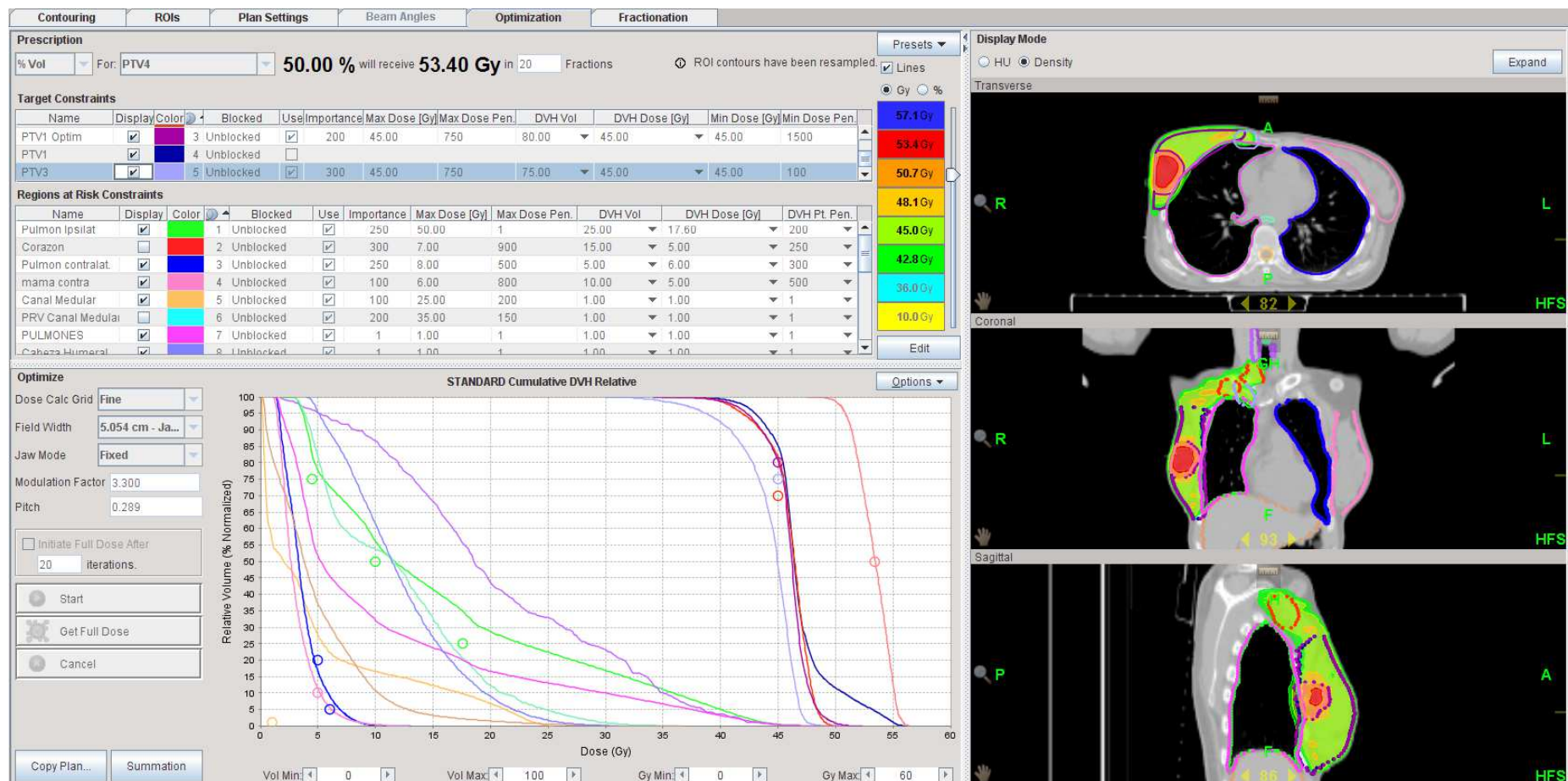
Regions at Risk Table:

Display	Color	Name	Use
☒	Orange	patient	☒
☐	Purple	CTV1	☐
☒	Green	Pulmon Ipsilat	☒
☒	Yellow	Corazon	☒
☐	Pink	Cicatriz	☐
☐	Purple	Marca Clinica	☐
☒	Light Green	Esofago	☒

The right panel shows three views: Transverse (top), Coronal (bottom left), and Sagittal (bottom right). The Transverse view shows a cross-section of the chest with beam paths (colored lines) originating from the top and converging on the target area. The Coronal and Sagittal views show the same anatomy from different perspectives, with beam paths also visible. The target area is outlined in red in all views. The beam paths are labeled with angles: 315.0, 320.0, 120.0, and 110.0.

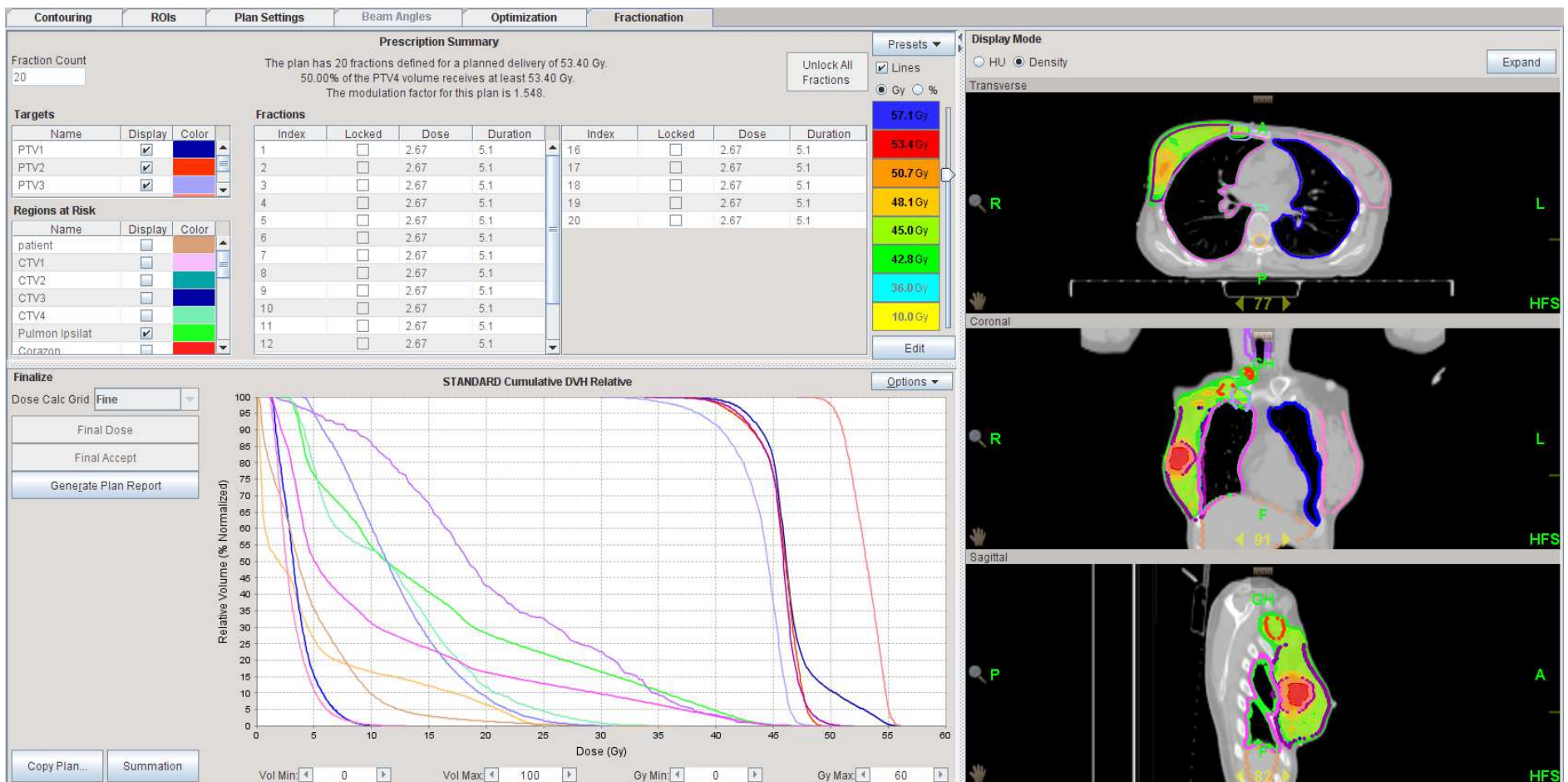
Etapas de la planificación en el TPS

Optimization: Utilizado para prescribir las dosis y fraccionamiento en los volúmenes blancos y las restricciones en las regiones de riesgo; (indicativos de tiempo de calculo)

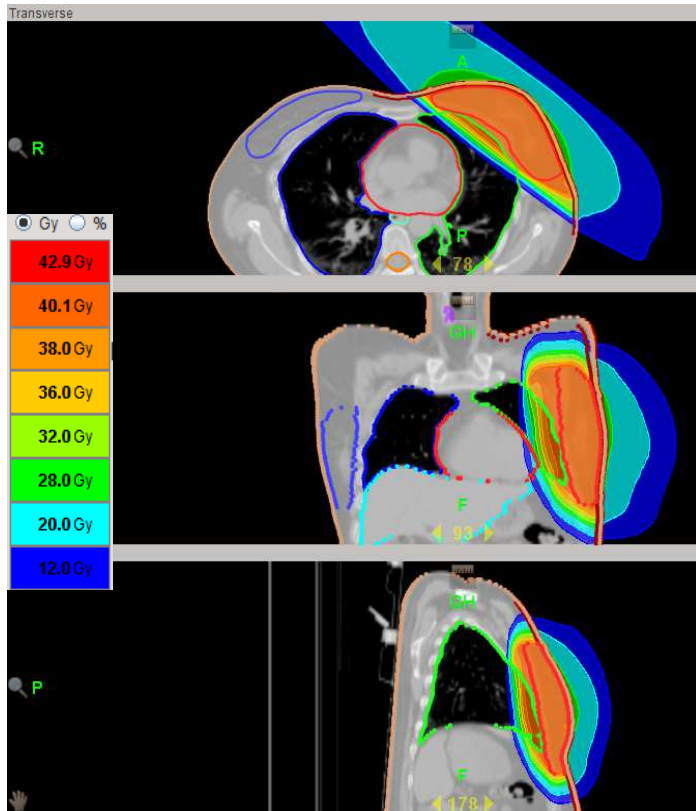


Etapas de la planificación en el TPS

Fractionation: Utilizado para verificar el plan final, tiempo de tratamiento y aprobar el plan;



Ejemplo de tratamiento Direct



PROTOCOLO MAMA-PT HYPO

MAMA o PT (SIN BOOST)

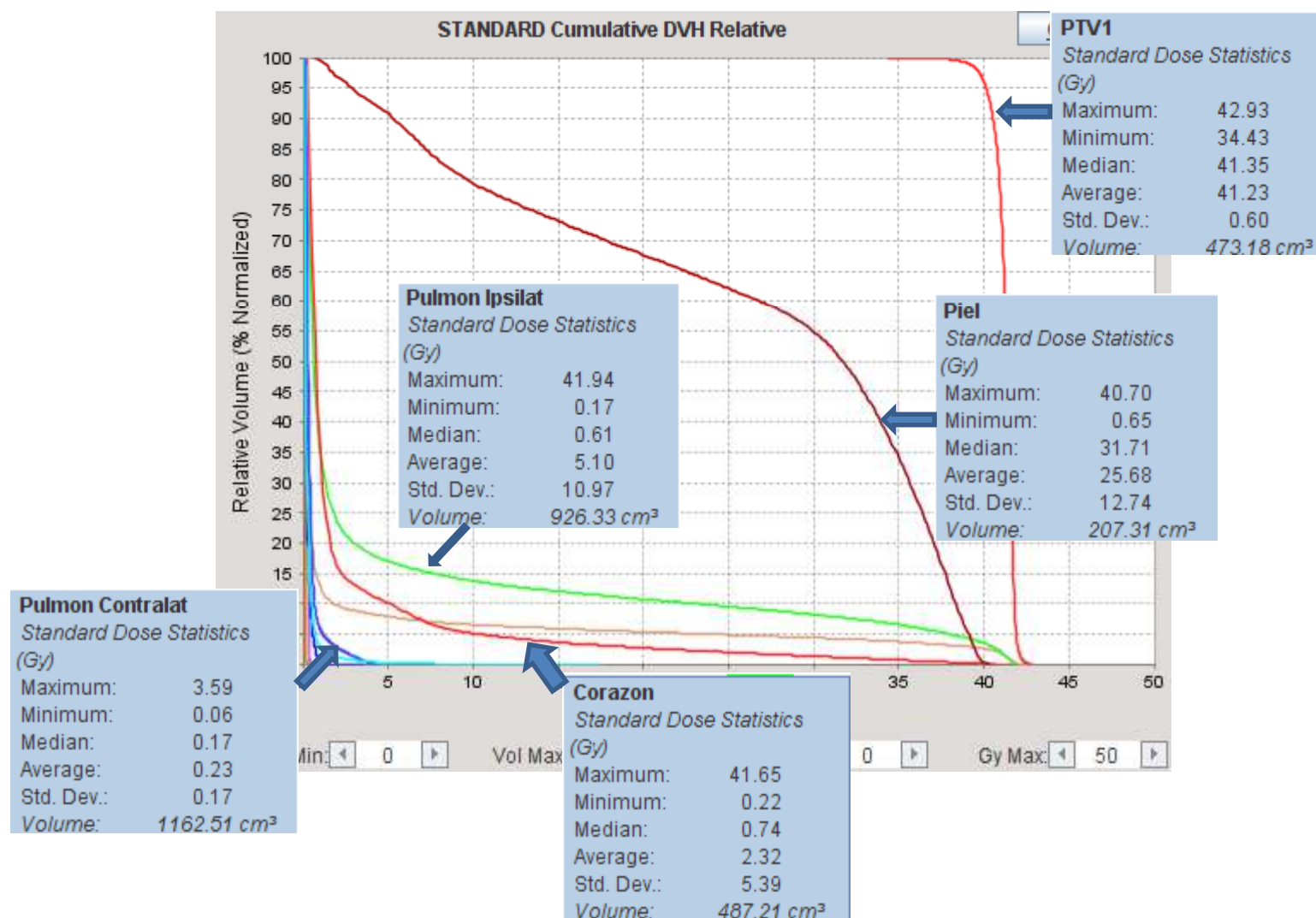
PRESCRIPCIÓN:

a) PTV1: 40,05 Gy / 15 Fx de 2,67 Gy	Ideal	Aceptable
V38,85 (97% dosis)	$\geq 95\%$	V38 (95% dosis) $\geq 90\%$
D98% (DnearMin)	≥ 38 Gy (95% dosis)	≥ 36 Gy (90% dosis)
D2% (DnearMax)	$\leq 42,05$ Gy (105% dosis)	$\leq 42,85$ Gy (107% dosis)
DmMax 0,03 cc	$\leq 44,06$ Gy (110% dosis)	$\leq 44,85$ Gy (112% dosis)

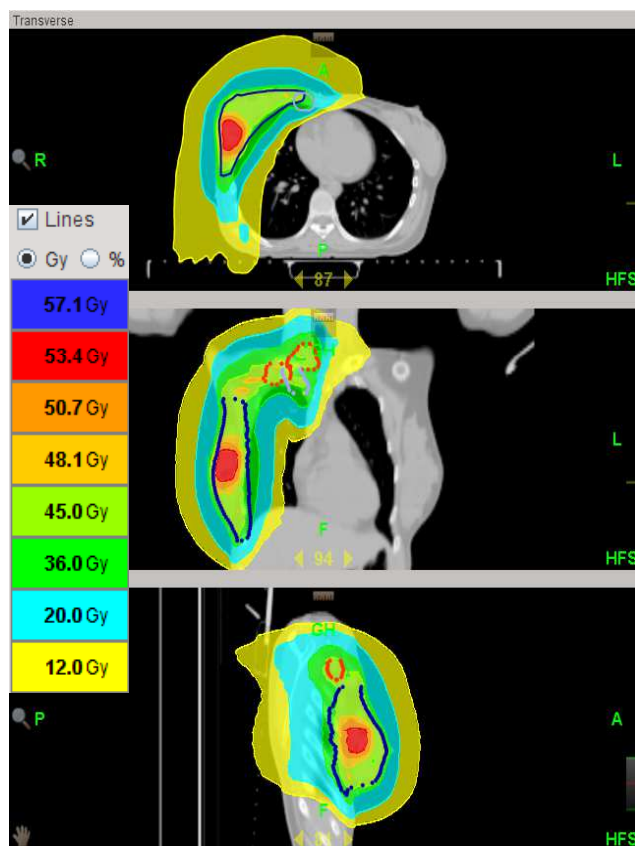
OARS

a) CORAZÓN		
DMean	$\leq 3,2$ Gy	≤ 4 Gy
V10	$< 5\%$	
V2	$< 30\%$ (opcional)	
b) PULMÓN IPSILATERAL:		
V12	$< 15\%$	$< 20\%$
V8	$< 30\%$	$< 35\%$
V4	$< 40\%$	
c) PULMÓN CONTRALATERAL:		
V4	$< 10\%$	
e) MAMA CONTRALATERAL		
V2	$< 5\%$	V3 $< 10\%$
Dmax 0,03 cc	$< 2,4$ Gy	< 3 Gy

Ejemplo de tratamiento Direct

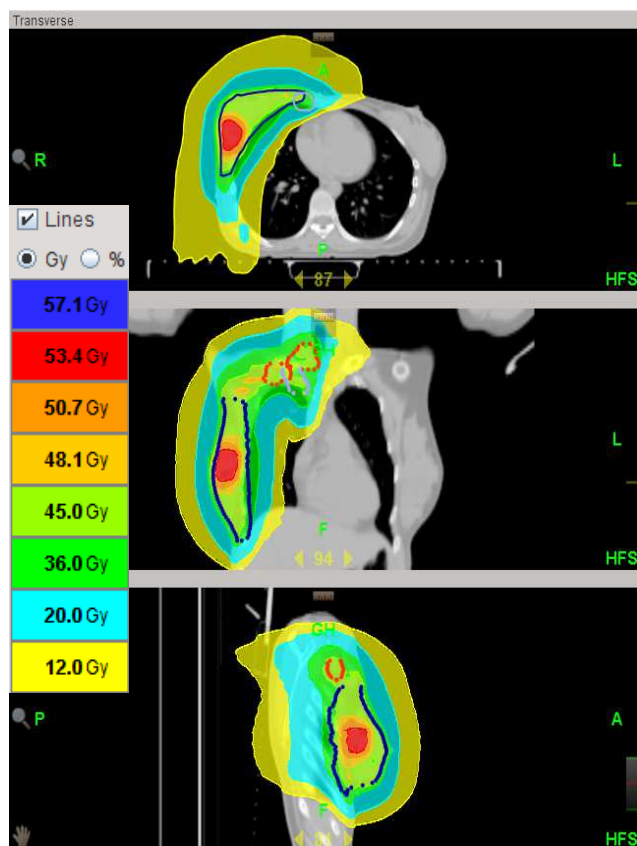


Ejemplo de tratamiento Helical



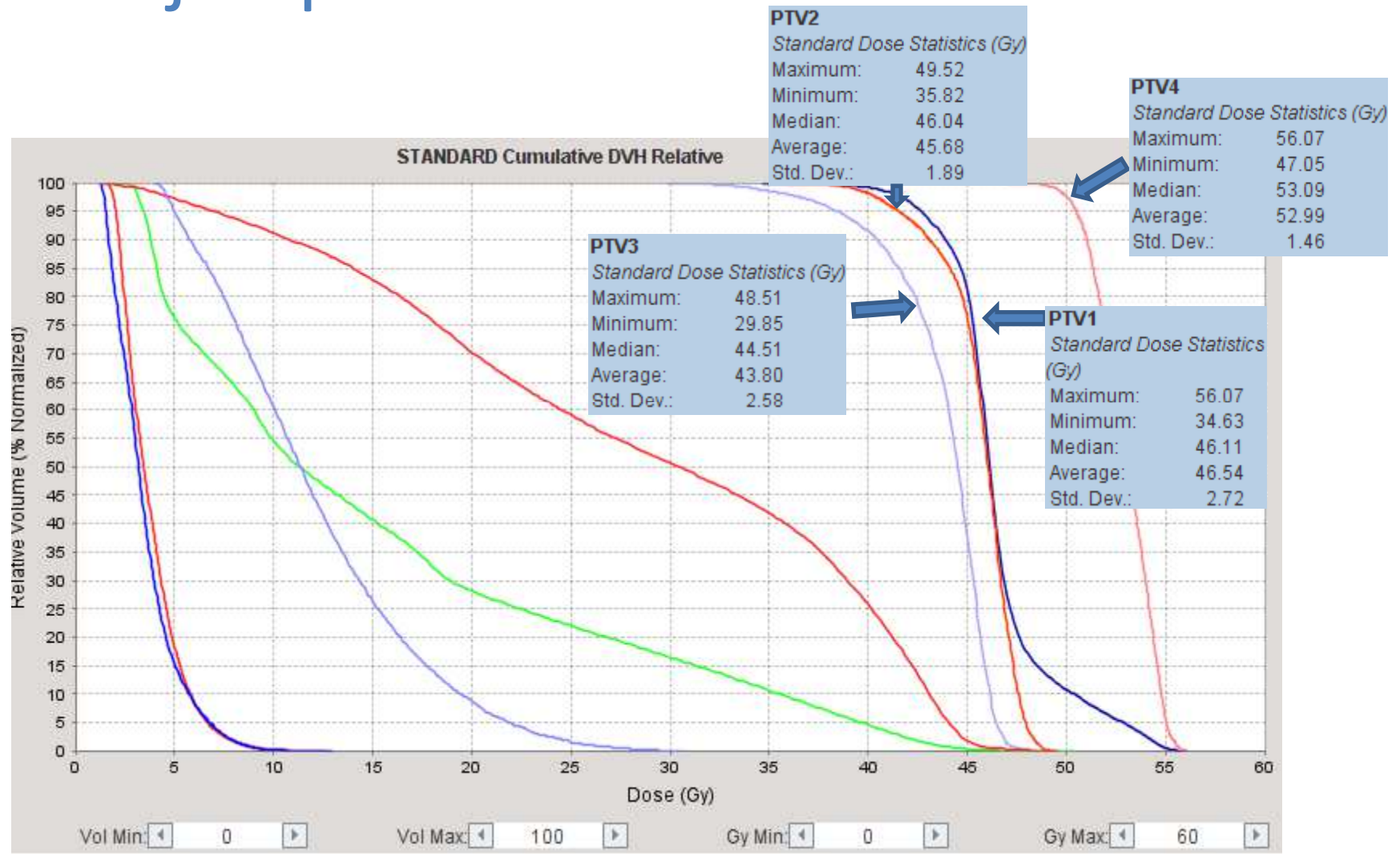
PROTOCOLO HYPO-BREAST FALP SIB		
MAMA/PARED + SC +/- CMI DER + BOOST (SIB)		
PRESCRIPCIÓN:		
a) PTV1: 45 Gy / 20 Fx de 2,25 Gy V43,65 (97% dosis) D98% (DnearMin) V53,4 de PTV1-PTV4	Ideal $\geq 95\%$ $\geq 42,75$ Gy (95% dosis) $< 15-20\%$	Acceptable V42,75 (95% dosis) $\geq 90\%$ $\geq 40,5$ Gy (90% dosis) $< 30\%$
b) PTV2: 45 Gy / 20 Fx de 2,25 Gy V42,75 (95% dosis) D98% (DnearMin) D2% (DnearMax)	$\geq 95\%$ $\geq 42,75$ Gy (95% dosis) $\leq 47,25$ Gy (105% dosis)	V40,5 (90% dosis) $\geq 90\%$ $\geq 40,5$ Gy (90% dosis) $\leq 48,15$ Gy (107% dosis)
c) PTV3: 45 Gy / 20 Fx V42,75 (95% dosis) D98% (DnearMin) D2% (DnearMax)	$\geq 95\%$ $\geq 40,5$ Gy (90% dosis) $\leq 47,25$ Gy (105% dosis)	V36 (80% dosis) $\geq 90\%$ ≥ 36 Gy (80% dosis) $\leq 48,15$ Gy (107% dosis)
d) PTV4: 53,4 Gy / 20 Fx (SIB) V51,8 (97% dosis) D2%	$\geq 95\%$ $\leq 57,14$ Gy (107%)	V50,73 (95% dosis) $\geq 90\%$ D5% $\leq 58,74$ Gy (110%)

Ejemplo de tratamiento Helical

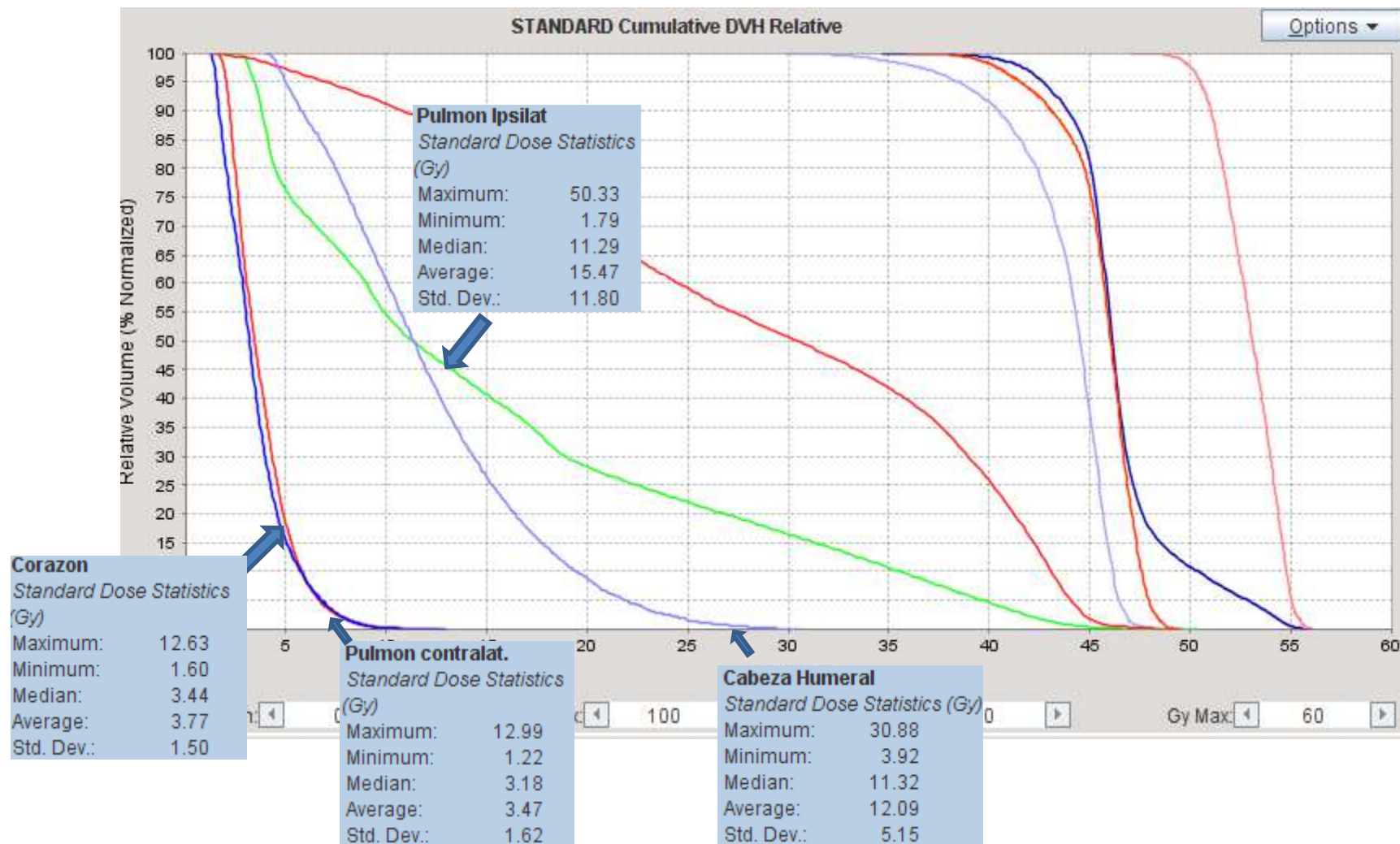


OARs:		
a) CORAZÓN		
V20 (no más de 1 Gy día ~ V25)	≤ 2% mama der sin CMI	
V20 (no más de 1 Gy día ~ V25)	≤ 10% mama lzq o mama der + CMI	
V8	< 15%	
V6	< 20%	
DMean	≤ 3,2 Gy (no > 0,16 Gy al día ~ 4 Gy)	≤ 4 Gy (≤ 4,9 Gy en mama izquierda)
b) PULMÓN IPSILATERAL:		
V31	≤ 15%	
V26,4	≤ 20 %	
V17,6	≤ 25%	≤ 35%
V9,4	≤ 65%	
V4,8	≤ 75%	
c) PULMÓN CONTRALATERAL:		
V9,4	≤ 8%	≤ 10%
V4,8	≤ 15%	≤ 20%
d) PULMONES:		
DMean (IEO)	< 10 Gy	
e) MAMA CONTRALATERAL		
V5,5 (Caceros, Go Live)	≤ 10%	≤ 15%
f) Tiroides (en RT a SC):		
V20	≤ 50% (IEO)	V36 < 50%
g) Canal medular:		
DMax 0,03 cc	< 17 Gy (IEO)	< 25 Gy
h) Hígado:		
V13 Gy	< 3% (IEO)	< 10%
DMean	≤ 4,4 Gy (IEO)	≤ 5 Gy
g) Esófago:		
Sin Supra: DMax 0,03 cc (IEO)	< 10 Gy	
Con Supra: V30 (Caceros)	≤ 50%	V45 ≤ 50%
i) Húmero ipsilateral:		
DMax 0,03 cc (IEO)	< 30 Gy	< 35 Gy
j) Estómago: (en mama izquierda)		
DMax 0,03 cc (IEO)	< 8 Gy	
DMean (IEO)	< 2,4 Gy	

Ejemplo de tratamiento Helical

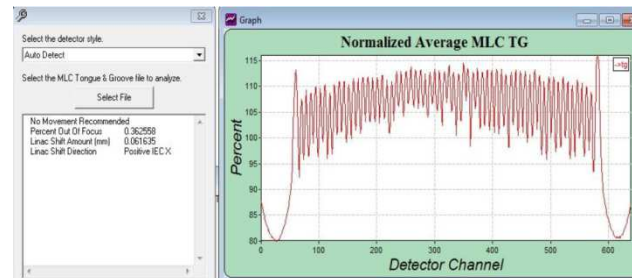
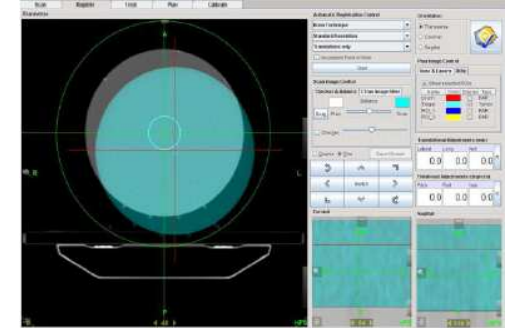


Ejemplo de tratamiento Helical



Control de calidad del equipo Tomotherapy

- ✓ TQA: Módulo del equipo que utiliza el propio detector de imágenes para hacer la verificación de parámetros dosimétricos;
- ✓ Pruebas muy bien definidas(TG 148 y NCS 27);
- ✓ Flujo de control de calidad optimizado;



Control de calidad de pacientes

- ✓ DQA de pacientes: Puede ser hecho de forma sencilla, utilizando un detector 2D o película;
- ✓ Mas verificación de dosis puntual;
- ✓ Tiempo promedio de 40 minutos por paciente;



Ventajas Tomotherapy

- ✓ Mayor homogeneidad de dosis;
- ✓ Mejor distribución para casos complejos de mama;
- ✓ Es posible hacer tratamientos para casos con compromiso de la piel sin crear puntos calientes en la misma y con buena distribución;
- ✓ Plataforma más sencilla tanto para planificación (apenas 3 funciones) como para realizar en tratamiento;
- ✓ Es posible hacer la verificación del posicionamiento del paciente diariamente de forma optimizada:
 - ✓ Escoger el tamaño de la área de adquisición;
 - ✓ Correcciones precisas, en valores milimétricos;
 - ✓ Tiempo bajo de adquisición, promedio de 2 min;
- ✓ Es posible cambiar los parámetros de optimización del TPS mientras hace planificación, por ejemplo para mejorar la cobertura de los PTVs;