

Fundamentos de la Radioterapia

Nicolás Isa
Oncólogo Radioterapeuta



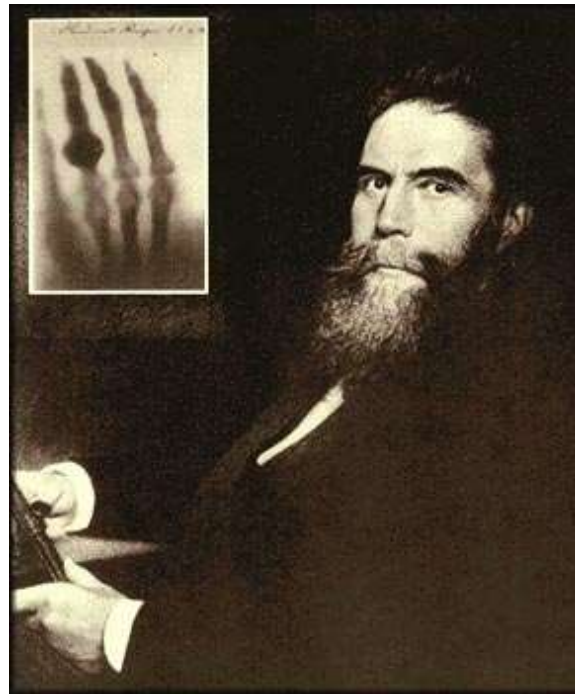
Puntos a desarrollar

1. Introducción
2. Partes del equipo de tratamiento
3. Desarrollo tecnológico de los equipos
4. Como de planifica
5. Como se verifica
6. Como se trata
7. Usos patología benignas
8. Uso patologías malignas
9. Conclusiones

Puntos a desarrollar

- 1. Introducción**
2. Partes del equipo de tratamiento
3. Desarrollo tecnológico de los equipos
4. Como de planifica
5. Como se verifica
6. Como se trata
7. Usos patología benignas
8. Uso patologías malignas
9. Conclusiones

Introducción



- En 1895 Röntgen descubre un nuevo tipo de rayos que los llamó X.

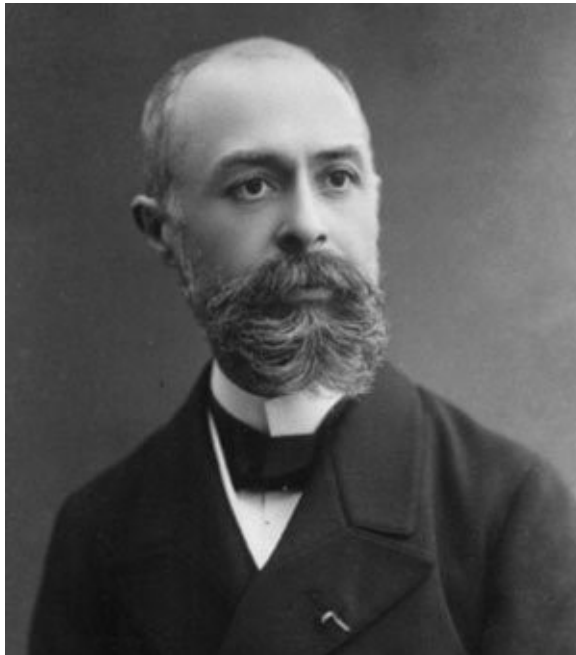
Wilhelm Conrad Röntgen (1898). *Über eine neue Art von Strahlen*.
Sitzungsberichte der Würzburger Physik.-Medic.-Gesellschaft.

Introducción

- Primer uso médico publicado en The Lancet 23 de Enero de 1896
- “Encontró un pedazo de cuchillo clavado en un marino en estado de ebriedad”
- Nace el Radio diagnóstico...

Introducción

- En 1898 Becquerel descubre la radioactividad.
- En 1898 Pierre y Marie Curie aislaron el Radio.



Introducción



FIGURE 1.2 Based on Becquerel's earlier observation, Pierre Curie is said to have used a radium tube to produce a radiation ulcer on his arm. He charted its appearance and subsequent healing.

- Nace la Radiobiología.....

Introducción



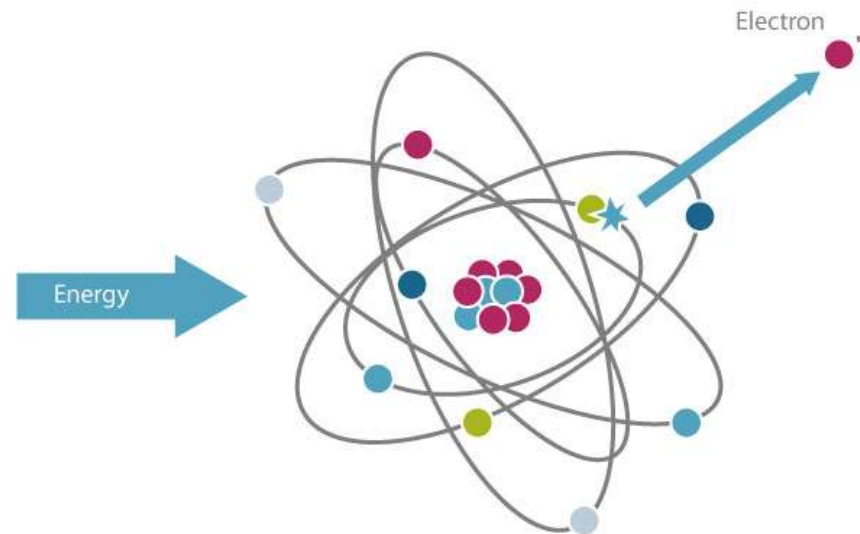
- **Primer intento de tratar cáncer con Rayos “X”**
- **Georges Chicotot (active ca. 1889-1907)**
- **Museo de la asistencia pública , Hospital de Paris**

Introducción

Que es la Radioterapia??

Un tipo de radiación ionizante

- **Ionización:** cuando la radiación expulsa uno o mas electrones fuera de un átomo o molécula.
 - *Las radiaciones ionizantes se clasifican como **electromagnéticas (ondas)** o **partículas (ej: electrones)**.*

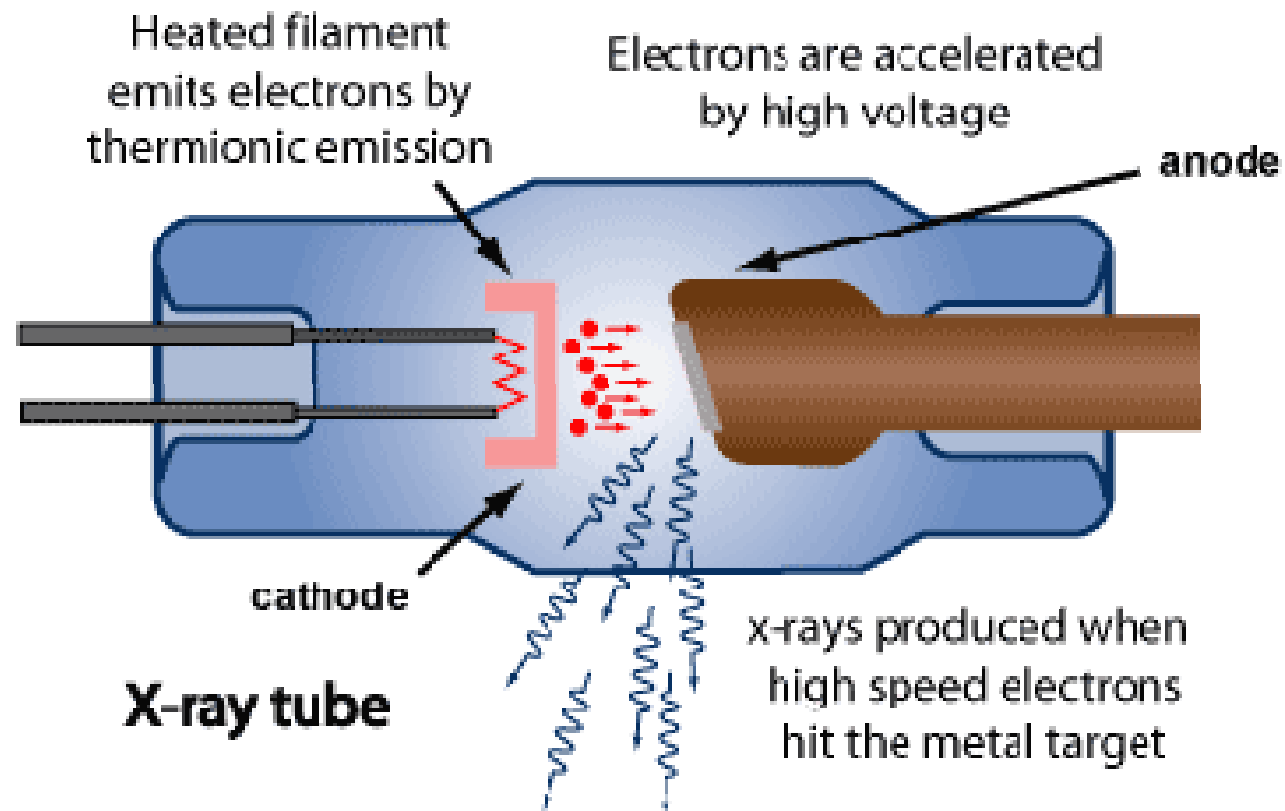


Introducción

Radiación electromagnética

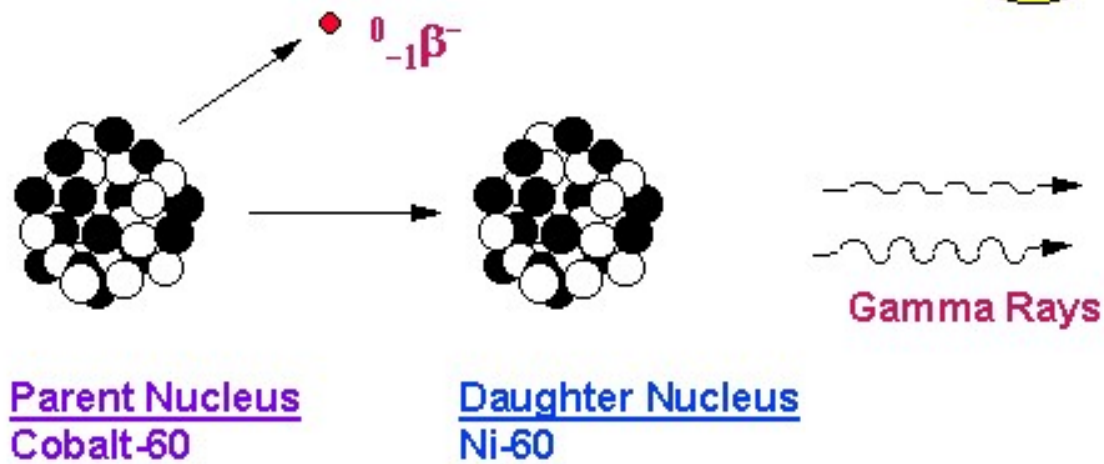
- Se comporta como ondas de propagación de energía como, de luz, calor, radio, microondas, rayos UV, **rayos X**, **rayos γ** .
- Son campos magnéticos oscilantes y eléctricos.

Introducción

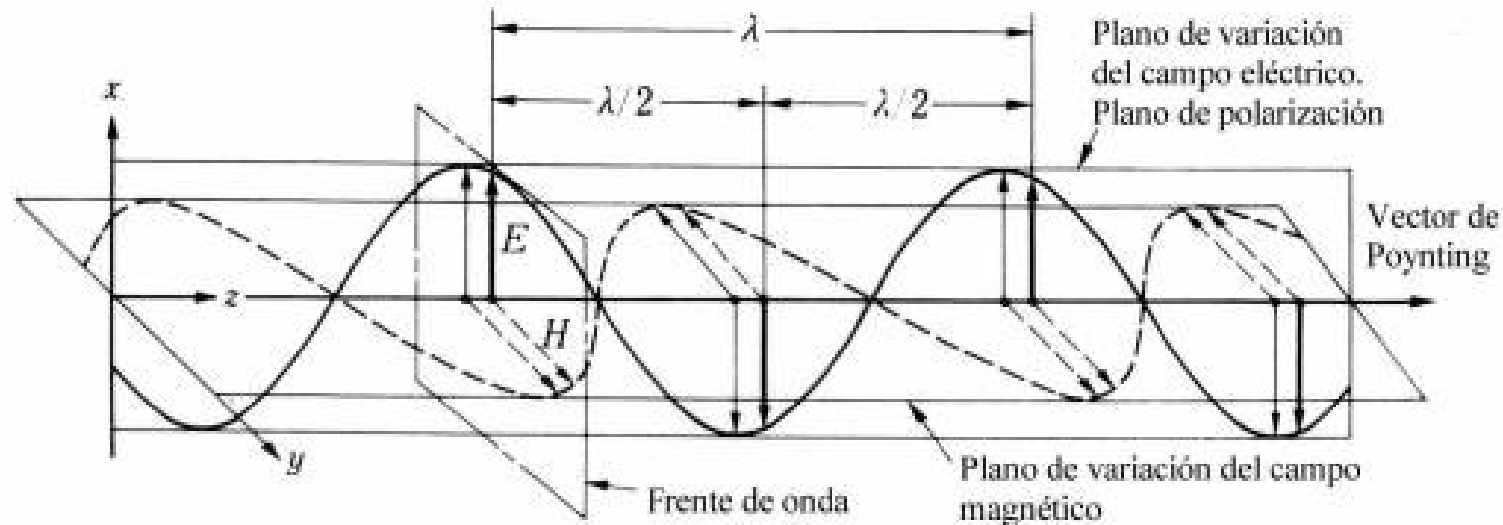


Introducción

Gamma-Ray Radiation



Ondas electromagnéticas en espacio libre. Modo TEM



- E = campo eléctrico
- H = campo magnético
- C (velocidad de propagación) = v (frecuencia) \times λ (longitud de onda)
- C se expresa en m/seg
- v se expresa en ciclos/seg o Hertz
- λ se expresa en metros

Introducción

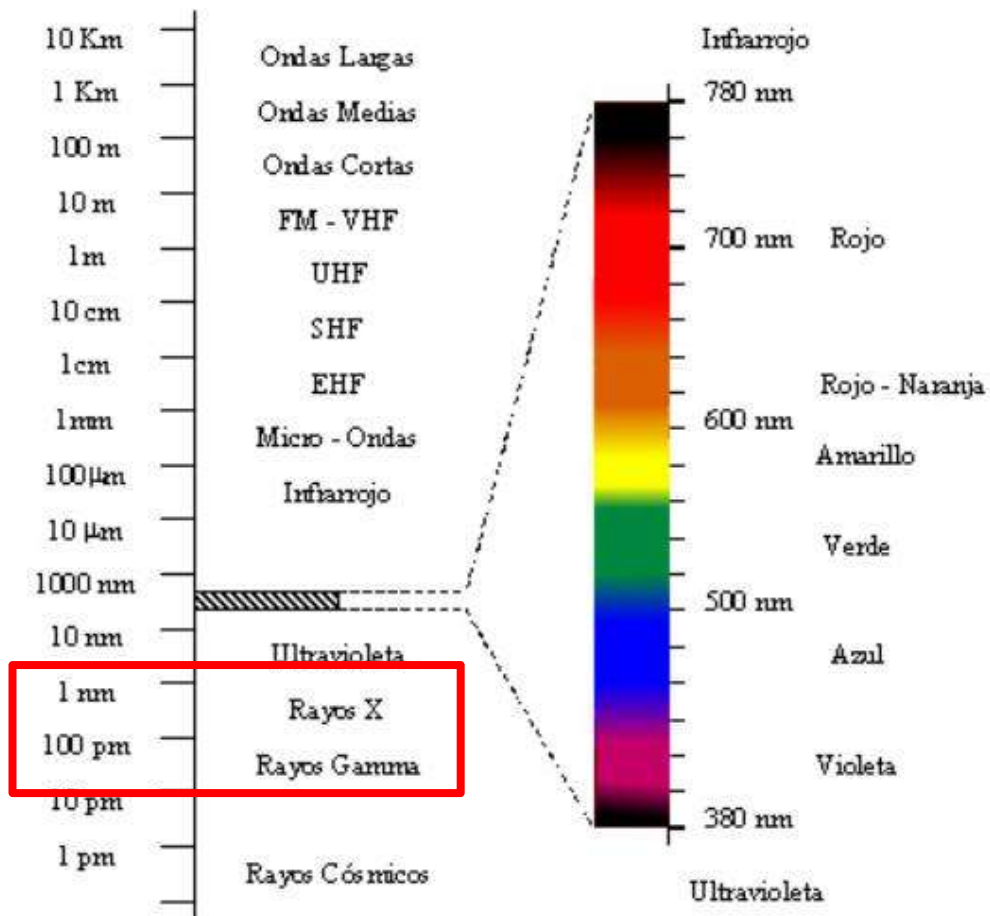
Radiación electromagnética

Modelo de cuantos

E (energía en Joules) = h (constante de Planck) x ν
(Frecuencia)

$$E = h \times c / \lambda$$

- ***Estas ecuaciones representan que si la longitud de onda se acorta o la frecuencia aumenta, la energía del fotón crece.***

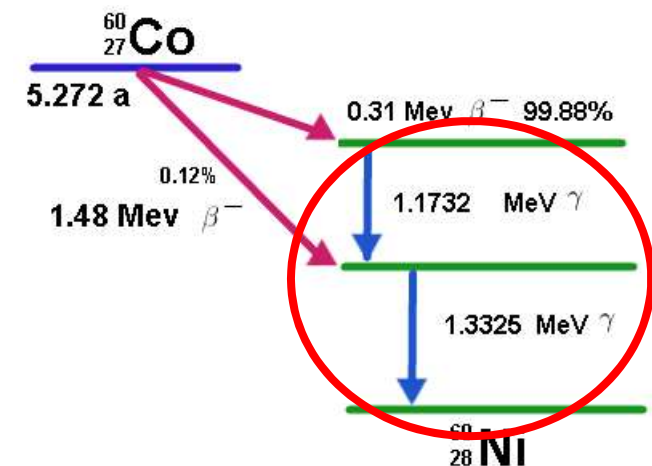
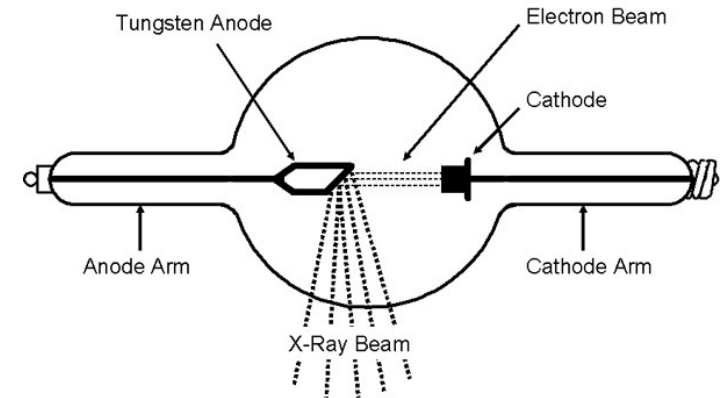


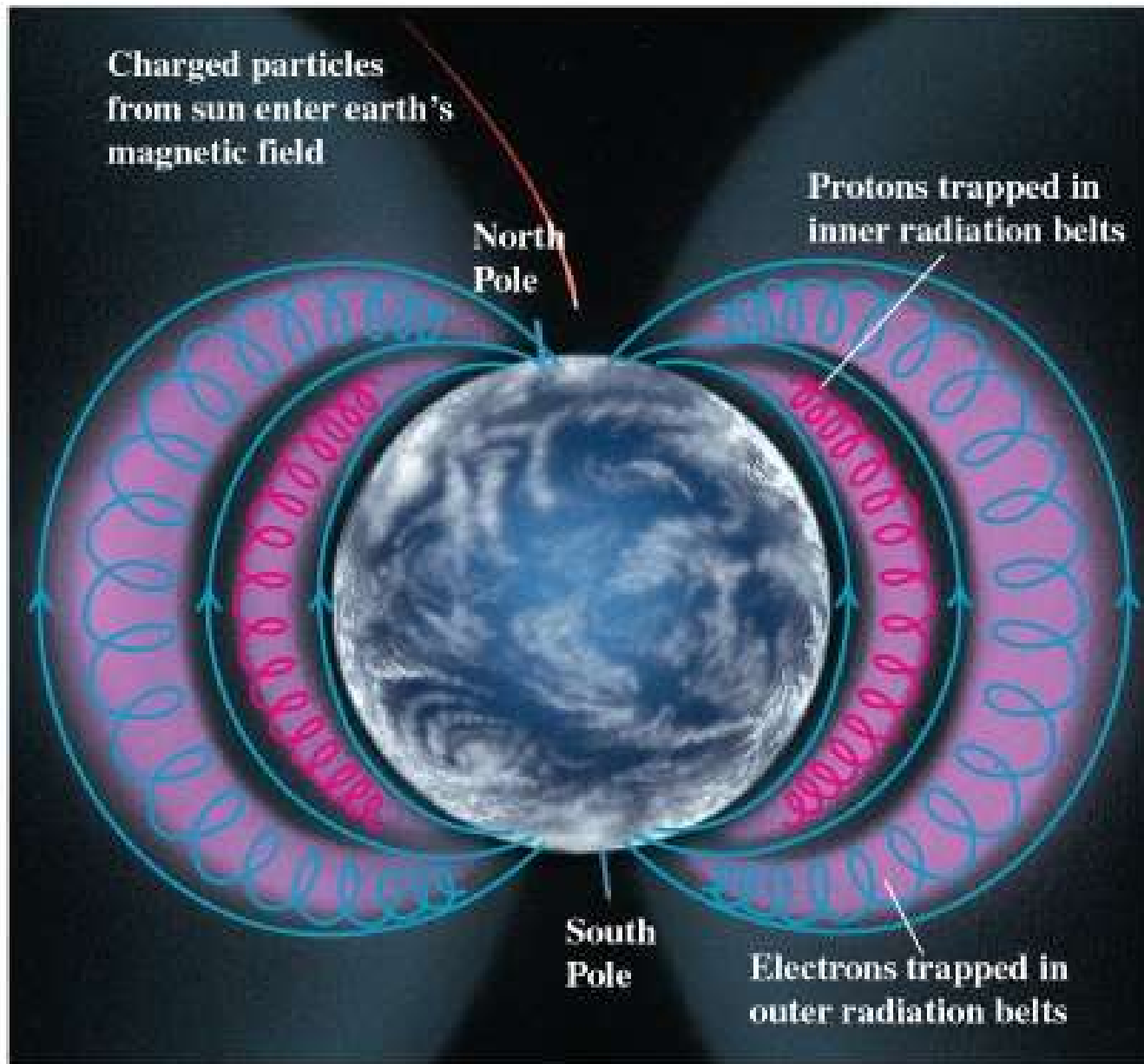
El espectro de las ondas electromagn6ticas es muy variado, va de las ondas de radio de 10^7 m a 10^{-13} m que son los rayos X de energ6a ultra pesada.

Introducción

Radiaciones ionizantes electromagnéticas (ondas)

- **Los rayos X** se producen cuando se aceleran electrones a alta energía y se frenan bruscamente contra Tungsteno u Oro (Z alto), parte de la energía cinética es liberada como Rayos X.
- **Los rayos γ** se producen cuando un inestable átomo con exceso de energía, rompe parte de su núcleo para lograr estabilidad





(a)



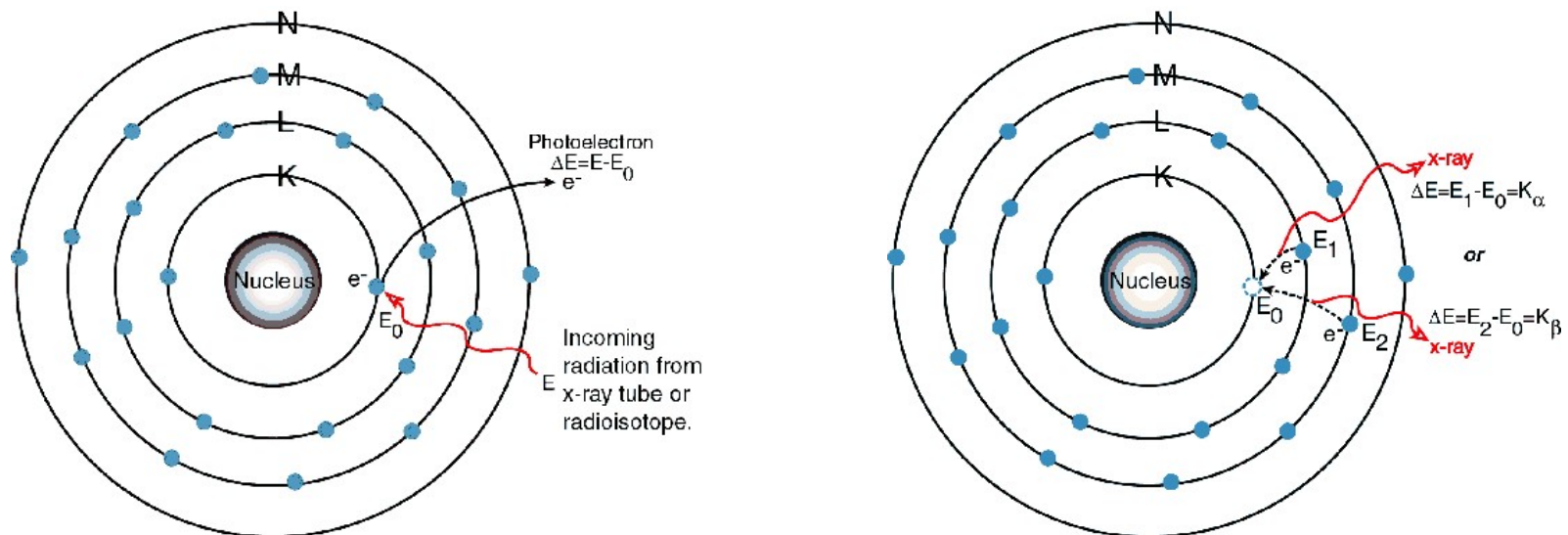
Introducción

- Una dosis corporal total de 4Gy de Rayos X en una persona de 70Kg tiene un 50% de letalidad
- Transmite solo 67 calorías
- Subiría su temperatura en 0,002° C
- ***Lo mismo que una taza de café***

Introducción

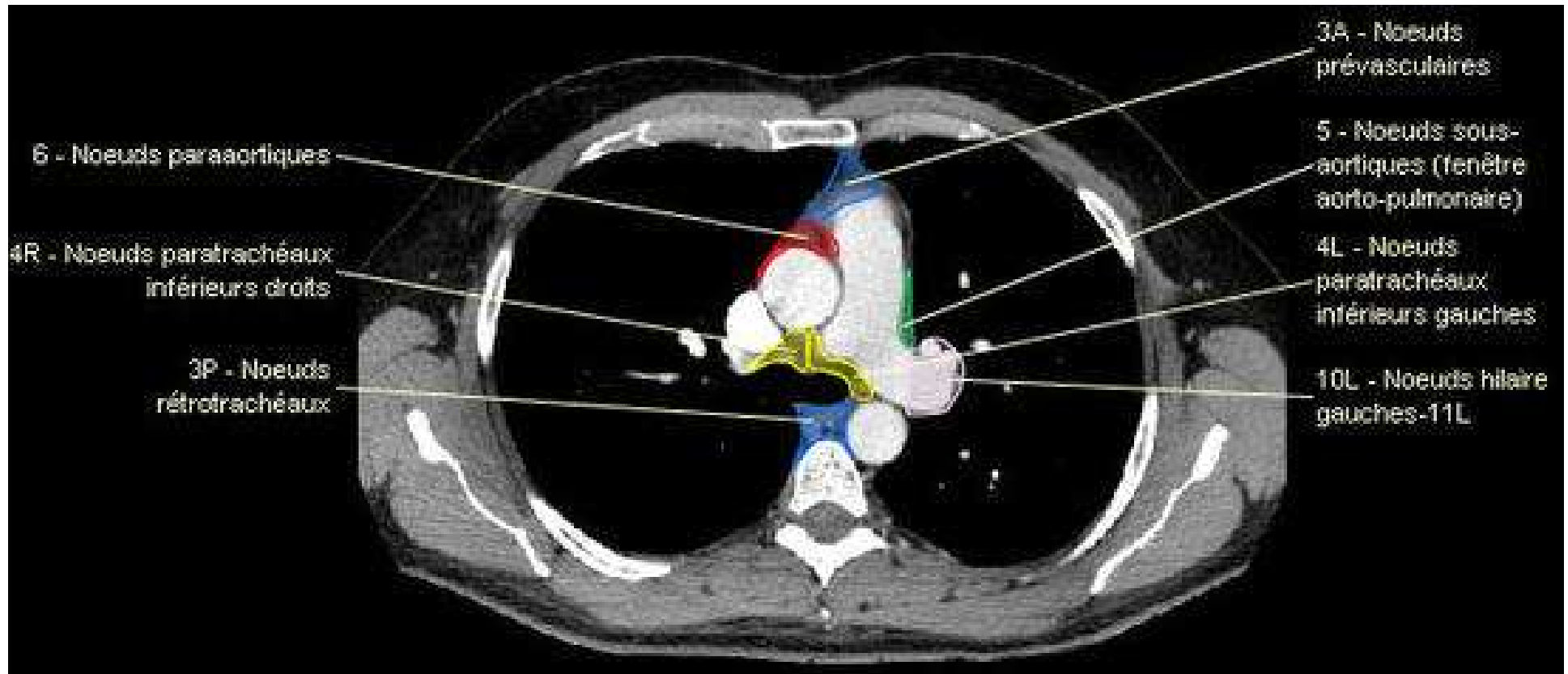
Absorción de rayos X

- Efecto fotoeléctrico:
 - Se refiere que el fotón de rayos X entrega completamente su energía a un electrón, sacándolo de su orbita.
 - *El coeficiente de absorción de masa del efecto fotoeléctrico tiene una relación de Z^3 .*





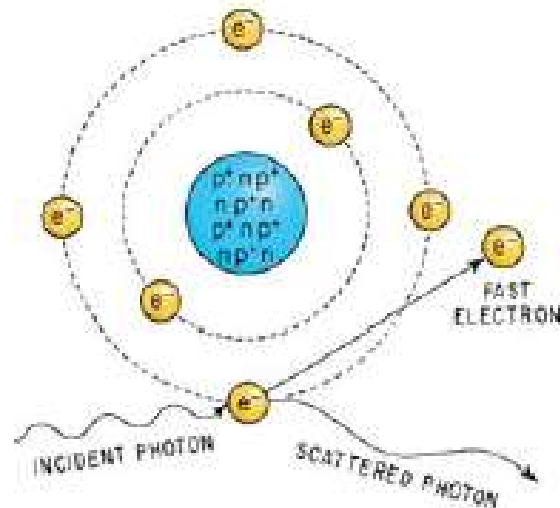


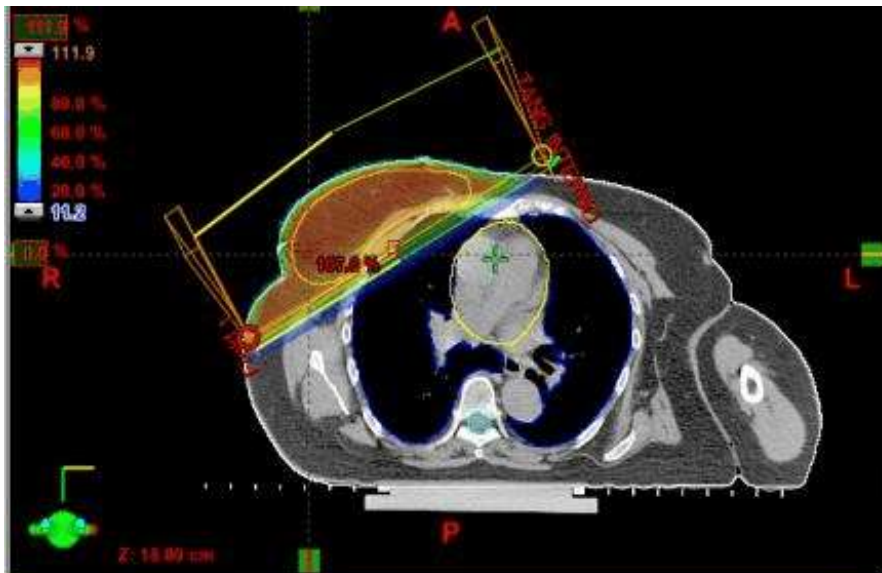


Introducción

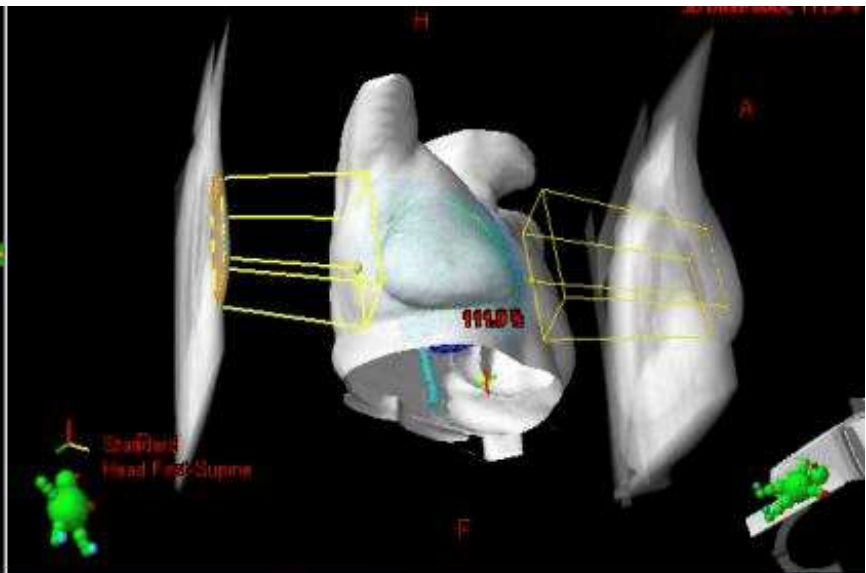
Absorción de rayos X

- El efecto Compton:
 - El fotón le da parte su energía cinética (0 a 80%) a un electrón y continúa defletrado de su camino original. Produciendo un electrón acelerado que genera cambios en su medio.
 - ***Es independiente del número atómico del material absorbente.***

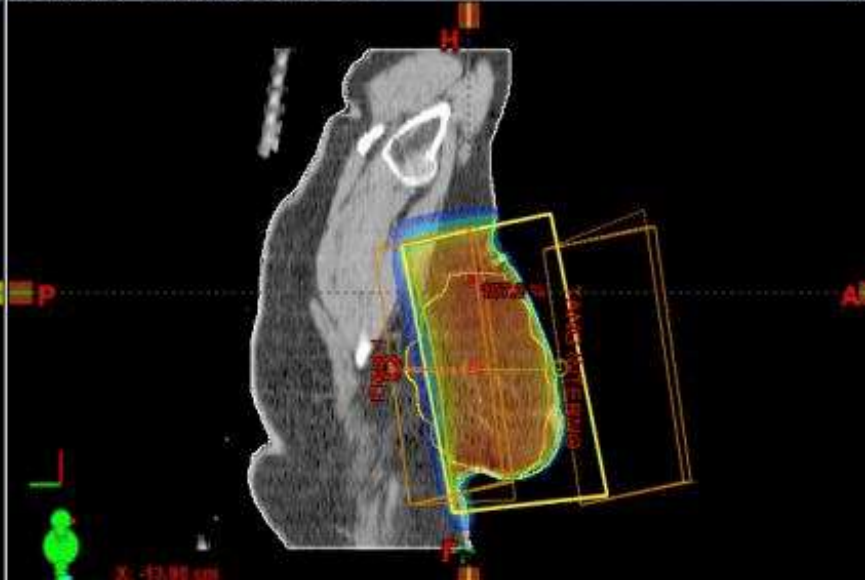
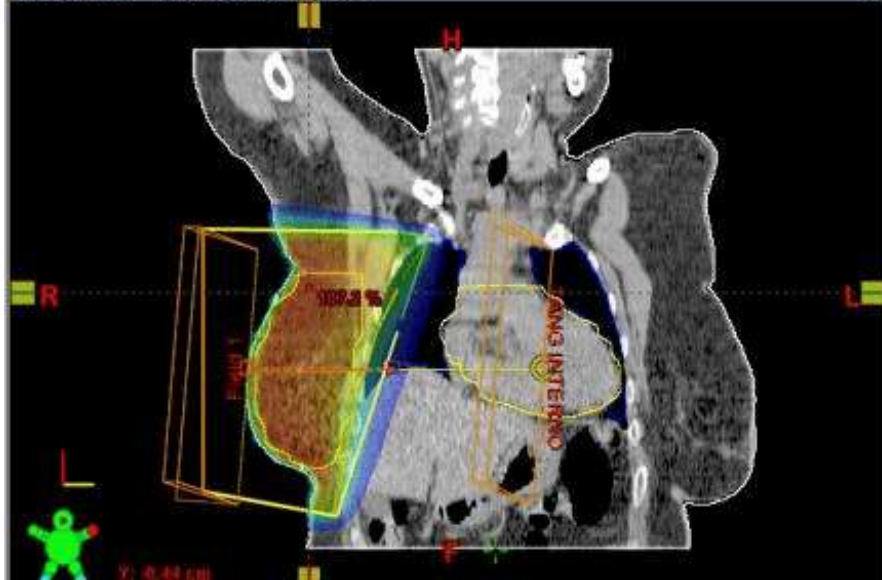




PLAN SUPINO - Unapproved - Frontal - CT_1



PLAN SUPINO - Unapproved - Sagittal - CT_1

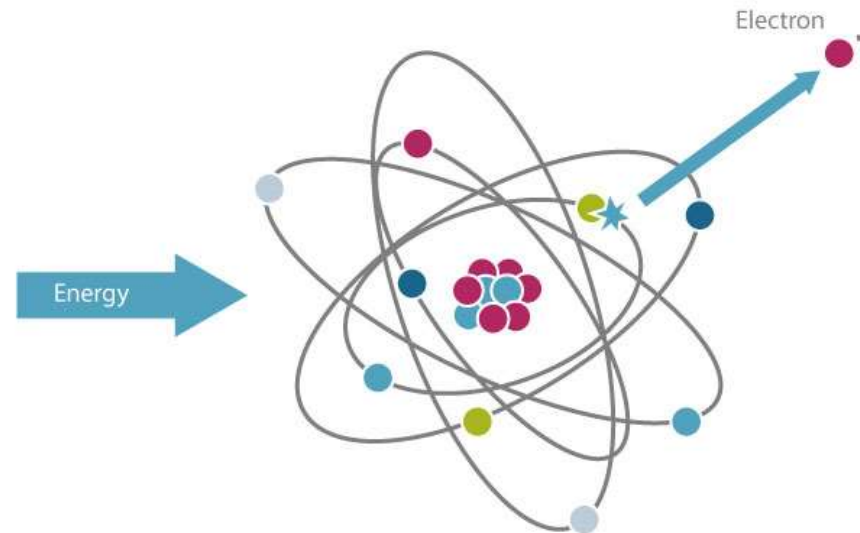


Introducción

Que es la Radioterapia??

Un tipo de radiación ionizante

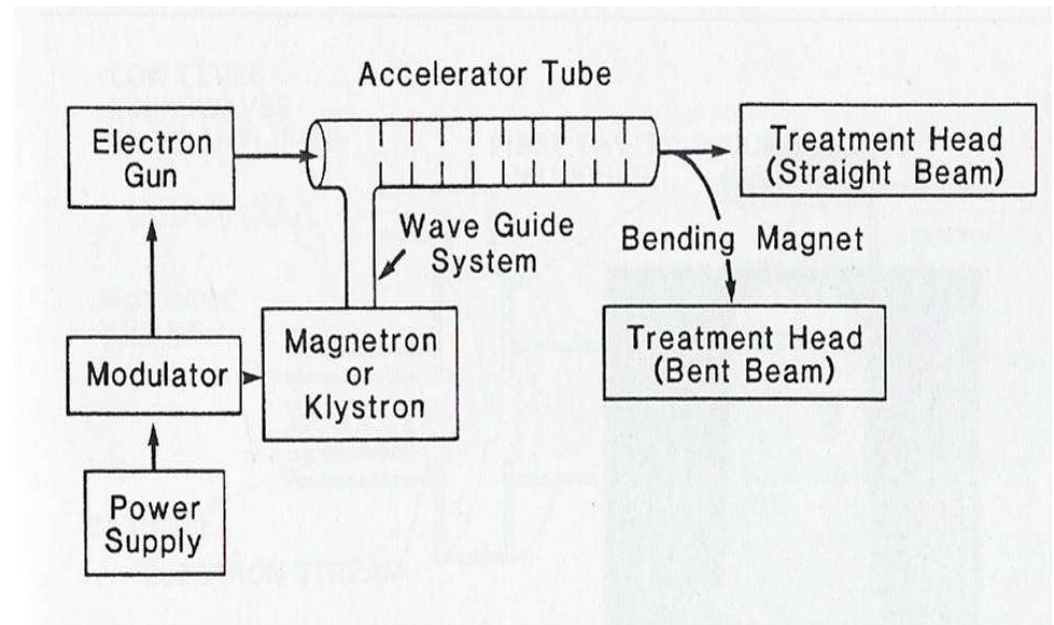
- **Ionización:** cuando la radiación expulsa uno o mas electrones fuera de un átomo o molécula.
 - *Las radiaciones ionizantes se clasifican como electromagnéticas (ondas) o **partículas (ej: electrones).***

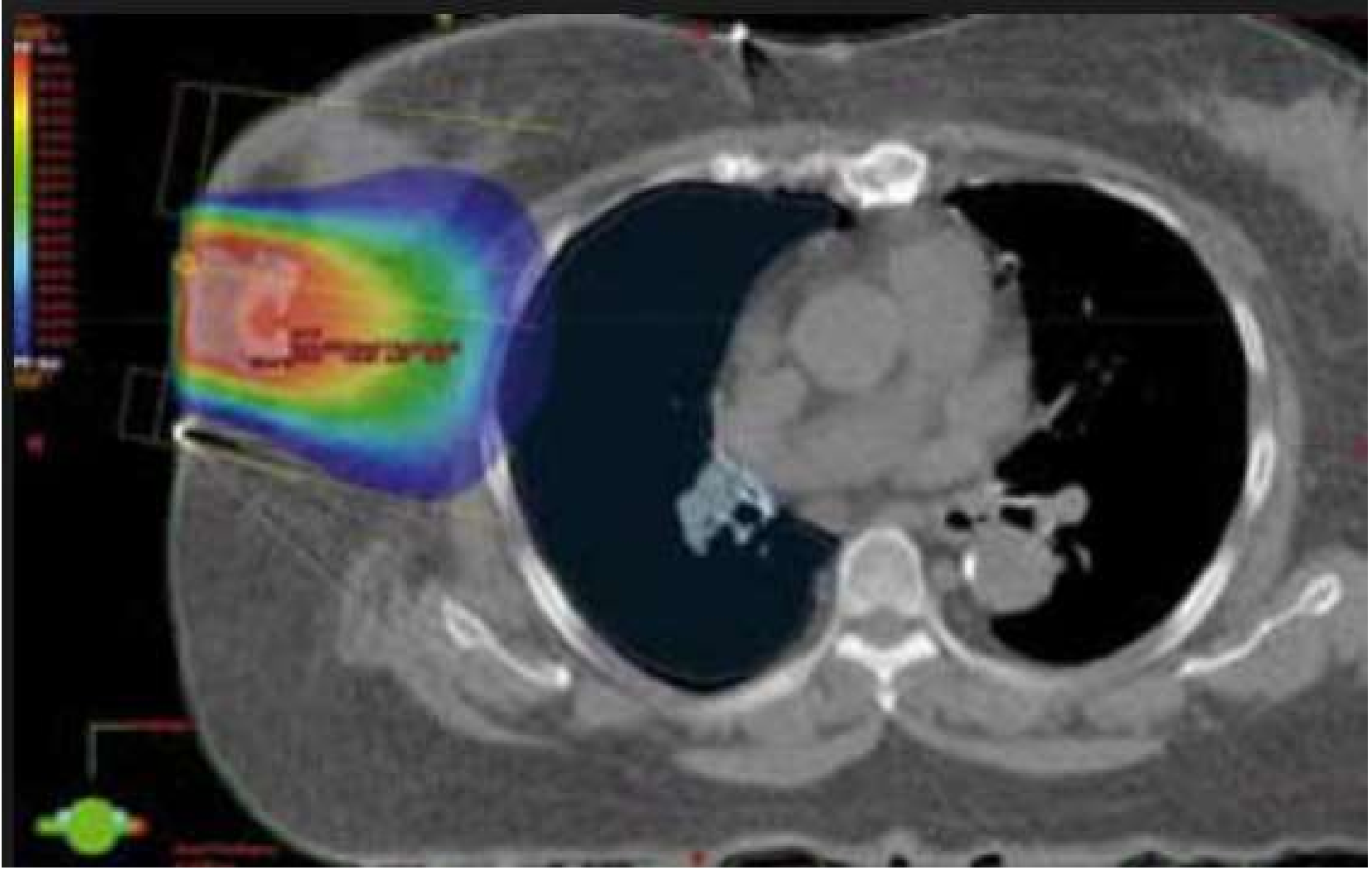


Introducción

Radiación ionizante de partículas

- **Electrones :**
 - pequeños, carga negativa, pueden ser acelerados a gran energía cercana a la luz en un Betatrón o un Acelerador lineal.

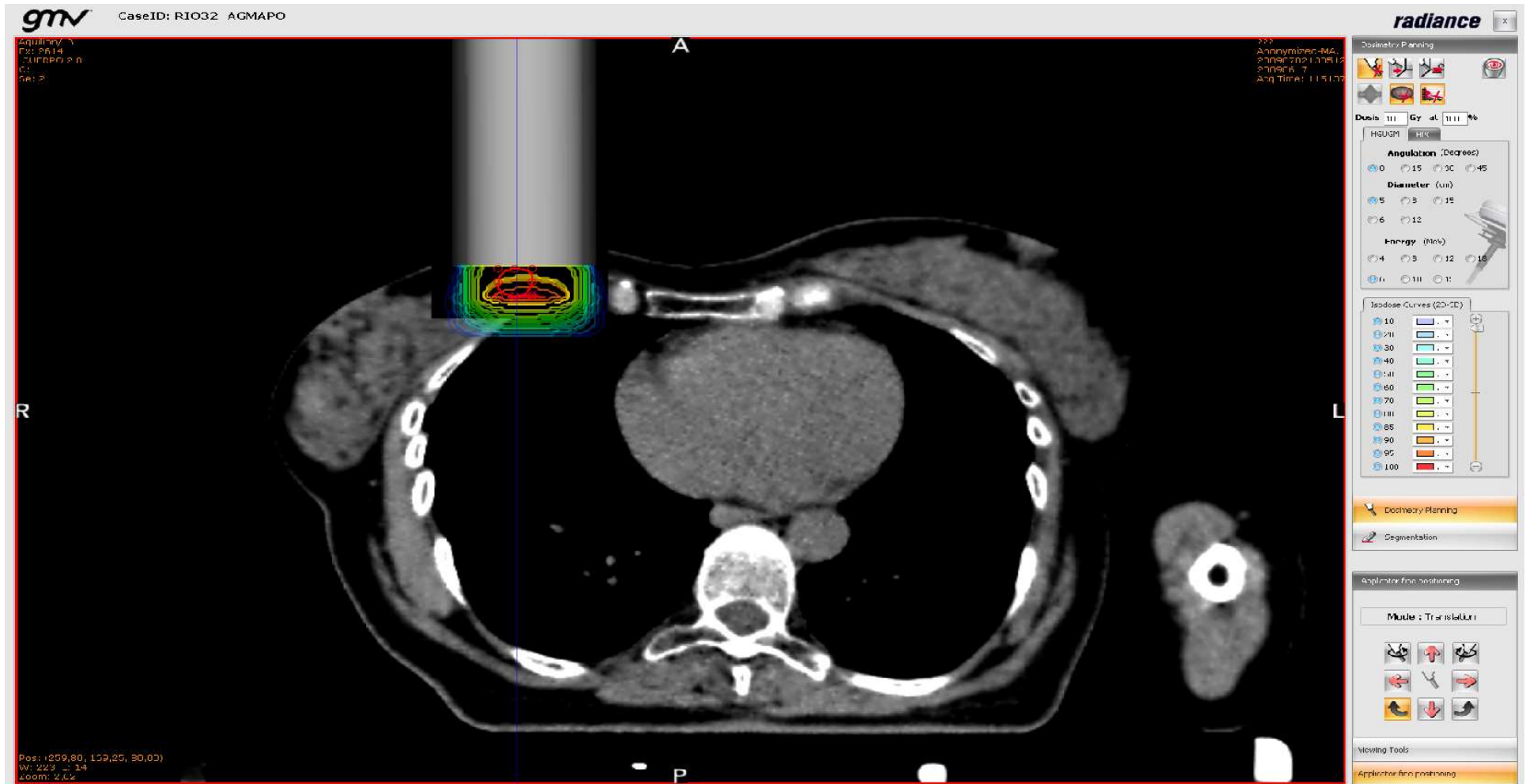




IORT Breast Cancer: Surgical Cone and Site/Size Verification



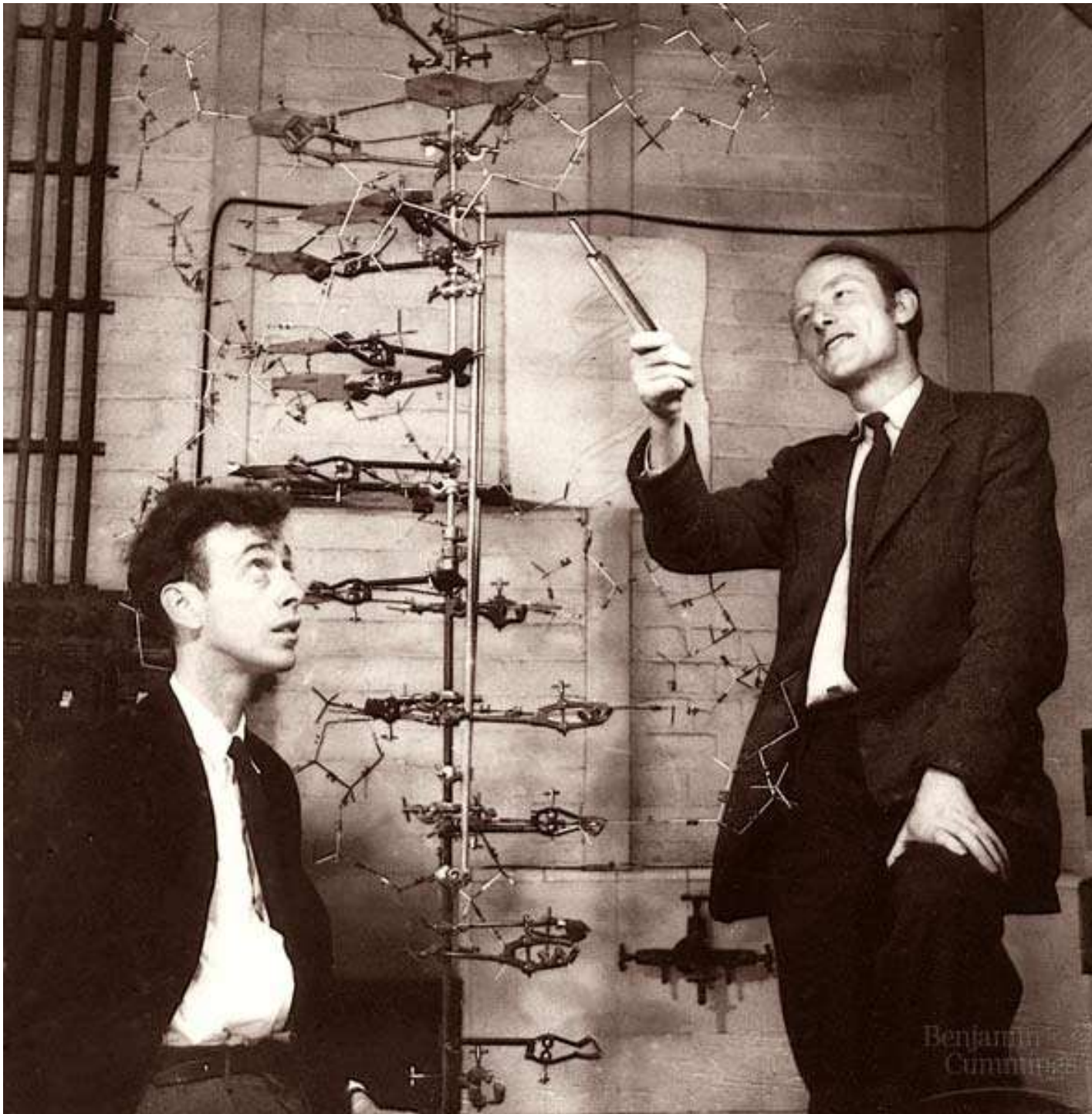
Radiance: Cone/beam 3D positioned





Introducción

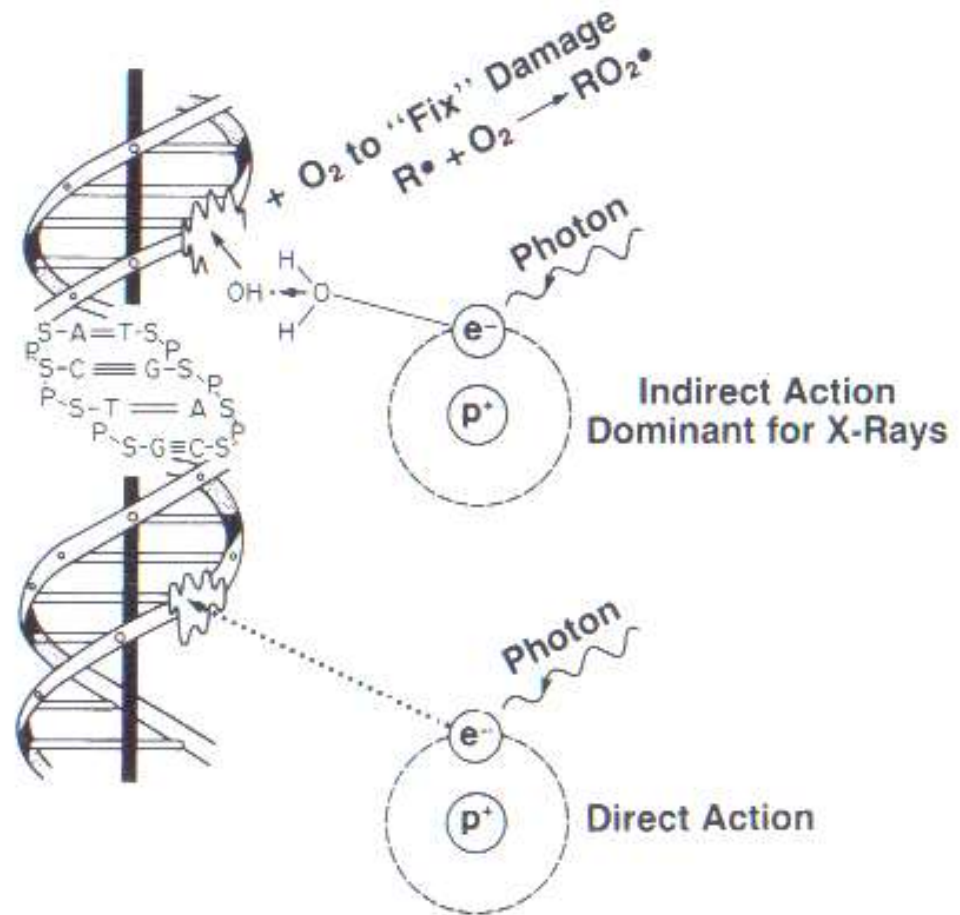
- *Cual es nuestro verdadero target?*



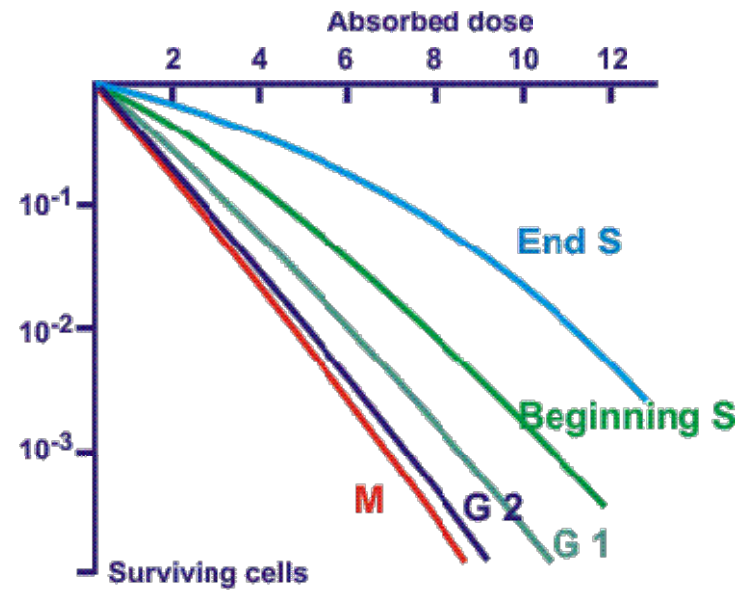
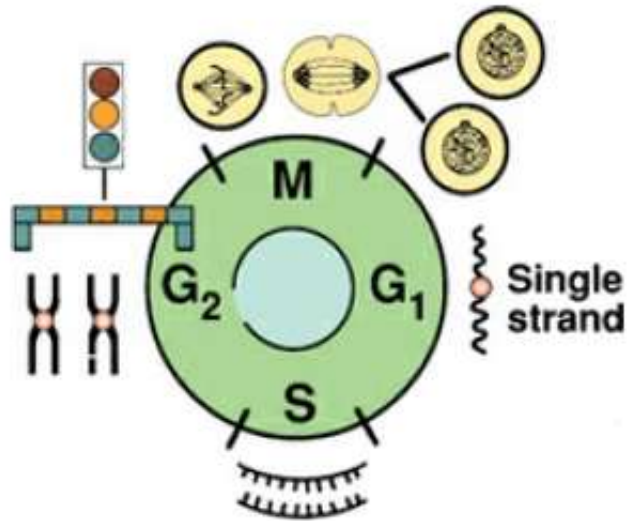
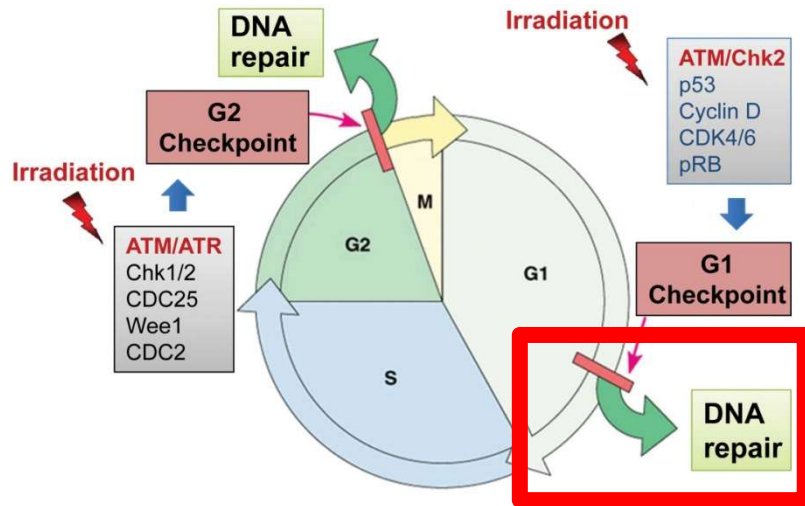
Introducción

Mecanismos de efecto de la Radioterapia

- **Aproximadamente 2/3 del daño de los rayos X son indirectos, puede ser reparado en hipoxia y fijo cuando hay oxígeno.**

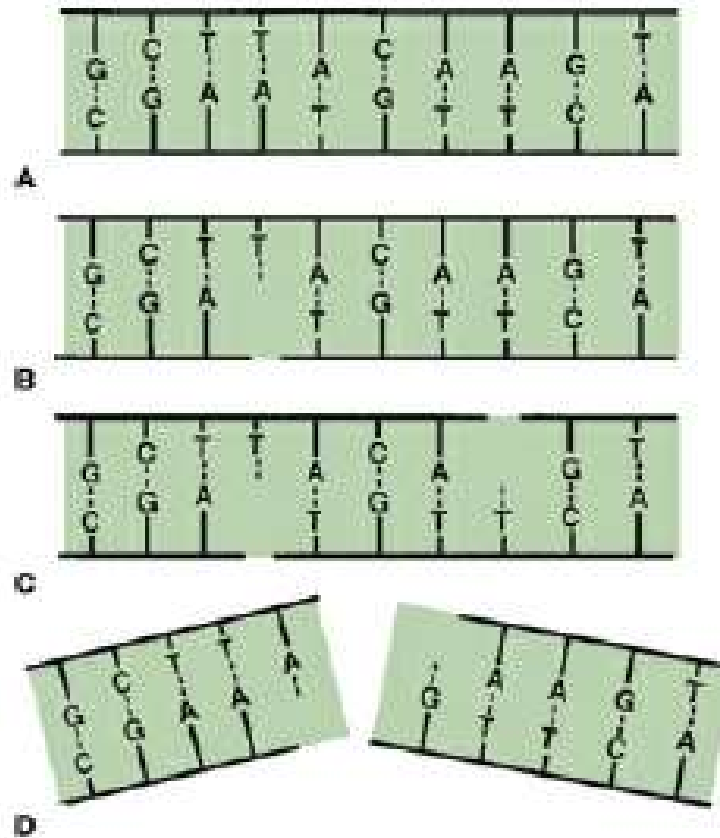


Introducción



Introducción

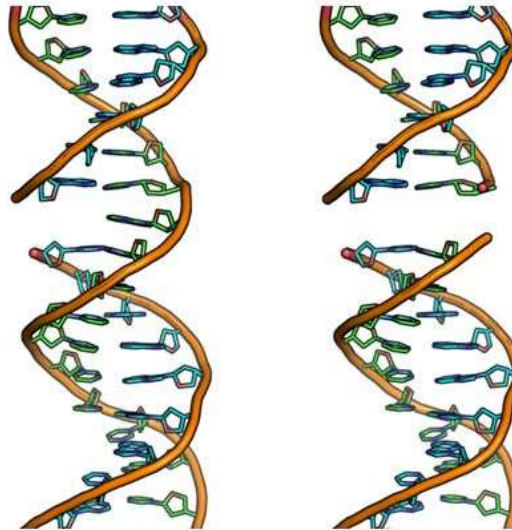
The structure of a single strand of DNA.



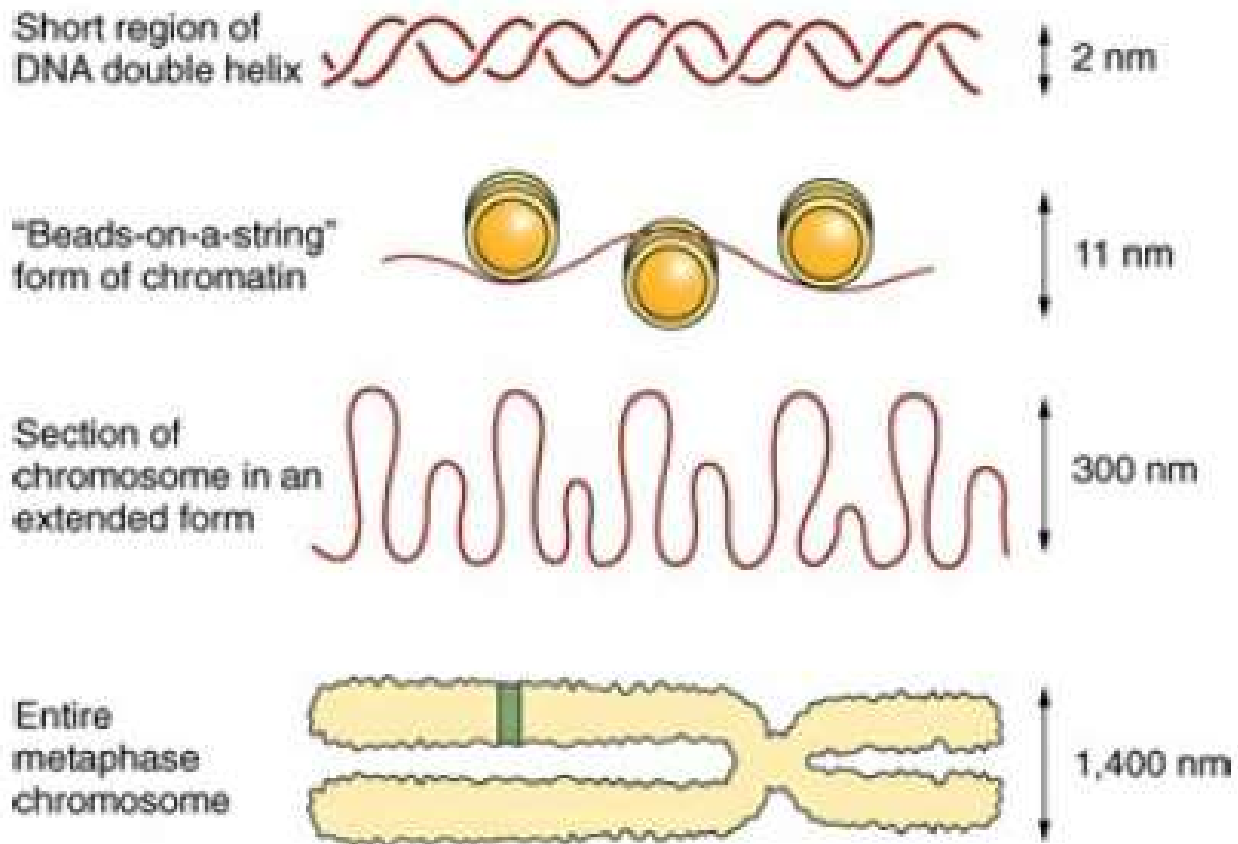
Introducción

D- Repair of double strand break

Causes: High energy radiation (x-ray) or oxidative free radicals can cause double-strand breaks in DNA which are potentially lethal to the cell.



Introducción



Introducción

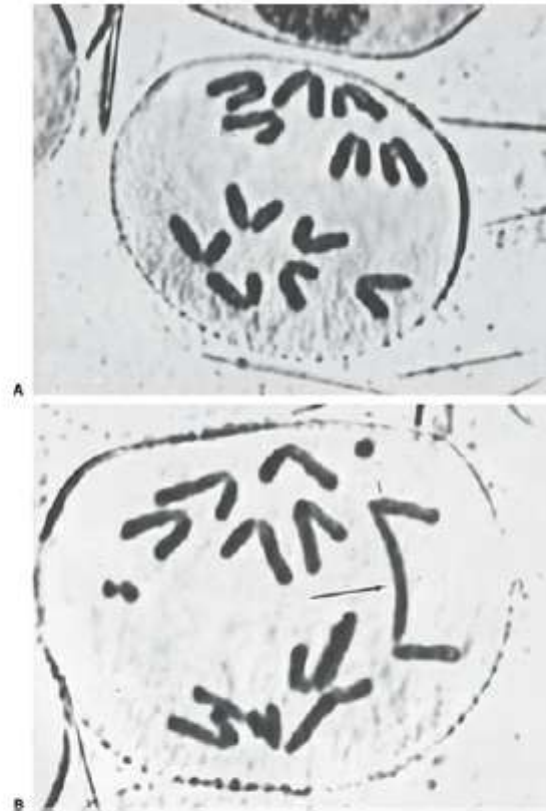
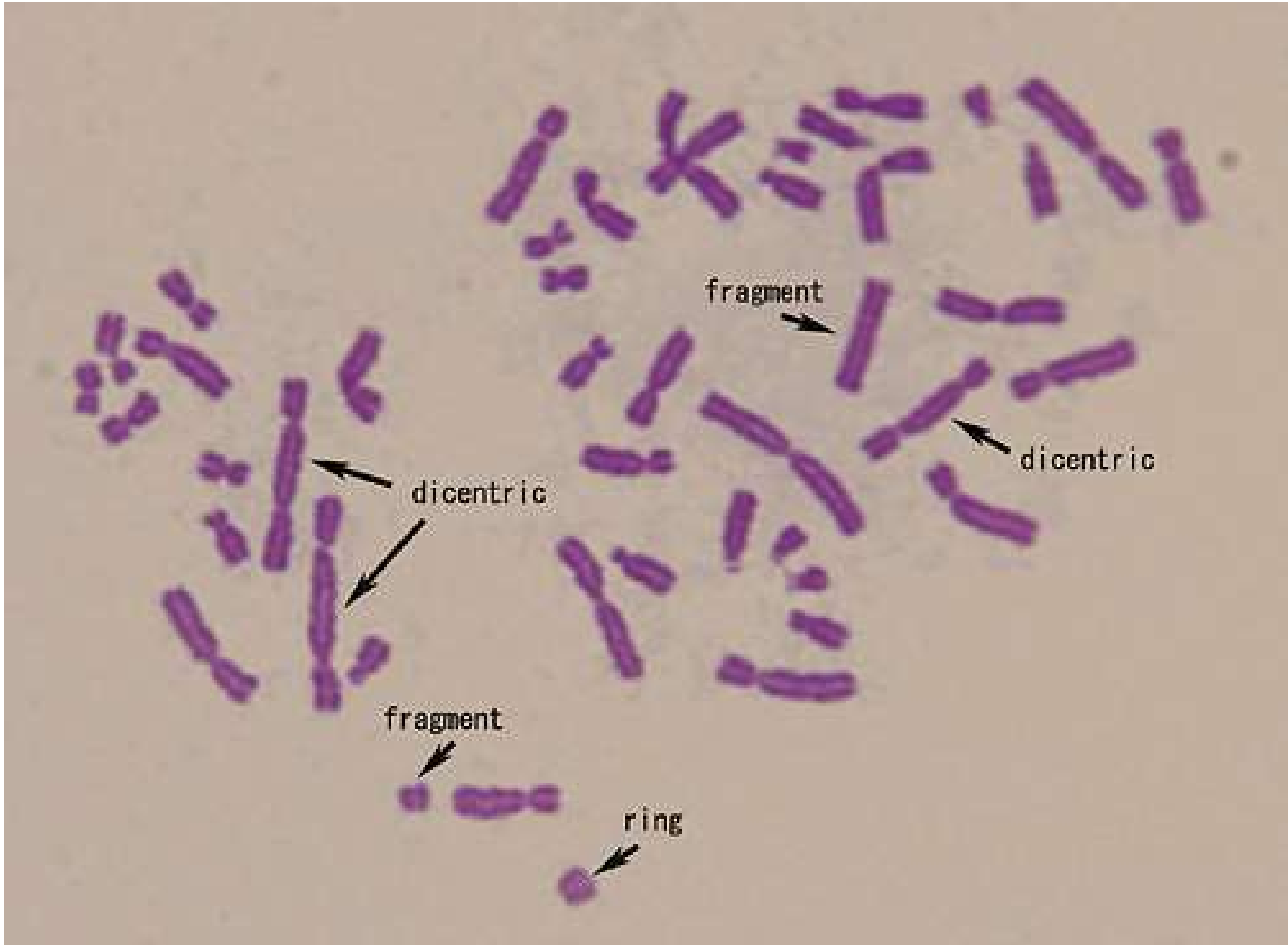
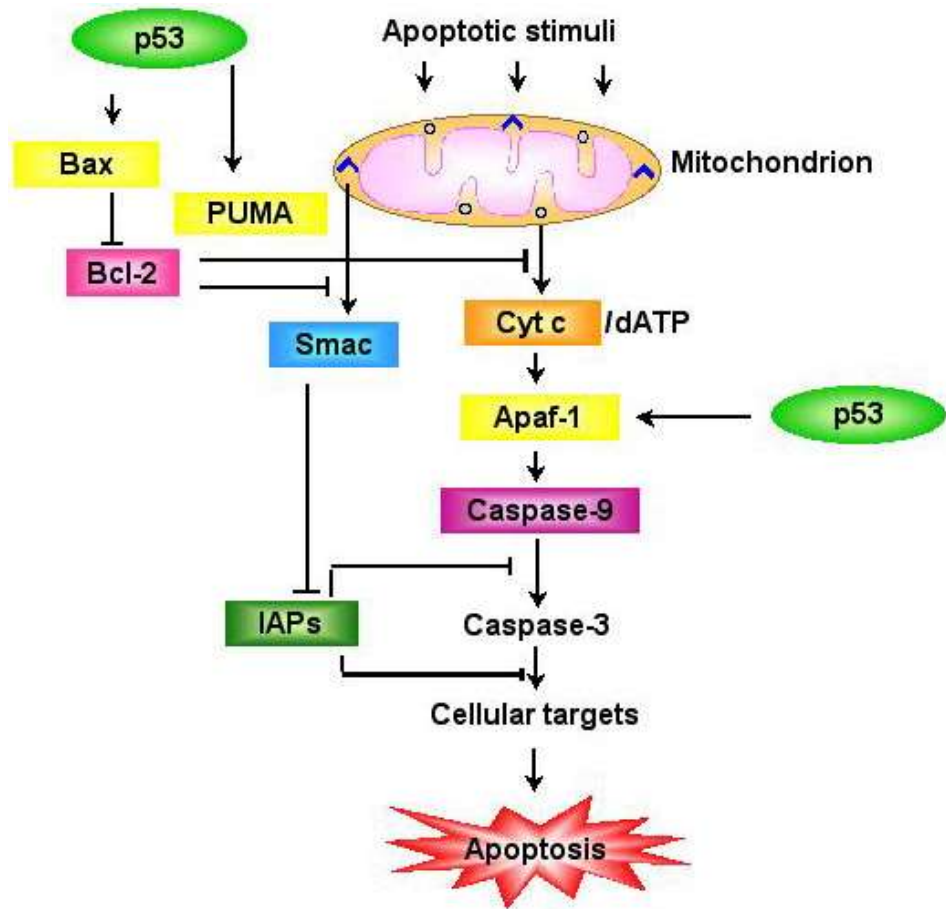
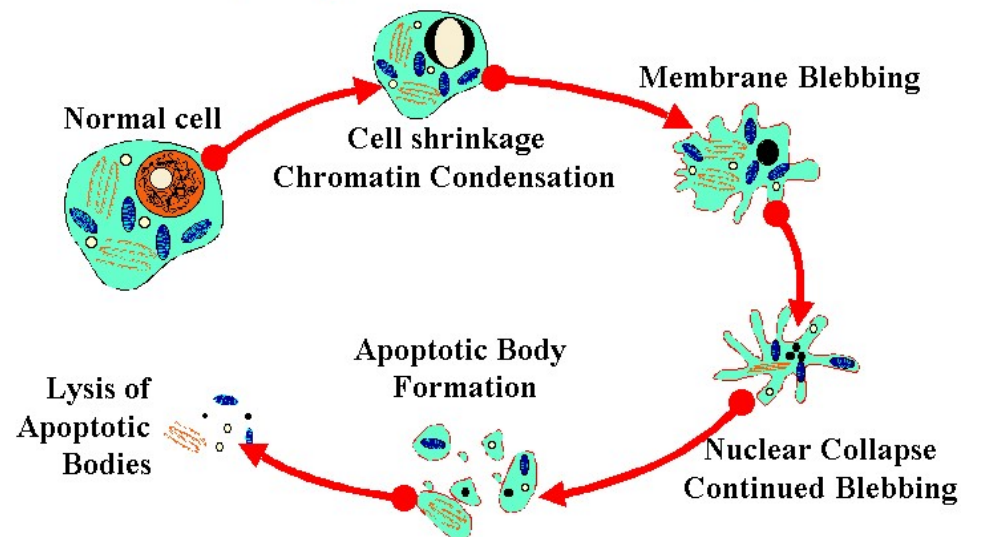


FIGURE 2.16 Anaphase chromosome preparation of *Tradescantia paludosa*. **A:** Normal anaphase. **B:** Bridge and fragment resulting from radiation (*arrow*). (Courtesy of Drs. Brewen, Luippold, and Preston.)





Apoptosis (Programmed Cell Death)



Introducción

La introducción del fraccionamiento

- Son consecuencia de experimentos de radiobiología franceses de los años 20`.
- Esto comenzó con el fraccionamiento de dosis a testículos de carneros.
- Así se vio que se producía mejor control con menor daño de tejidos normales.

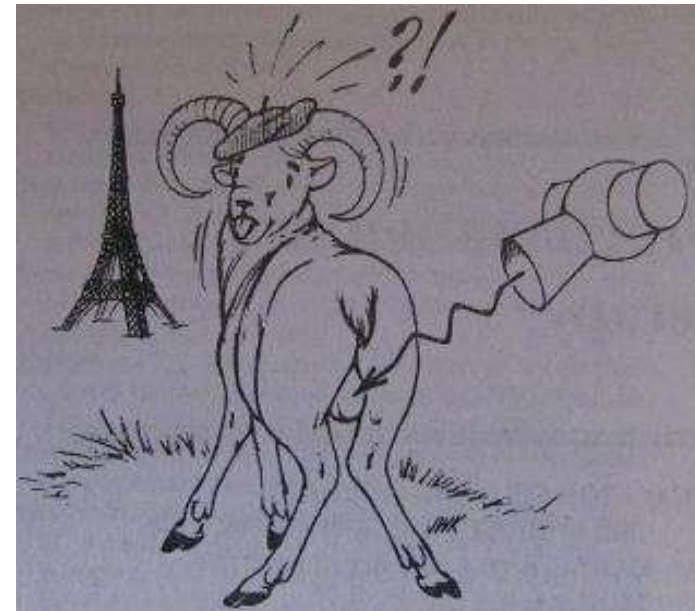


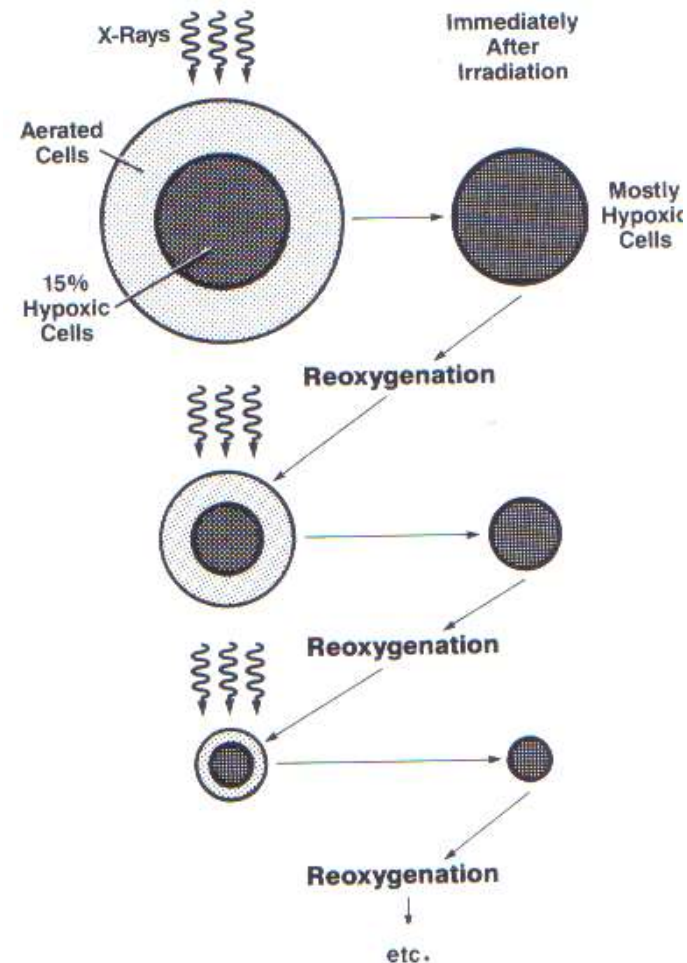
Figure 22.1. Conventional multifraction radiotherapy was based on experiments performed in Paris in the 1920s and 1930s. Rams could not be sterilized with a single dose of x-rays without extensive skin damage, whereas if the radiation were delivered in daily fractions over a period of time, sterilization was possible without skin damage. The testes were regarded as a growing tumor and skin as dose-limiting normal tissue.

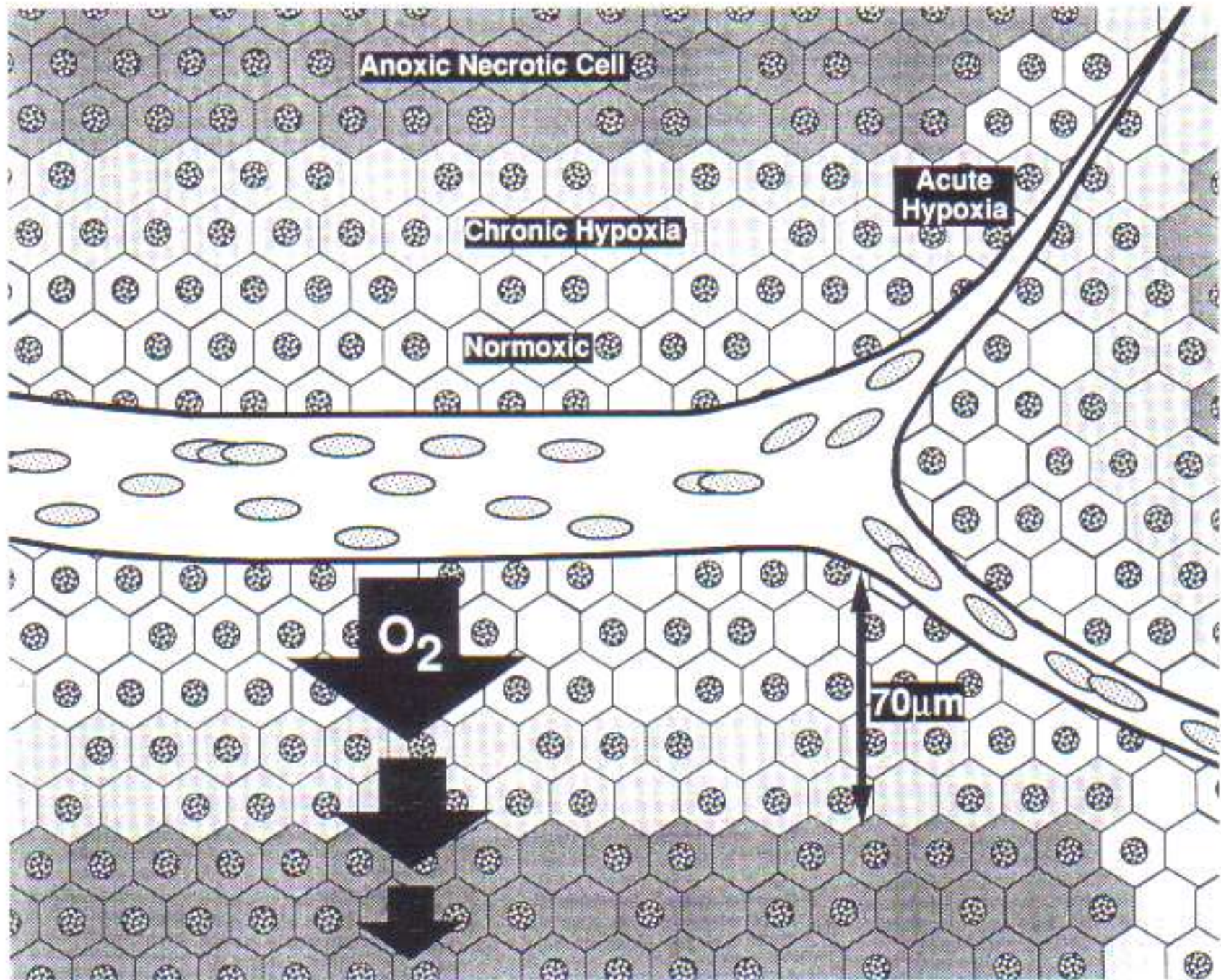
Introducción

Mecanismos de efecto de la Radioterapia

Re oxigenación

- Experimento de Van Putten y Kallman en sarcoma de ratón.
- Demostraron el efecto dinámico de la oxigenación respecto al fraccionamiento de dosis.

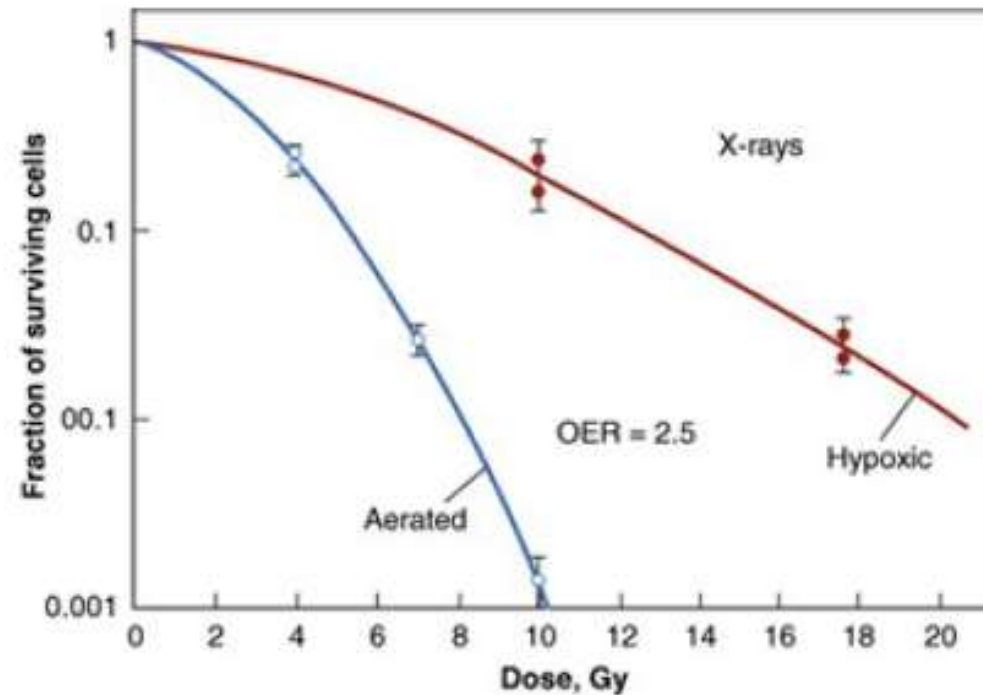




Introducción

Mecanismos de efecto de la Radioterapia

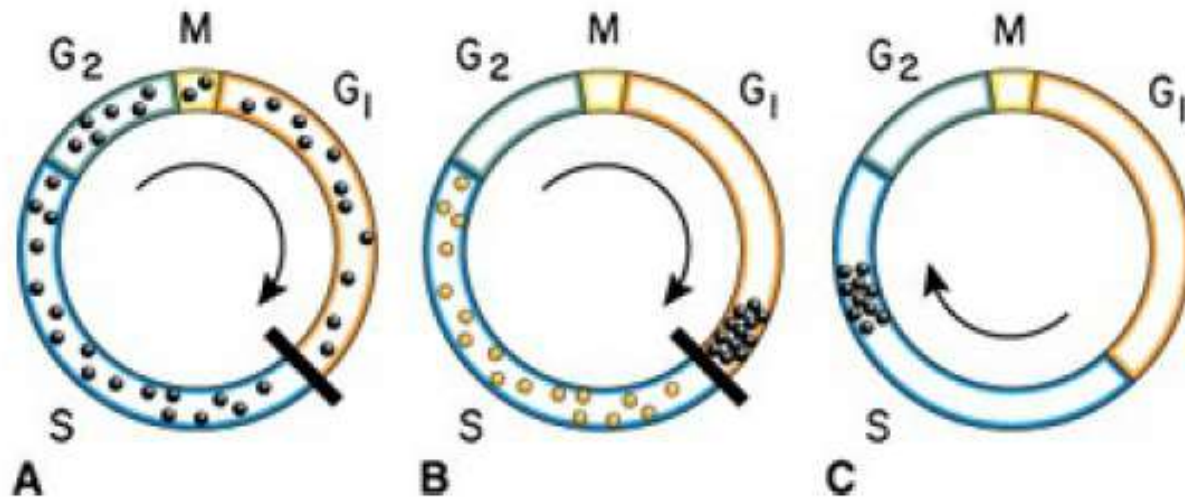
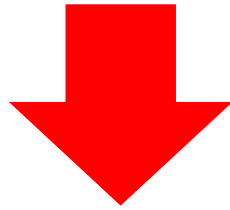
Re oxigenación



A

Introducción

- Reordenamiento



Introducción

- **Reordenamiento**

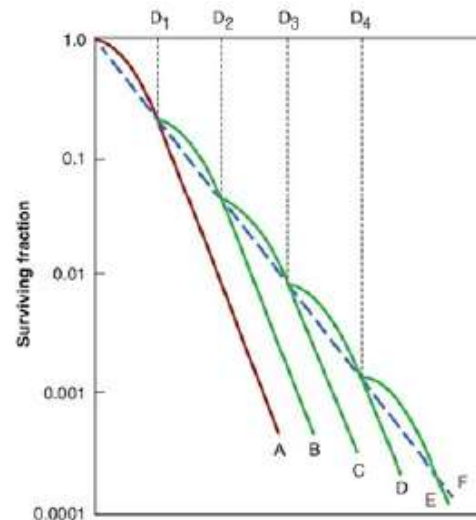


FIGURE 5.8 Idealized fractionation experiment. Curve A is the survival curve for single acute exposures of x-rays. Curve F is obtained if each dose is given as a series of small fractions of size D_1 with an interval between fractions sufficient for repair of SLD. Multiple small fractions approximate to a continuous exposure to an LDR. (Adapted from Elkind MM, Whitmore GF. *Radiobiology of Cultured Mammalian Cells*. New York, NY: Gordon and Breach; 1967, with permission.)

Introducción

DNA como Target de la Radioterapia

Integridad reproductiva

- Para células diferenciadas no proliferativas representa integridad de funciones.
- ***Para células reproductivas irradiadas es la pérdida de capacidad de reproducirse. Aparentemente intacta, ya que producen proteínas, sintetizan ADN, pero luego de 1 a 2 mitosis pierde capacidad de progenie clonogénica.***
- ***Esto último importante en radioterapia en tumores, donde las células son asesinadas al quitarles su capacidad de dividirse e invadir.***

Introducción

De lo anterior se desprenden las 4 “R” de la radiobiología

- **Reparación del daño subletal**
- **Reordenamiento de las células en base al ciclo celular.**
- **Repoblación.**
- **Reoxigenación.**

Introducción

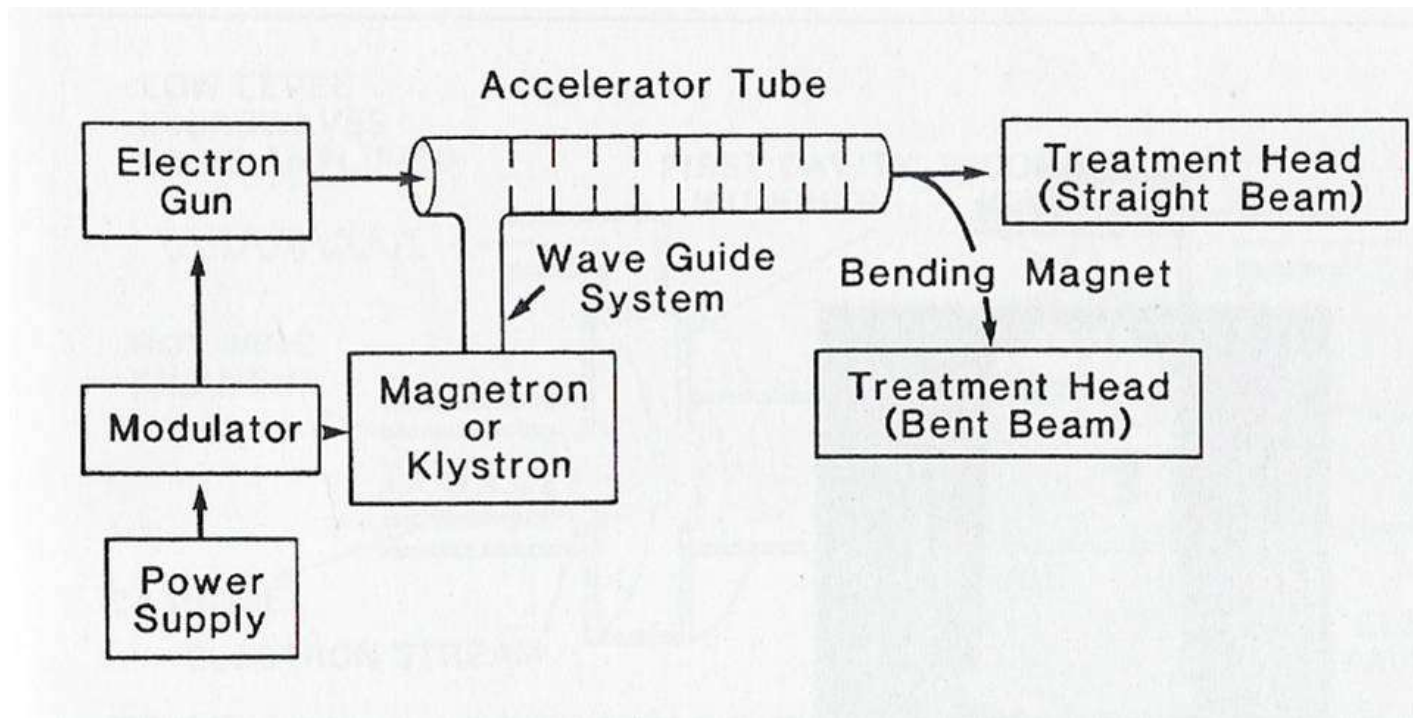
- **Radio sensibilizantes**
- Sales de Platino: Forman enlaces con el DNA.
- Alkilantes: Ciclofosfamida. Forman enlaces con el DN
- Antimetabolitos: 5-FU, Capecitabina, Metotrexato. Principio activo inhibe la enzima de dihidrofolato reductasa.
- Citostáticos:
 - Antibióticos: Antraciclinas, se intercalan en el ADN.
 - Derivados del podófilo: VP16, forma un triple complejo con el ADN y la Topoisomerasa II
- Inhibidores de la mitosis:
 - Alkaloides de la vinka: se unen a la tubulina impidiendo la formación de los microtúbulos.
 - Taxanos: actúan formando unos microtúbulos anómalos, estabilizan la mitosis

Puntos a desarrollar

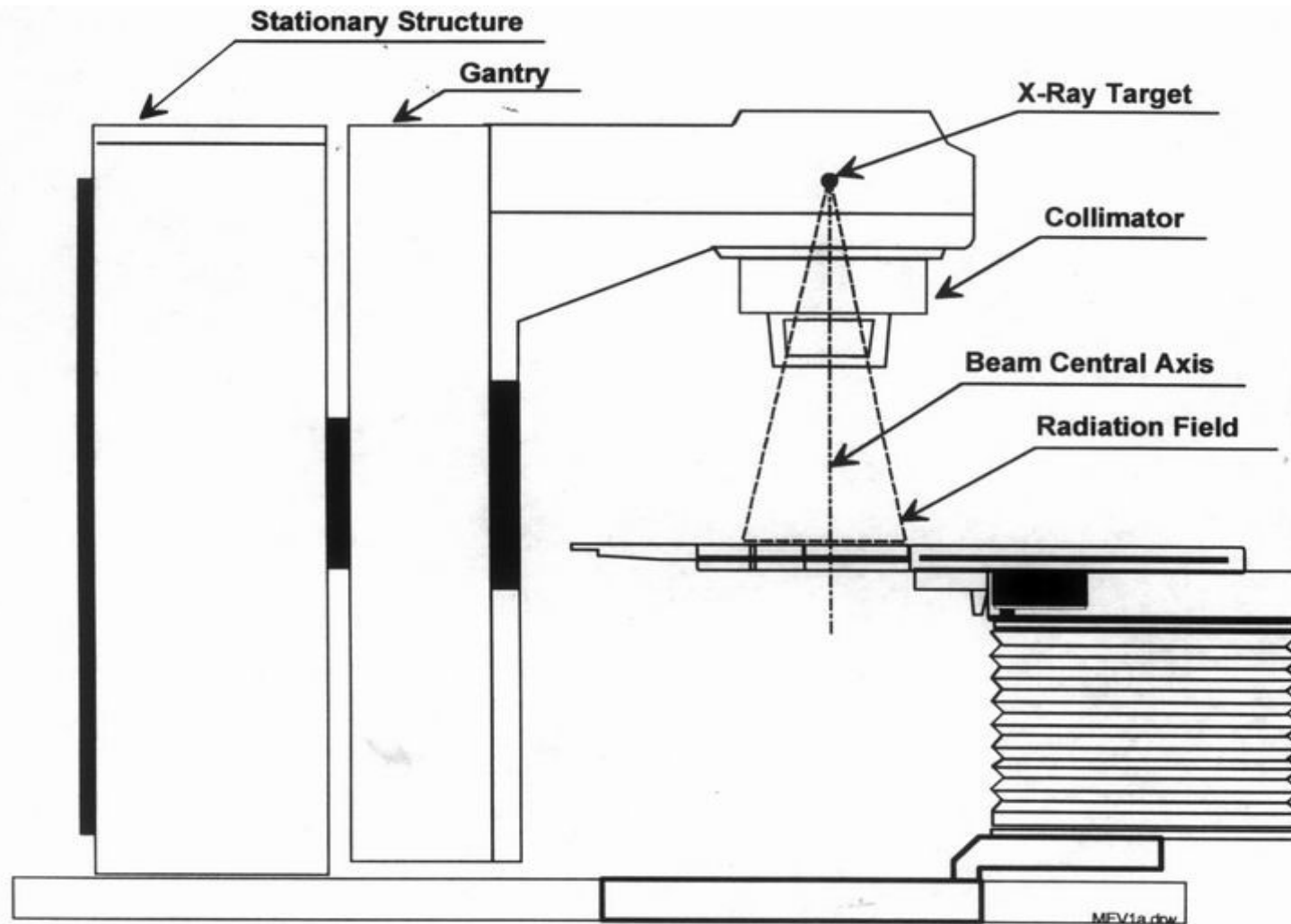
1. Introducción
- 2. Partes del equipo de tratamiento**
3. Desarrollo tecnológico de los equipos
4. Como de planifica
5. Como se verifica
6. Como se trata
7. Usos patología benignas
8. Uso patologías malignas
9. Conclusiones

Partes del equipo de tratamiento

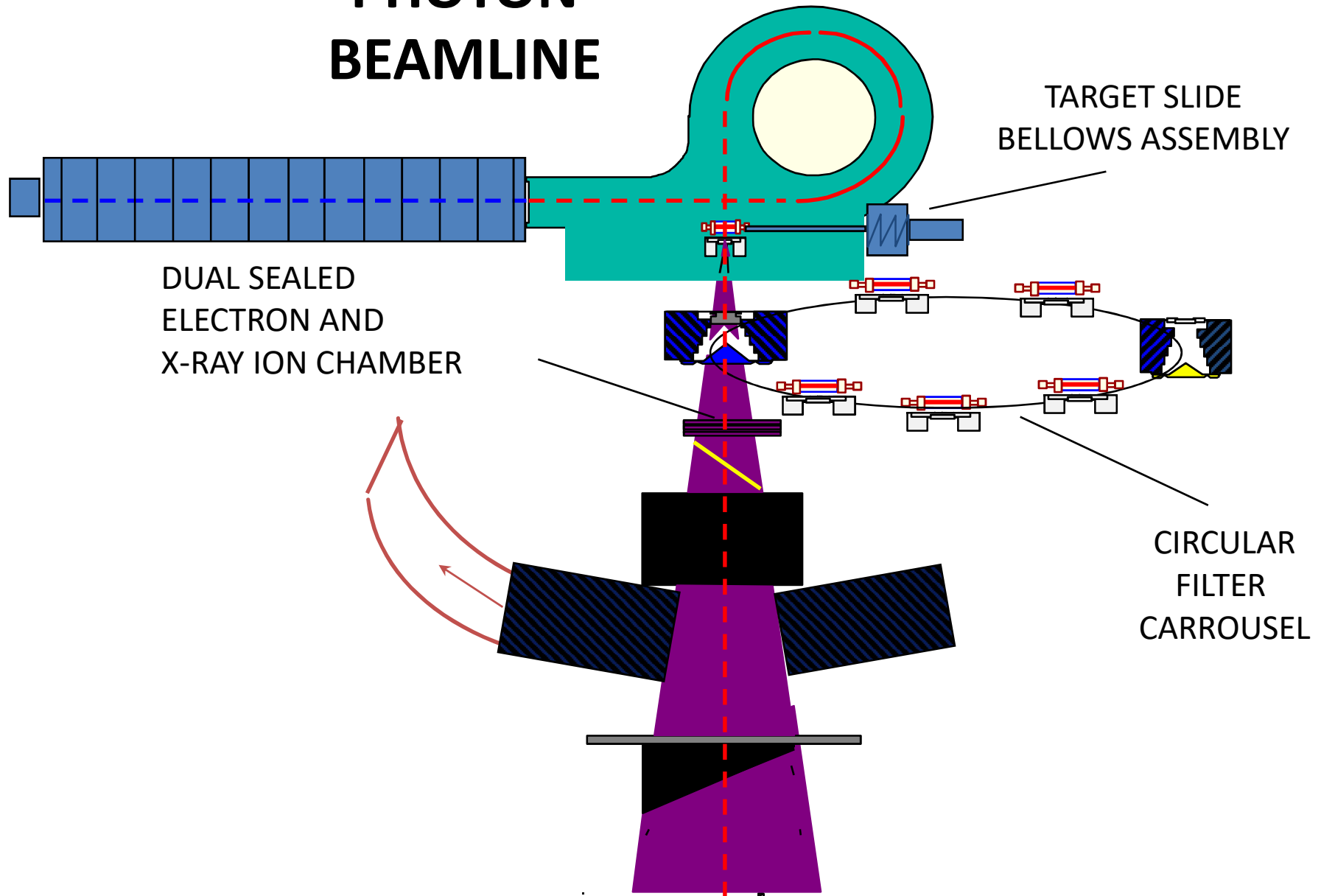
- Acelerador Lineal: Estructura Interna



Acelerador Lineal: Estructura Externa



THE VARIAN PHOTON BEAMLINE



Bandejas



Cuñas



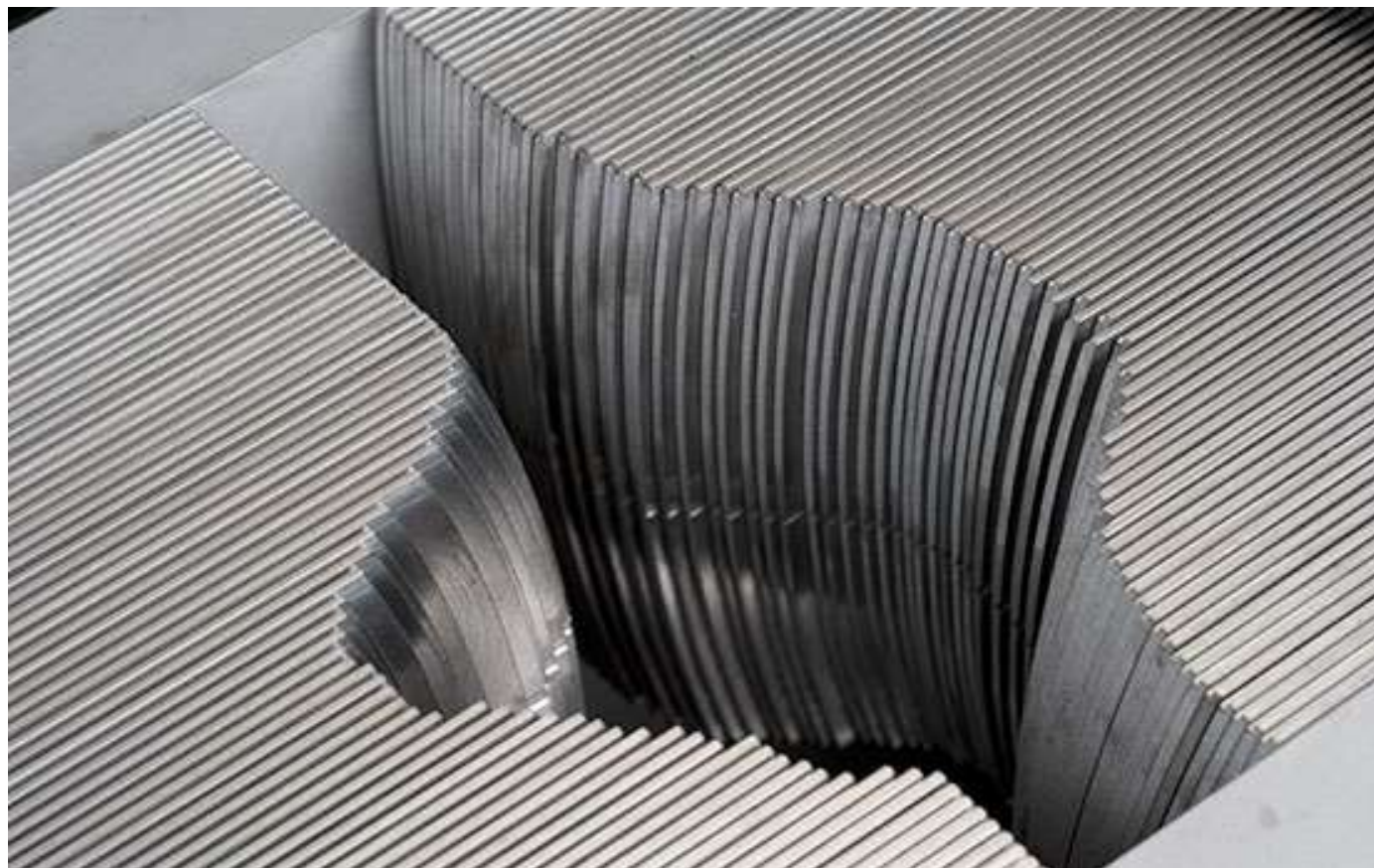
Bloques de cerrobend: aleación de LIPOWITZ



Bloques de cerrobend



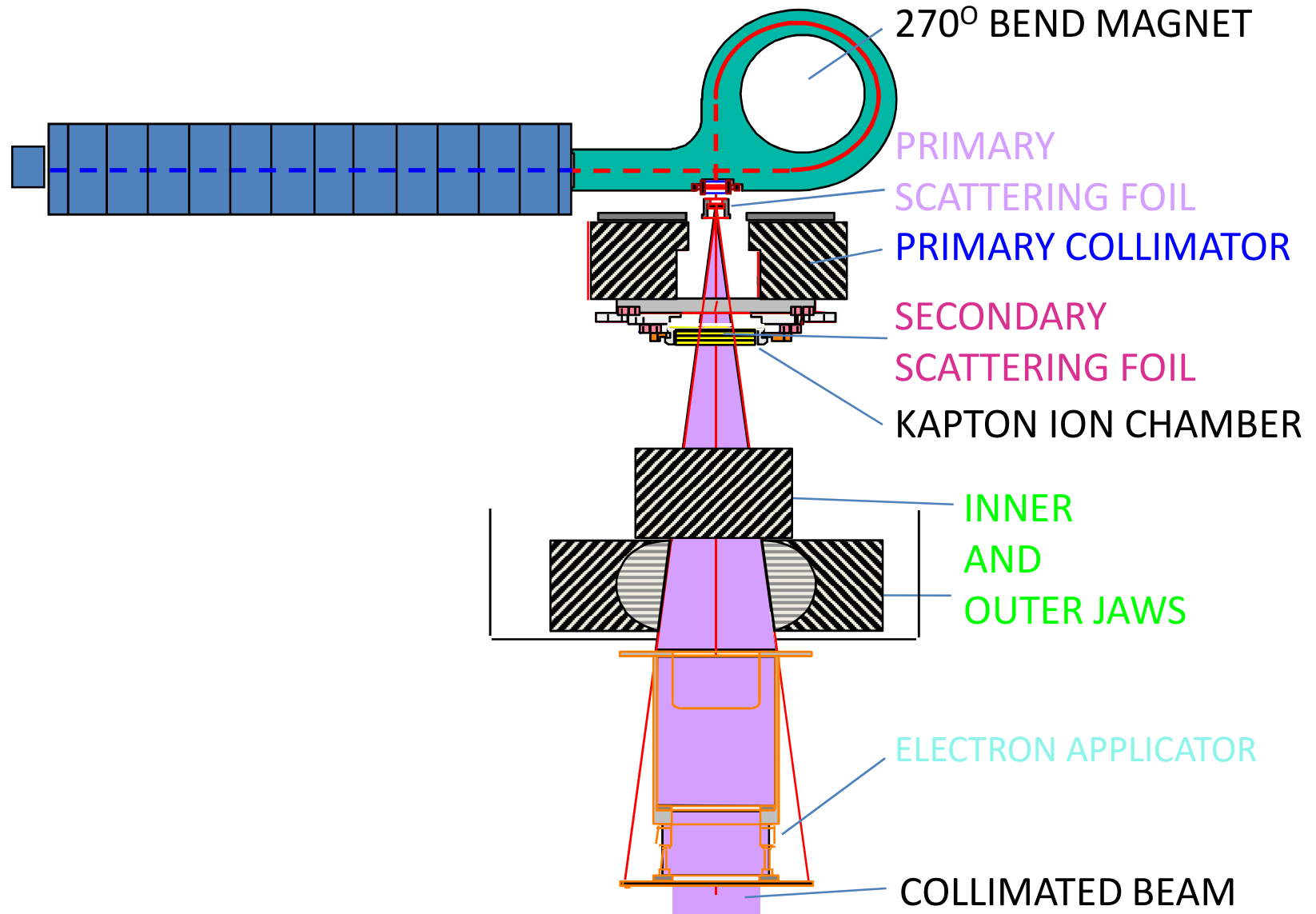
Colimador multilámina



Conos de Radiocirugía



THE ELECTRON BEAMLINE



Conos



Bloques planos de cerrobend



Puntos a desarrollar

1. Introducción
2. Partes del equipo de tratamiento
- 3. Desarrollo tecnológico de los equipos**
4. Como de planifica
5. Como se verifica
6. Como se trata
7. Usos patología benignas
8. Uso patologías malignas
9. Conclusiones

Desarrollo tecnológico de los equipos



Desarrollo tecnológico de los equipos



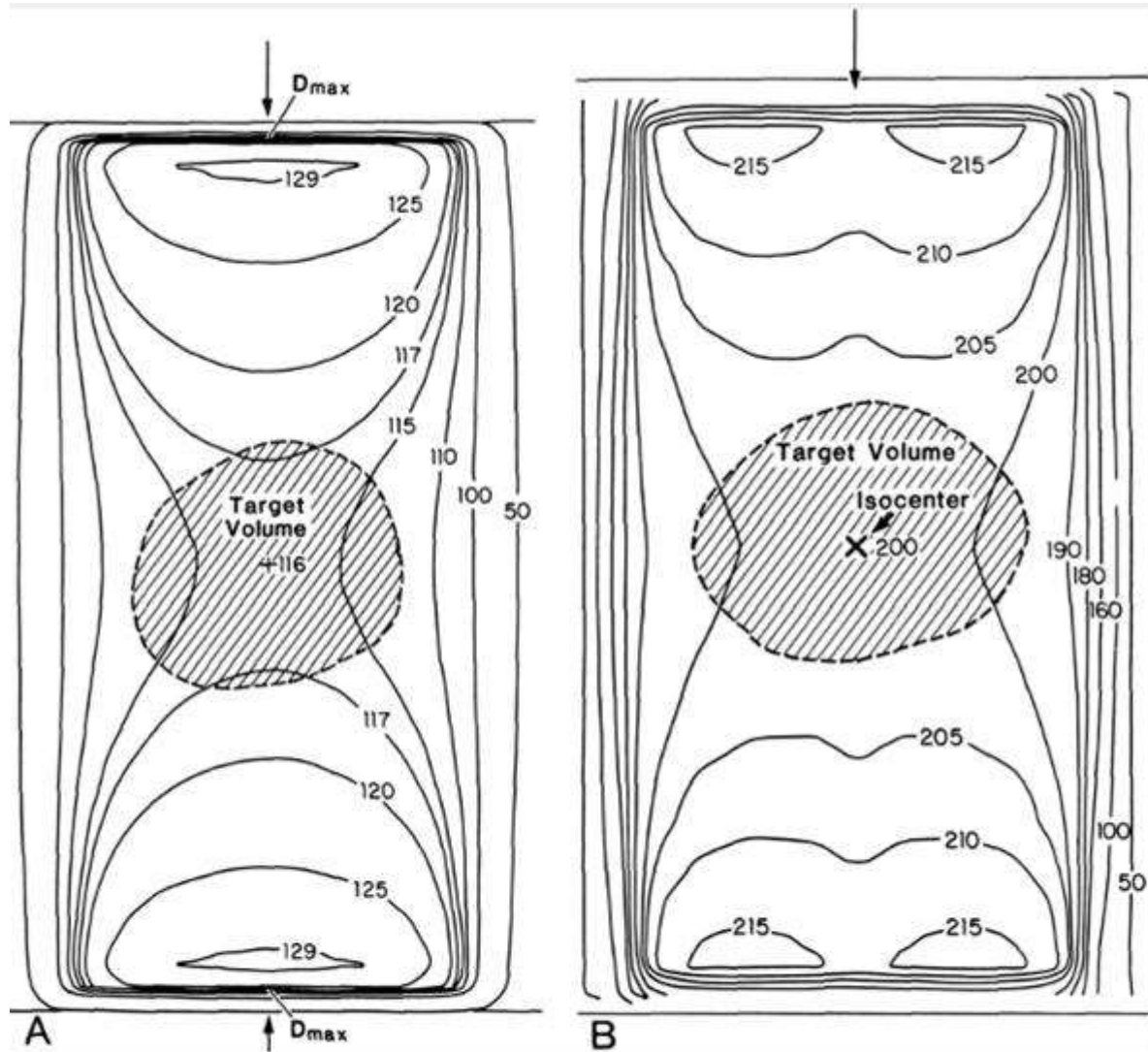
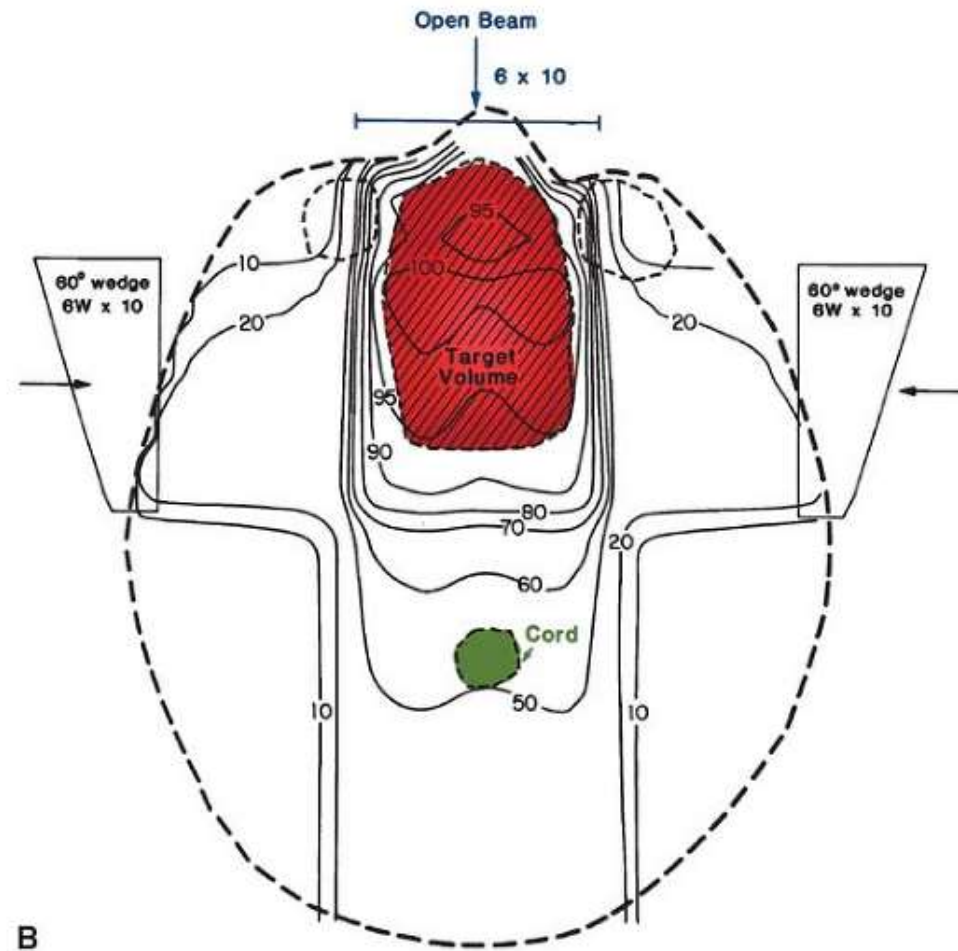


FIG. 11.10. Composite isodose distribution for a pair of parallel opposed fields. **A:** Each beam is given a weight of 100 at the depth of D_{max} . **B:** Isocentric plan with each beam weighted 100 at the isocenter.

Desarrollo tecnológico de los equipos



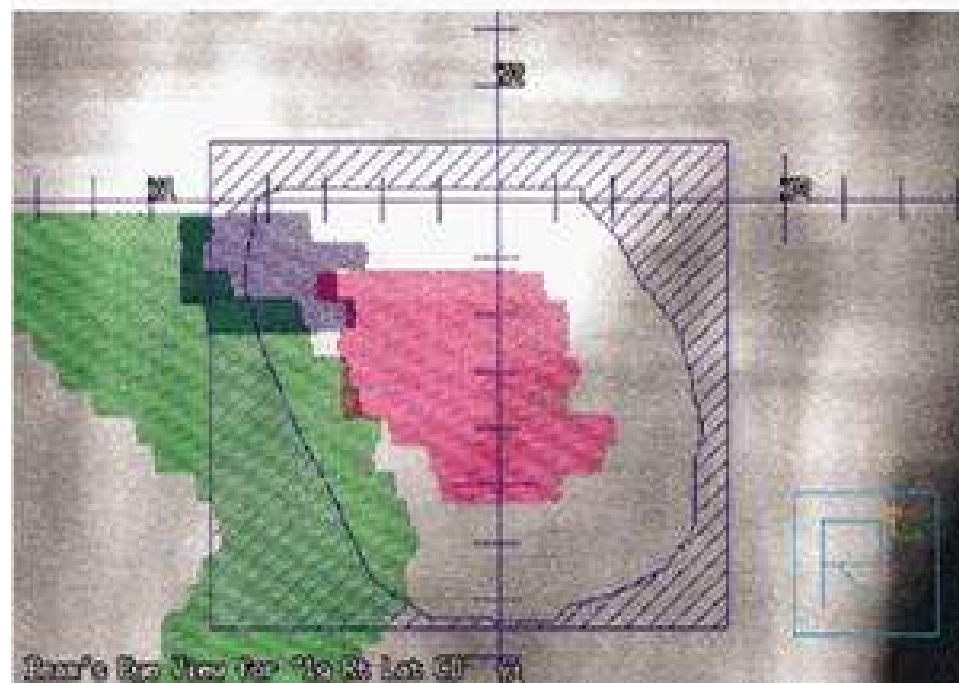
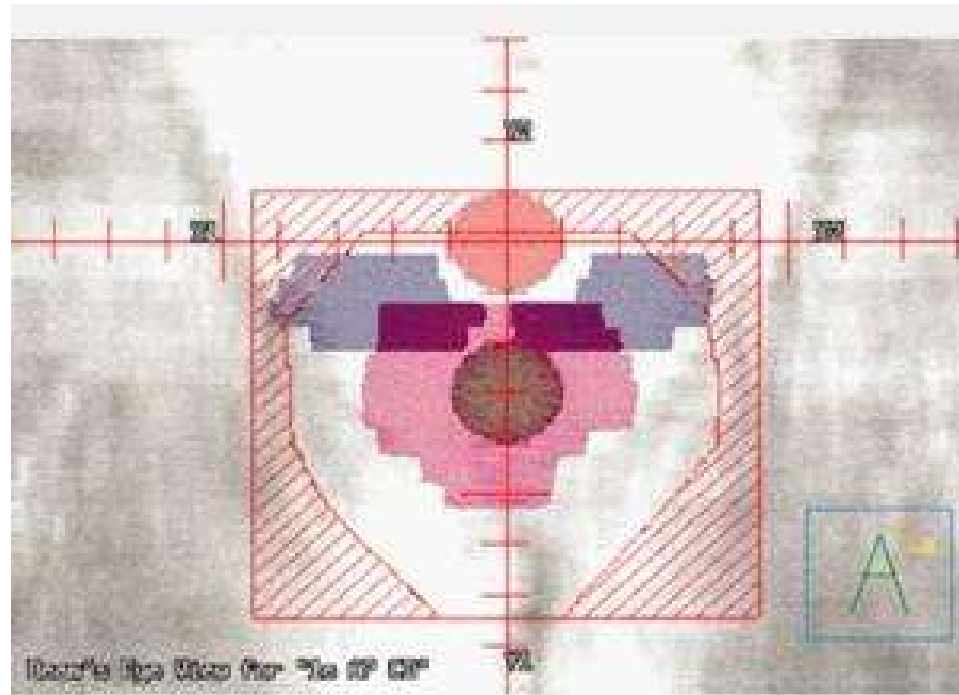
Desarrollo tecnológico de los equipos

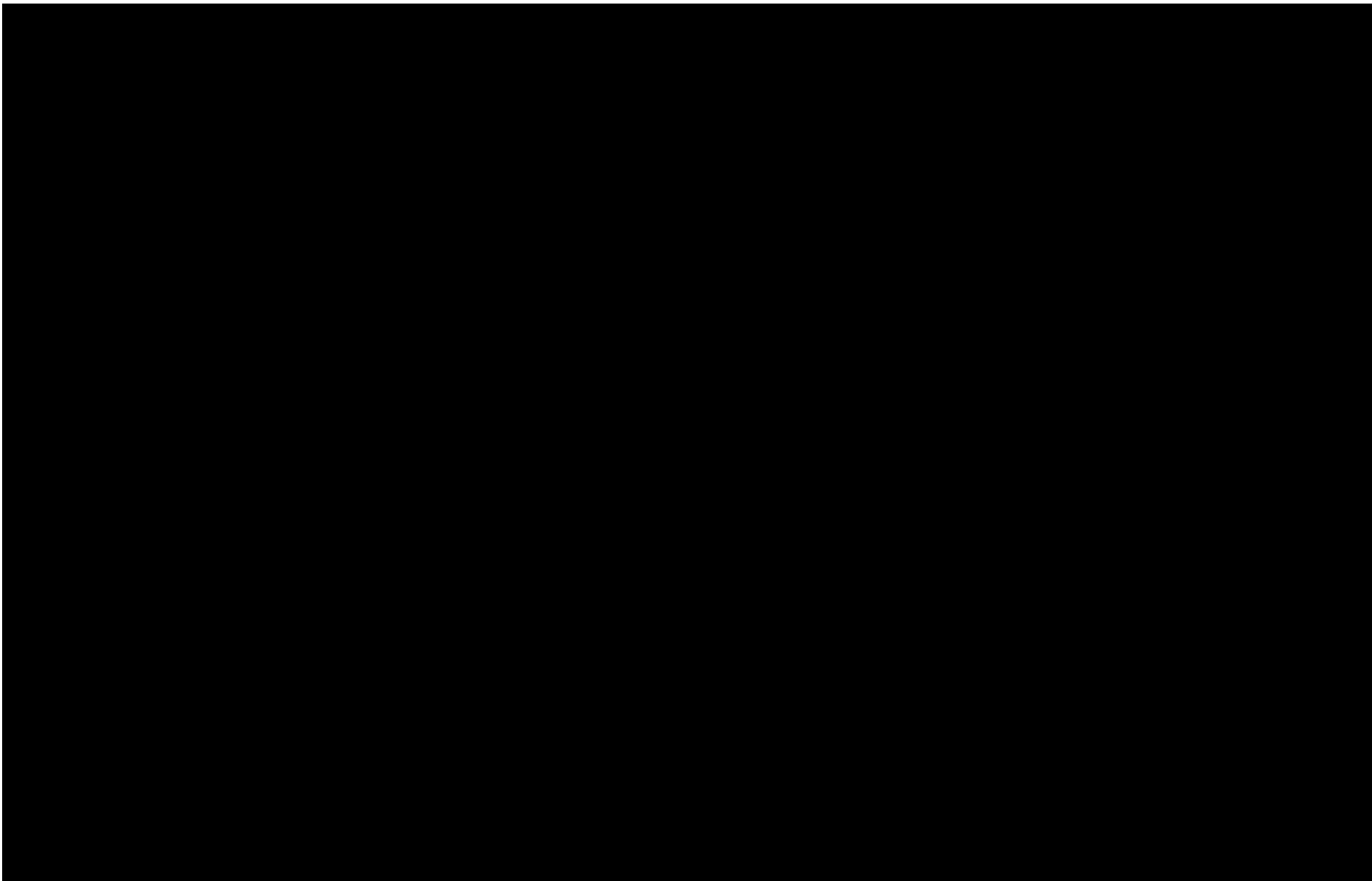


Desarrollo tecnológico de los equipos









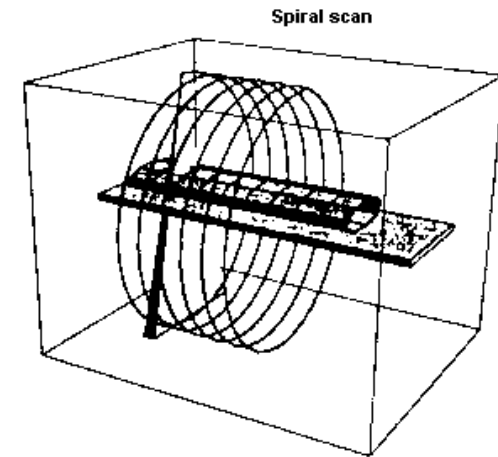
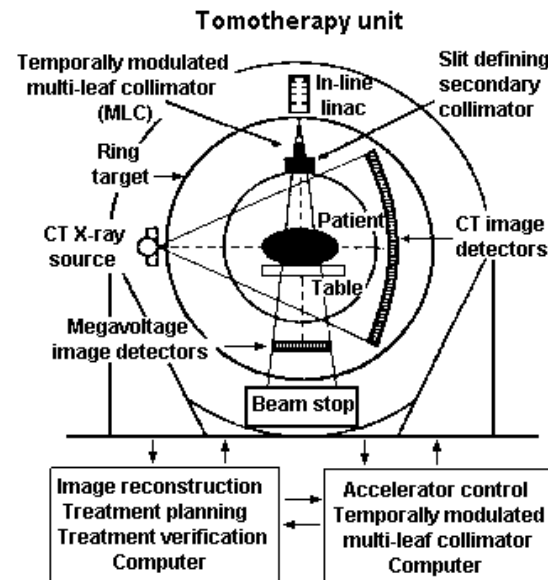
Desarrollo tecnológico de los equipos



Tomoterapia

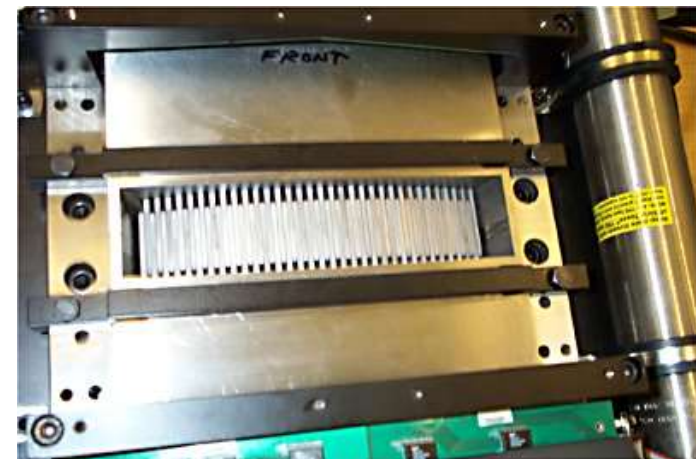
- Un colimador multiláminas binario modula la intensidad de un haz de radiación rotatorio generado en un Acelerador Lineal instalado en un *gantry de morfología anular*
- Integra la planificación, la verificación de la posición del paciente (PTV y OAR) y la administración de la radiación

Tomoterapia

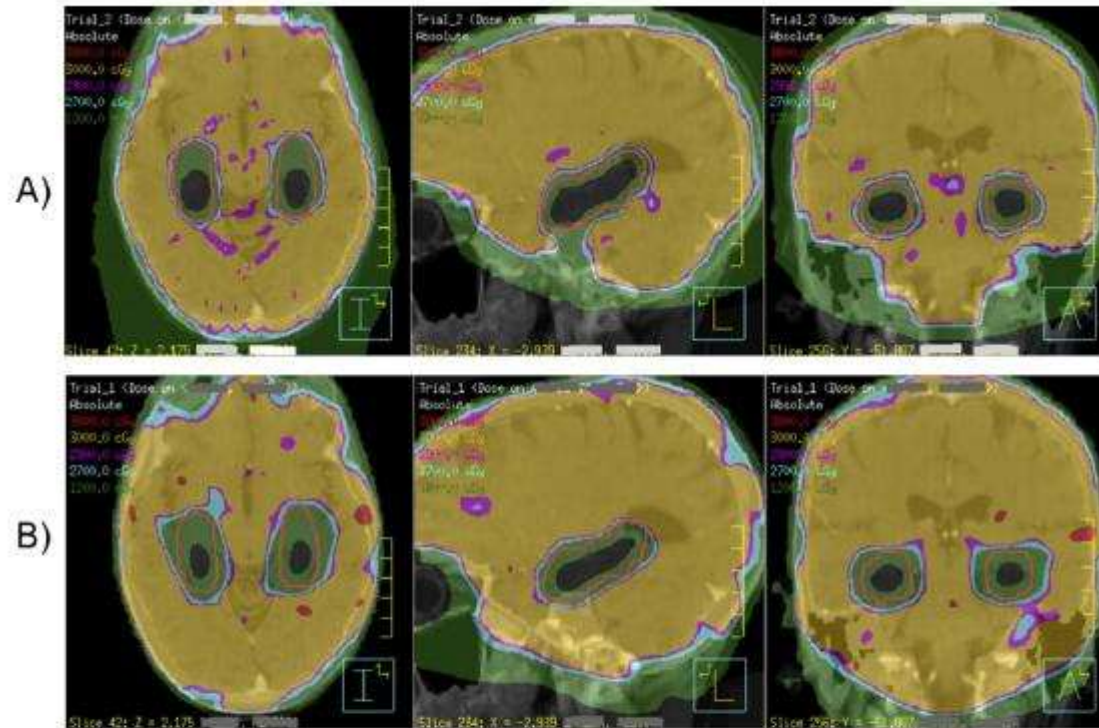


- Tomoterapia helicoidal → IMRT mediante haz rotatorio que irradia de forma continua mientras la mesa de tratamiento deslaza longitudinalmente al paciente a través del haz de irradiación.

Tomoterapia



- Colimador binario, tiene 64 hojas de 0,625 cms de ancho, 10 cms de grosor, da un tamaño máximo de campo de 40 cms, tiene una capacidad de exactitud de 0,25 mm.



Gray shade: Hippocampus

Orange contour: Hippocampal avoidance region

Fig. 5. Spatial isodose distribution for 1 sample patient at the level of the hippocampi for hippocampal avoidance during whole-brain radiotherapy using (a) helical tomotherapy and (b) linear accelerator (LINAC)-based intensity-modulated radiotherapy (IMRT). Grey-shaded region represents the hippocampus. Orange contour represents the hippocampal avoidance region. Green isodose represents 12 Gy; light blue, 27 Gy; pink, 29 Gy; yellow, 30 Gy; red, 38 Gy, in 10 fractions. Representative axial, sagittal, and coronal images are provided.

- Estas técnicas modernas nos permiten evitar el Hipocampo sin sacrificar cobertura y homogeneidad del PTV.
- RTOG 0933

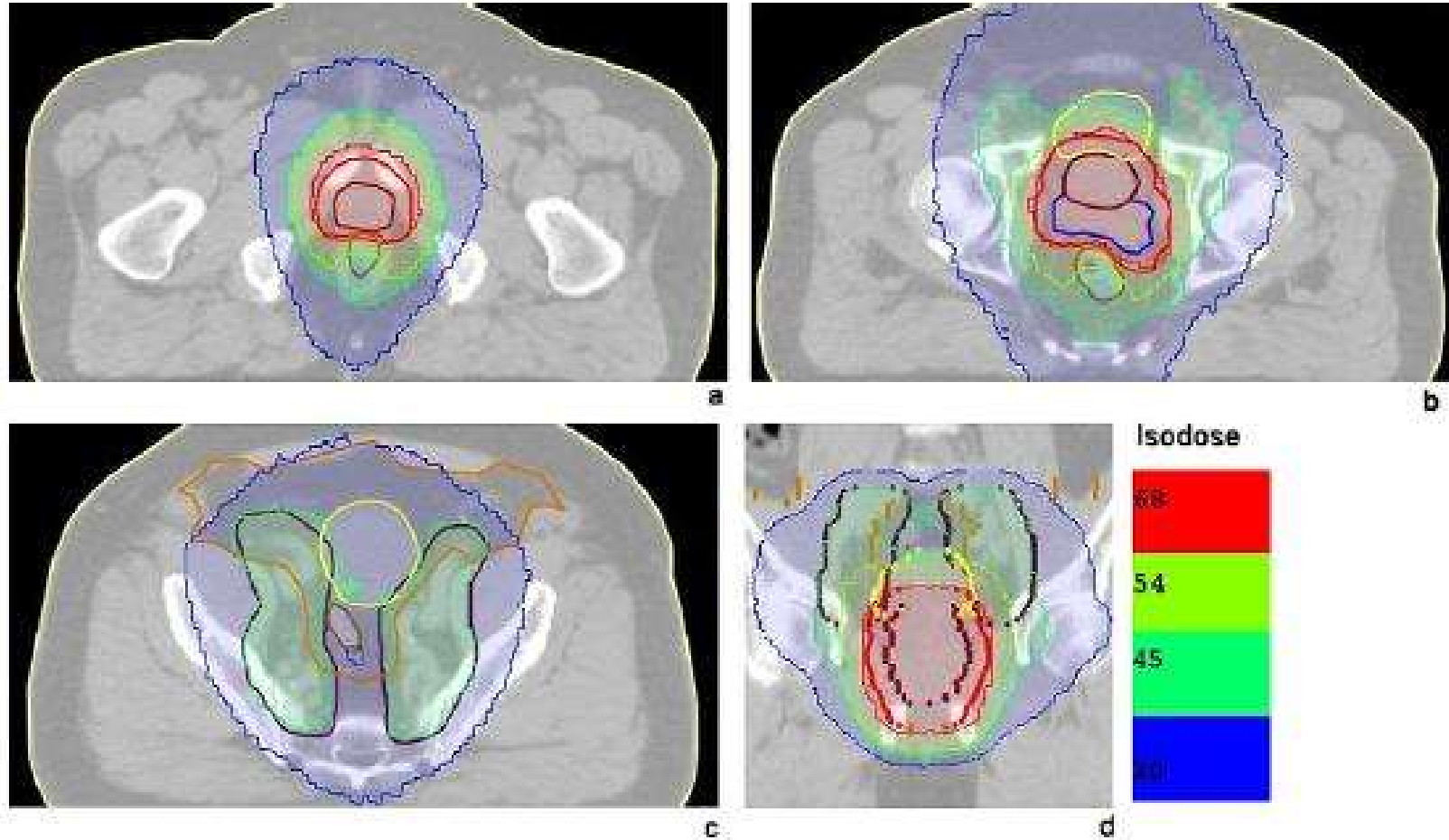


Fig. 1. Axial and Coronal images showing PTV, OAR, and isodoses. Axial CT image of pelvis at the level of the prostate gland (a) the prostate and proximal SVs (b) and the PLNs (c) and (d) a coronal CT image showing the prostate and PLNs. Contour colors: red is PTV68; maroon is prostate; blue is the proximal SVs; dark brown is PTV45; yellow is bladder; brown is rectum; light brown is peritoneal cavity. Isodoses are shown as color maps.

Desarrollo tecnológico de los equipos



Desarrollo tecnológico de los equipos

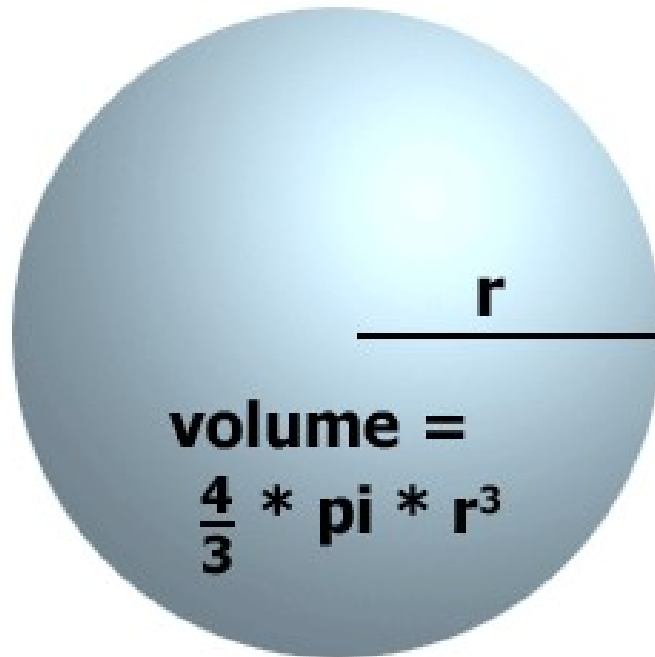


Desarrollo tecnológico de los equipos

- Menos efectos tóxicos
- Mayor precisión
 - Respeto a estructuras funcionales
- Multifuncionalidad
- Escalamiento de dosis
 - Mejores resultados

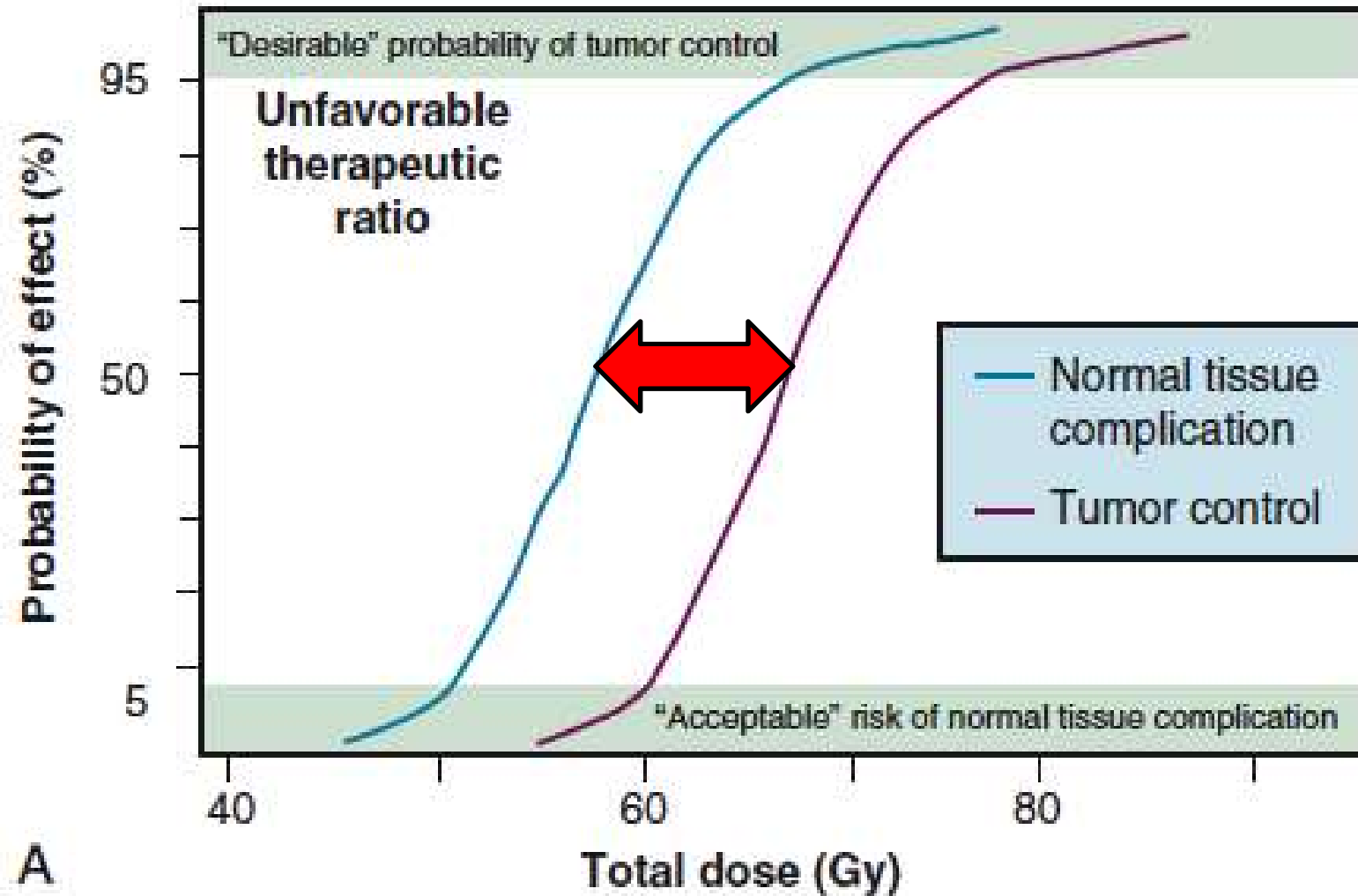
Desarrollo tecnológico de los equipos

- Es cuestión de volumen...

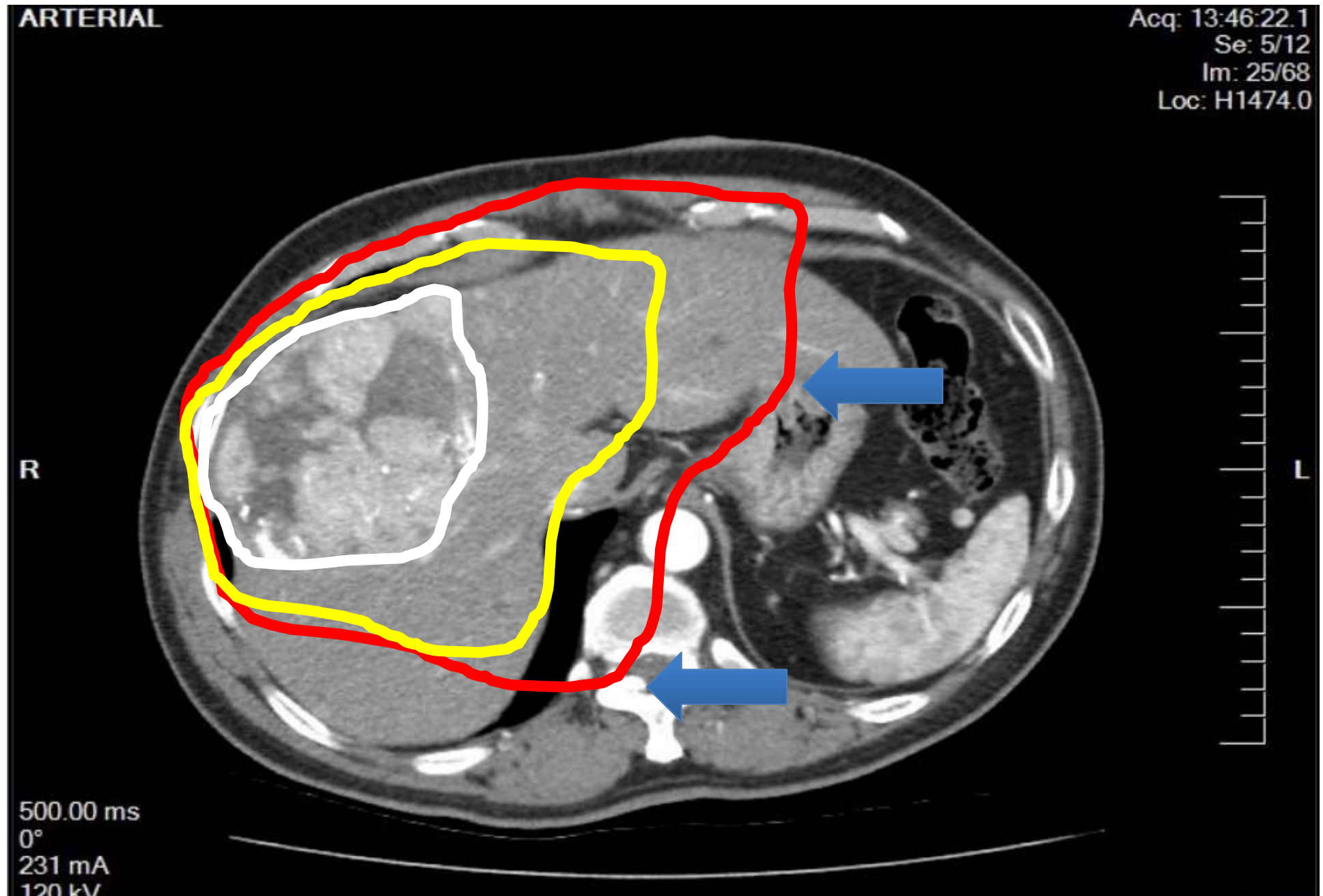


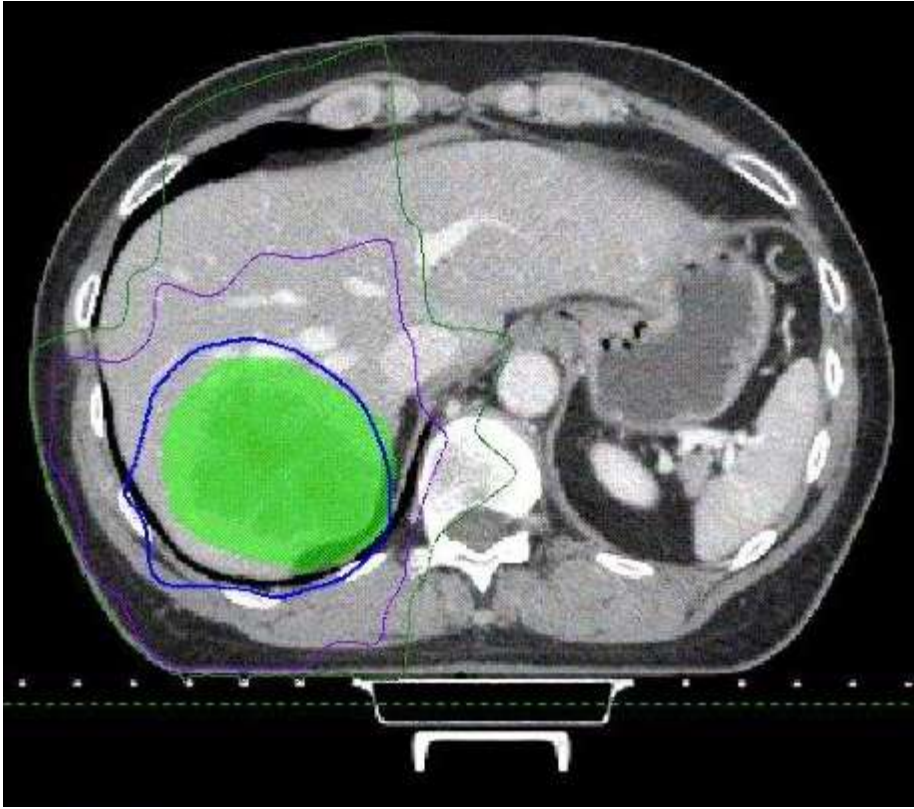
- ***Si tiene diferentes radios.....***
- 3cms = 113 cms³
- 4cms = 268 cms³
- 5cms = 524 cms³

La razón terapéutica



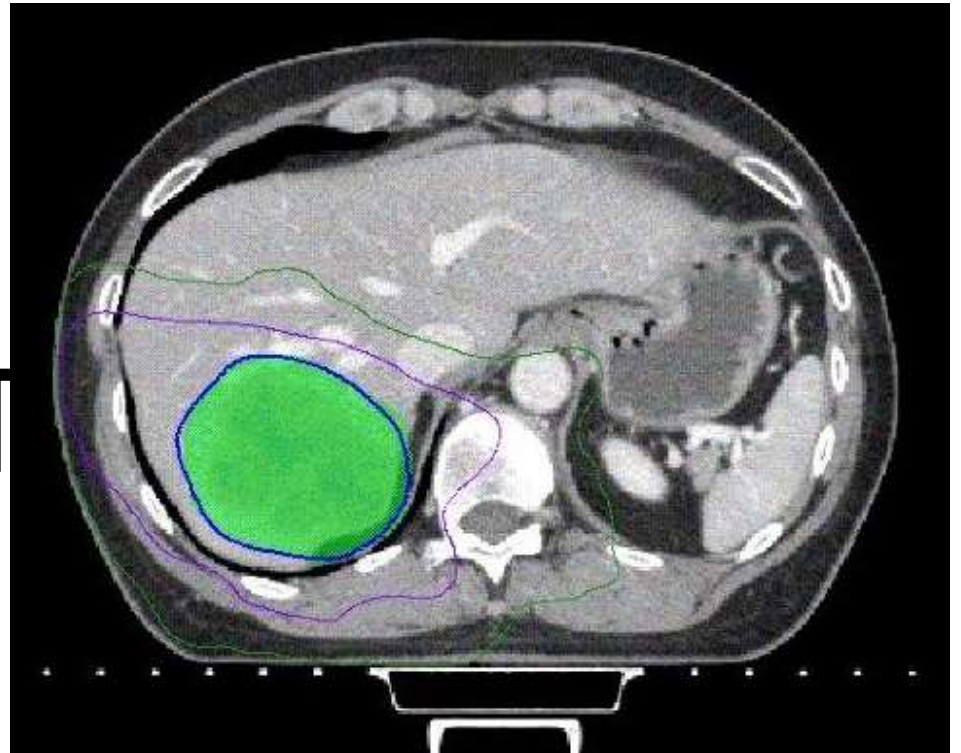
¿Qué es una dosis más conformal?

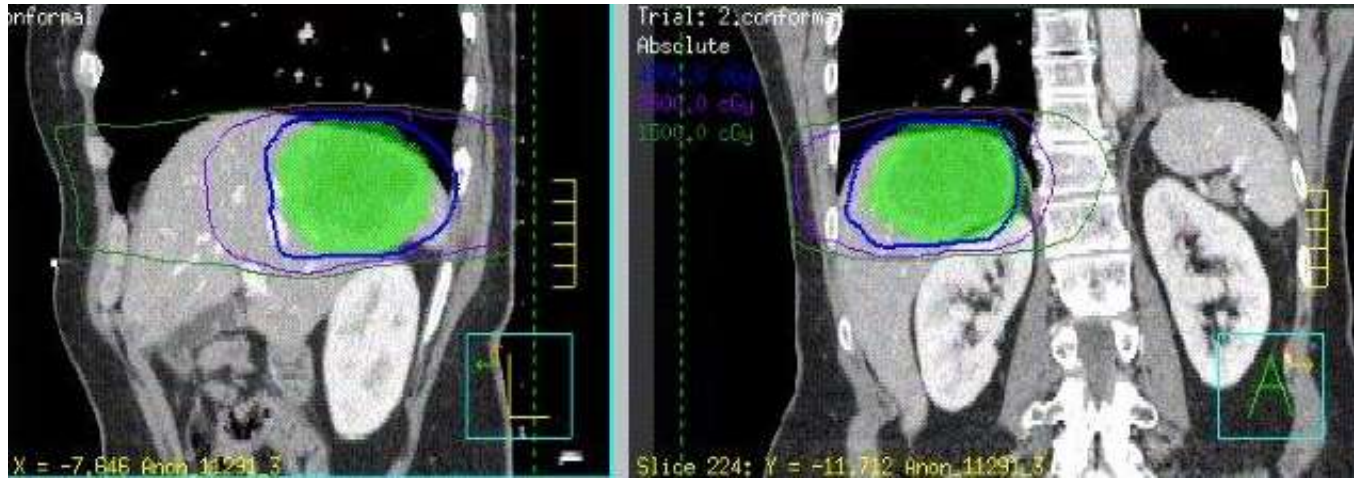




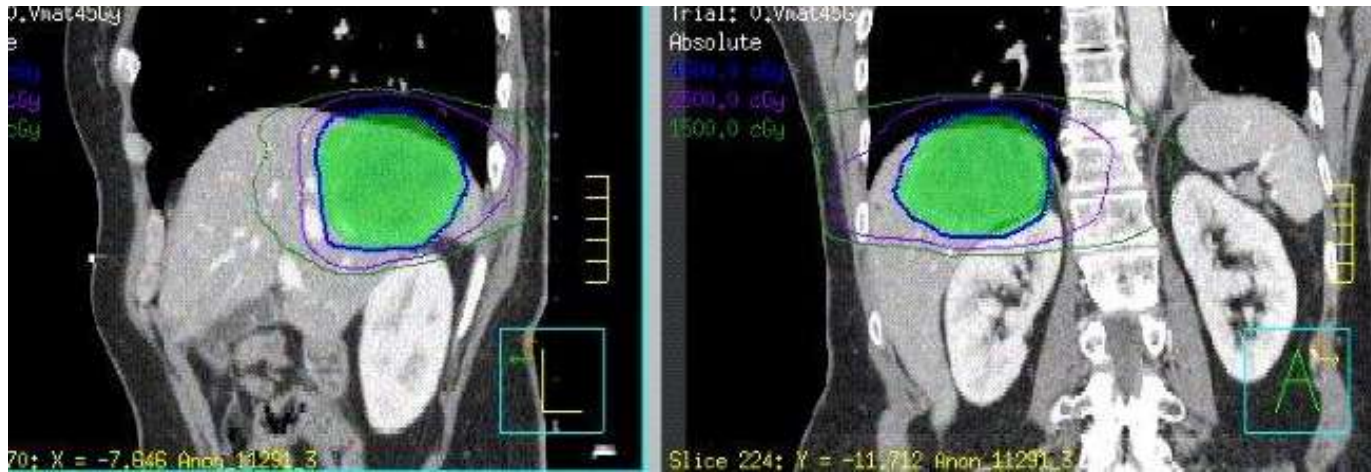
IMRT

SBRT

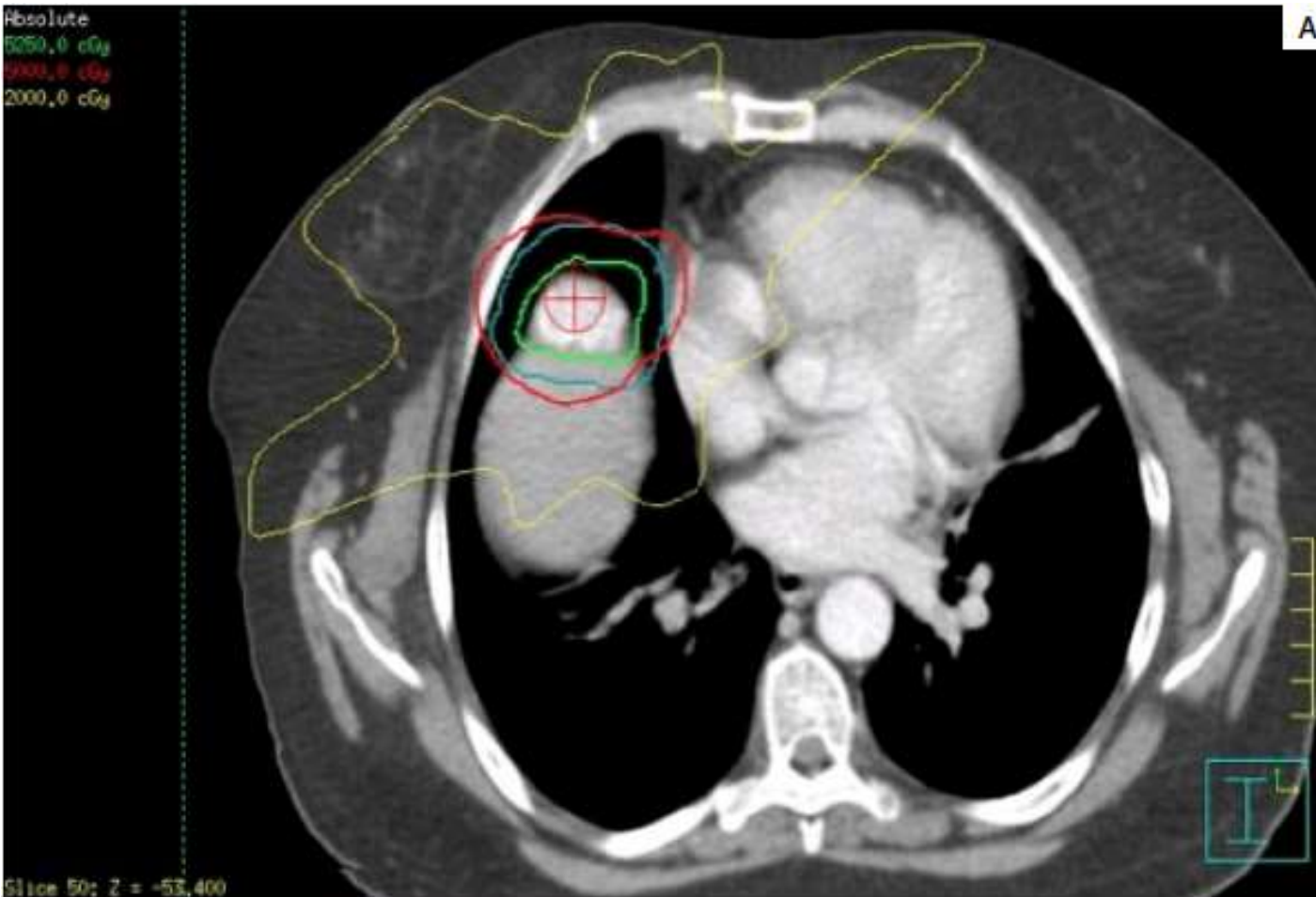




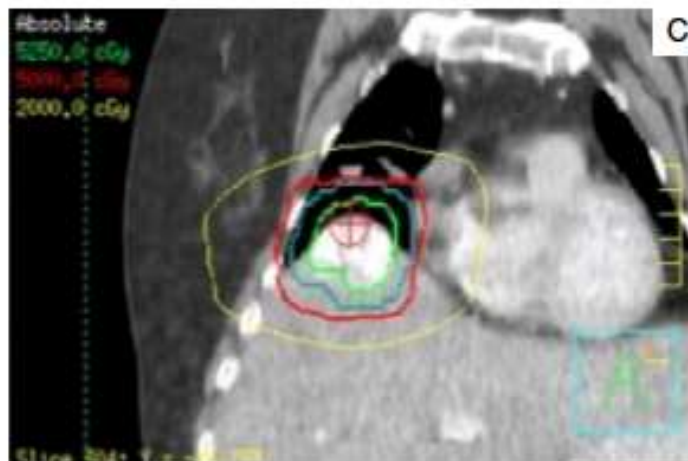
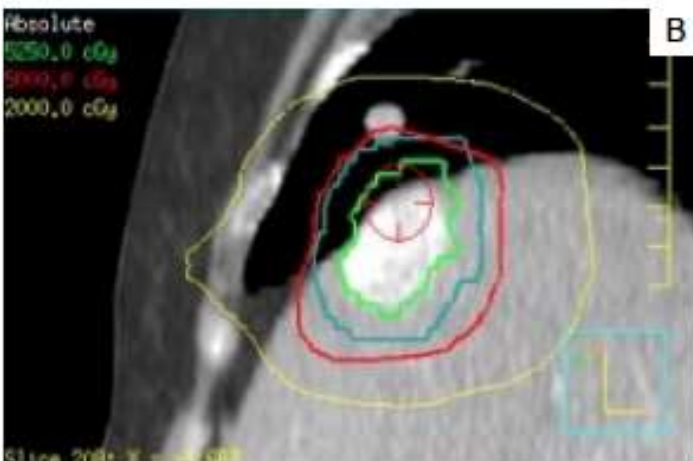
IMRT



SBRT



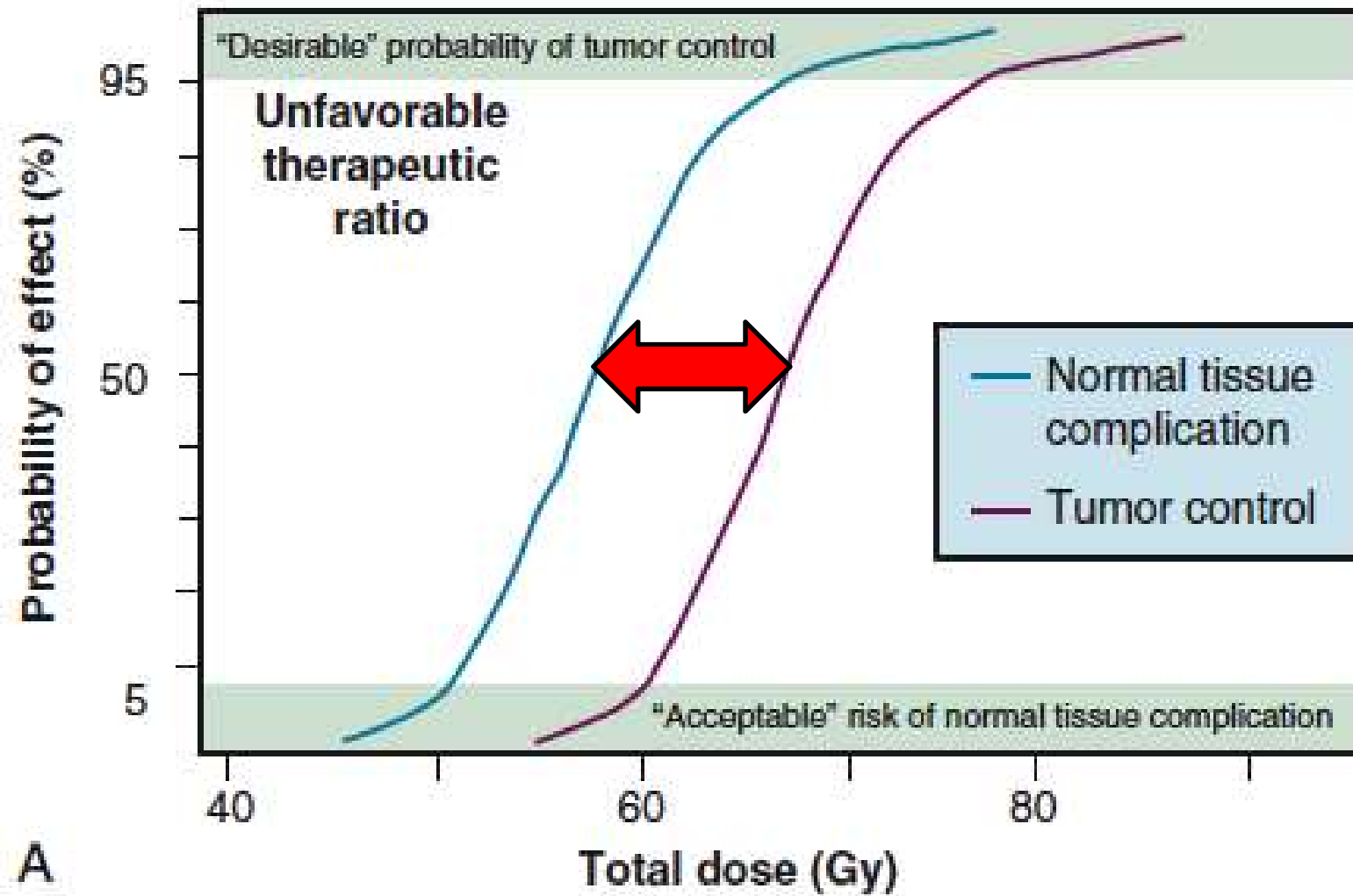
IMRT



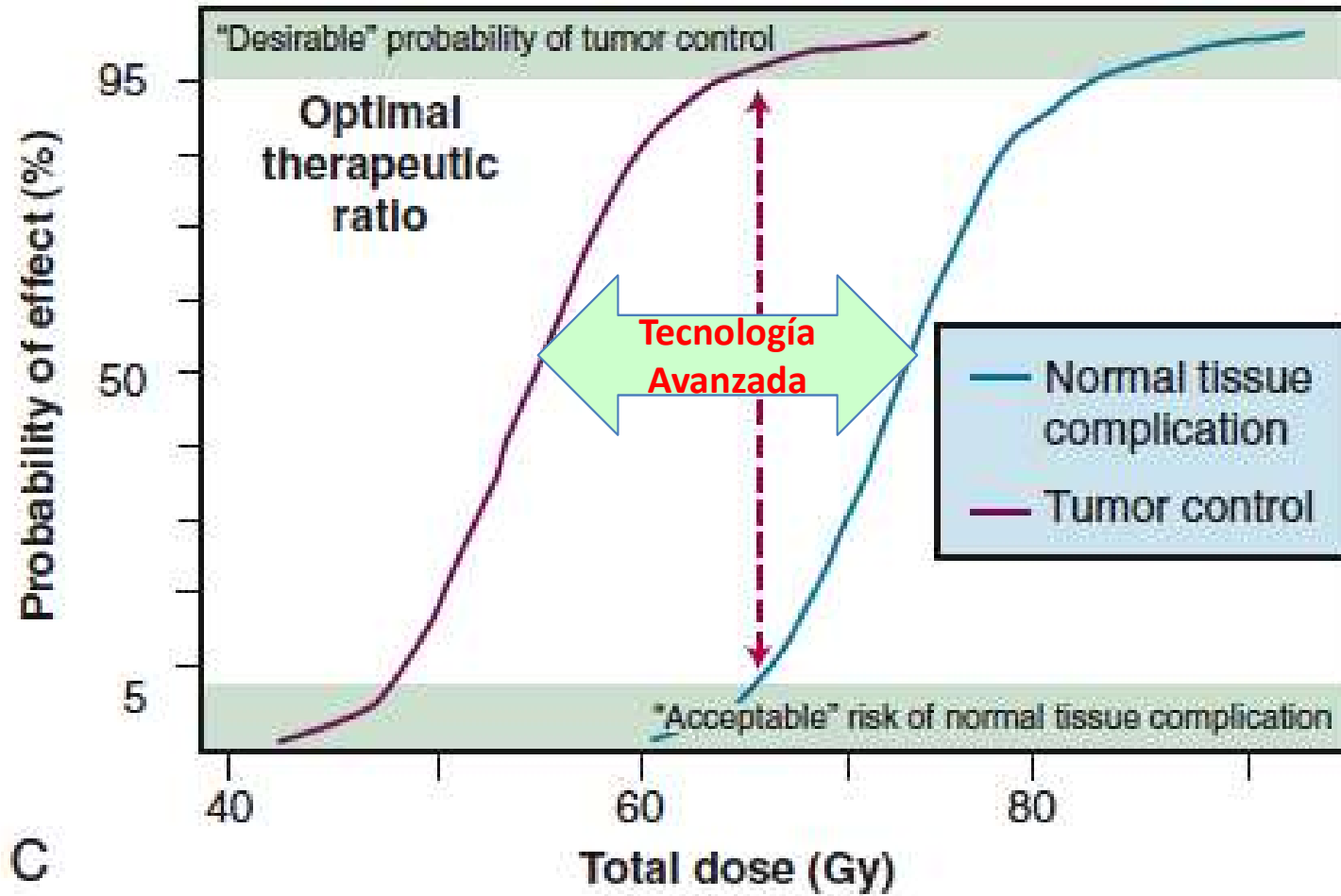
SBRT

***Mayor tecnología, mejores
posibilidades!***

Antes



Ahora



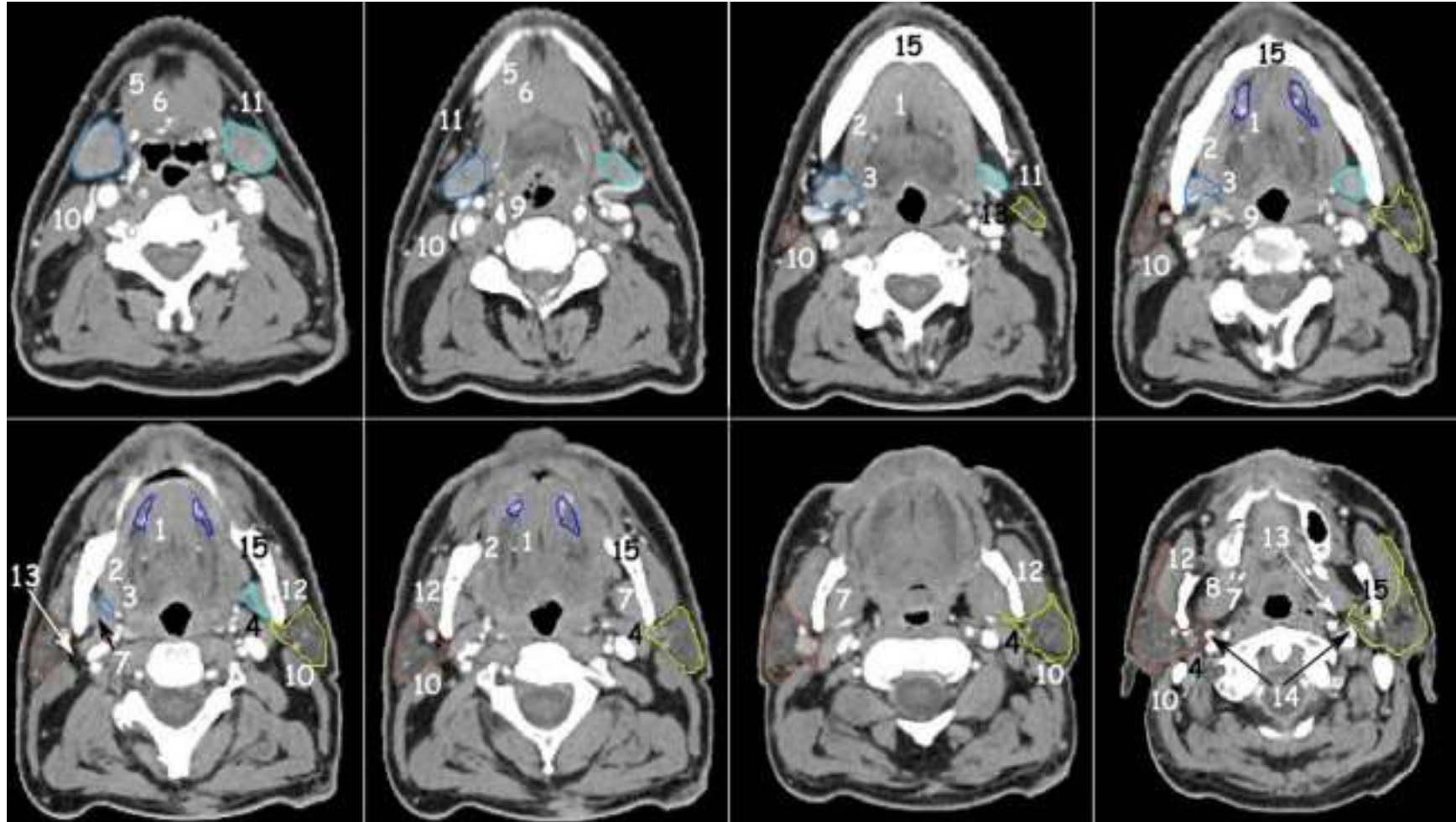
Puntos a desarrollar

1. Introducción
2. Partes del equipo de tratamiento
3. Desarrollo tecnológico de los equipos
- 4. Como de planifica**
5. Como se verifica
6. Como se trata
7. Usos patología benignas
8. Uso patologías malignas
9. Conclusiones

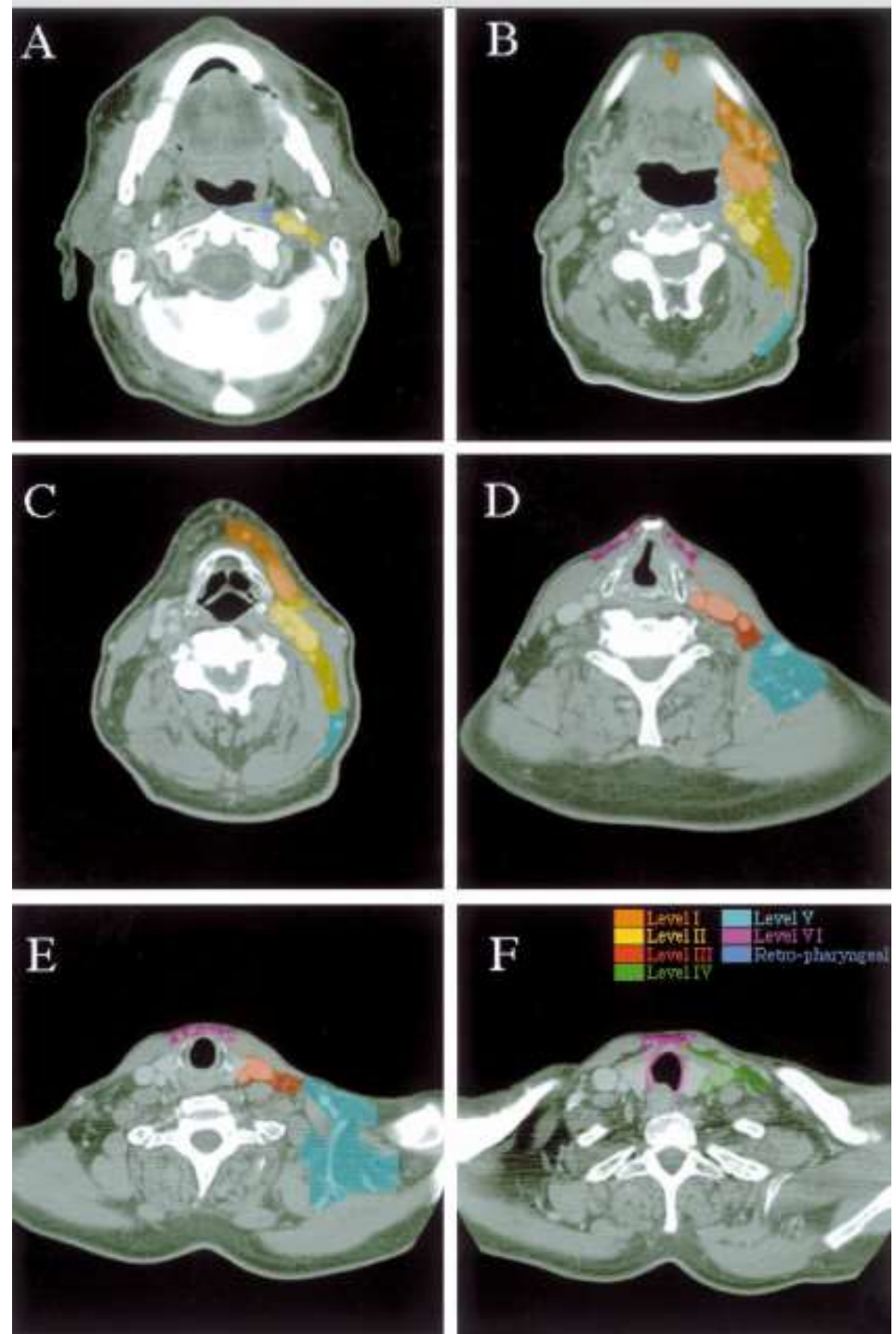
Como se planifica



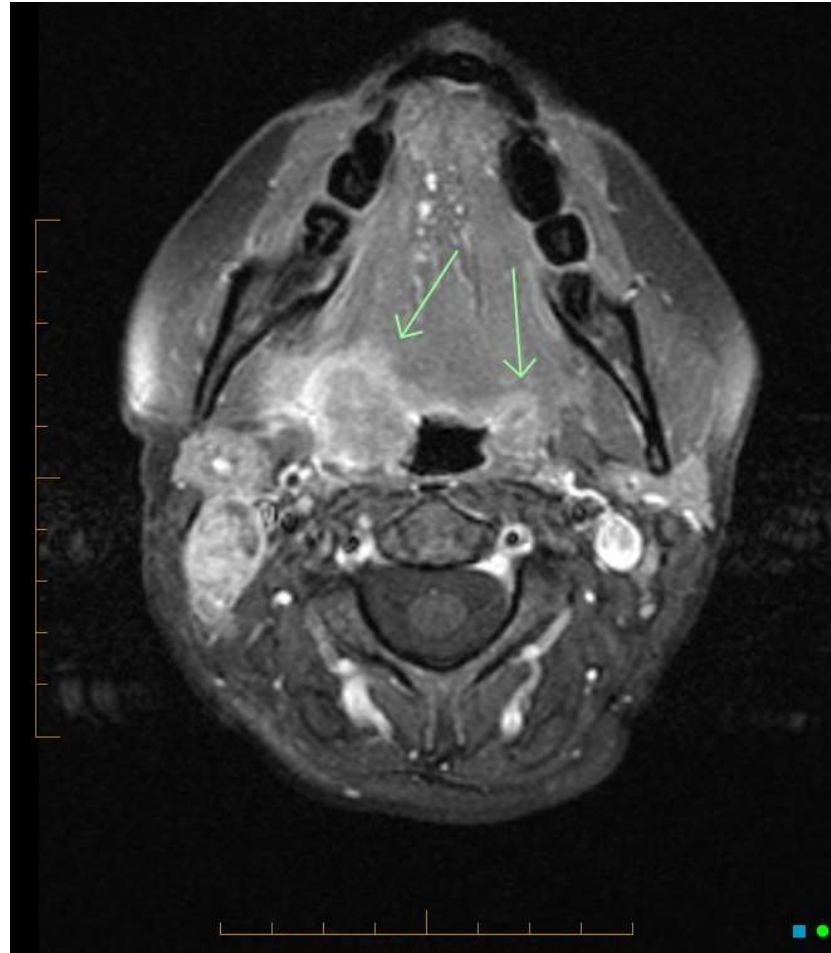
Como de planifica



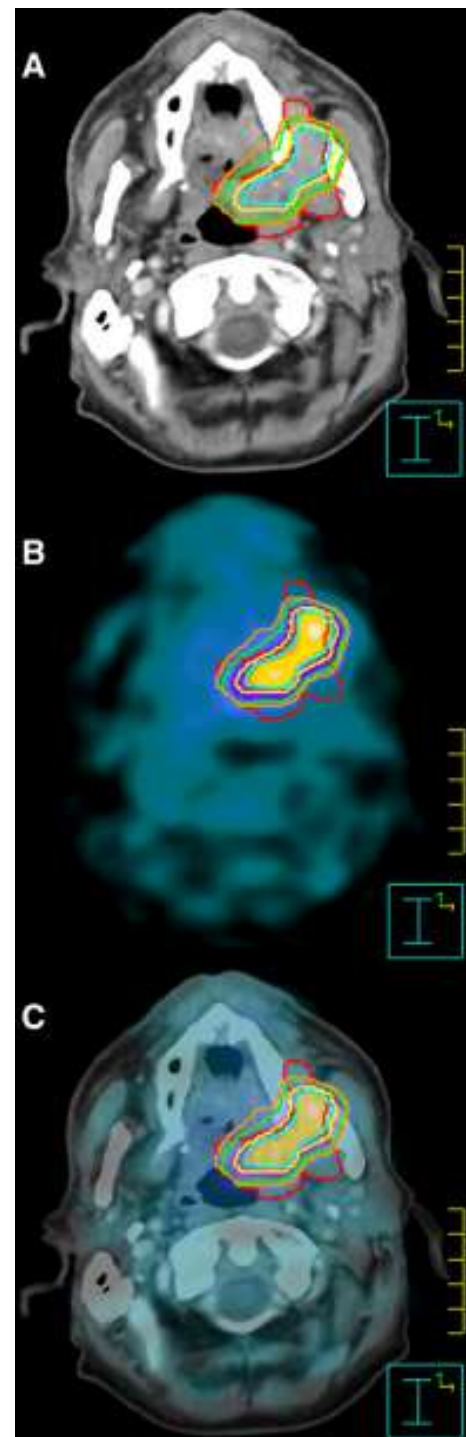
Como de planifica



Como de planifica



Como de planifica



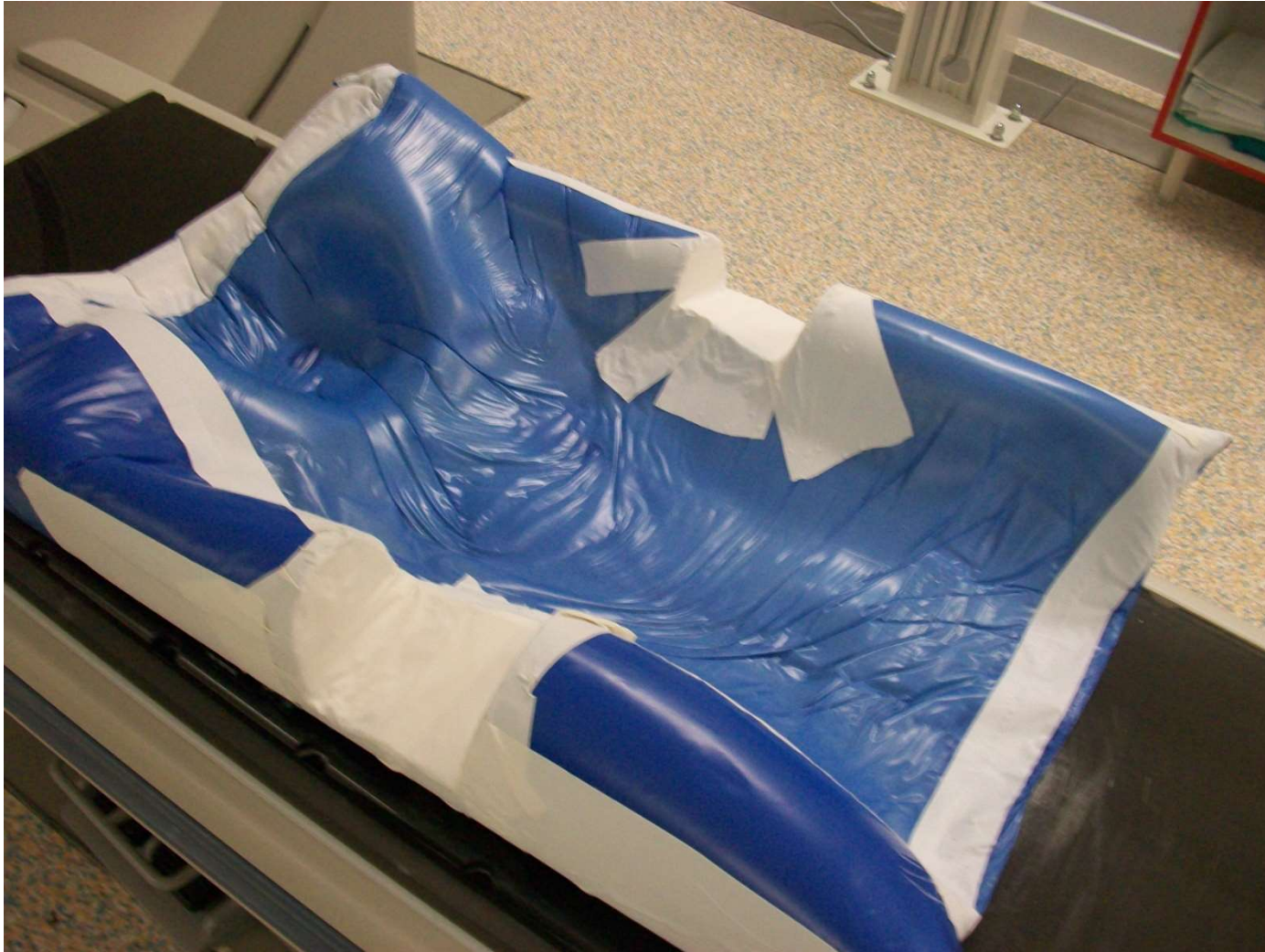
Como se planifica



Como se planifica

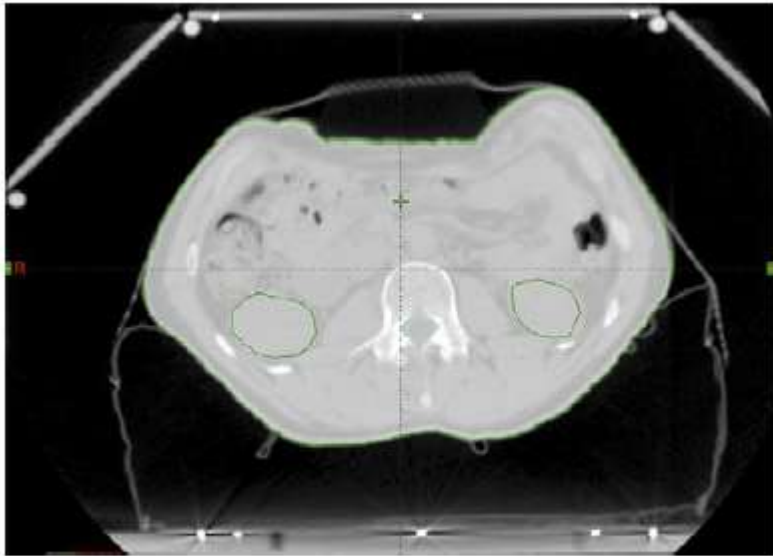


Como se planifica



Como se planifica



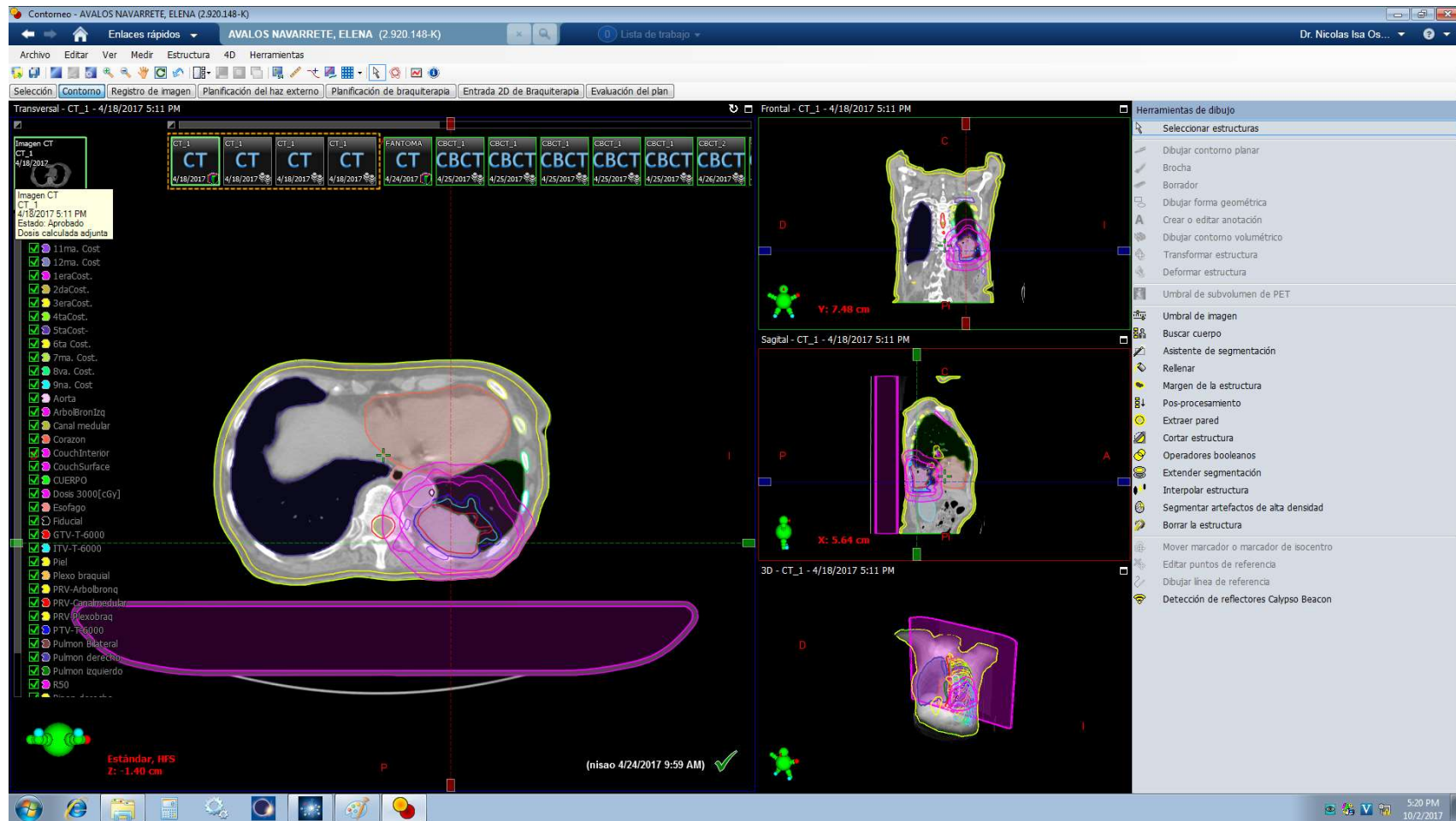


Example of the immobilization system applied to patients, including the abdominal compression method.

- TAC 4D con compresión abdominal



Contouring



Como se planifica

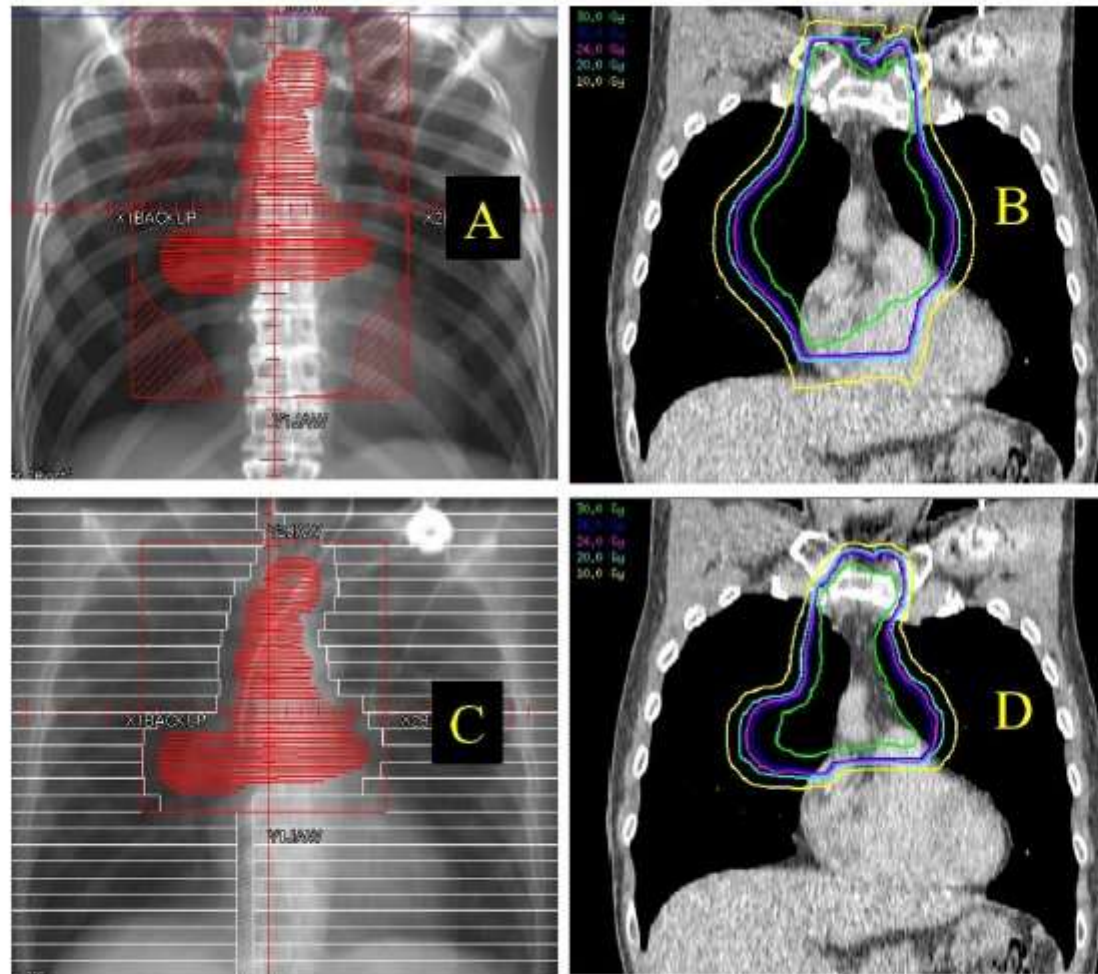


Fig. 8. Comparison between radiation field sizes and the volume of heart irradiation using either IFRT (A and B) or INRT (C and D) for a mediastinal tumor mass (PTV in red color).

Dosimetría

- Cumplimiento de protocolo

AVALOS NAVARRETE, ELENA (2.920.148-K) - Planificación del haz externo

Enlaces rápidos AVALOS NAVARRETE, ELENA (2.920.148-K) Lista de trabajo Dr. Nicolas Isa Os...

Archivo Editar Ver Insertar Planificación Herramientas Ventana

Selección Contorno Registro de imagen Planificación del haz externo Planificación de braquiterapia Entrada 2D de Braquiterapia Evaluación del plan

2.920.148-K

- SBRT. Pulmon : R1
 - SBRT 60Gy
 - SBRT PULMON 60Gy
- CT_1
 - 10ma. Cost.
 - 11ma. Cost.
 - 12ma. Cost.
 - 1era.Cost.
 - 2da.Cost.
 - 3era.Cost.
 - 4ta.Cost.
 - 5ta.Cost.
 - 6ta. Cost.
 - 7ma. Cost.
 - 8va. Cost.
 - 9na. Cost.
 - Aorta
 - ArbolBronzq
 - Canal medular
 - Corazon
 - CouchInterior
 - CouchSurface
 - CUERPO

SBRT 60Gy - Tratamiento aprobado - Transversal - CT_1

SBRT 60Gy - Tratamiento aprobado - Reconstrucción 3D - CT_1

SBRT 60Gy - Tratamiento aprobado - Frontal - CT_1

SBRT 60Gy - Tratamiento aprobado - Sagital - CT_1

Campos Prescripción de dosis Alineaciones de campo Objetivos del plan Objetivos de optimización Estadísticas de dosis Modelos de cálculo Plan suma

Principal	Prescripción				Fracción Dosis [cGy]	Dosis total [cGy]	Dosis total real [cGy]	Estructura	Índice	Valor objetivo	Valor real	
<input checked="" type="checkbox"/>	PTV-T-6000	Al menos	95.0	% recibe más de	750.0	6000.0	6005.5	Canal medular	D0.00cc [cGy]	es menor de	3200.00	1905.31
<input type="checkbox"/>	PTV-T-6000	Al menos	99.0	% recibe más de	675.0	5400.0	5758.1	PRV-Canalmedular	D0.00cc [cGy]	es menor de	2800.00	2396.69
<input type="checkbox"/>	PTV-T-6000	Como mucho	0.0	% recibe más de	1050.0	8400.0	7792.2	Esofago	D0.00cc [cGy]	es menor de	4500.00	2447.84
								Esofago	D10.00cc [cGy]	es menor de	4000.00	420.04
								Corazon	D0.00cc [cGy]	es menor de	6400.00	4730.91
								Corazon	D10.00cc [cGy]	es menor de	6000.00	2959.32
								Traquea	D0.00cc [cGy]	es menor de	6400.00	62.00
								Traquea	D10.00cc [cGy]	es menor de	6000.00	20.57
								ArbolBronDer	D0.00cc [cGy]	es menor de	6400.00	N/A
								ArbolBronDer	D10.00cc [cGy]	es menor de	6000.00	N/A
								ArbolBronzq	D0.00cc [cGy]	es menor de	6400.00	4036.06
								ArbolBronzq	D10.00cc [cGy]	es menor de	6000.00	0.00
								Pulmon derecho	V20.00Gy [% de volumen]	es menor de	10.00	0.02

Preparado Usuario: nissao Grupo: Oncologist Sitio: Main CAP: NUM SCRL 5:19 PM 10/2/2017

Table 1. QUANTEC Summary: Approximate Dose/Volume/Outcome Data for Several Organs Following Conventional Fractionation (Unless Otherwise Noted)*

Organ	Volume segmented	Irradiation type (partial organ unless otherwise stated) [†]	Endpoint	Dose (Gy), or dose/volume parameters [†]	Rate (%)	Notes on dose/volume parameters
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	
	Whole organ	SRS (single fraction)	Symptomatic necrosis	V12 <5–10 cc	<20	Rapid rise when V12 > 5–10 cc
Brain stem	Whole organ	Whole organ	Permanent cranial neuropathy or necrosis	Dmax <54	<5	
	Whole organ	3D-CRT	Permanent cranial neuropathy or necrosis	D1–10 cc ≤59	<5	
	Whole organ	3D-CRT	Permanent cranial neuropathy or necrosis	Dmax <64	<5	Point dose <<1 cc
	Whole organ	SRS (single fraction)	Permanent cranial neuropathy or necrosis	Dmax <12.5	<5	For patients with acoustic tumors
Optic nerve / chiasm	Whole organ	3D-CRT	Optic neuropathy	Dmax <55	<3	Given the small size, 3D CRT is often whole organ ^{††}
	Whole organ	3D-CRT	Optic neuropathy	Dmax 55–60	3–7	
	Whole organ	3D-CRT	Optic neuropathy	Dmax >60	>7–20	
	Whole organ	SRS (single fraction)	Optic neuropathy	Dmax <12	<10	
Spinal cord	Partial organ	3D-CRT	Myelopathy	Dmax = 50	0.2	Including full cord cross-section
	Partial organ	3D-CRT	Myelopathy	Dmax = 60	6	
	Partial organ	3D-CRT	Myelopathy	Dmax = 69	50	
	Partial organ	SRS (single fraction)	Myelopathy	Dmax = 13	1	Partial cord cross-section irradiated 3 fractions, partial cord cross-section irradiated
	Partial organ	SRS (hypofraction)	Myelopathy	Dmax = 20	1	
Cochlea	Whole organ	3D-CRT	Sensory neural hearing loss	Mean dose ≤45	<30	Mean dose to cochlear, hearing at 4 kHz
	Whole organ	SRS (single fraction)	Sensory neural hearing loss	Prescription dose ≤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 [¶]

Table 1. QUANTEC Summary: Approximate Dose/Volume/Outcome Data for Several Organs Following Conventional Fractionation (Unless Otherwise Noted)* (Continued)

Organ	Volume segmented	Irradiation type (partial organ unless otherwise stated) [†]	Endpoint	Dose (Gy), or dose/volume parameters [†]	Rate (%)	Notes on dose/volume parameters
	Bilateral whole parotid glands	3D-CRT	Long term parotid salivary function reduced to <25% of pre-RT level	Mean dose <39	<50	For combined parotid glands (per Fig. 3 in paper) [‡]
Pharynx	Pharyngeal constrictors	Whole organ	Symptomatic dysphagia and aspiration	Mean dose <50	<20	Based on Section B4 in paper
Larynx	Whole organ	3D-CRT	Vocal dysfunction	Dmax <66	<20	With chemotherapy, based on single study (see Section A4.2 in paper)
	Whole organ	3D-CRT	Aspiration	Mean dose <50	<30	With chemotherapy, based on single study (see Fig. 1 in paper)
	Whole organ	3D-CRT	Edema	Mean dose <44	<20	Without chemotherapy, based on single study in patients without larynx cancer**
	Whole organ	3D-CRT	Edema	V50 <27%	<20	
Lung	Whole organ	3D-CRT	Symptomatic pneumonitis	V20 ≤ 30%	<20	For combined lung, Gradual dose response
	Whole organ	3D-CRT	Symptomatic pneumonitis	Mean dose = 7	5	Excludes purposeful whole lung irradiation
	Whole organ	3D-CRT	Symptomatic pneumonitis	Mean dose = 13	10	
	Whole organ	3D-CRT	Symptomatic pneumonitis	Mean dose = 20	20	
	Whole organ	3D-CRT	Symptomatic pneumonitis	Mean dose = 24	30	
	Whole organ	3D-CRT	Symptomatic pneumonitis	Mean dose = 27	40	
Esophagus	Whole organ	3D-CRT	Grade ≥3 acute esophagitis	Mean dose <34	5–20	Based on RTOG and several studies
	Whole organ	3D-CRT	Grade ≥2 acute esophagitis	V35 <50%	<30	A variety of alternate threshold doses have been implicated. Appears to be a dose/volume response
	Whole organ	3D-CRT	Grade ≥2 acute esophagitis	V50 <40%	<30	
	Whole organ	3D-CRT	Grade ≥2 acute esophagitis	V70 <20%	<30	
Heart	Pericardium	3D-CRT	Pericarditis	Mean dose <26	<15	Based on single study
	Pericardium	3D-CRT	Pericarditis	V30 <46%	<15	
	Whole organ	3D-CRT	Long-term cardiac mortality	V25 <10%	<1	Overly safe risk estimate based on model predictions

Table 1. QUANTEC Summary: Approximate Dose/Volume/Outcome Data for Several Organs Following Conventional Fractionation (Unless Otherwise Noted)* (Continued)

Organ	Volume segmented	Irradiation type (partial organ unless otherwise stated) [†]	Endpoint	Dose (Gy), or dose/volume parameters [‡]	Rate (%)	Notes on dose/volume parameters
Liver	Whole liver – GTV	3D-CRT or Whole organ	Classic RILD [¶]	Mean dose <30-32	<5	Excluding patients with pre-existing liver disease or hepatocellular carcinoma, as tolerance doses are lower in these patients
	Whole liver – GTV	3D-CRT	Classic RILD	Mean dose <42	<50	
	Whole liver – GTV	3D-CRT or Whole organ	Classic RILD	Mean dose <28	<5	In patients with Child-Pugh A preexisting liver disease or hepatocellular carcinoma, excluding hepatitis B reactivation as an endpoint
	Whole liver – GTV	3D-CRT	Classic RILD	Mean dose <36	<50	
	Whole liver –GTV	SBRT (hypofraction)	Classic RILD	Mean dose <13 <18	<5 <5	3 fractions, for primary liver cancer 6 fractions, for primary liver cancer
	Whole liver – GTV	SBRT (hypofraction)	Classic RILD	Mean dose <15 <20	<5 <5	3 fractions, for liver metastases 6 fractions, for liver metastases
	>700 cc of normal liver	SBRT (hypofraction)	Classic RILD	D _{max} <15	<5	Critical volume based, in 3–5 fractions
Kidney	Bilateral whole kidney [‡]	Bilateral whole organ or 3D-CRT	Clinically relevant renal dysfunction	Mean dose <15–18	<5	
	Bilateral whole kidney [‡]	Bilateral whole organ	Clinically relevant renal dysfunction	Mean dose <28	<50	
	Bilateral whole kidney [‡]	3D-CRT	Clinically relevant renal dysfunction	V12 <55% V20 <32% V23 <30% V28 <20%	<5	For combined kidney
Stomach	Whole organ	Whole organ	Ulceration	D100 [§] <45	<7	
Small bowel	Individual small bowel loops	3D-CRT	Grade ≥ 3 acute toxicity [§]	V15 <120 cc	<10	Volume based on segmentation of the individual loops of bowel, not the entire potential peritoneal space
	Entire potential space within peritoneal cavity	3D-CRT	Grade ≥ 3 acute toxicity [§]	V45 <195 cc	<10	Volume based on the entire potential space within the peritoneal cavity

Table 1. QUANTEC Summary: Approximate Dose/Volume/Outcome Data for Several Organs Following Conventional Fractionation (Unless Otherwise Noted)* (Continued)

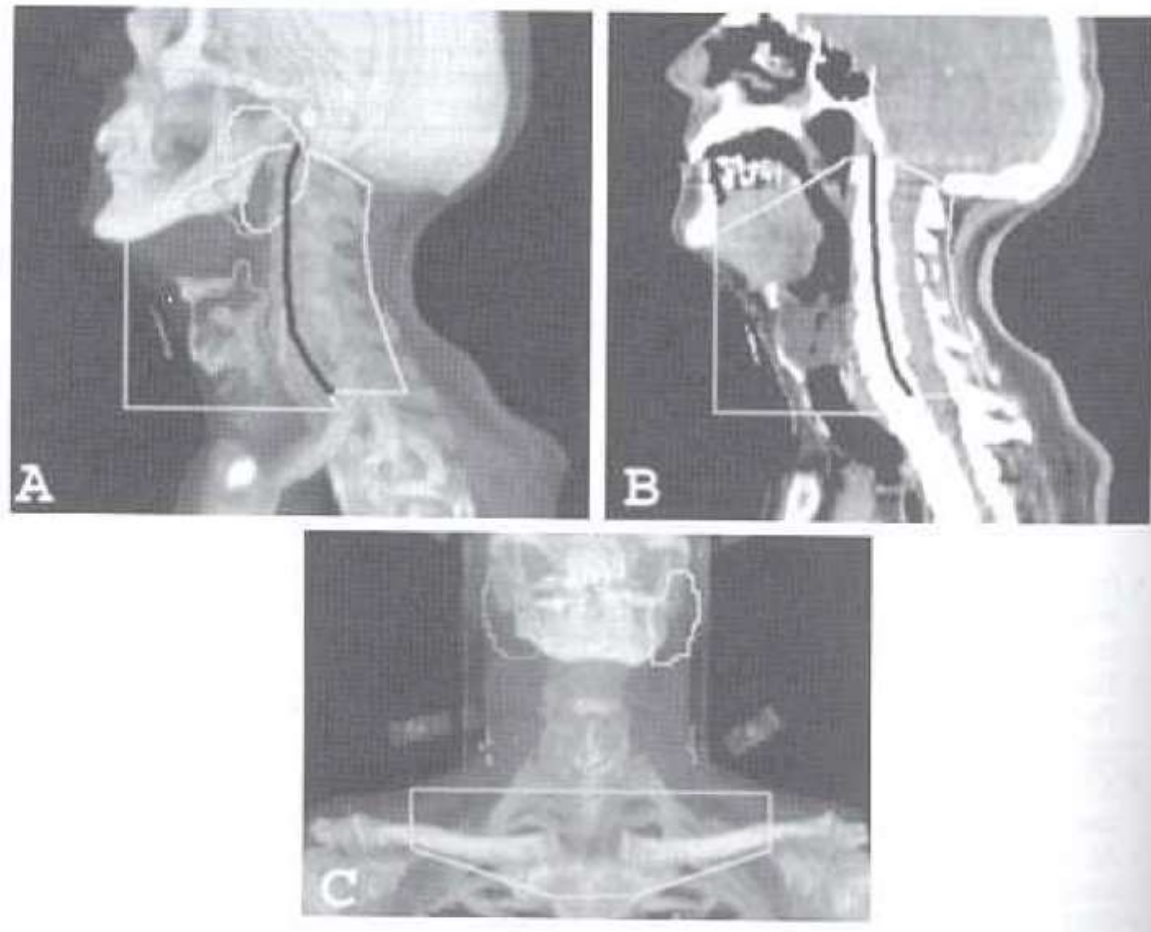
Organ	Volume segmented	Irradiation type (partial organ unless otherwise stated) [†]	Endpoint	Dose (Gy), or dose/volume parameters [†]	Rate (%)	Notes on dose/volume parameters
Rectum	Whole organ	3D-CRT	Grade \geq 2 late rectal toxicity, Grade \geq 3 late rectal toxicity	V50 <50%	<15 <10	Prostate cancer 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	

Abbreviations: 3D-CRT = 3-dimensional conformal radiotherapy, SRS = stereotactic radiosurgery, BED = Biologically effective dose, SBRT = stereotactic body radiotherapy, RILD = radiation-induced liver disease, RTOG = Radiation Therapy Oncology Group.

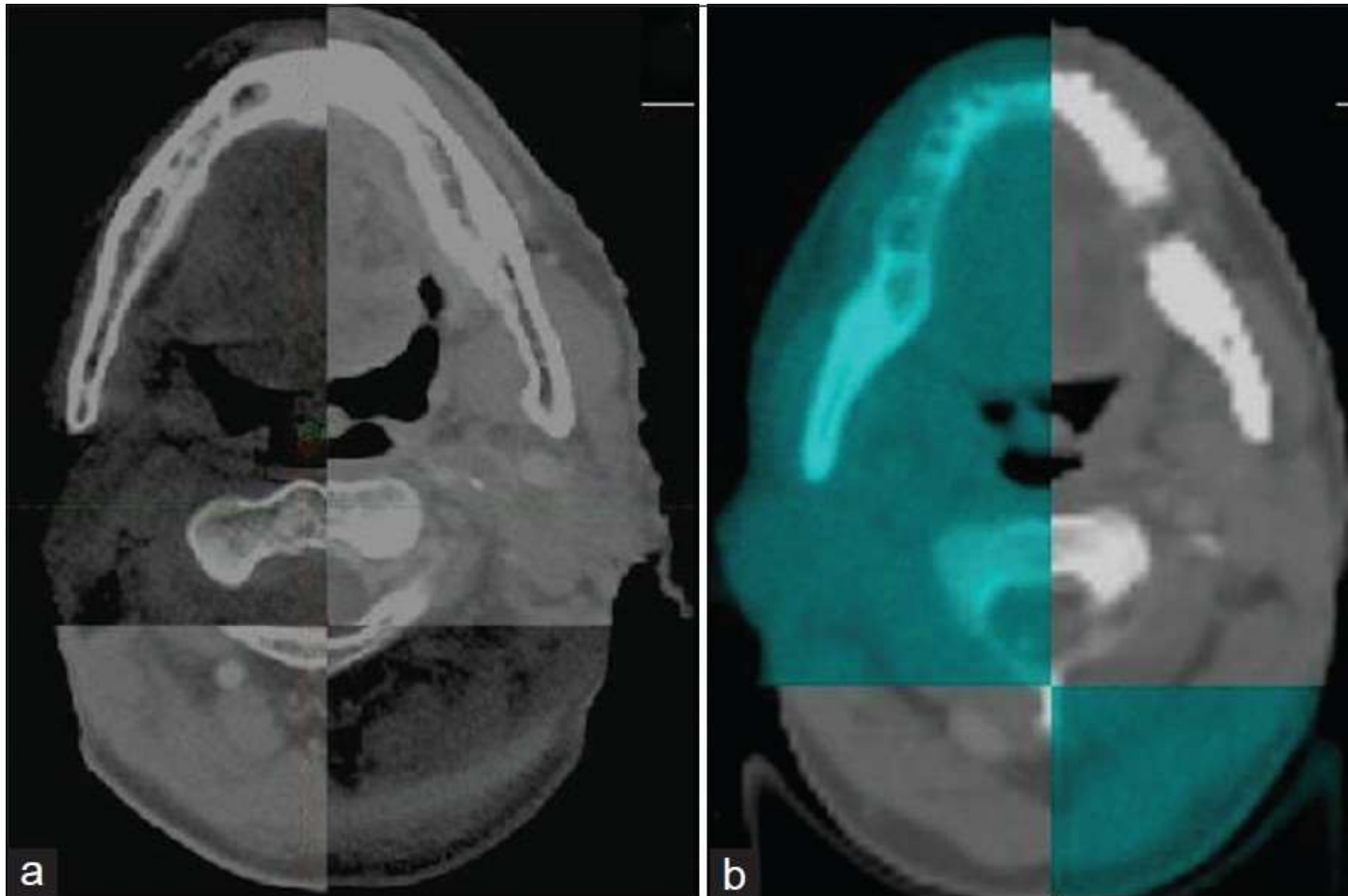
Puntos a desarrollar

1. Introducción
2. Partes del equipo de tratamiento
3. Desarrollo tecnológico de los equipos
4. Como de planifica
- 5. Como se verifica**
6. Como se trata
7. Usos patología benignas
8. Uso patologías malignas
9. Conclusiones

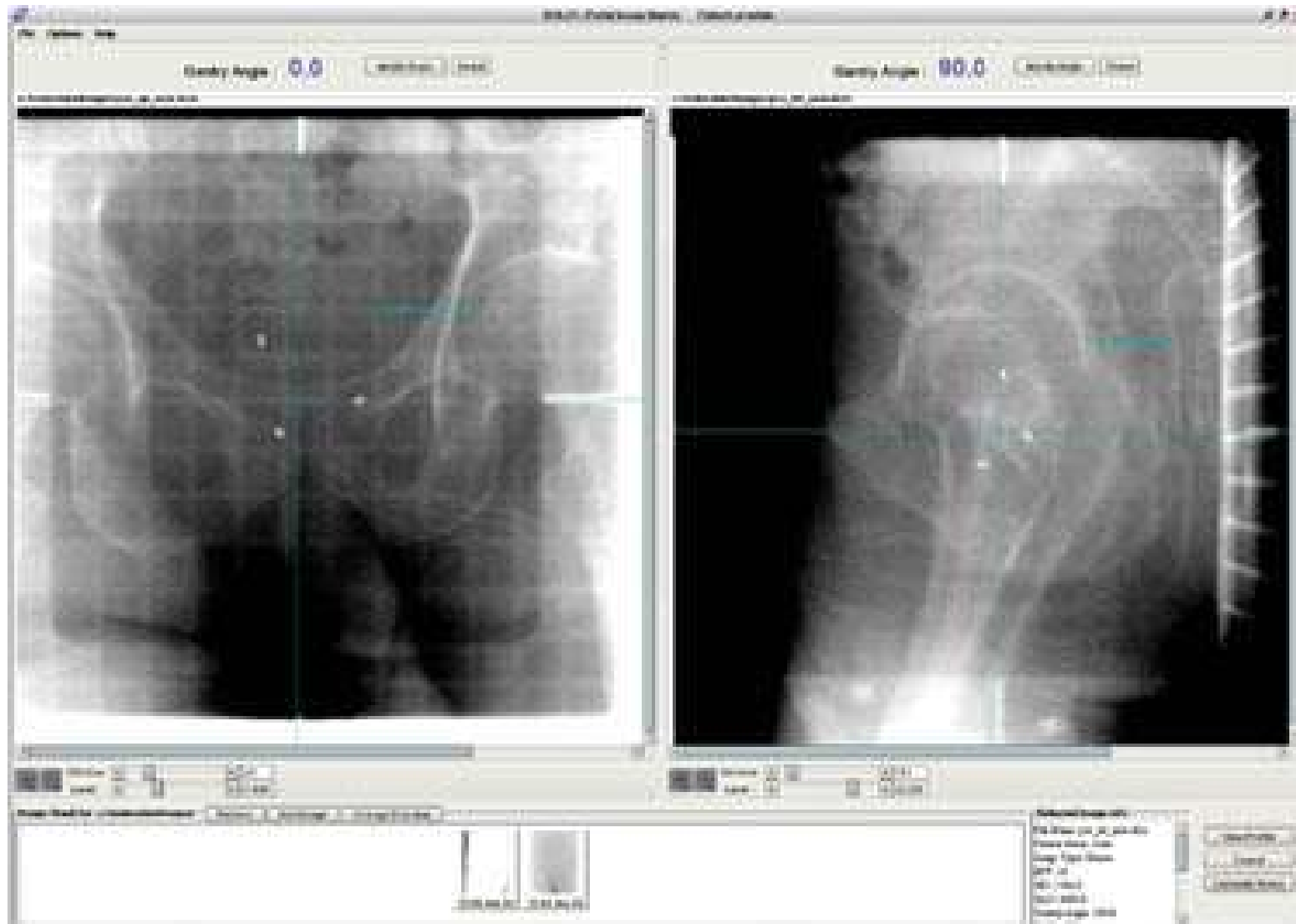
Como se verifica



Como se verifica



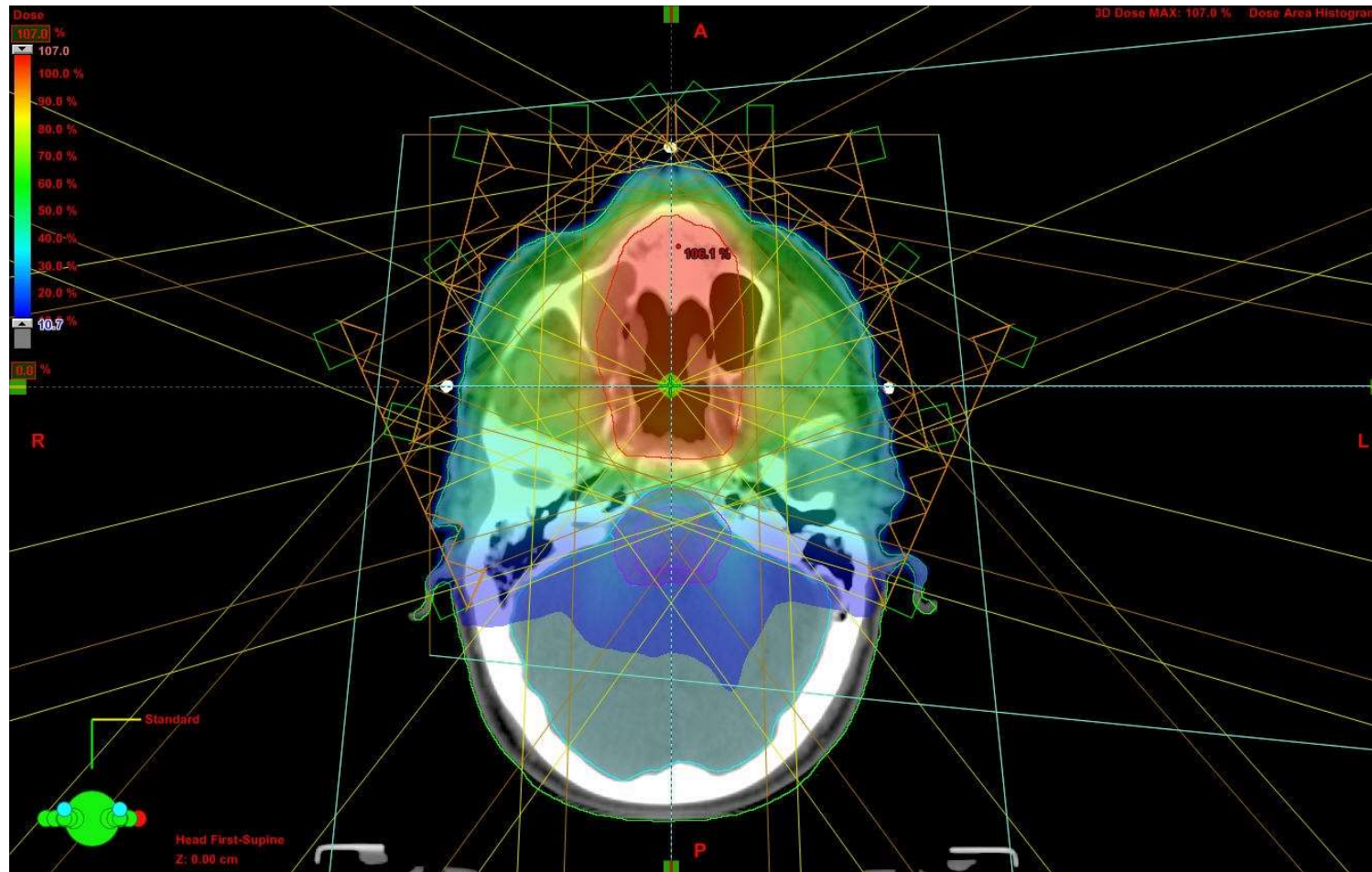
Como se verifica



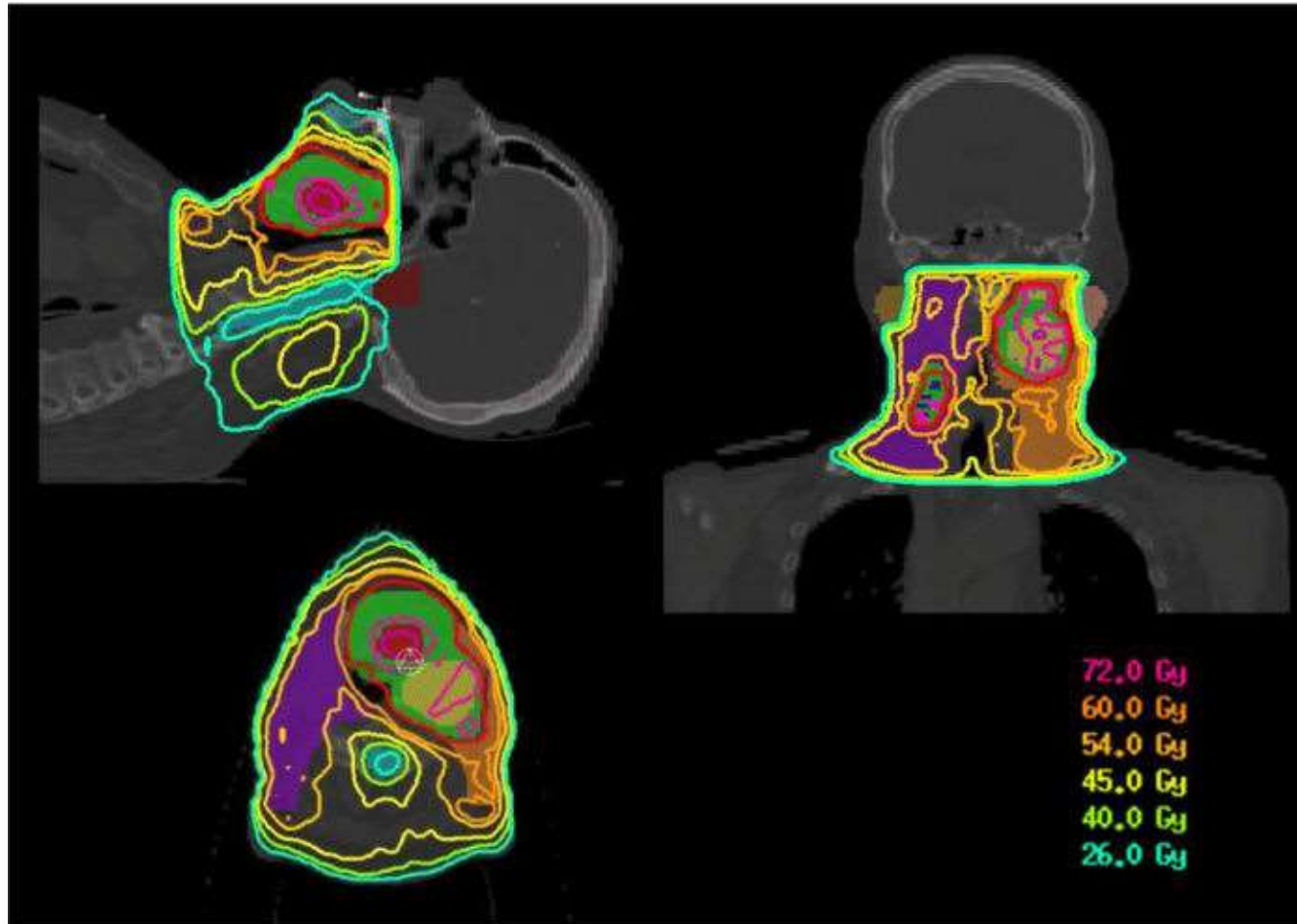
Puntos a desarrollar

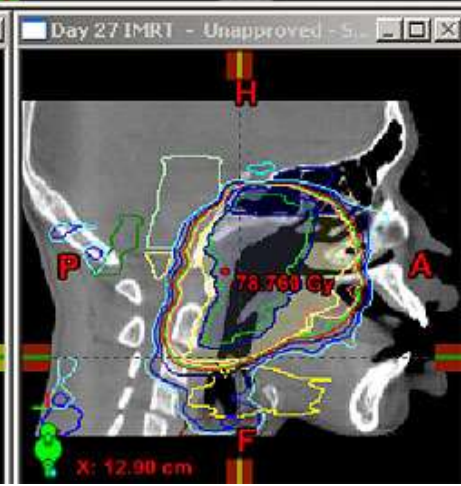
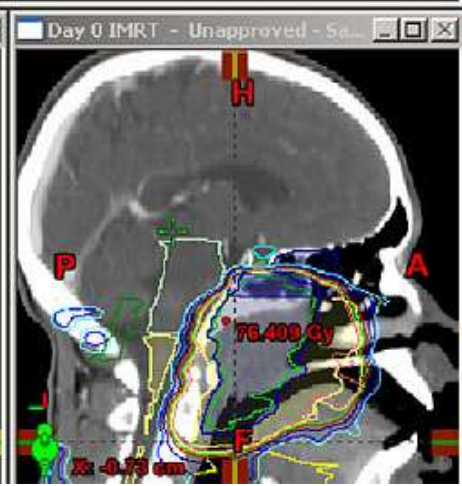
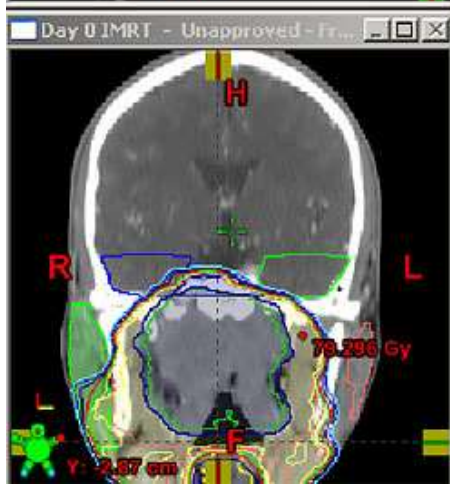
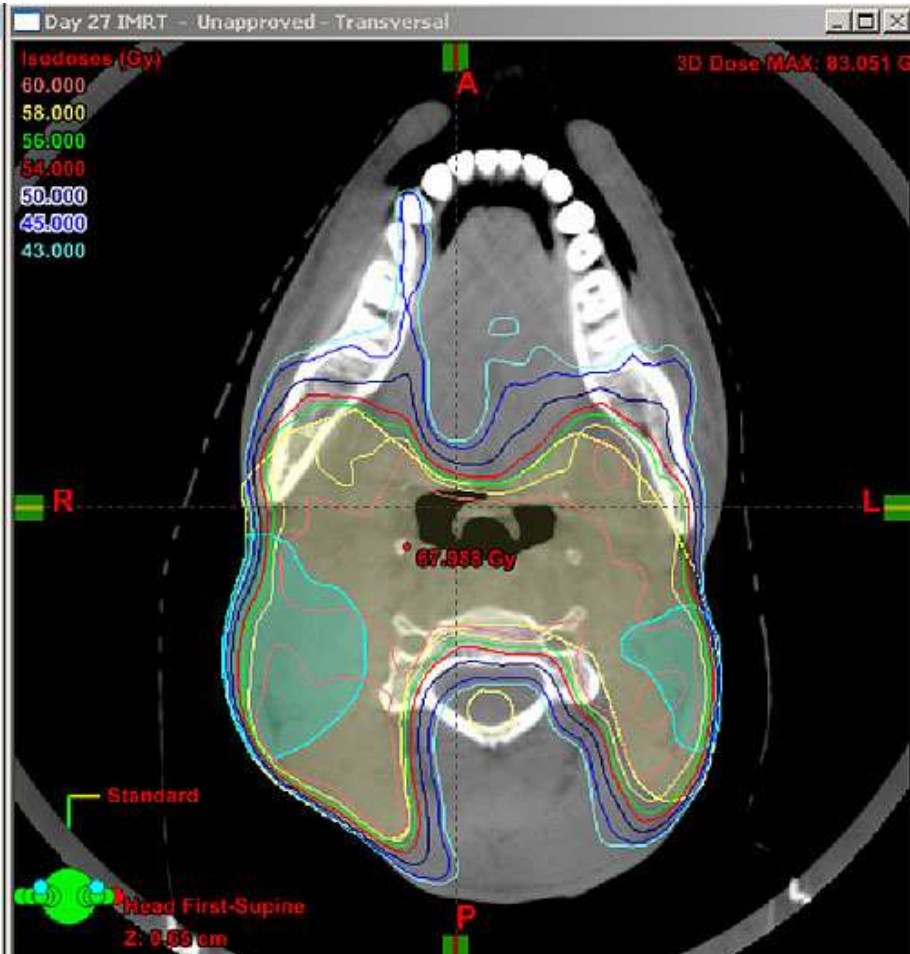
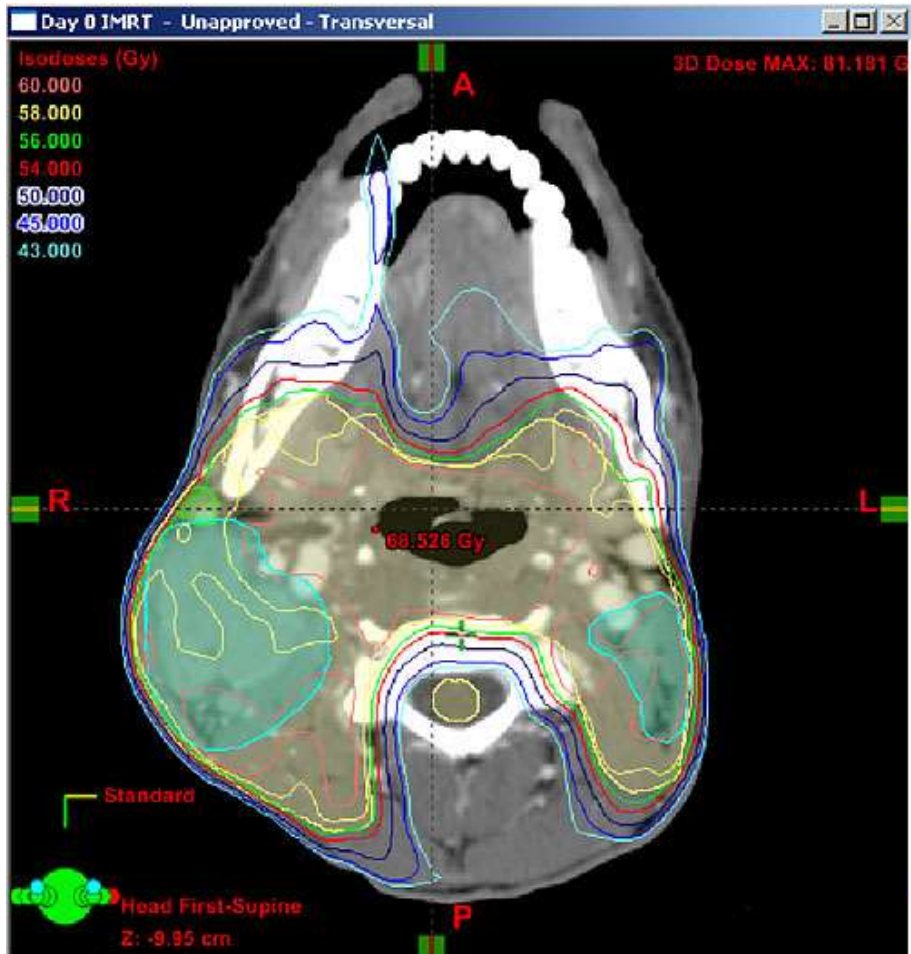
1. Introducción
2. Partes del equipo de tratamiento
3. Desarrollo tecnológico de los equipos
4. Como de planifica
5. Como se verifica
- 6. Como se trata**
7. Usos patología benignas
8. Uso patologías malignas
9. Conclusiones

Como se trata



Como se trata





Puntos a desarrollar

1. Introducción
2. Partes del equipo de tratamiento
3. Desarrollo tecnológico de los equipos
4. Como de planifica
5. Como se verifica
6. Como se trata
- 7. Usos patología benignas**
8. Uso patologías malignas
9. Conclusiones

Usos en patología benignas

- MAV
- Neurinoma del acústico
- Meningioma
- Pseudotumor orbitario (Enf. de Graves)
- Queloides
- Ginecomastia
- Sinovitis villonodular
- Histiocitosis
- Osificación heterotópica
- Tumores desmoides

Puntos a desarrollar

1. Introducción
2. Partes del equipo de tratamiento
3. Desarrollo tecnológico de los equipos
4. Como de planifica
5. Como se verifica
6. Como se trata
7. Usos patología benignas
- 8. Uso patologías malignas**
9. Conclusiones

Usos en patologías malignas

- Piel
- SNC
- H&N
- Pulmón
- Mama
- Esófago
- Gástrico
- Hepáticos
- Vías biliares
- Páncreas
- Colorectal
- Ano
- Endometrio
- CCU
- Vejiga
- Prostata
- Sarcomas
- Hematológicos
- Pediátricos

Usos en patologías malignas

WORLD HEALTH ORGANIZATION



International Agency for Research on Cancer

- **PALIATIVO!!!**

WORLD CANCER REPORT 2008

A little over 50% of all patients who develop cancer will require radiotherapy at some time during their illness [1]. This percentage will vary from one tumour type to another. About

Conclusiones

- Existimos desde el siglo XIX
- Somos una parte fundamental del tratamiento ***(más antiguo que la Qt!!)***
- Somos parte del equipo oncológico multimodal
- Los tratamientos multimodales han mejorado los resultados
- Nos ha beneficiado mucho el desarrollo tecnológico

