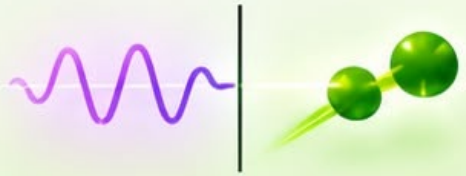

TUMOR CEREBRAL:
MÁS ALLÁ DEL DIAGNÓSTICO
17:00 - 19:30
12 NOVIEMBRE 2026
MUSEO DEL TEATEO ROMANO CARTAGNA
ASTUCE SPAIN
COLUABORA:
Ayuntamiento Cautragena
SERVIER
Protonterapia en tumores cerebrales:
tratar el tumor, proteger el futuro
Dr. Javier Aristu
Director
Dpto. Oncología Radioterápica & Protonterapia
Cancer Center Universidad de Navarra
Pamplona-Madrid
Clínica Universidad de Navarra
Cancer Center

Esquema de la charla

1

Fotones vs protones

¿En qué se diferencian?



2

Dosis bajas de irradiación

Por qué importa proteger el cerebro sano



3

Indicaciones de protonterapia

¿En qué tumores cerebrales aporta más beneficio?



4

Accesibilidad, coste y futuro

Cómo acceder, qué implica hoy y hacia dónde vamos



CUN Protonterapia Hitachi

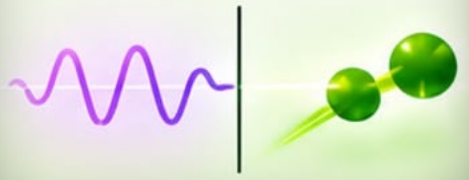
Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Esquema de la charla

1

Fotones vs protones

¿En qué se diferencian?



2

Dosis bajas de irradiación

Por qué importa proteger el cerebro sano



3

Indicaciones de protonterapia

¿En qué tumores cerebrales aporta más beneficio?



4

Accesibilidad, coste y futuro

Cómo acceder, qué implica hoy y hacia dónde vamos



CUN Protonterapia Hitachi

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

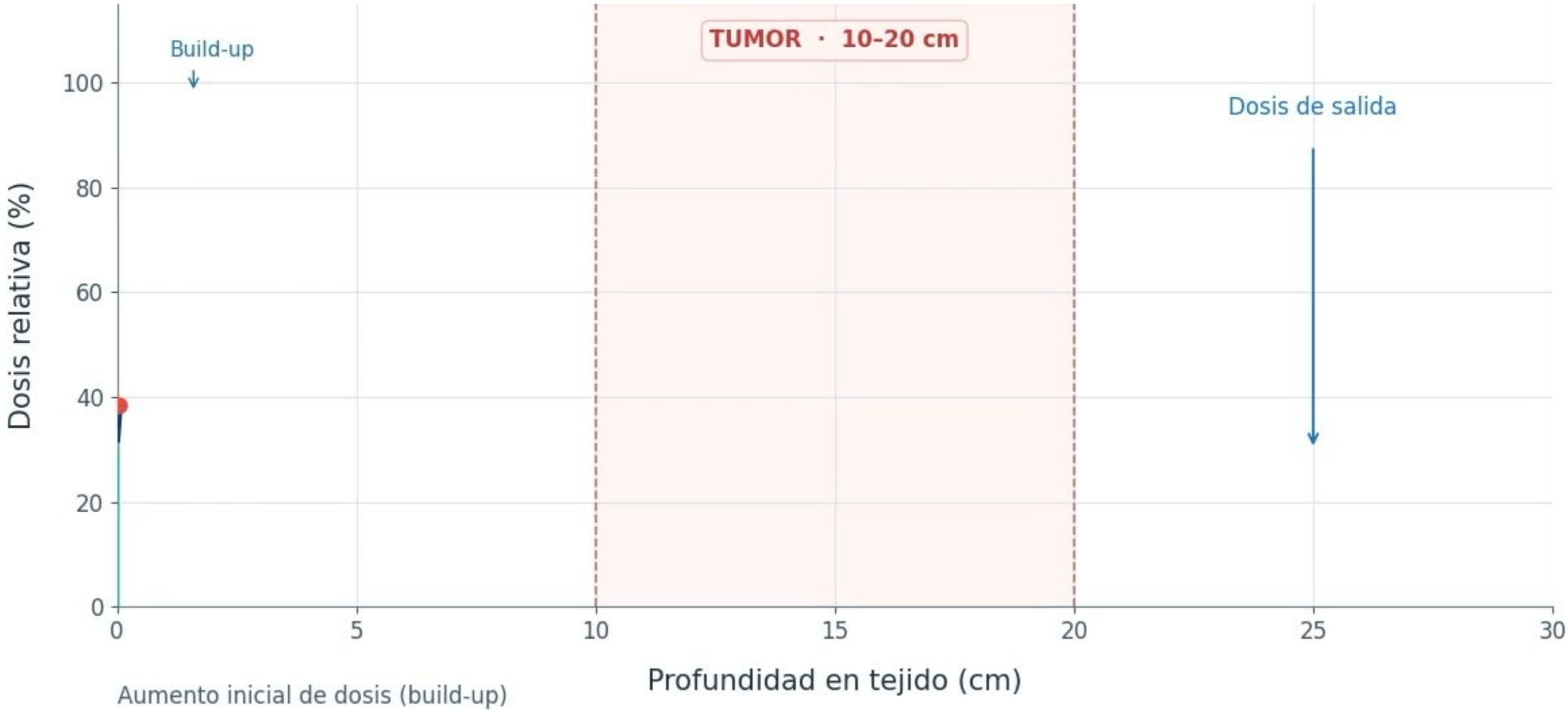
Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Dosis integral

DEPÓSITO DE DOSIS DE UN HAZ DE FOTONES

Build-up inicial · Atenuación progresiva · Dosis de salida después del tumor

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

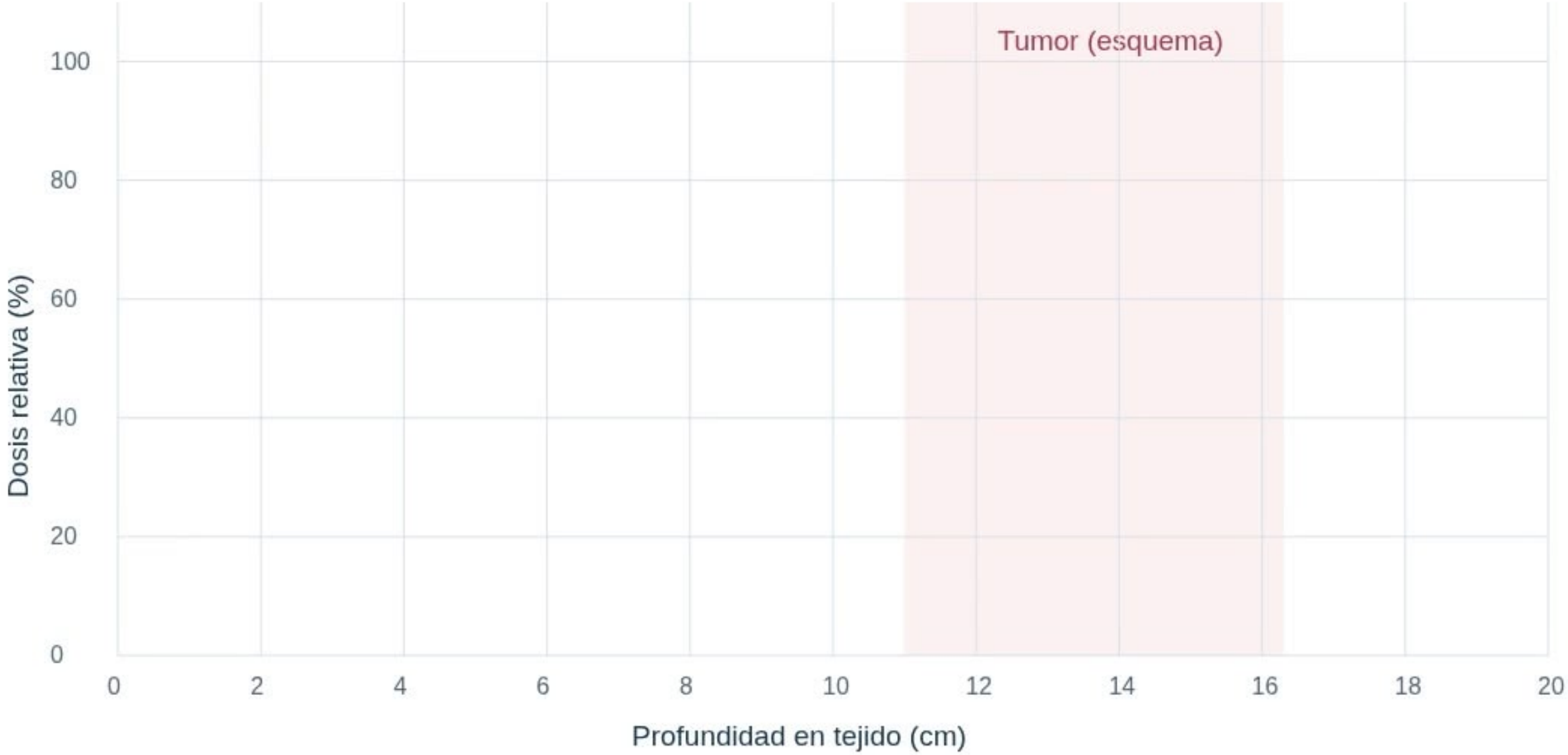


Aumento inicial de dosis (build-up)

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Protons braking



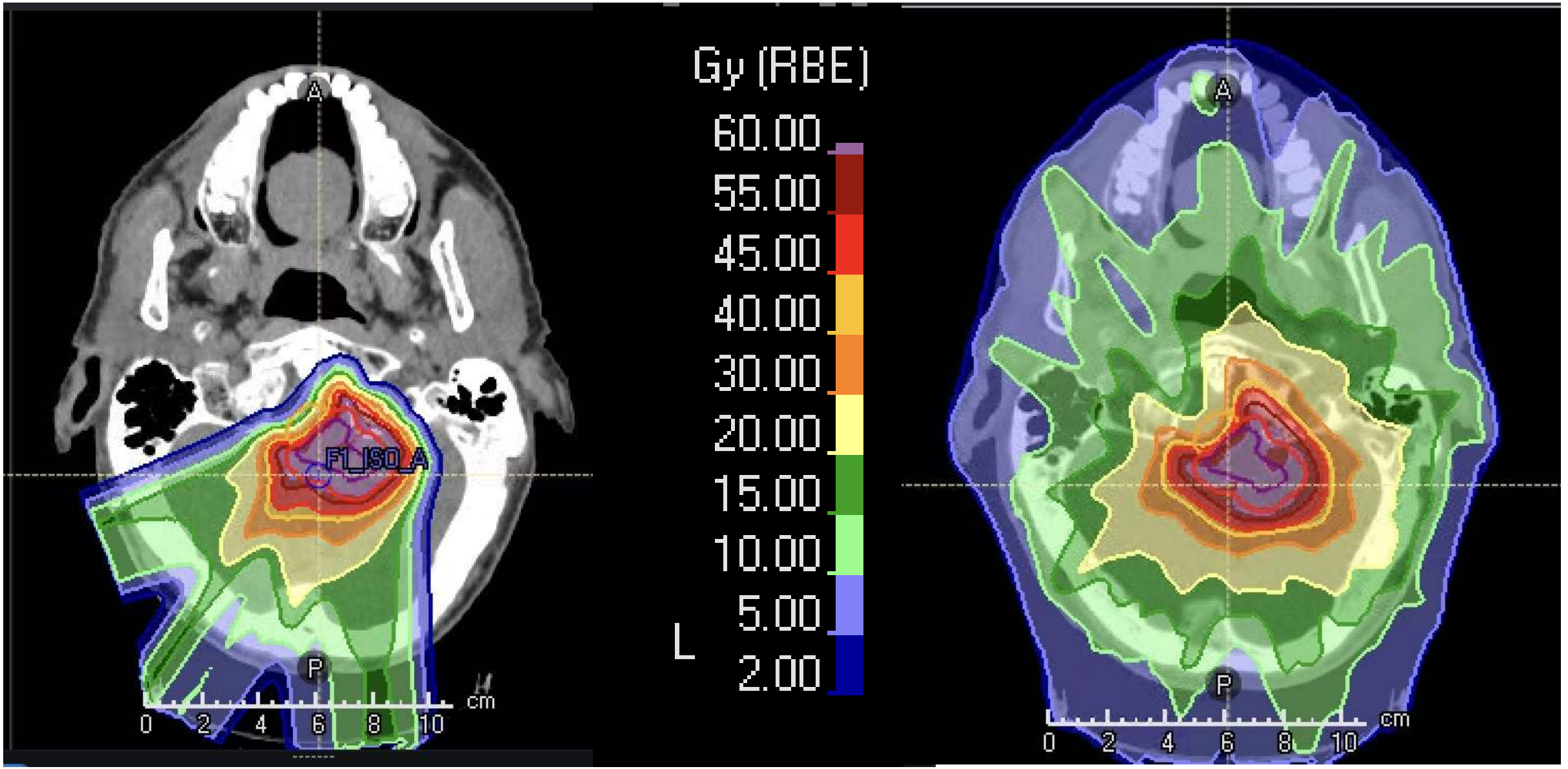

Tumor (esquema)
100
80
60
40
20
0
Dosis relativa (%)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Profundidad en tejido (cm)

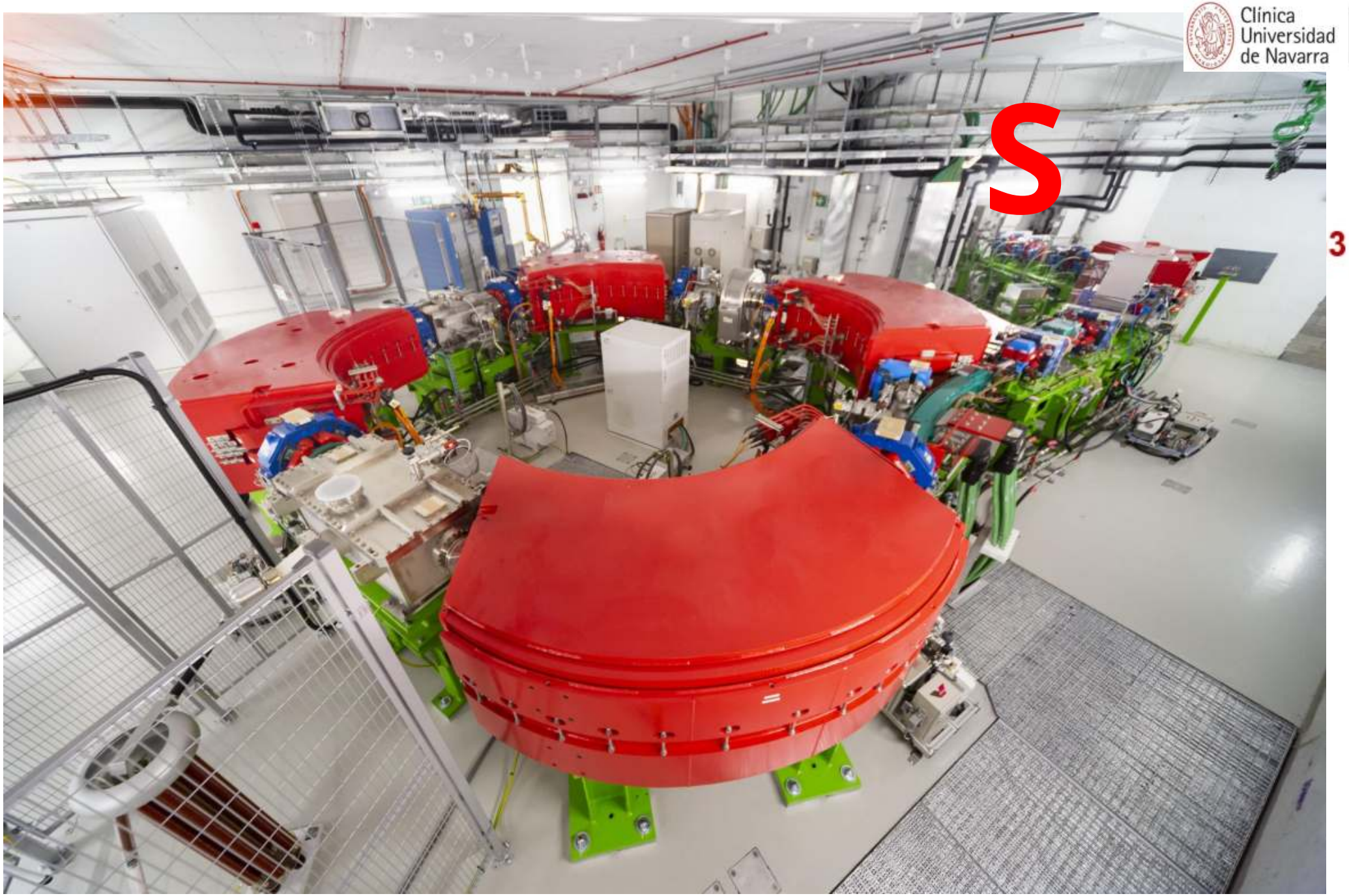
SOBP (Spread Out Bragg Peak) Pico de Bragg ensanchado

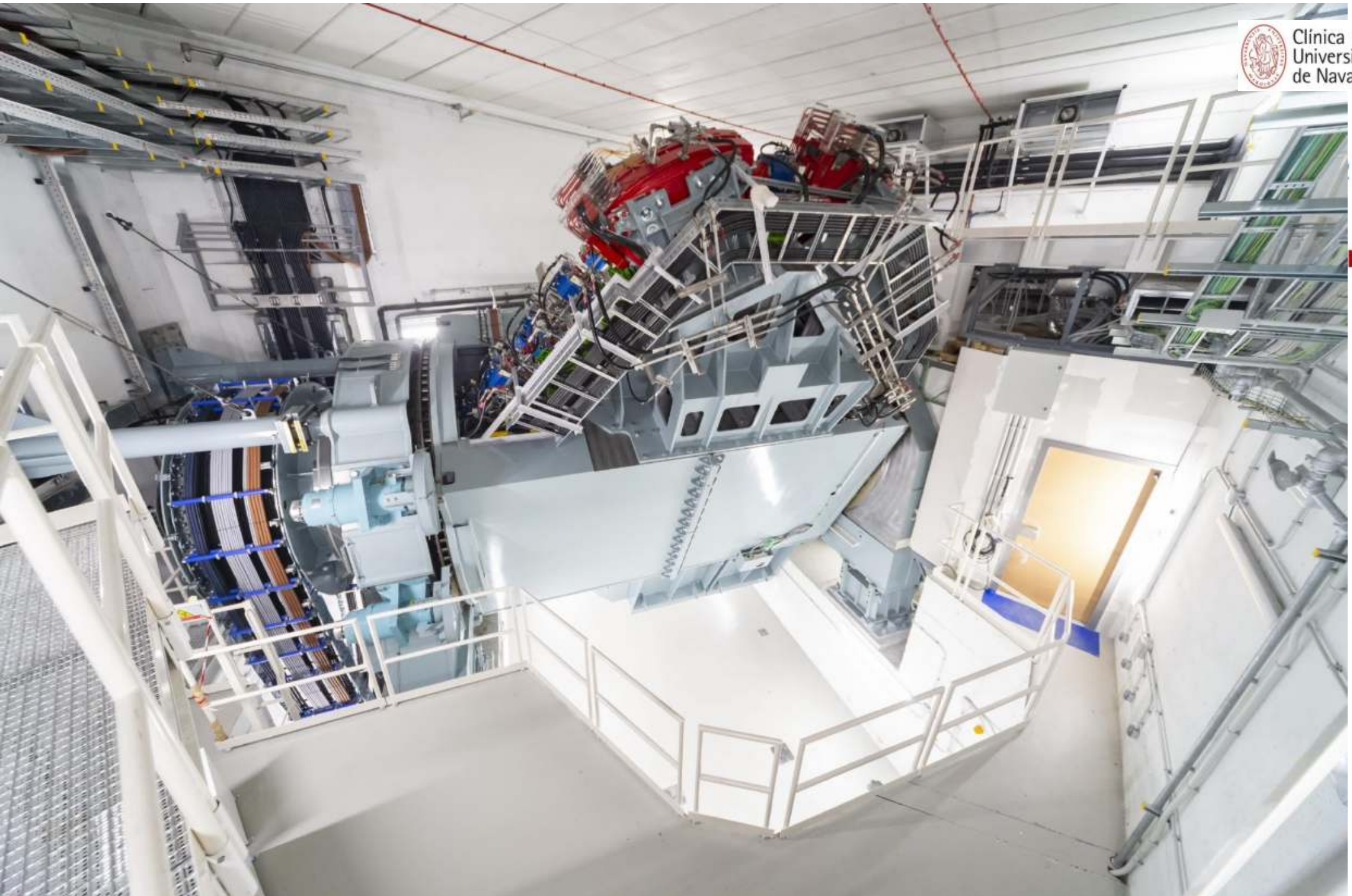


Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Efectos de las dosis bajas de irradiación




S
3



Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

m3



Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

2

m3

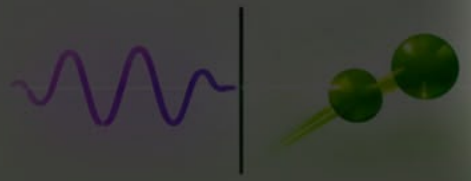

Clínica Universidad de Navarra
Cancer Center
Equipamiento Hitachi presente en hospitales de referencia en el tratamiento de cáncer de EEUU y Japón

Esquema de la charla

1

Fotones vs protones

¿En qué se diferencian?



2

Dosis bajas de irradiación

Por qué importa proteger el cerebro sano



3

Indicaciones de protonterapia

¿En qué tumores cerebrales aporta más beneficio?



4

Accesibilidad, coste y futuro

Cómo acceder, qué implica hoy y hacia dónde vamos

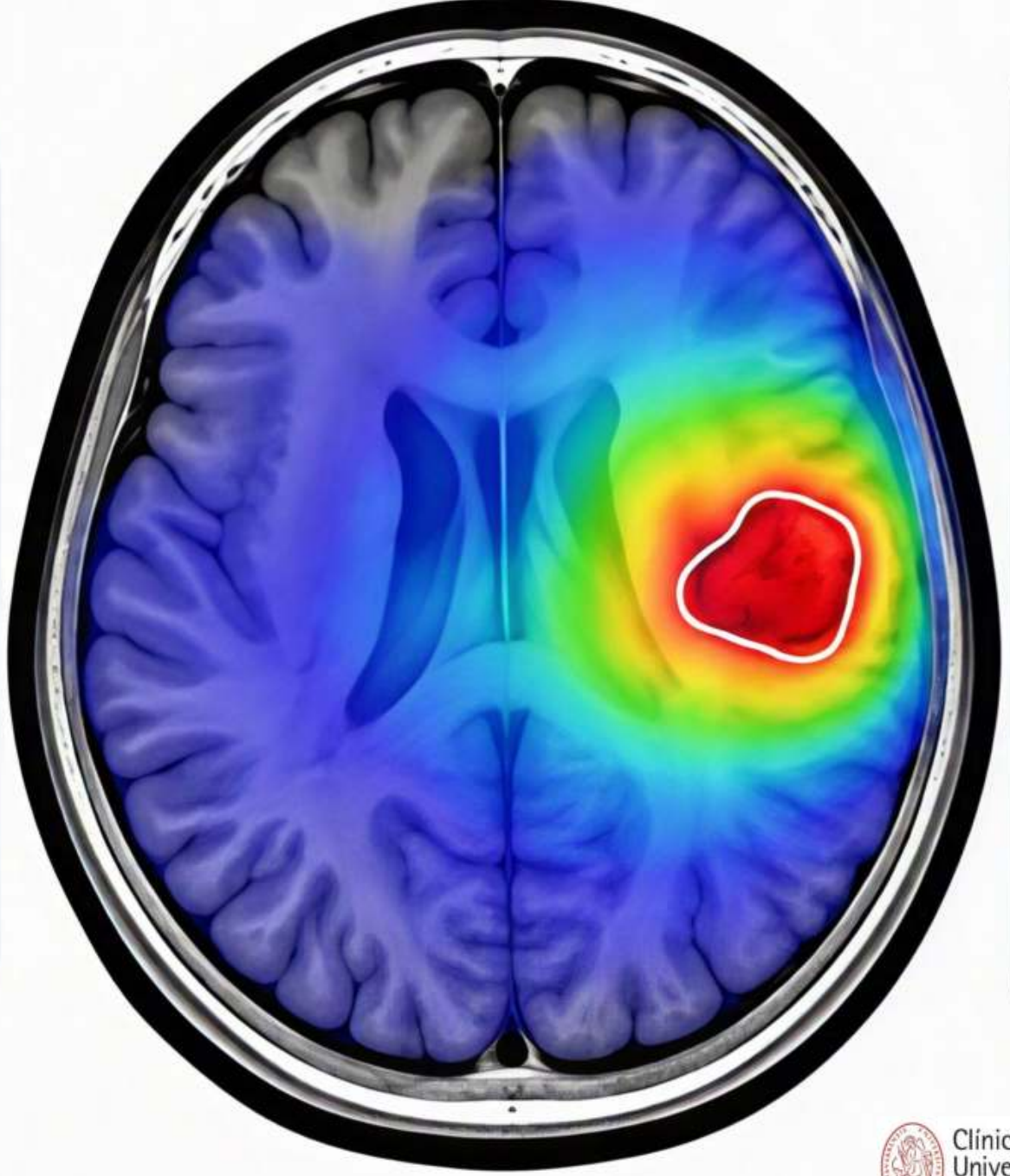


CUN Protonterapia Hitachi

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Radioterapia convencional (fotones)





Dosis
(% de la dosis prescrita)

100%
75%
50%
25%
10%
5%

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Clinica Universidad de Navarra | Cancer Center

Cinco razones para reducir las dosis bajas e intermedias en el cerebro



1

Preservar la memoria y las funciones cognitivas



2

Proteger los vasos sanguíneos y la microcirculación cerebral



3

Disminuir la irradiación de los linfocitos circulantes



4

Reducir secuelas endocrinas y neurológicas



5

Disminuir potencialmente el riesgo de segundos tumores

Cinco razones para reducir las dosis bajas e intermedias en el cerebro



1

Preservar la memoria y las funciones cognitivas



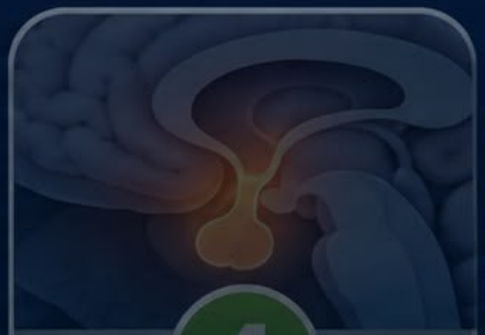
2

Proteger los vasos sanguíneos y la microcirculación cerebral



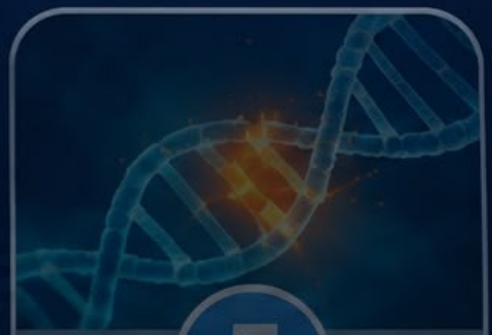
3

Disminuir la irradiación de los linfocitos circulantes



4

Reducir secuelas endocrinas y neurológicas



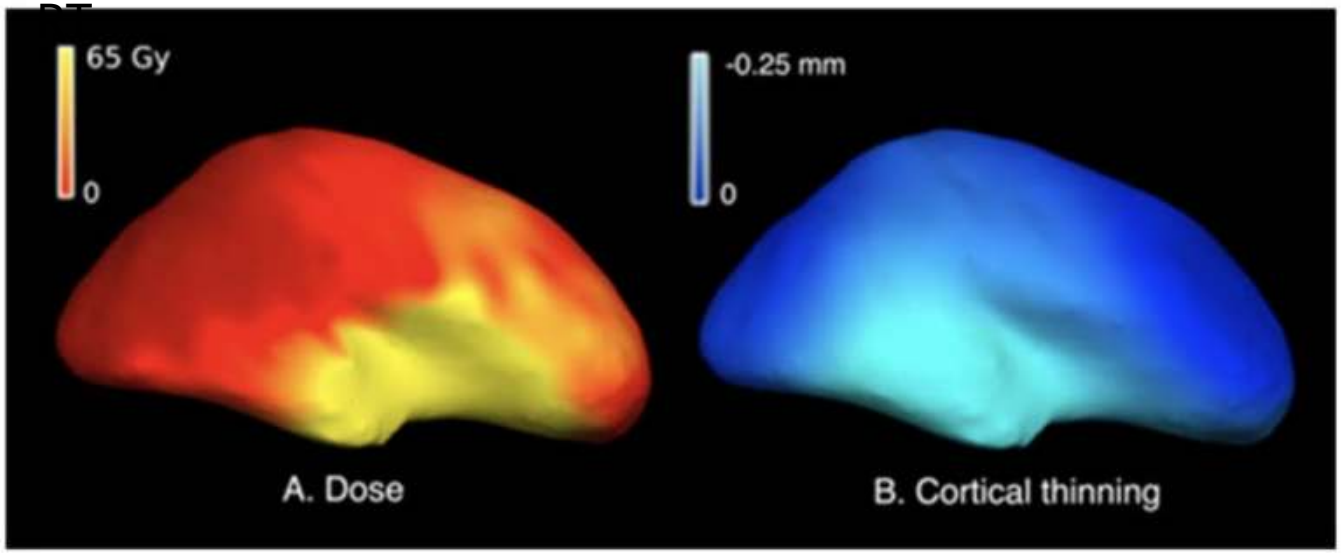
5

Disminuir potencialmente el riesgo de segundos tumores

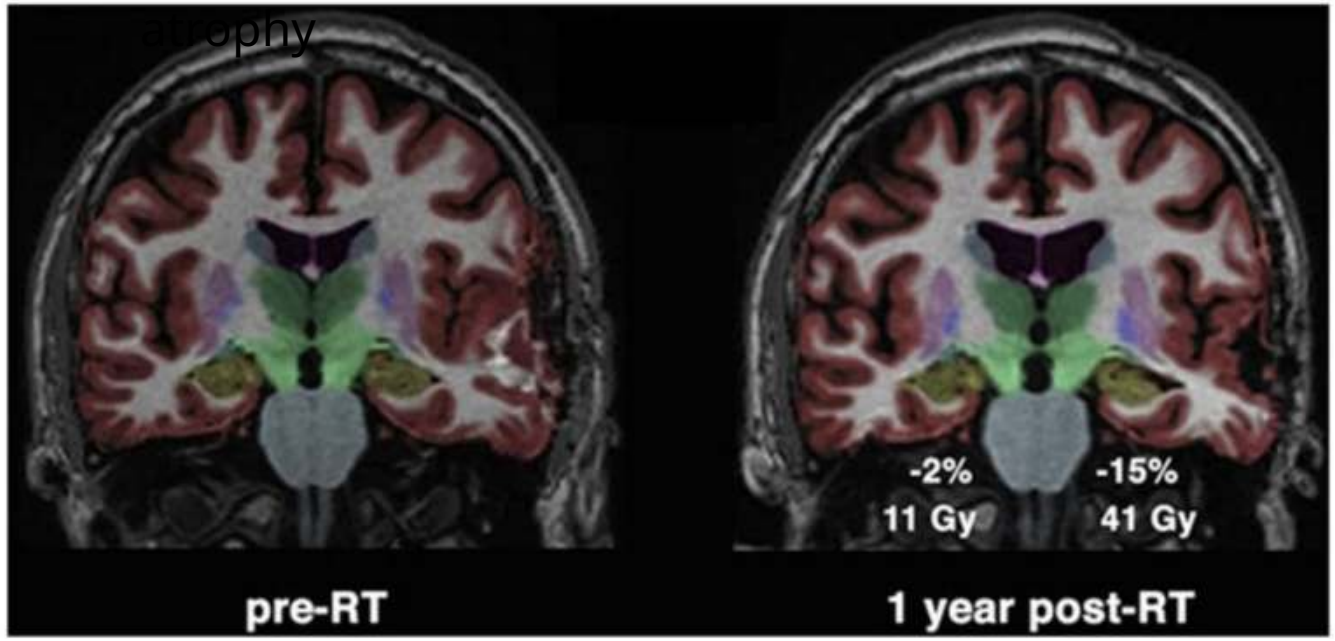
Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Cortical thinning according to dose at one year post-RT



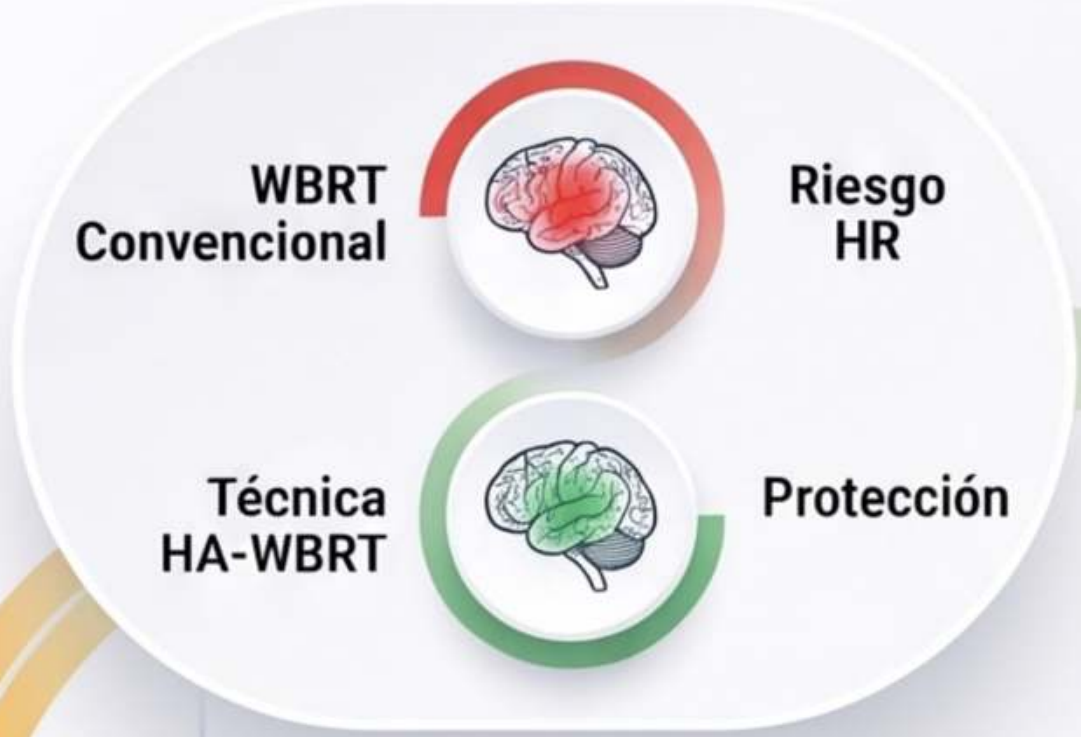
Radiation dose-dependent hippocampal atrophy



Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Impacto Protector de la Preservación Hipocámpica (HA-WBRT)

Reducción del 26% en el Riesgo Relativo



En pacientes sin deterioro a los 2 meses, HA-WBRT protege significativamente contra la toxicidad cognitiva (HR = 0,74; p = 0,033).



Factores Pronósticos (Supervivientes a 2 Meses)

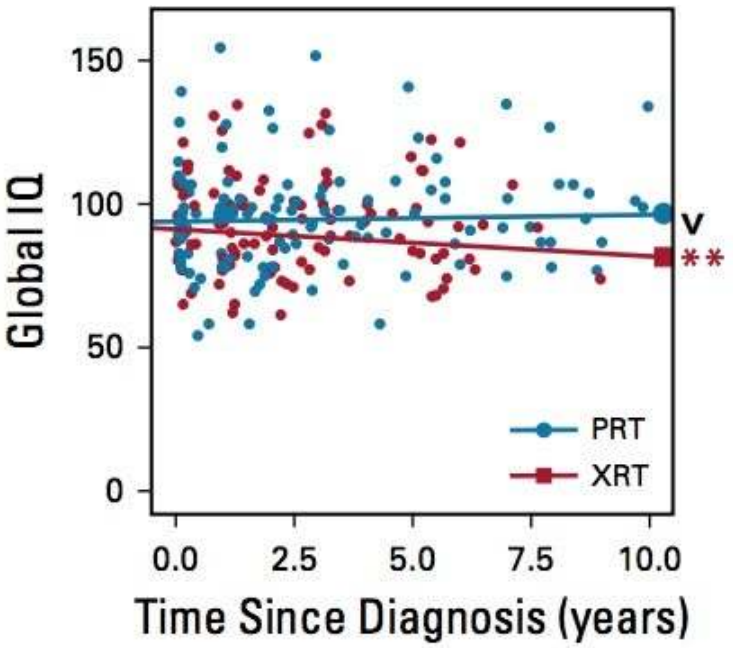
Factor Pronóstico	Hazard Ratio (HR)	IC 95% / Valor p
Técnica HA-WBRT (vs. WBRT convencional)	0,74	IC: 0,56 - 0,98; p = 0,033
Edad ≥61 años (vs. >61 años)	0,62	IC: 0,45 - 0,85; p = 0,003
Radiocirugia previa (Sí vs. No)	1,27	IC: 0,93 - 1,73; p = 0,130

Cherng HR et al. Red Journal

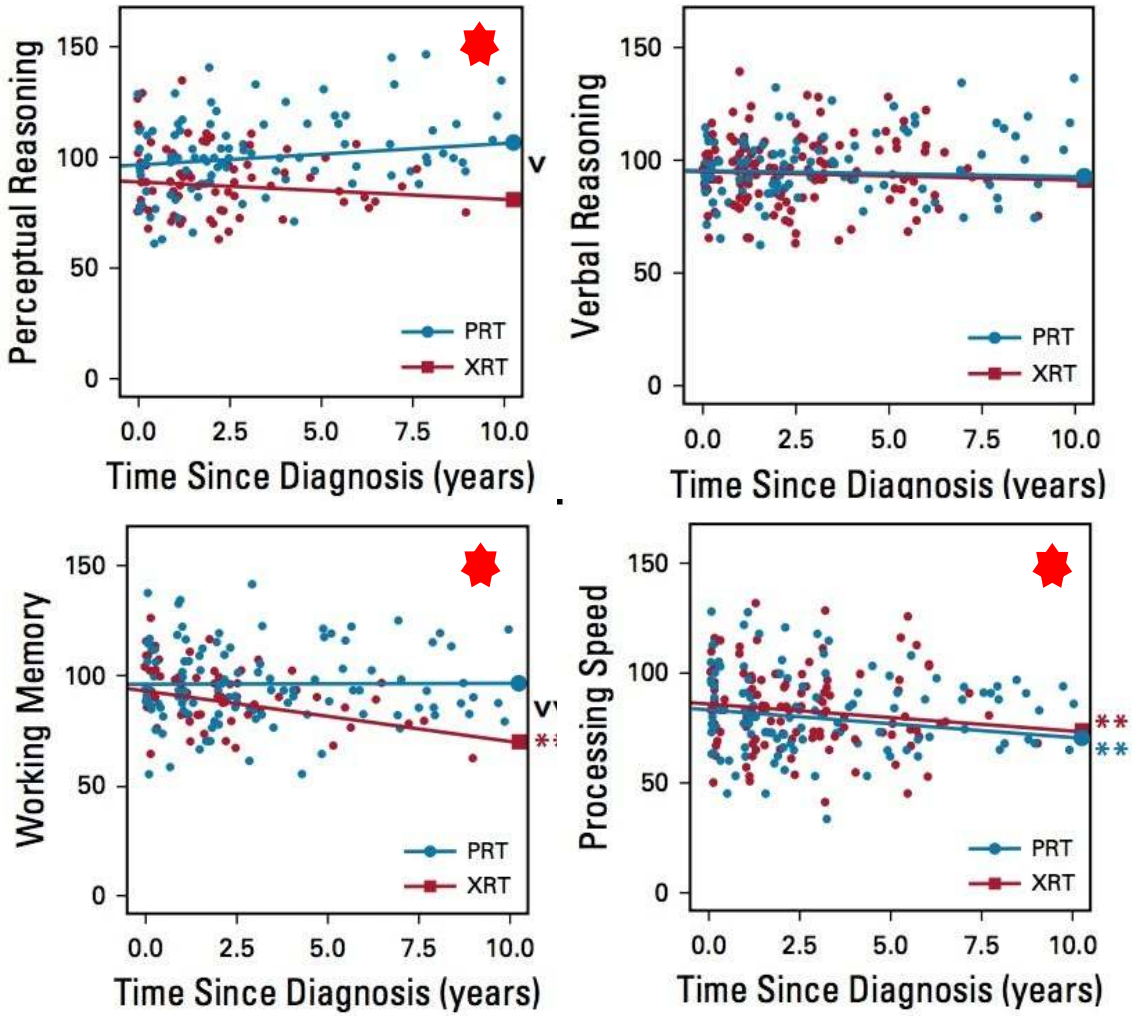
1) Meduloblastoma (CSI)

Neurocognitive outcome

2007 and 2018
#79
Differed only
PRT *v* XRT



Superior Intellectual Outcomes After Proton Radiotherapy Compared With Photon Radiotherapy for Pediatric Medulloblastoma

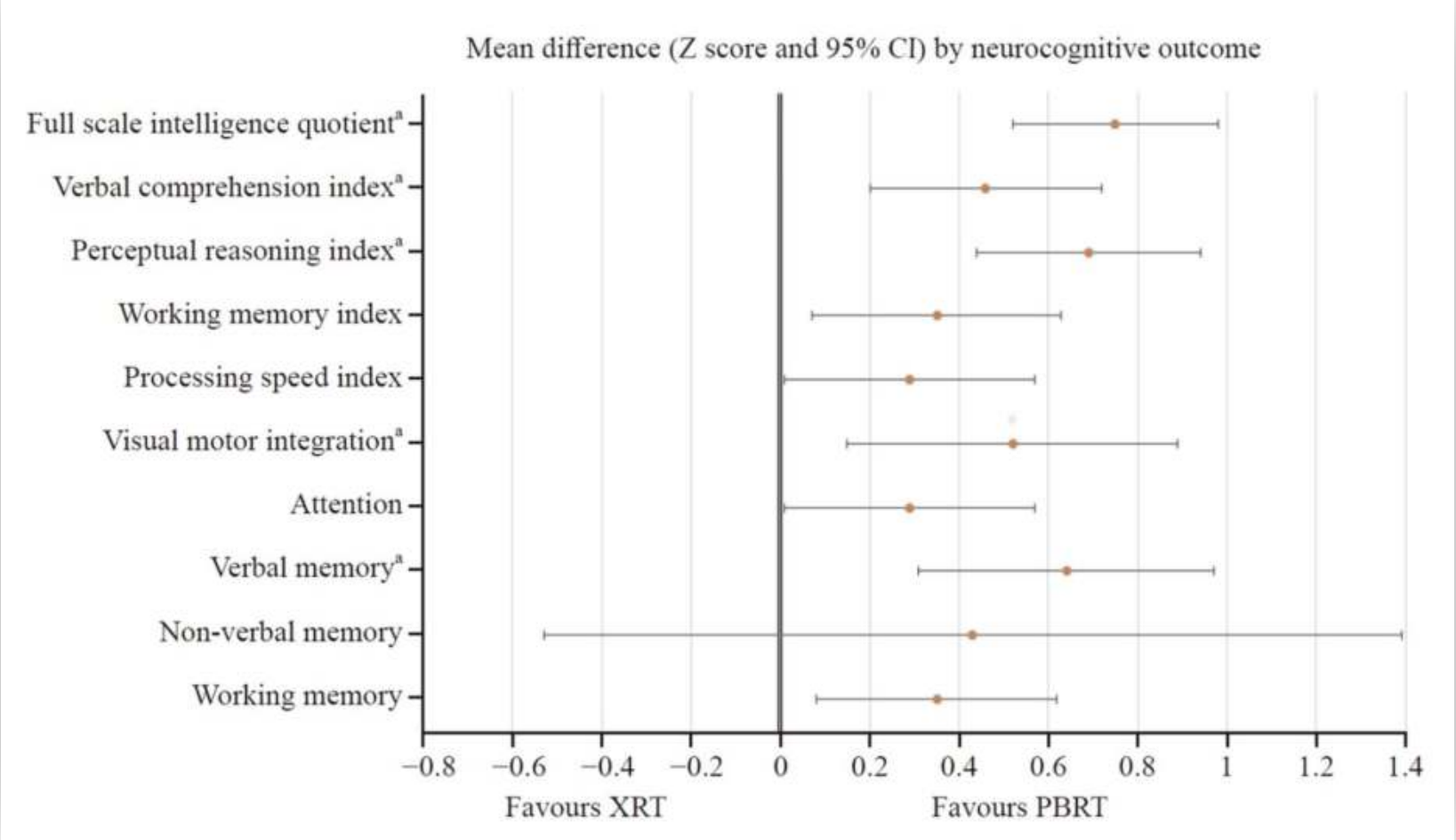


P, .01

Kahalley LS, et al. JCO 2020

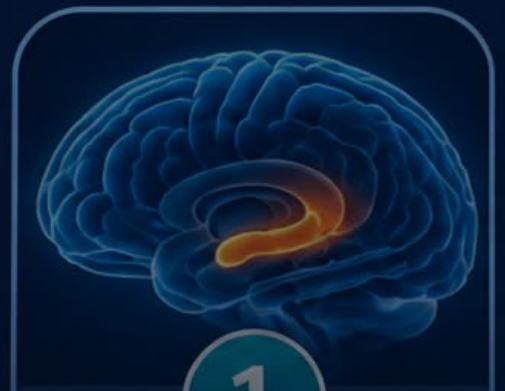
Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center Universidad de Navarra

Neurocognitive outcomes in pediatric brain tumors after treatment with proton versus photon radiation: a systematic review and meta-analysis



Lassaletta A, et al. World Journal of Pediatrics 2023

Efectos tardíos de la radioterapia



1

Memoria



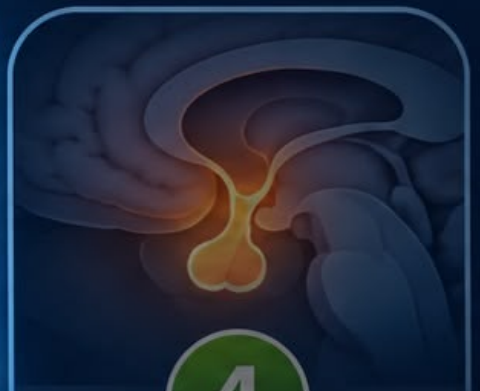
2

Microcirculación cerebral



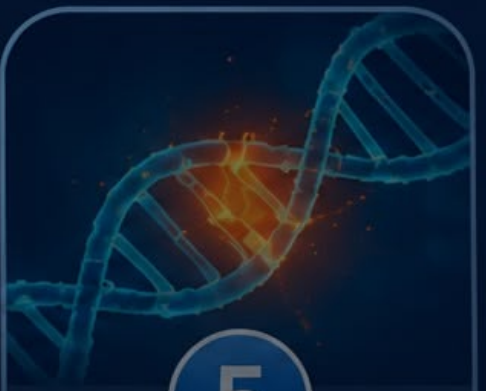
3

Linfocitos



4

Secuelas endocrinas



5

Segundos tumores

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Linfocitos: extremadamente sensibles a dosis bajas de irradiación



Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

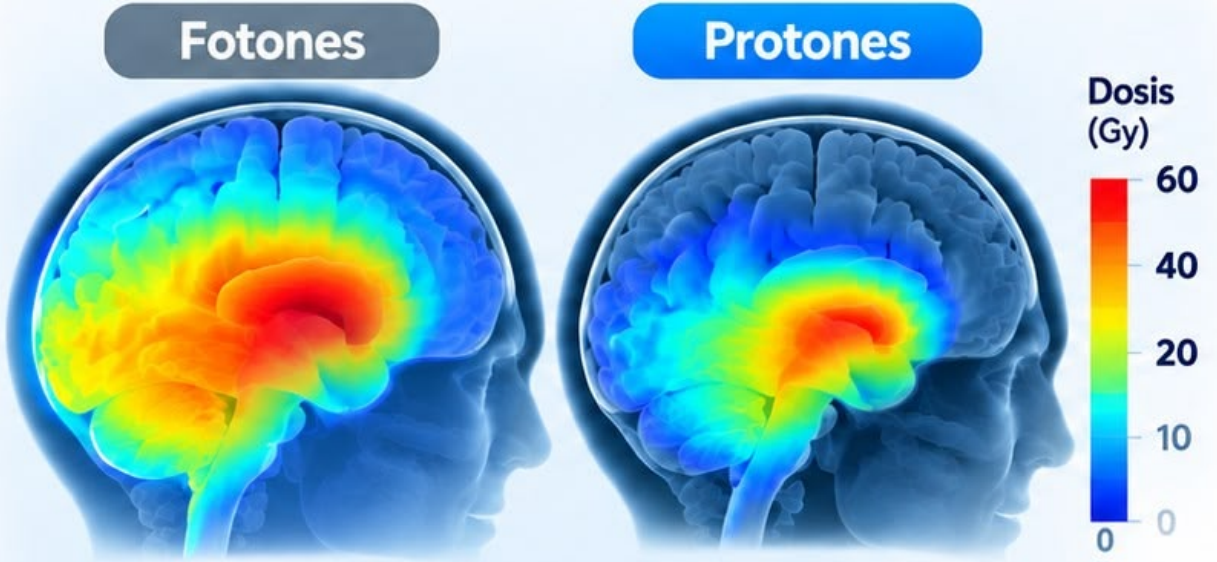
Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Protonterapia y linfopenia en glioblastoma

Ensayo aleatorizado fase II: protones vs. fotones con temozolomida

Principales predictores de linfopenia grave (Grado ≥3)

- ♂♀* **Sexo**
- **ALC basal** (linfocitos)
- **V20** cerebral



Volumen creebral irradiado (dosis bajas e intermedias) | **V20** ↓ **−40%**

Linfopenia grave (Grado ≥3)



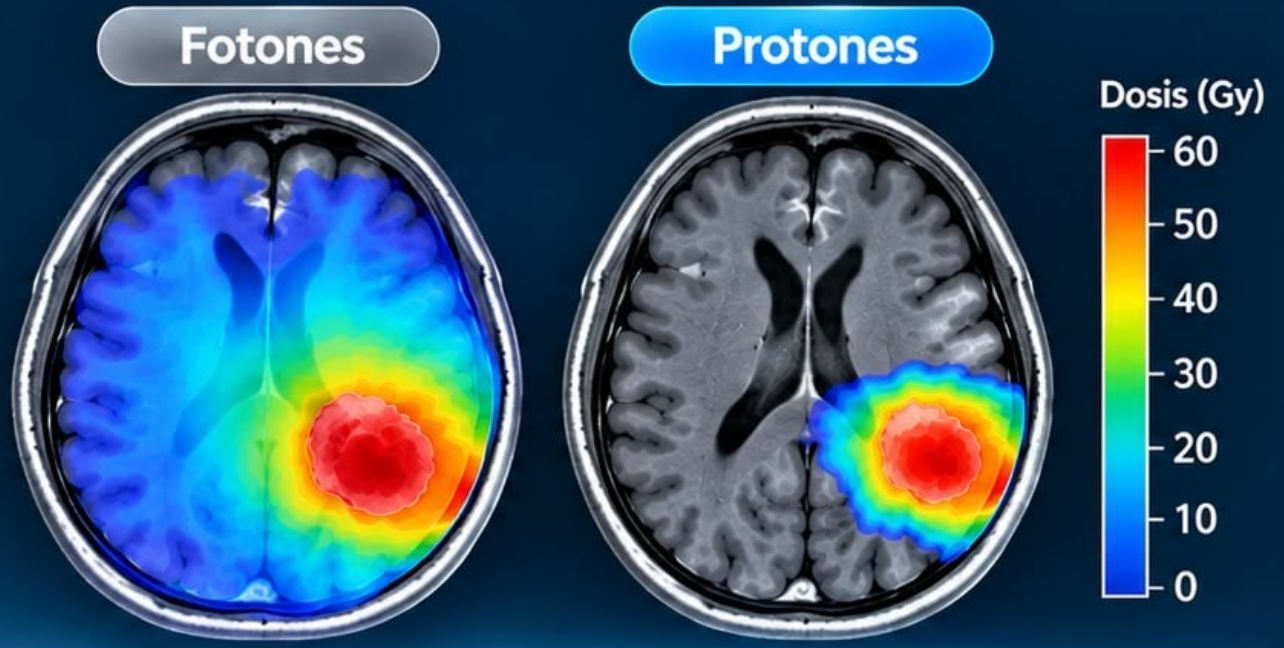


La protonterapia reduce la dosis en el cerebro sano y la linfopenia grave

Mohan R, et al. Neuro-Oncol

Revisión sistemática y metaanálisis

La linfopenia inducida por el tratamiento puede asociarse con peor supervivencia en glioblastoma

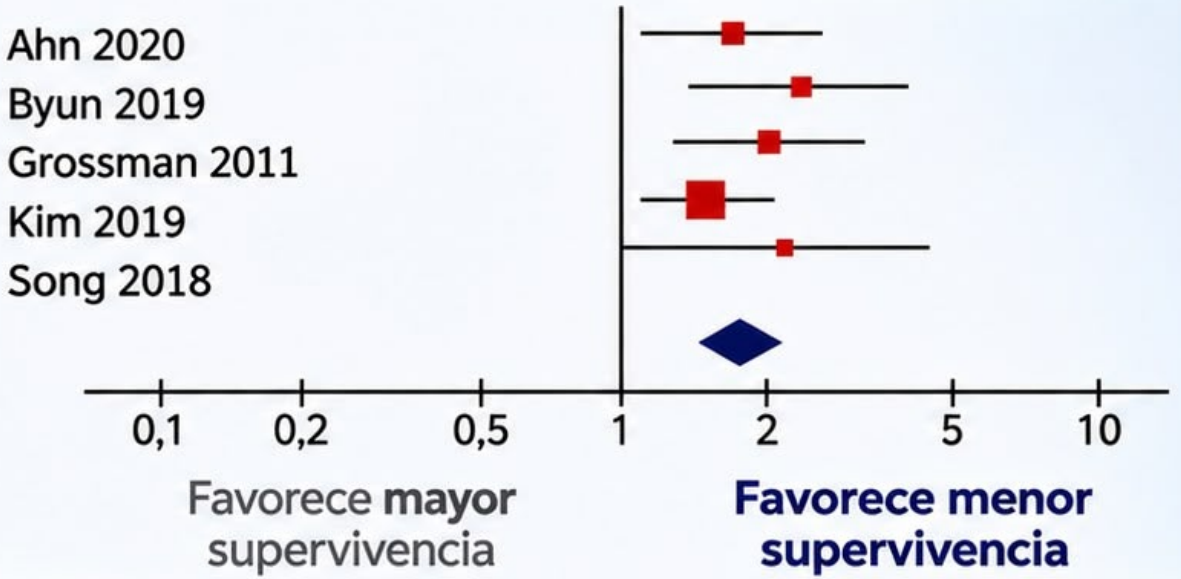


Supervivencia global

HR = 1,78

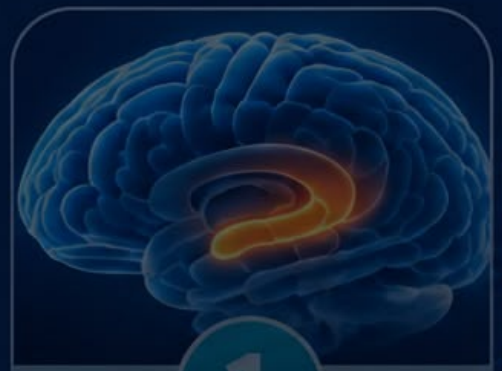
IC 95%: 1,46 – 2,17

***p* < 0,00001**



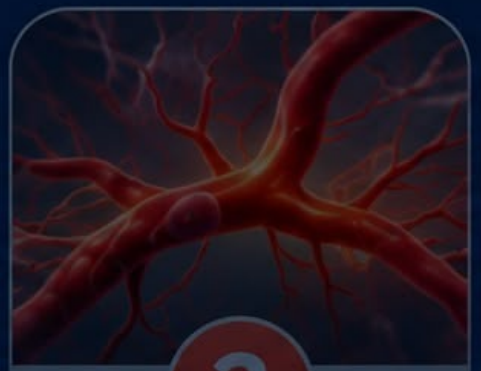
Ali M. Saeed et al. *Radiation Oncol.* 2024

Efectos tardíos de la radioterapia



1

Memoria



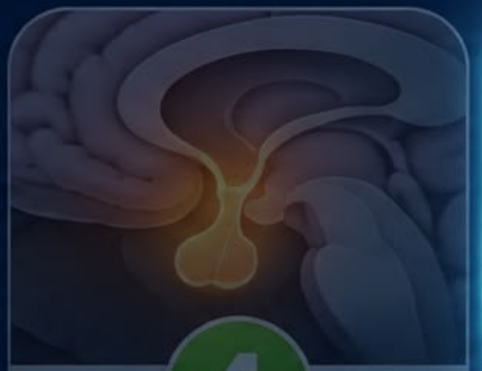
2

Microcirculación cerebral



3

Linfocitos



4

Secuelas endocrinas



5

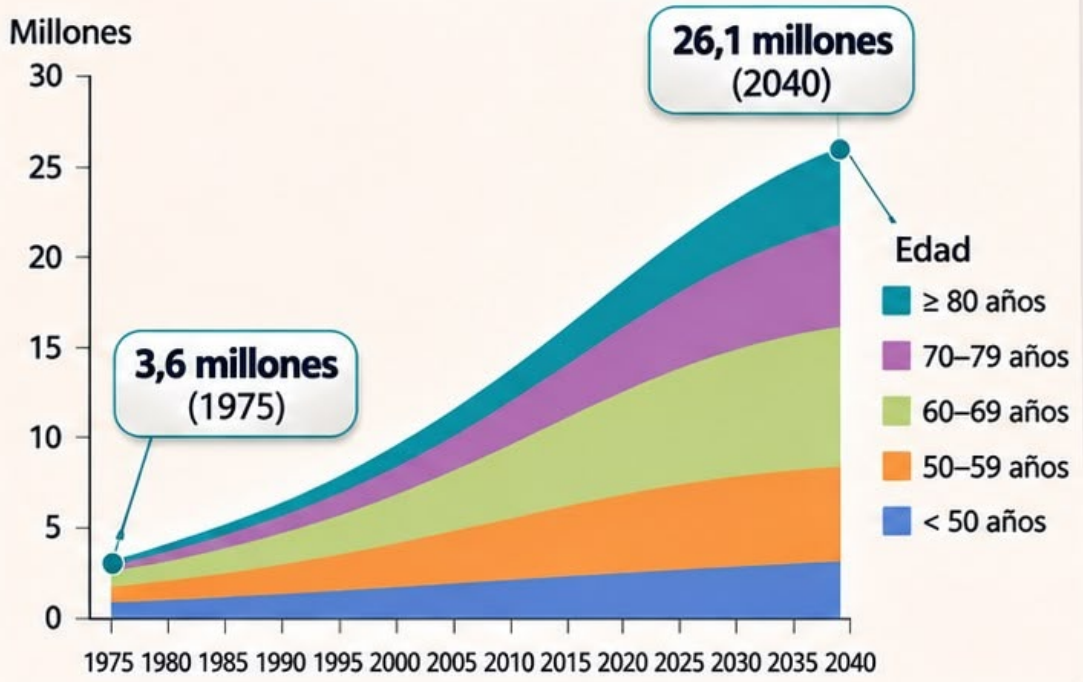
Segundos tumores

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Supervivientes de cáncer:
una población creciente y con nuevas necesidades



Población de supervivientes de cáncer (EE. UU., 1975–2040)

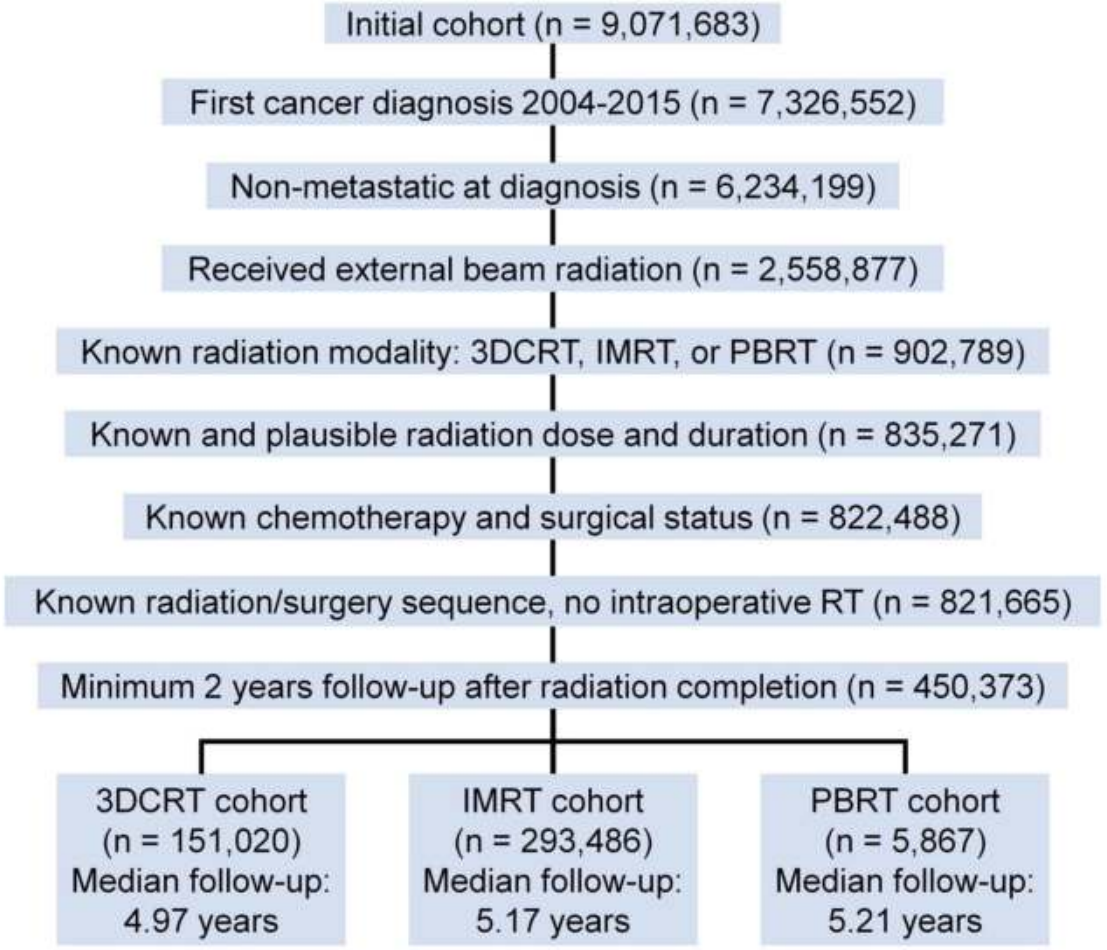


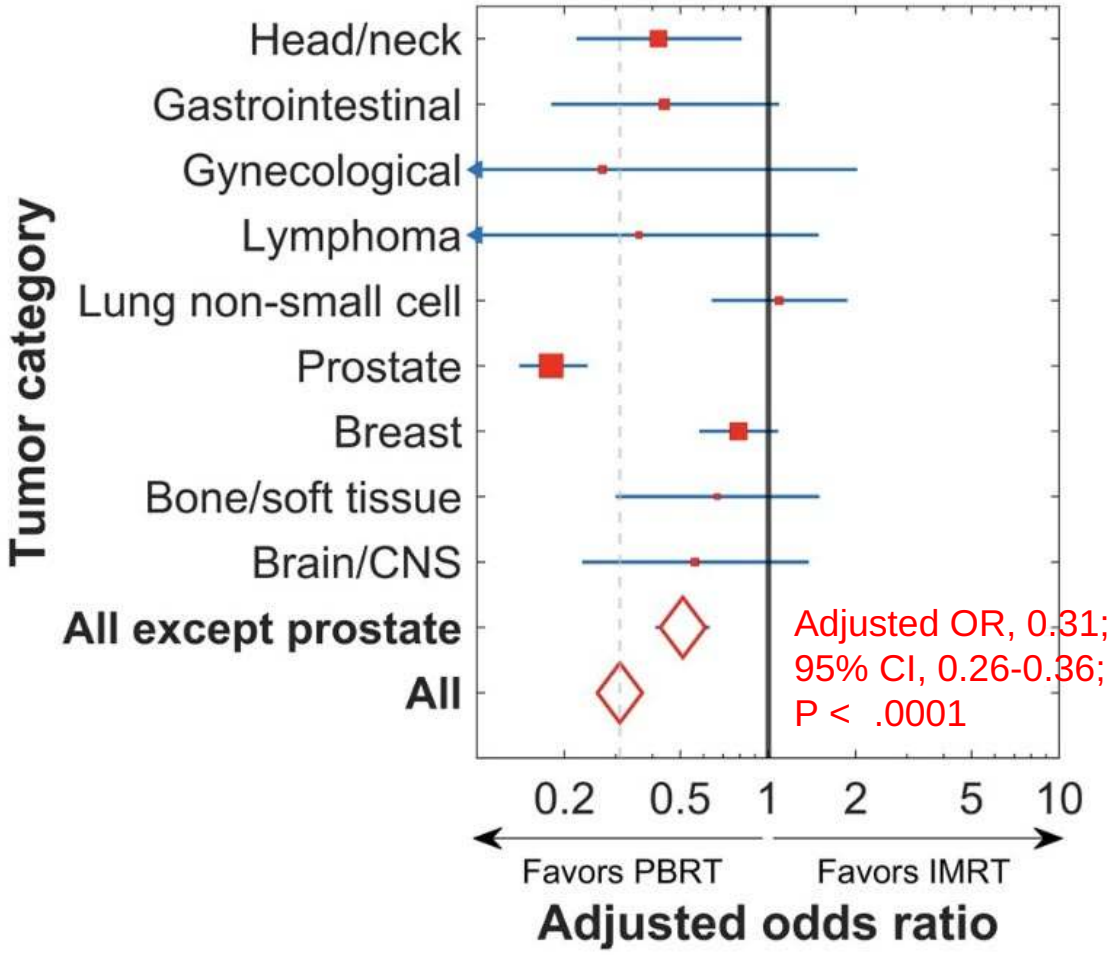
El reto ya no es solo sobrevivir: el envejecimiento de esta población exige prestar atención a la calidad de vida y a las secuelas tardías.

Shapiro CL. *Cancer Survivorship*. N Engl J Med. 2018;379:2438–2450.

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Pediatric and adult patients with a first cancer diagnosis between 2004 and 2015 who received RT using 3DCRT, IMRT, or PBRT





Incidence of SMN was 1.55 per 100 patient-years.

Clínica Universidad de Navarra
Cancer Center Universidad de Navarra

Xiang et al. Cancer 2020

Late effects of radiation therapy in pediatric patients and survivorship

Despite excellent cure rates in pediatric oncology



1/ † <30 años



1/10

Treatment-related late effects (secondary malignancies, cardiovascular disease)

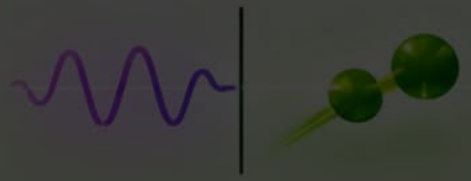
Palmer JD, et al. Pediatr Blood Cancer 2021;68(Suppl. 2):e28349

Esquema de la charla

1

Fotones vs protones

¿En qué se diferencian?



2

Dosis bajas de irradiación

Por qué importa proteger el cerebro sano



3

Indicaciones de protonterapia

¿En qué tumores cerebrales aporta más beneficio?



4

Accesibilidad, coste y futuro

Cómo acceder, qué implica hoy y hacia dónde vamos



CUN Protonterapia Hitachi

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

¿Qué porcentaje de pacientes con tumores cerebrales reciben radioterapia?

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center



Adultos

Tumores malignos
(p. ej., gliomas, metástasis, linfomas)



≈70%

Tumores benignos
(p. ej., meningiomas, schwannomas, adenomas)



≈30%

Niños

Tumores de alto grado (grado 4)

72%

Gliomas de bajo grado

≈10%

La utilización de radioterapia varía según el tipo de tumor, su grado y la edad del paciente.

Datos de utilización observada, no de necesidad teórica.

Fuentes: Cancer Research UK (2022); EJC Peadiatric Oncology (2026).

Tumores cerebrales subsidiarios de radioterapia

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center



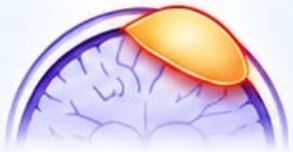
Gliomas de bajo grado



Gliomas de alto grado



Metástasis cerebrales



Meningiomas



Oligodendrogliomas



Glioblastoma



Tumores germinales



Schwannomas vestibulares
(neurinomas del acústico)



Ependimomas



Meduloblastomas



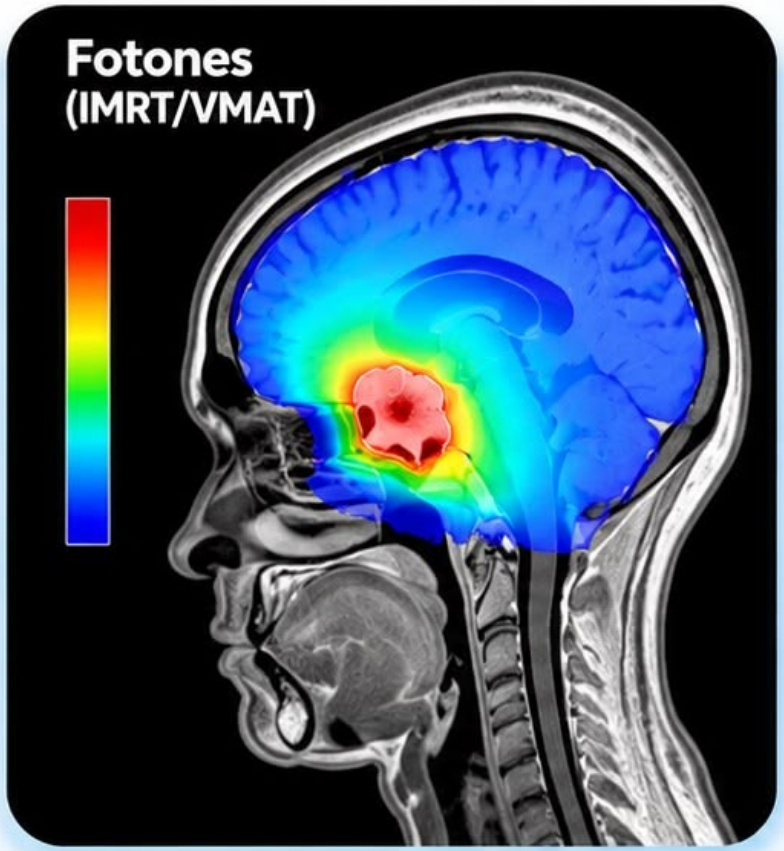
Otros tumores pediátricos



La radioterapia es un tratamiento eficaz y seguro para distintos tipos de tumores cerebrales, en adultos y niños.

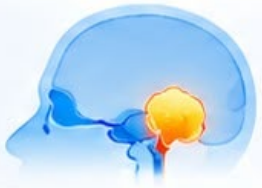
Tumores cerebrales con mayor beneficio potencial de la protonterapia

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center





Tumores pediátricos
(p. ej., meduloblastoma, ependimoma, gliomas)



Tumores de base de cráneo
(p. ej., meningiomas, craneofaringiomas, schwannomas)



Tumores próximos a estructuras críticas
(nervios ópticos, quiasma, tronco encefálico, hipófisis)



Tumores en los que es clave reducir la dosis al cerebro sano
(menor riesgo de alteraciones cognitivas, endocrinas y segundos tumores)

Mismo control del tumor, con menor irradiación del cerebro sano.

¿Cuándo se recomienda la protonterapia?

Comparación de criterios para tumores del sistema nervioso central

ASTRO · Grupo 1 (2026)

ASTRO® | American Society for Radiation Oncology

- Tumores del SNC con **pronóstico prolongado** (excepto glioblastoma IDH no mutado)
- **Base de cráneo**
- **Irradiación craneoespinal**
- **Niños y jóvenes;** reirradiación seleccionada

Ministerio de Sanidad · SNS (2025)

MINISTERIO DE SANIDAD | Sistema Nacional de Salud (SNS)

- **Niños y jóvenes hasta 26 años:** meduloblastoma, ependimoma, gliomas no alto grado, craneofaringioma y otros
- **Adultos:** gliomas de bajo grado seleccionados; tumores críticos de base de cráneo; meningiomas seleccionados; irradiación craneoespinal
- **Reirradiación seleccionada**

SEOR · Recomendaciones (2024)

SEOR® | Sociedad Española de Oncología Radioterápica

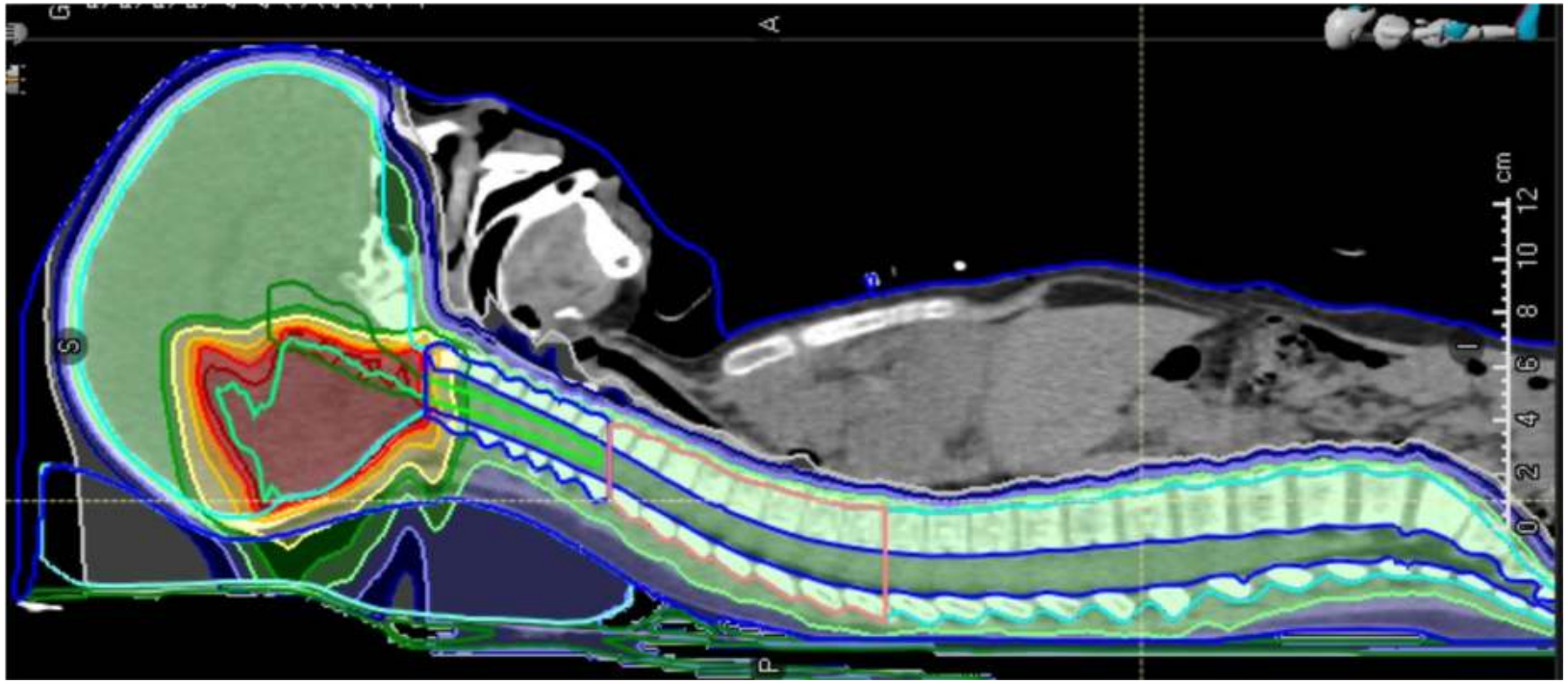
- **Pediatría:** amplio grupo de tumores del SNC
- **Adultos:** gliomas IDH mutados y oligodendrogliomas; meningiomas; tumores hipofisarios y linfoma cerebral
- **Metástasis y otros casos:** valorar ventaja dosimétrica

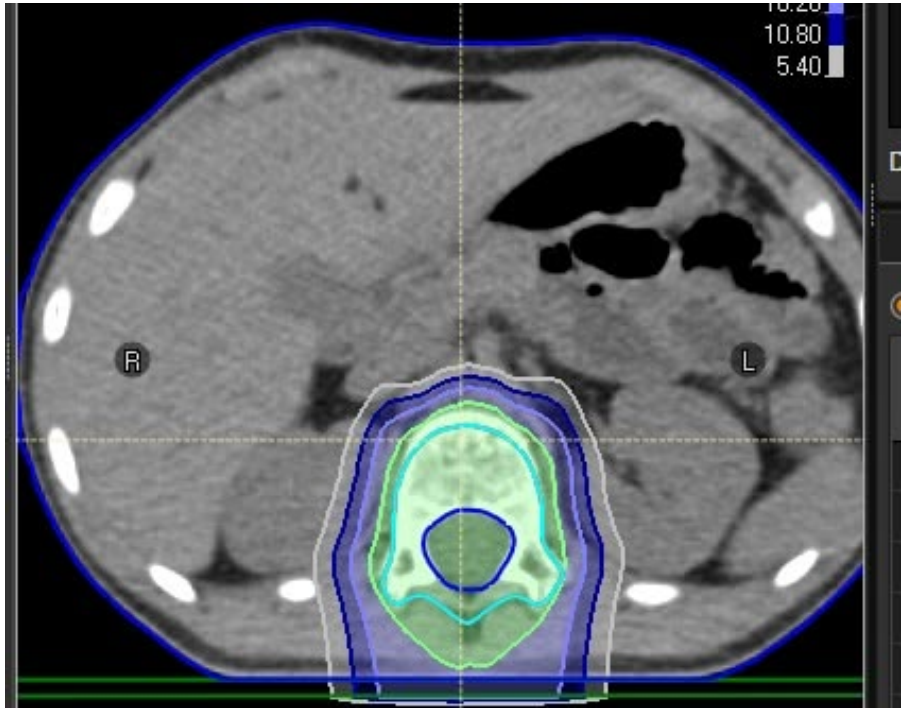
La indicación depende del tumor, la edad y el beneficio para el tejido sano.

Fuentes: ASTRO Model Policy 2026 · Ministerio de Sanidad 2025 · SEOR 2024

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

CSI Medulloblastoma. Standard risk

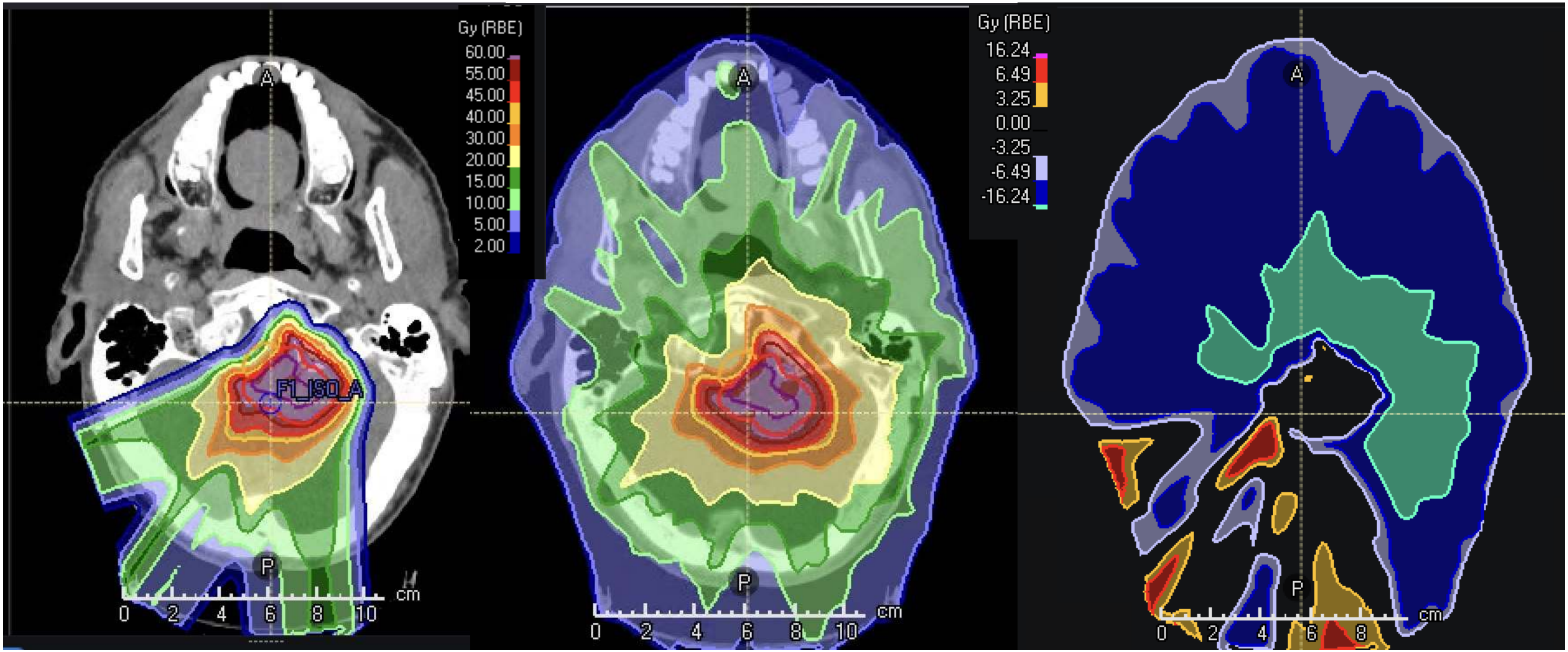




Clínica Universidad de Navarra

Cancer Center Universidad de Navarra

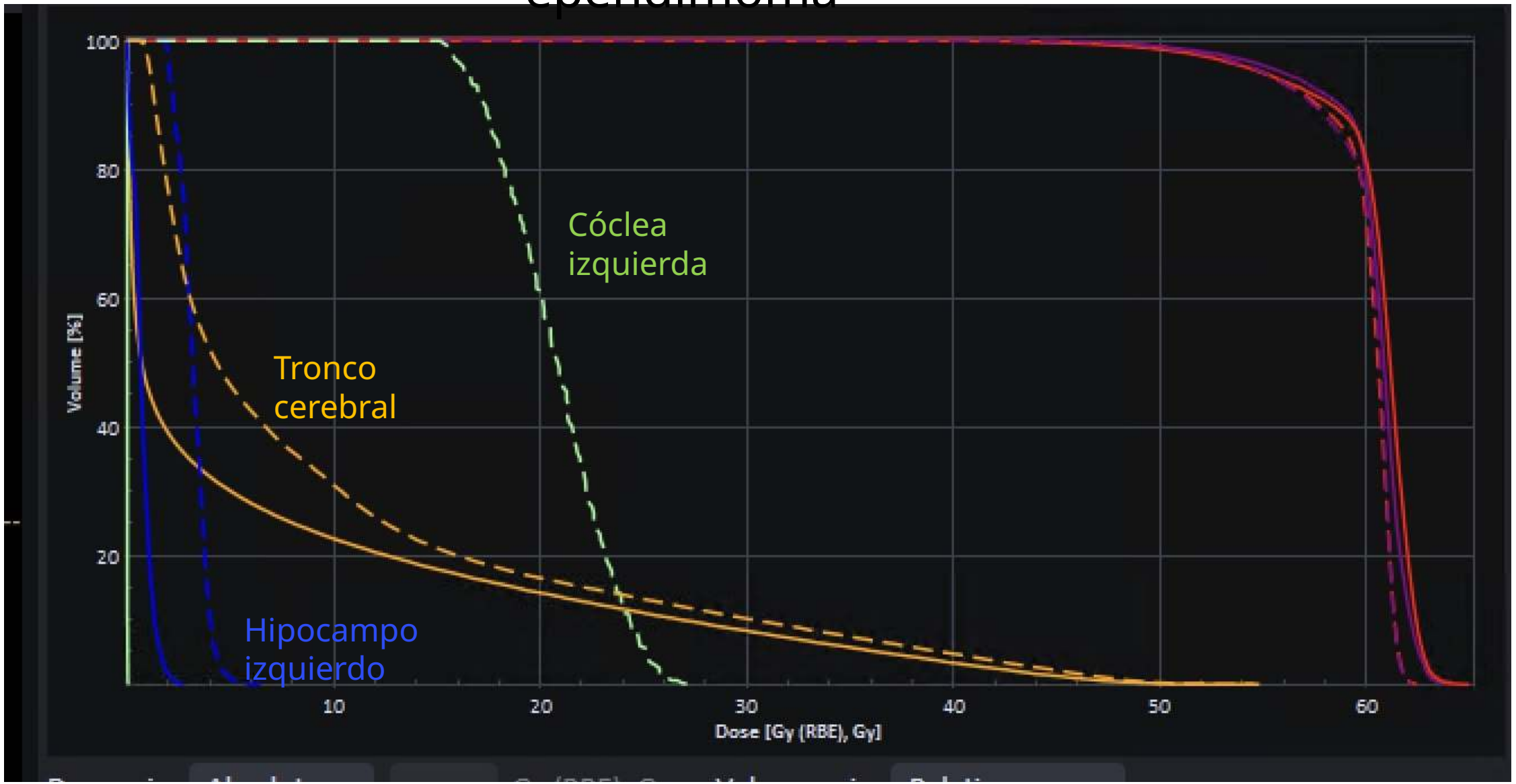
Reirradiación ependimoma



Clínica Universidad de Navarra

Cancer Center Universidad de Navarra

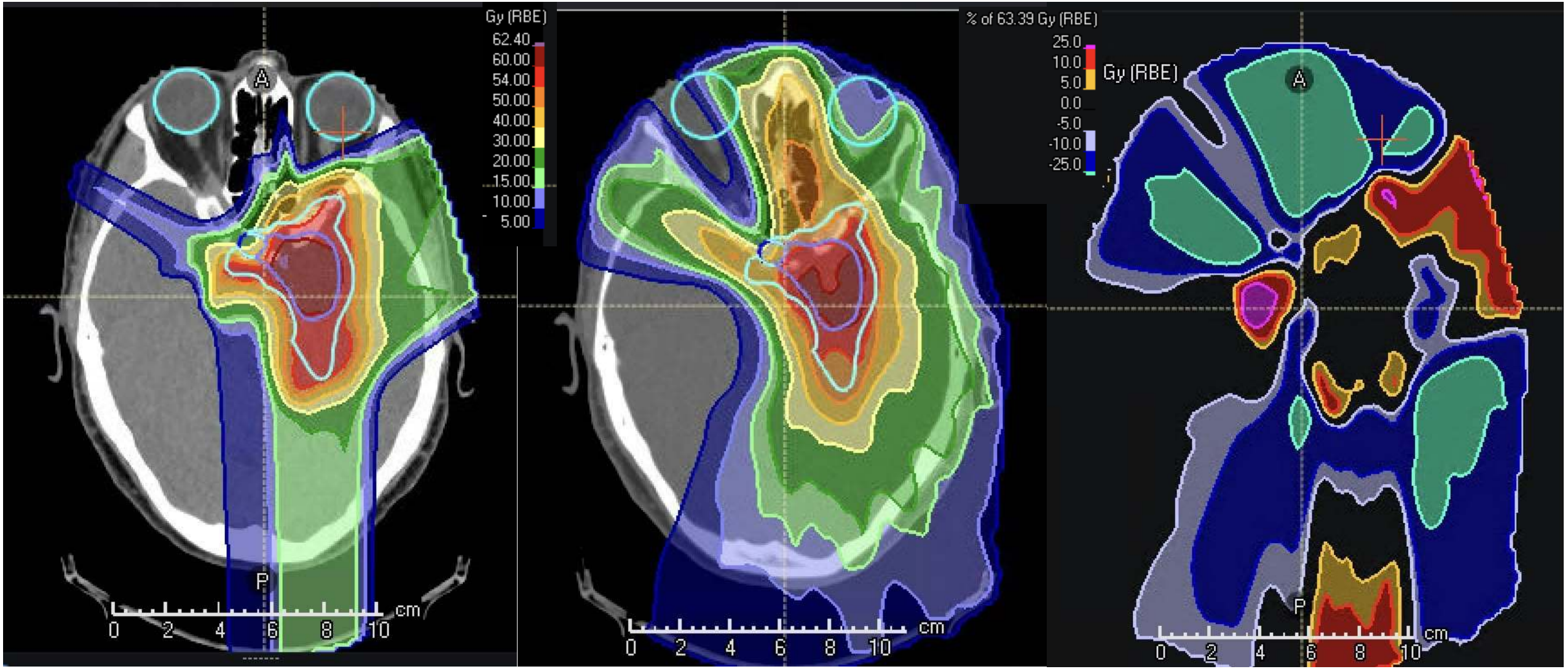
Reirradiación ependimoma



Clínica Universidad de Navarra

Cancer Center Universidad de Navarra

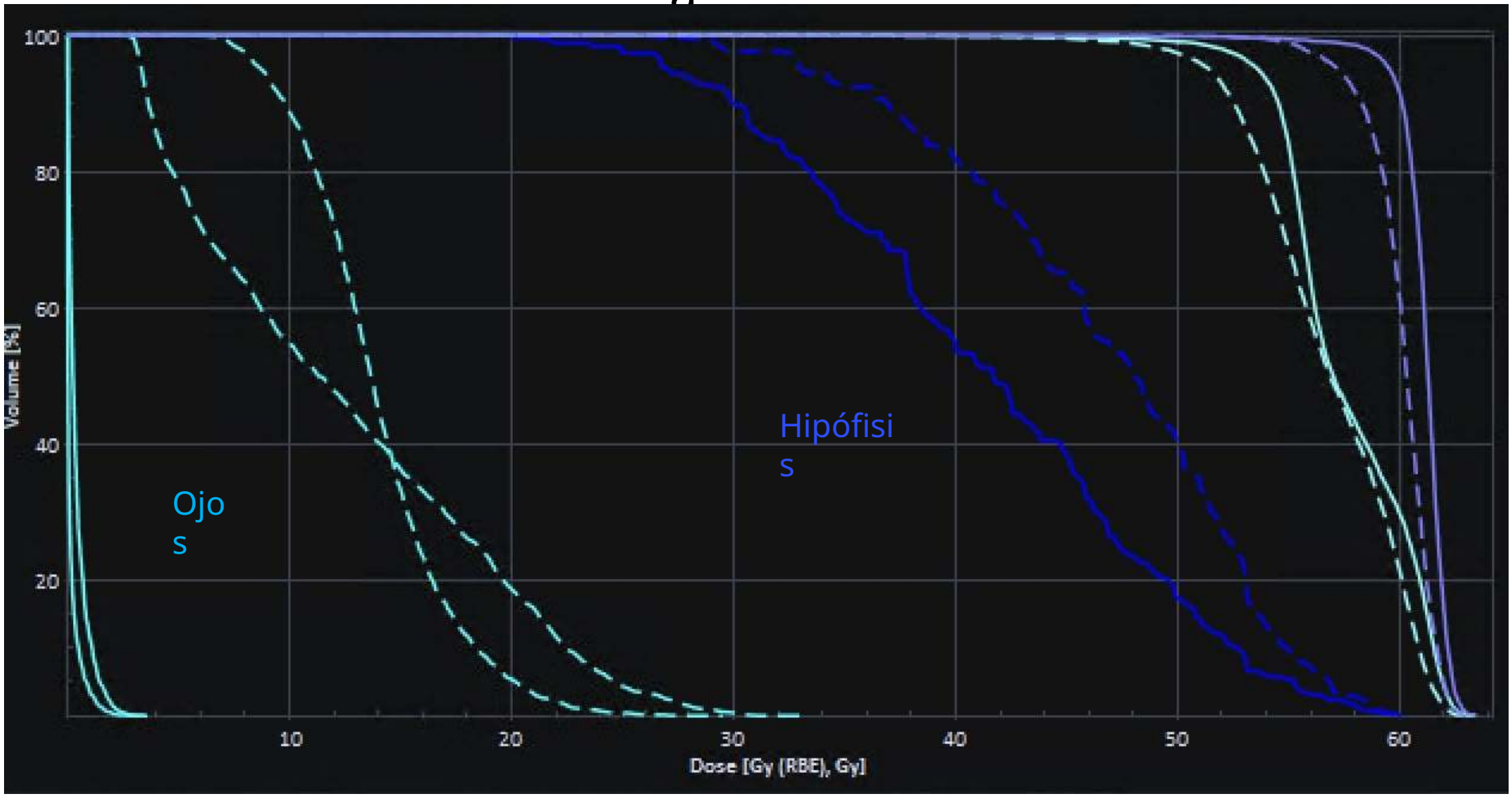
Meningioma



Clínica Universidad de Navarra

Cancer Center Universidad de Navarra

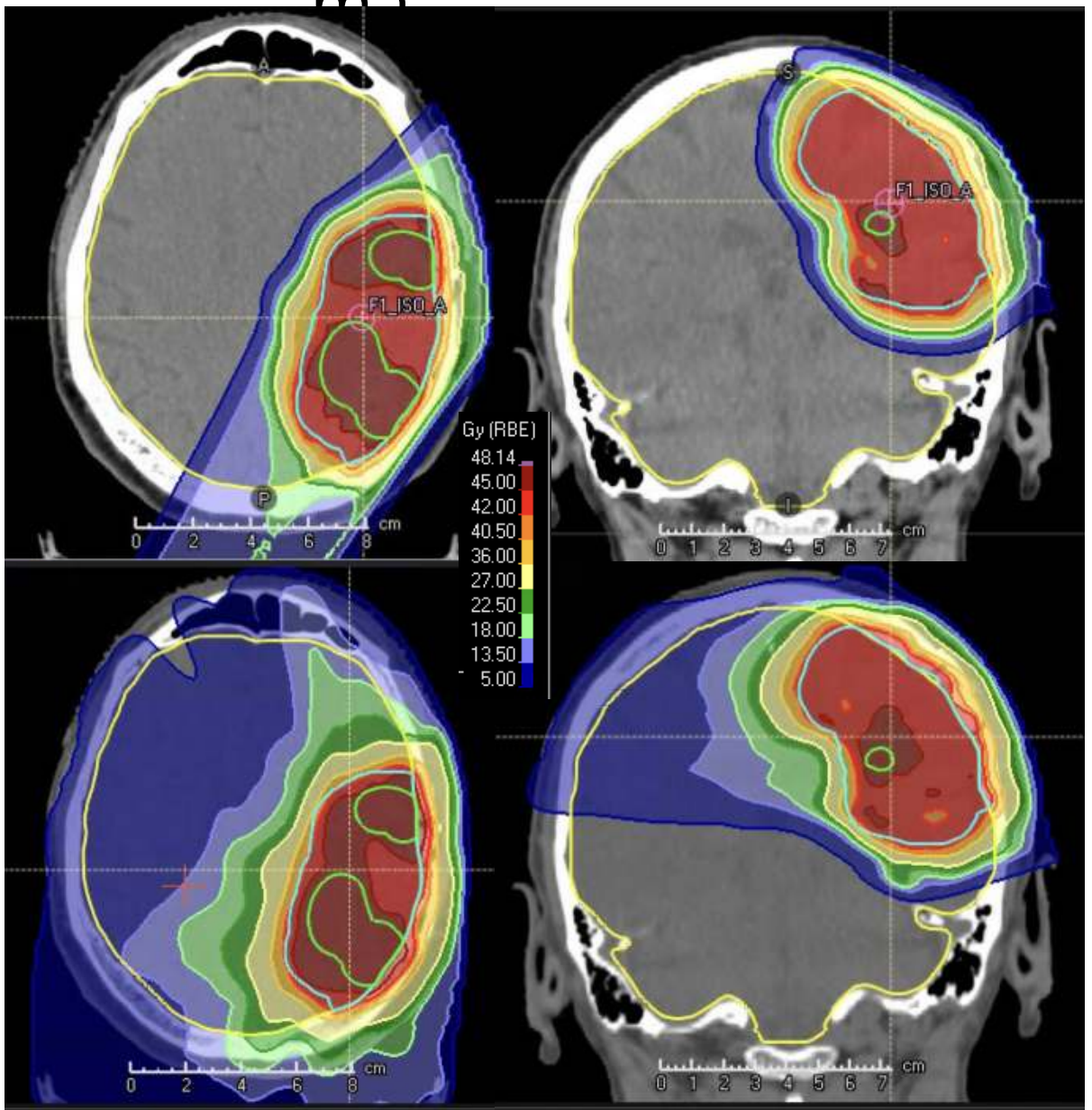
Meningioma



Clínica Universidad de Navarra

Cancer Center Universidad de Navarra

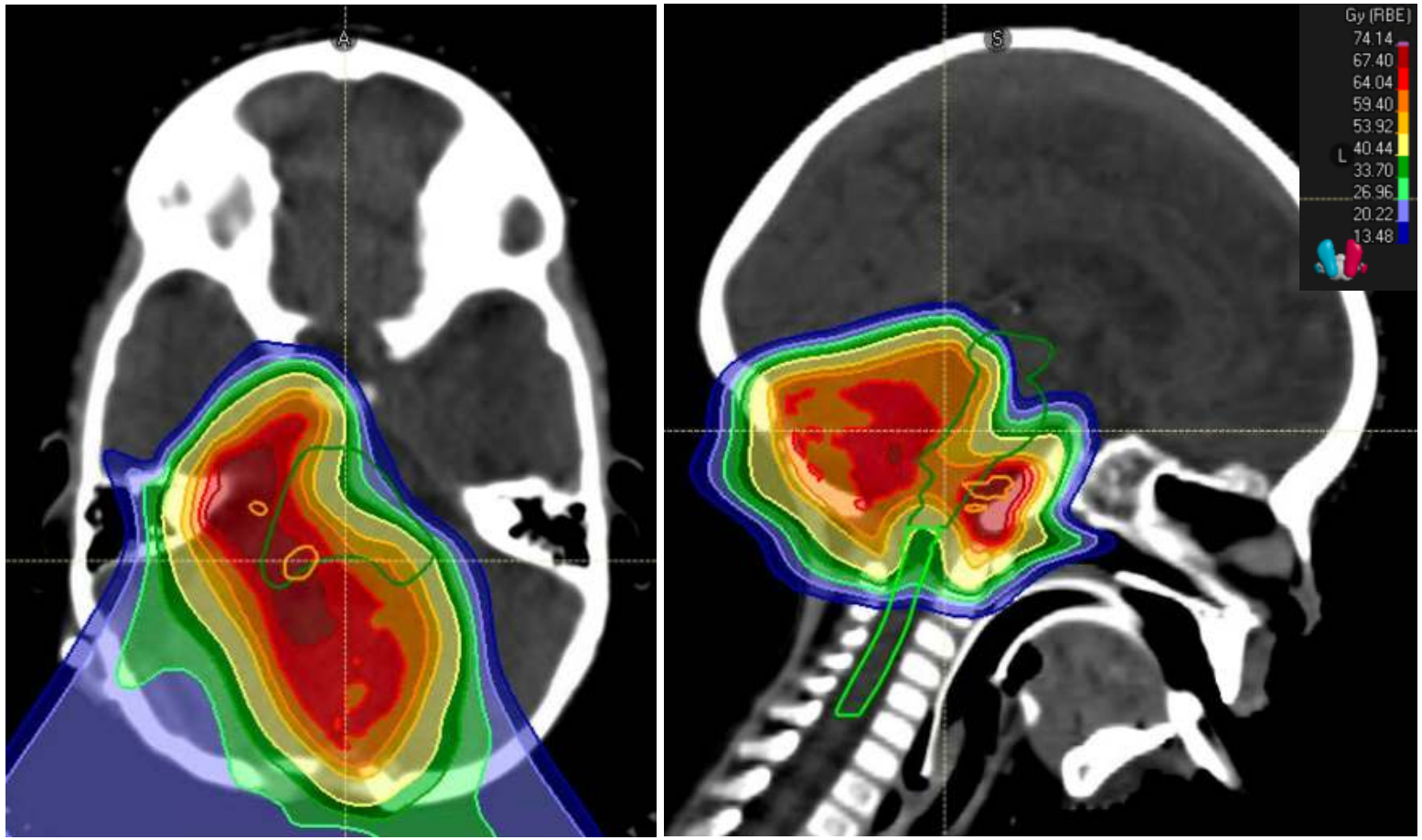
Glioblasatoma

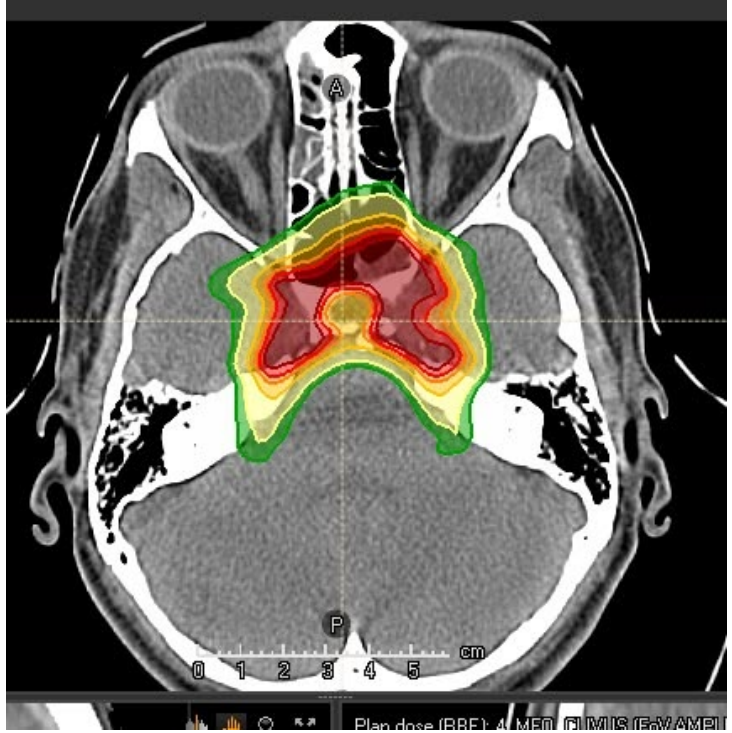


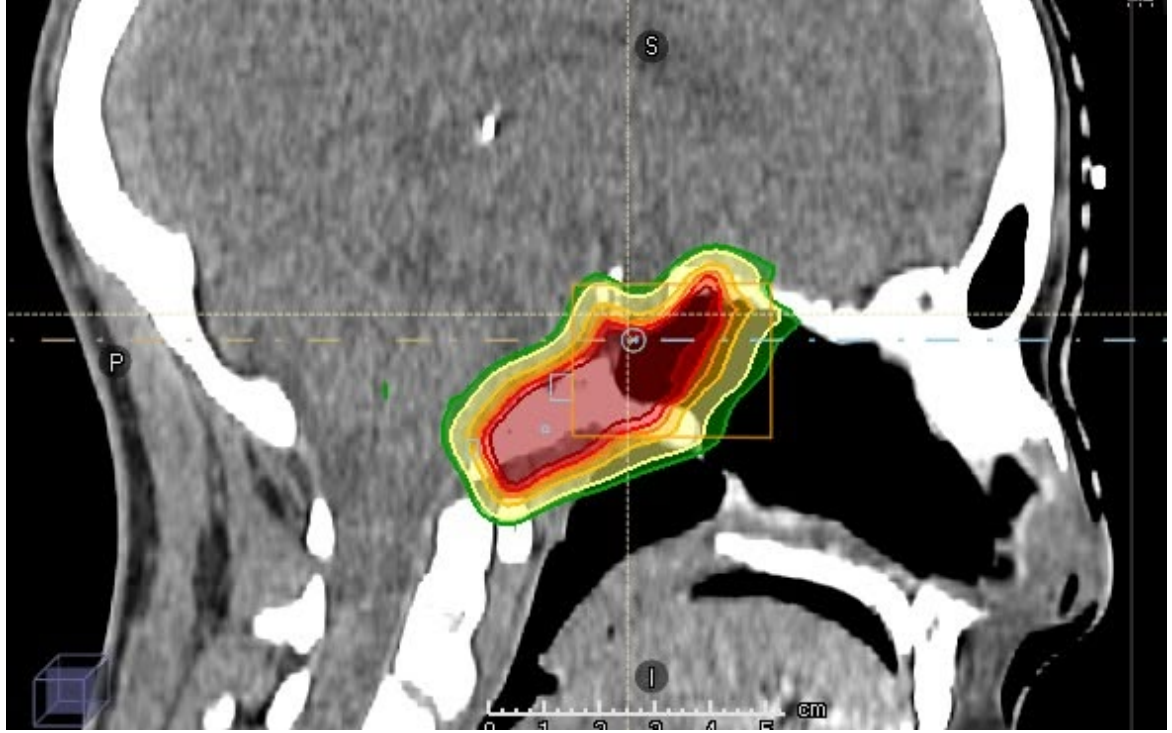
Clínica Universidad de Navarra

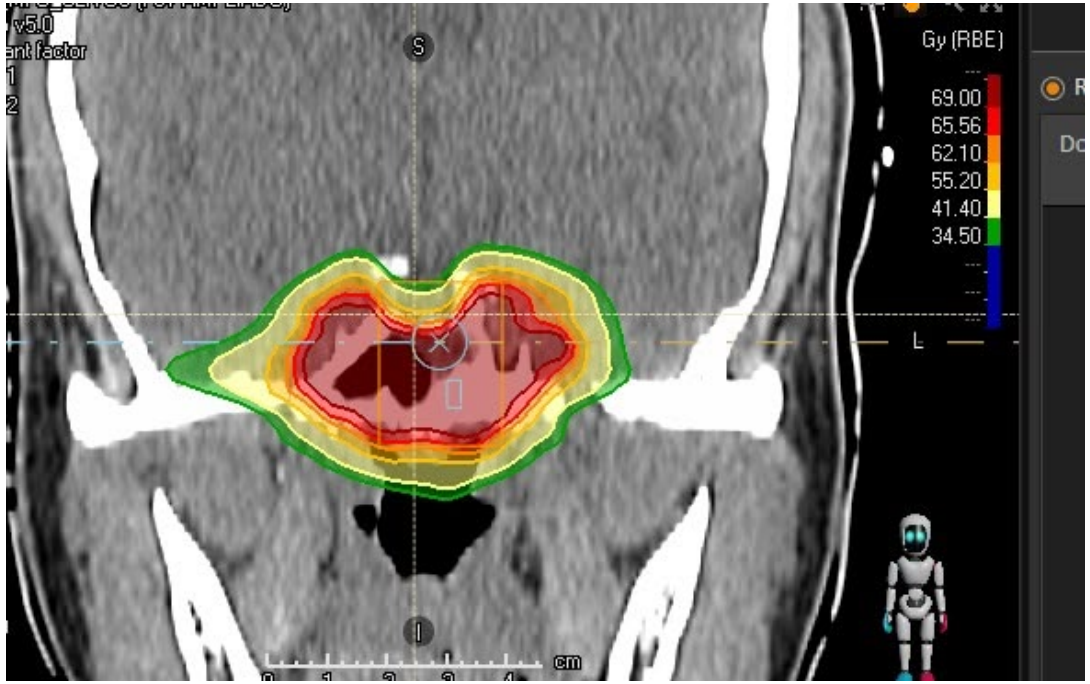
Cancer Center Universidad de Navarra

Ependymoma





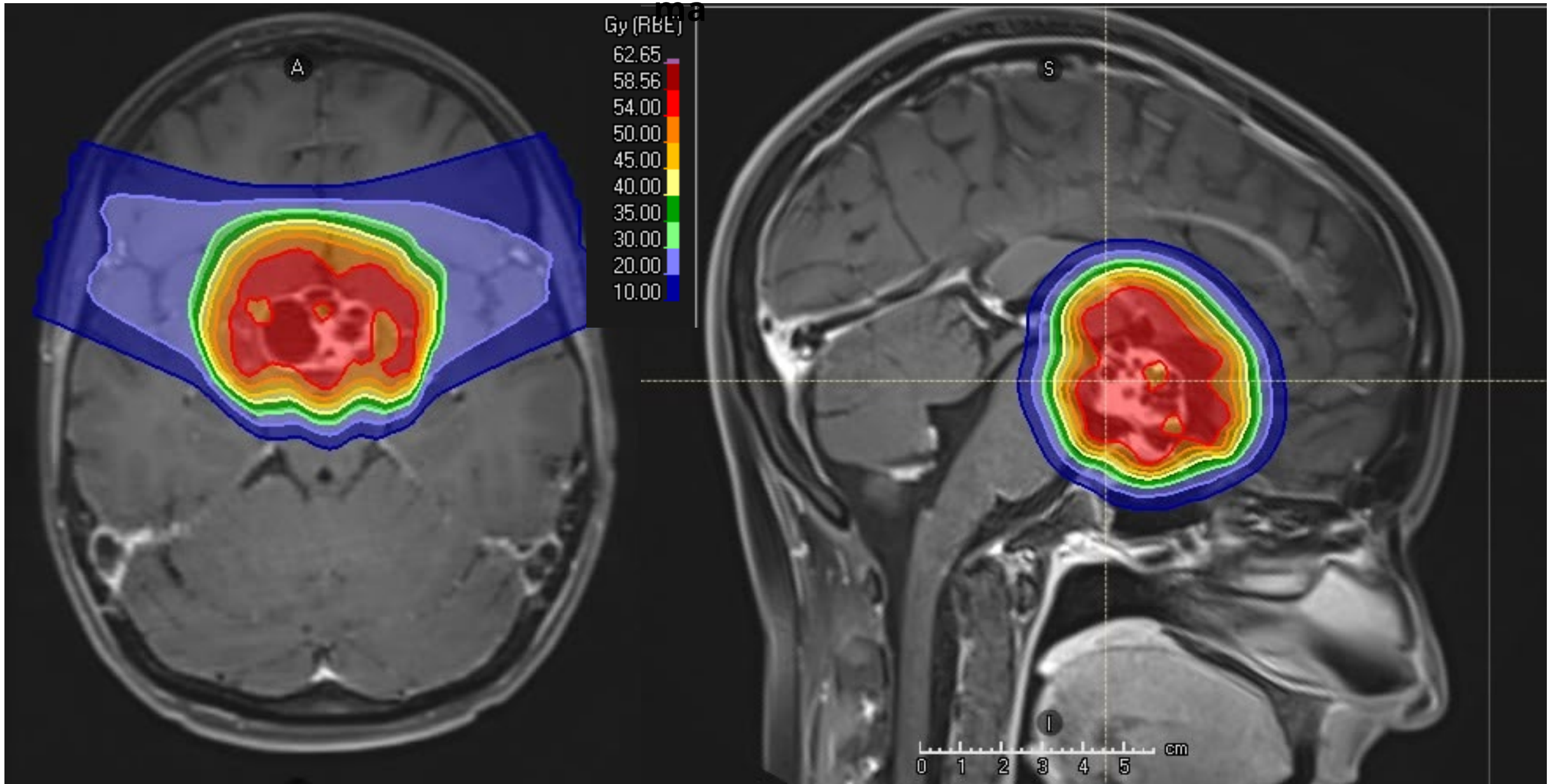


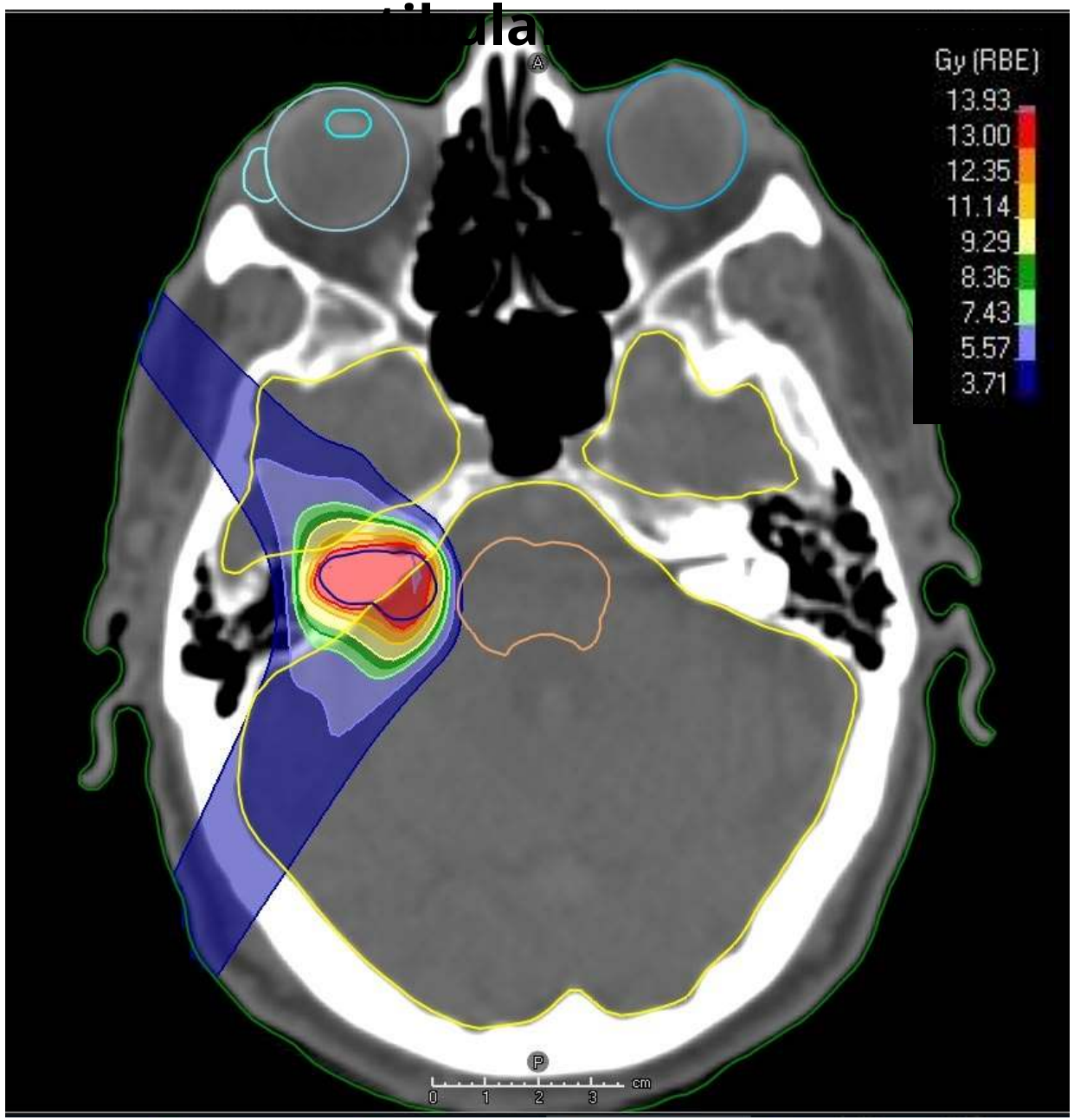


Cordoma de base de cráneo

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Craneofaringioma



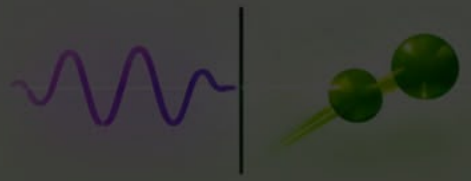
Neurinoma


Esquema de la charla

1

Fotones vs protones

¿En qué se diferencian?



2

Dosis bajas de irradiación

Por qué importa proteger el cerebro sano



3

Indicaciones de protonterapia

¿En qué tumores cerebrales aporta más beneficio?



4

Accesibilidad, coste y futuro

Cómo acceder, qué implica hoy y hacia dónde vamos



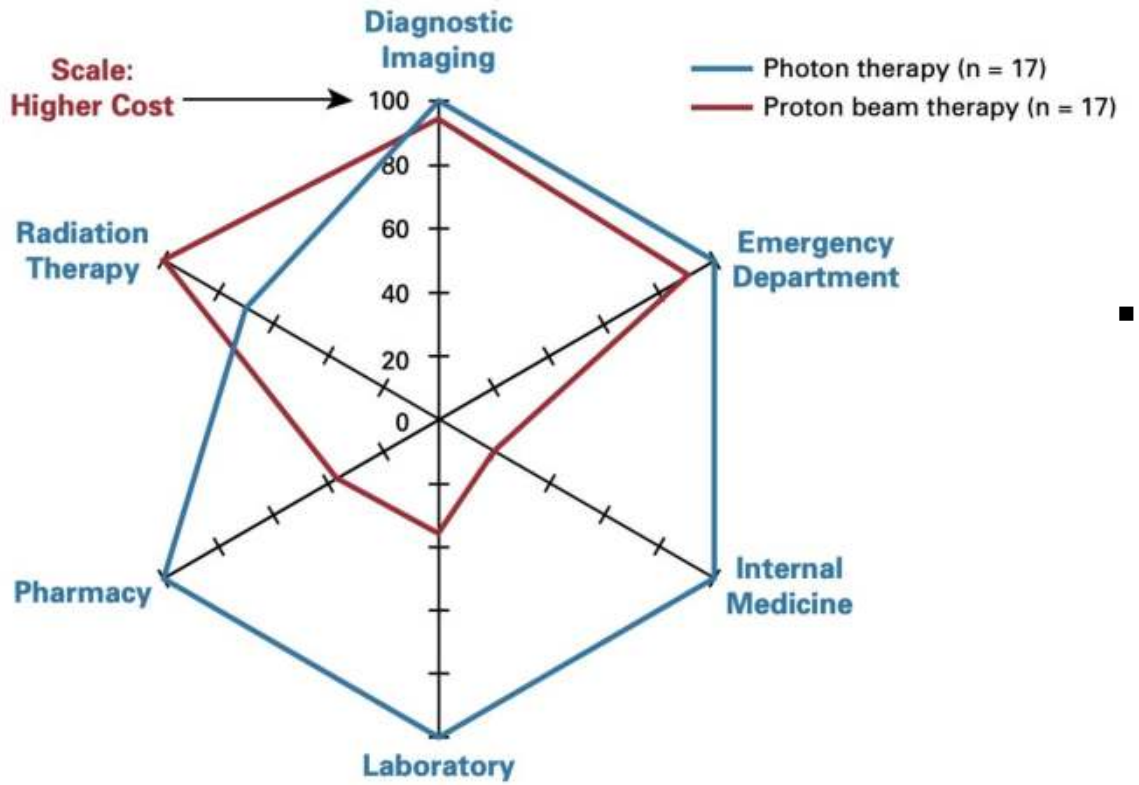
CUN Protonterapia Hitachi

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

HEALTH POLICY ReCAP

Three-Year Results of a Prospective Statewide Insurance Coverage Pilot for Proton Therapy: Stakeholder Collaboration Improves Patient Access to Care

Matthew S. Ning, MD, MPH[1]; Matthew B. Palmer, MBA[2]; Aashish K. Shah, MD, JD[3]; Laura C. Chambers, BBA[4]; Laura B. Garlock, BS[4]; Benjamin B. Melson, BBA, CPA[5]; and Steven J. Frank, MD[1,6]

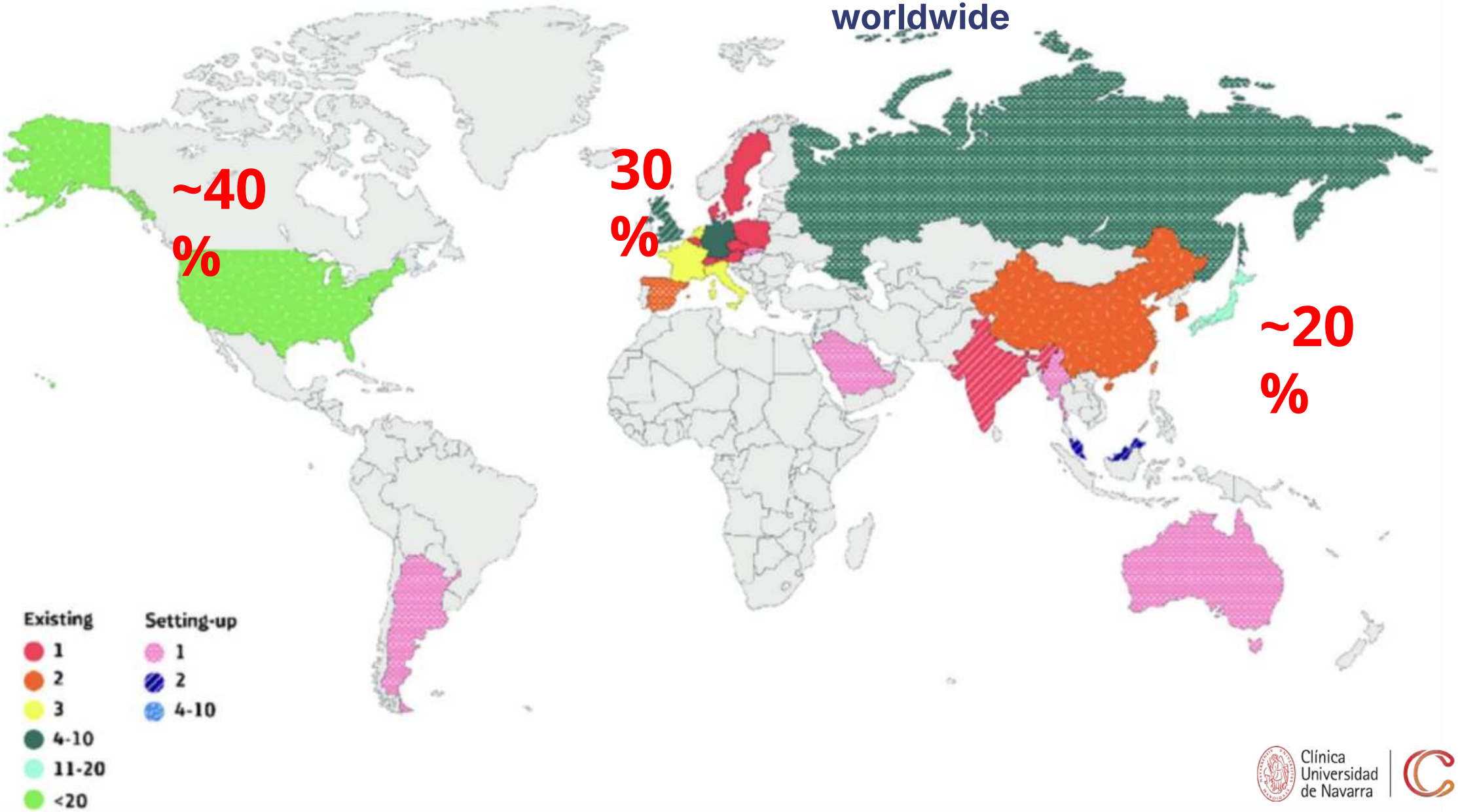


- Proportion of RT to total charges was **77% v 65%** for protons versus photons (x^2 P , 0.01).

JCO Oncol Pract 16:e966-e976

Current PBT Centers Worlwide

130 facilities in clinical operation worldwide



Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Protonterapia en España: cada vez más cerca

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

11 equipos públicos previstos

2027 – 2029

Despliegue previsto, no centros ya operativos

2 centros privados operativos

- CUN Madrid
- Quirónsalud Madrid



Unidades públicas (11)

- ✓ Santiago de Compostela (1)
- ✓ Santander (1)
- ✓ Donostia / San Sebastián (1)
- ✓ Barcelona (2)
- ✓ Madrid (2)
- ✓ Valencia (1)
- ✓ Sevilla (1)
- ✓ Málaga (1)
- ✓ Gran Canaria (1)

Centros privados operativos (2)

- ✓ CUN Madrid
- ✓ Quirónsalud Madrid

De 2 centros privados a una red de 11 unidades públicas previstas.

CLINICAL INVESTIGATION

Temporal Evolution and Diagnostic Diversification of Patients Receiving Proton Therapy in the United States: A Ten-Year Trend Analysis (2012 to 2021) From the National Association for Proton Therapy

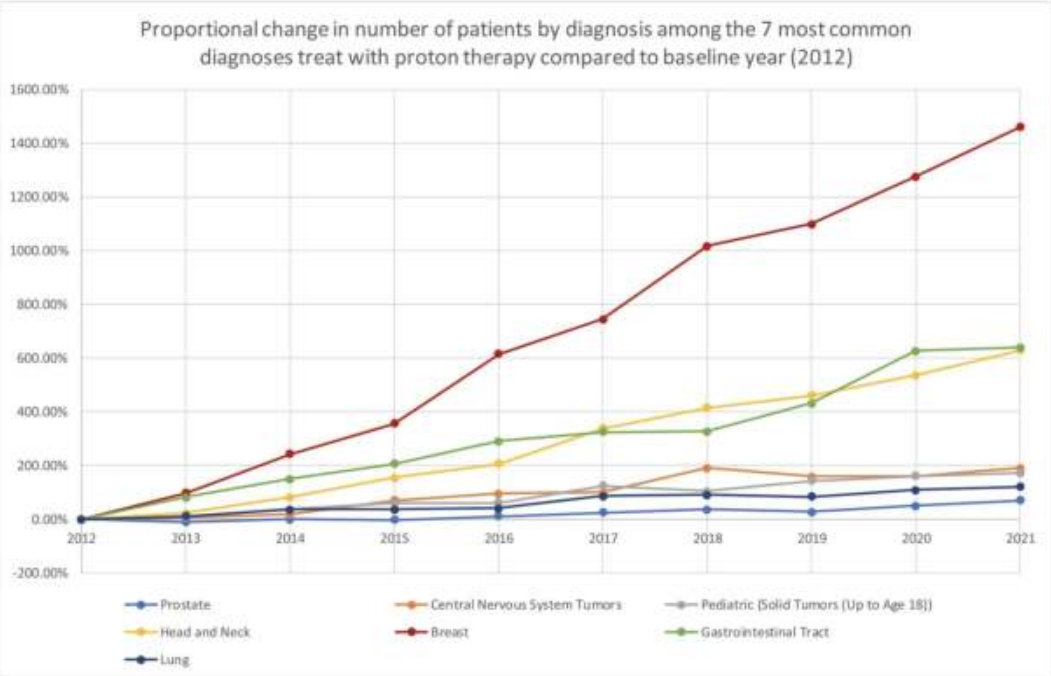


Table 1 Number of patients treated per disease site with proton therapy over calendar years 2012 to 2021 as reported in the National Association for Proton Therapy survey data

Conditions treated/y	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Change from baseline
Number of institutions	11	13	16	20*	24*	26*	29*	31*	36*	37*	
Total no. of patients	5377	5834	7084	7891	9176	10,900	12,280	12,486	14,316	15,829	294%
Prostate	2336	2094	2355	2311	2606	2909	3173	2957	3534	3960	170%
Central nervous system	598	639	714	1014	1169	1201	1735	1552	1560	1743	291%
Pediatric (solid tumors [up to age 18])	685	749	940	1090	1110	1536	1397	1671	1790	1870	273%
Head and neck	316	387	576	808	973	1389	1632	1777	2011	2303	729%
Breast	93	183	319	425	666	787	1040	1116	1280	1452	1561%
Gastrointestinal tract	170	308	427	520	664	721	727	905	1237	1259	741%
Lung	437	490	595	596	612	818	839	802	910	965	221%
Intraocular melanomas	250	250	276	296	390	328	263	272	230	256	102%
Base of skull or axial skeleton	179	239	270	232	249	259	277	387	397	514	287%
Soft tissue sarcoma†	16	22	16	209	242	234	232	308	366	444	212%
Other	210	367	459	273	200	415	591	351	484	471	224%
Lymphoma					164	158	219	200	306	322	196%
Female pelvic organs	24	29	42	38	59	96	67	93	141	164	683%
Pituitary neoplasms	50	64	71	44	35	28	53	74	41	66	132%
Urinary tract	13	13	24	35	37	21	35	21	29	40	308%

Hartsell WF, et al. Red Jourbal 2023

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

El futuro de la protonterapia

Nuevas capacidades y propuestas

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center



- **Equipos compactos**
- **IA en planificación**
- **Adaptación diaria**
- **RM integrada**
- **PET en línea**
- **FLASH**

Expansión de indicaciones
Nuevas aplicaciones según evidencia clínica

Ya disponible o en implantación clínica | En investigación o desarrollo

Hacia tratamientos más precisos, adaptativos y accesibles.

ART en el futuro



Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Protonterapia en tumores cerebrales

Clínica Universidad de Navarra | Cancer Center

Conclusiones: 4 ideas clave



Tratar eficazmente el tumor

La protonterapia permite administrar la dosis necesaria en el tumor con gran precisión.

Proteger el cerebro sano

Menor riesgo de alteraciones cognitivas, linfopenia, déficits hormonales y segundos tumores.

Especialmente útil en niños y en tumores cercanos a zonas críticas

Aporta una mayor protección en edades tempranas y en tumores próximos a estructuras sensibles (visión, audición, funciones hormonales, etc.).

Una opción con evidencia y en evolución

La experiencia clínica y los estudios disponibles indican un buen control del tumor y un perfil de seguridad favorable, con resultados que continúan mejorando.


ROLFO
16
A. PEREZ
17
unicef