

ARCHIVOS ANDALUCES DE CANCEROLOGÍA

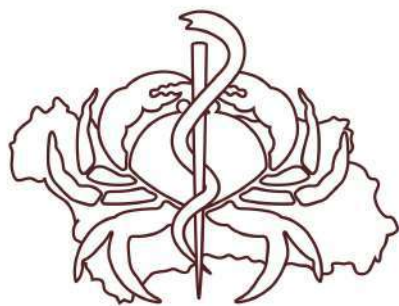
CRITERIOS DE VALIDACIÓN DOSIMÉTRICA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

MONOGRÁFICO 1: SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

VOLÚMEN 15. Nº 1- 2023

Órgano de expresión de la Sociedad Andaluza de Cancerología

Fundada en 1961



SOCIEDAD ANDALUZA DE
CANCEROLOGÍA

AUTORES

NEREA LÓPEZ MARTÍN

Radiofísica Hospitalaria. Hospital Universitario Virgen del Rocío

PEDRO ROMERO PAREJA

Oncólogo Radioterápico. Hospital Universitario Virgen del Rocío

JUNTA DIRECTIVA DE LA SAC

ISMAEL HERRUZO CABRERA

Presidente

ANA SERRADILLA GIL

Presidente Asesor

ELENA MONTERO PEREA

Vicepresidente

JOSÉ LUIS LÓPEZ GUERRA

Tesorero

ANTONIO LAZO PRADOS

Secretario General

MARIANA TERESA PEÑA PEREA

Vocal de Almería

ISABEL VILLANEGO BELTRÁN

Vocal de Cádiz

SONIA GARCÍA CABEZAS

Vocal de Córdoba

VANESSA JERVIZ GUÍA

Vocal de Granada

JOSÉ MANUEL RICO PÉREZ

Vocal de Huelva

ÁNGELES SÁNCHEZ GÁLVEZ

Vocal de Jaén

JOSÉ M^a AZCOAGA BLASCO

Vocal de Málaga

SANTIAGO VELÁZQUEZ MIRANDA

Vocal de Sevilla

ISSN- 1577-6875

MAQUETACIÓN

GRUPO SUREVENTS

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

PRÓLOGO

Durante los últimos años estamos siendo testigos de una importante revolución tecnológica en la Oncología Radioterápica que nos está permitiendo tratar a los pacientes de formas inimaginables hasta hace poco. Planificaciones con técnicas de intensidad modulada que consiguen una mejor protección de los tejidos y órganos sanos adyacentes al tumor, el uso cada vez más frecuente de fraccionamientos alterados, escalada de dosis con fraccionamientos extremos administrados en tiempos récords como dosis ablativas en radiocirugía craneal, corporal, hiperfraccionamientos o hipofraccionamientos, etc., son sólo algunos ejemplos de estos avances que unidos a un mejor conocimiento de la radiobiología tanto de los tejidos tumorales como de los sanos, nos revelan un panorama prometedor al mismo tiempo que esperanzador.

Motivado por este avance que estamos viviendo, en el día a día se generan múltiples dudas e incertidumbres a la hora de aplicar todos estos fraccionamientos “convencionales o no”. Quizás una de las mayores preocupaciones que nos surgen es precisamente optimizar las dosis limitantes de los órganos en riesgo.

Es por ello que desde la SAC hemos querido hacernos eco del magnífico trabajo basado en una exhaustiva búsqueda y recopilación de los estudios más relevante publicados hasta ahora que han realizado Nerea López Martín y Pedro Romero Pareja, Radiofísica Hospitalaria y Oncólogo Radioterápico del Hospital U. Virgen del Rocío de Sevilla, así como ofrecer una serie de números de nuestra Revista en forma de Monográficos, organizados por regiones anatómicas, en el que se recogen de forma sencilla, práctica y esquemática para facilitar su uso, los diferentes criterios de validación dosimétrica en función del fraccionamiento usado para los distintos tipos de tumores.

Esperamos sinceramente que estos número de la Revista se acaben convirtiendo en un documento “de cabecera” imprescindible en el trabajo diario de los diferentes Servicios de Oncología Radioterápica de nuestra región y por qué no, quizás también fuera de los límites de nuestra Comunidad.

Elena Montero Perea (*Vicepresidenta de la SAC*)
Ismael Herruzo Cabrera (*Presidente de la SAC*)
Ana Serradilla Gil (*Presidenta Asesora de la SAC*)

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no poseen conflictos de interés que declarar.

CONTEXTO

En la actualidad, existe amplia bibliografía sobre los criterios a seguir en la aceptación de los planes de tratamiento con radioterapia. A raíz de la disparidad de valores empleados entre los servicios de Radiofísica Hospitalaria y Oncología Radioterápica, hemos registrado conjuntamente una serie de límites de tolerancia para los diferentes órganos de riesgo y los fraccionamientos de tratamiento más utilizados en nuestro medio.

OBJETIVO Y USO

El presente documento es una guía general de consulta rápida, basada en bibliografía actual, para validar la aceptación de los planes de radioterapia.

La intención de esta guía es facilitar el acceso y consulta de la mencionada bibliografía para optimizar la rutina de sus usuarios.

En ningún caso se pretende establecer recomendaciones ni criterios propios.

Los autores no se hacen responsables del uso que se dé al documento.

DIVULGACIÓN

En colaboración con la Sociedad Andaluza de Cancerología, periódicamente se facilitarán los documentos al resto de compañeros socios de la misma. Mensualmente, se publicarán en la revista de la sociedad los criterios de validación recopilados en función de la localización:

1. Sistema Nervioso Central
2. Cabeza y Cuello, Sarcomas y Linfomas
3. Tórax
4. Abdomen y Pelvis
5. SBRT extracraneal

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

INTRODUCCIÓN

En las siguientes páginas, se muestran los objetivos a cumplir sobre el grado de cobertura de los volúmenes de tratamiento y la tolerancia de los órganos de riesgos para los fraccionamientos más frecuentes para determinadas efectos adversos agudos y tardíos recogidos de recomendaciones y guías consensuadas nacionales e internaciones y adaptados a las características de este hospital.

Esta guía abarca las planificaciones más frecuentes en radioterapia con fraccionamientos convencionales e hipofraccionamientos, tanto planificaciones 3D como de intensidad modulada IMRT o VMAT. También incluye SBRT, que en el caso de nuestro centro suele aplicarse tras un tratamiento radioterápico convencional. Sin embargo, los límites de tolerancia mostrados en este documento para tratamientos de SBRT son los recomendados por las guías donde se consideran tratamiento único. Quedan fuera del alcance de este documento los tratamientos pediátricos, las reirradiaciones y la braquiterapia.

Existen ciertas patologías que tras un tratamiento con radioterapia externa precisan una sobreimpresión con braquiterapia, como puede ser el caso del cáncer de cérvix (aquí incluidos en el apartado de tumores de abdomen y pelvis) o una reirradiación por recaída en tumores de cabeza y cuello donde la médula puede ser un factor limitante. En ambos casos, para el valor de dosis máxima en recto, vejiga y médula; no debemos conformarnos con cumplir el límite y lo recomendable es tratar de aplicar el criterio ALARA.

La aprobación definitiva de los planes se hará individualmente teniendo en cuenta el resto de condiciones particulares de cada paciente, por el especialista en radiofísica hospitalaria y el oncólogo radioterápico.

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

COBERTURA DE VOLÚMENES DIANA

Respecto a la cobertura de volúmenes de tratamiento se deberá cumplir de forma general que:

Volumen de prescripción más el margen (PTV):

- Aceptable cuando esté cubierto entre el 95% y el 107%
- Óptimo entre el 98% y el 105% para técnicas de modulación de intensidad

En las patologías que tengan objetivos adicionales o distintos se especificará en cada caso. Si no se especifica deberá cumplir los criterios generales

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

Sistema Nervioso Central I: Tumores cerebrales

Prescripción: 40 Gy a 2.67 Gy/sesión (15 sesiones). Esquema paliativo			
ESTRUCTURAS	LÍMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT	RIESGO
Vía óptica (nervio óptico y quiasma)	Dmax < 39 Gy [1]	Neuropatía óptica	
Cristalino	Dmax < 9 Gy [1]	Cataratas	
Ojo (retina)	Dmeann < 33 Gy [1]	Retinitis	
Párpados	Dmax < 27 Gy [1]	Síndrome del ojo seco	
Glándula lacrimal	V18 < 1cc ((~40 - 50%) [1]	Xeroftalmia	
Cóclea	Dmax < 33 Gy [1] V30 < 0,5 cc [1]	Hipoacusia	
Tronco cerebral	Dmax < 44 Gy [1] V40 < 5cc [1]	Neuropatía craneal	
Cerebro	Dmax < 52.9- 57.3 Gy (LQ a partir Emami 2013 [4])	Necrosis sintomática	< 3-5 %
Médula espinal	Dmax < 40.5 Gy (LQ a partir Emami 2013 [4])	Mielopatía grado 2	< 1% (0,2%)

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

Prescripción 54-60 Gy a 1.8-2 Gy/sesión (30 sesiones) Lesiones benignas no operables (pegadas a tronco) - glioblastomas			
ESTRUCTURAS	LÍMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT	RIESGO
Vía óptica (nervio óptico y quiasma)	Dmax < 52 Gy [1] V44 < 0.5cc [1] Dmax < 55-60 Gy [4] V55 < 0.03cc [2]	Neuritis Neuropatía óptica	< 3-7 %
Cristalino	Dmax < 10 Gy [1] V10 < 0.03cc [2]	Cataratas	
Ojo (retina)	Dmean < 38 Gy [1] Dmax < 45 Gy [1] Dmax < 50 Gy [4] V45 < 0.03cc [2]	Retinitis Ceguera	< 1%
Córnea	V50 < 0.03cc [2]	Erosión/ulceración	
Párpados	Dmax < 32 Gy [1]	Síndrome del ojo seco	
Glándula lacrimal	V20 < 1cc [1] Dmax < 36 Gy [1] Dmean < 25 Gy [2]	Xeroftalmia Queratoconjuntivitis seca	
Cóclea	Dmax < 40 Gy [1] V36 < 0.5cc [1] Dmean < 45 Gy [2], [4] Dmean < 32 Gy [2]	Hipoacusia Hipoacusia Acúfenos Hipoacusia	
Tronco cerebral	Dmax < 60 Gy [1, 8] V52 < 5cc [1] V59 < 1-10cc [4,8] V60 < 0.03cc (superficie) [2] V54 < 0.03cc (interior) [2]	Neuropatía craneal Necrosis	< 5% < 5%
Cerebro	Dmax < 60-65 Gy [4] V60 < 3cc [2]	Necrosis sintomática	< 3-5%
Hipocampo	D40% < 7.3 Gy [2]	Pérdida memoria	
Pituitaria	Dmean < 45 Gy [2] Dmean < 20 Gy [2]	Panhipopituitarismo Crecimiento hormonal deficiente	
Médula espinal	Dmax < 50 Gy [4]	Mielopatía grado 2	< 1% (o.2%)
Piel	V25 < 0.03cc [2]	Alopecia permanente	

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

<i>Prescripción 30 Gy a 3 Gy/sesión (10 sesiones) Esquema paliativo y holocráneo</i>		
ESTRUCTURAS	LÍMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT
Vía óptica (nervio óptico y quiasma)	Dmax < 39 Gy [1]	Neuritis
Cristalino	Dmax < 7 Gy [1]	Cataratas
Ojo (retina)	Dmean < 26 Gy [1] Dmax < 21.3 Gy [1]	Retinitis
Párpados	Dmax < 21.3 Gy [1]	Síndrome del ojo seco
Glándula lacrimal	V14.1 < 1cc (~40 - 50%) [1]	Xeroftalmia
Cóclea	Dmax < 33 Gy [1] V30 < 0.5cc [1]	Hipoacusia
Tronco cerebral	Dmax < 38 Gy [1] V32 < 5cc [1]	Neuropatía craneal

<i>Prescripción 20 Gy a 4 Gy/sesión (5 sesiones) holocráneo</i>		
ESTRUCTURAS	LÍMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT
Vía óptica (nervio óptico y quiasma)	Dmax < 25 Gy [1] V23 < 0.2cc [1] Dmax < 22.5 Gy [3]	Neuritis
Cóclea	Dmax < 26.4 Gy [1]	Hipoacusia
Tronco cerebral	V27.2 < 0.5cc [1]	Neuropatía craneal

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

Prescripción 25-30 Gy a 2.5-3 Gy/sesión (10 sesiones) Holocráneo con preservación de hipocampo		
ESTRUCTURAS	LÍMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT
Vía óptica (nervio óptico y quiasma)	Dmax < 37.5 Gy [5] Dmax < 33.1 Gy [1] V30.6 < 0.5cc [1]	Neuritis
Cristalino	Dmax < 7 Gy [1] Dmax < 5 Gy [6]	Cataratas
Ojo (retina)	Dmean < 26 Gy [1] Dmean < 30 Gy [6] Dmax < 30 Gy [1]	Retinitis
Párpados	Dmax < 21.3 Gy [1]	Síndrome del ojo seco
Glándula lacrimal	V14.1 < 1cc [1] Dmax < 23.6 Gy [1]	Xeroftalmia
Cóclea	Dmax < 27 Gy [1] V25 < 0.5cc [1]	Pérdida auditiva
Hipocampo	Dmax < 16-17 Gy [5] D100% < 9-10 Gy [5]	Deterioro mnésico

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

Sistema Nervioso Central II: SRS

Prescripción 25 Gy a 5 Gy/sesión (5 sesiones) Hipófisis o metástasis grandes		
ESTRUCTURAS	LÍMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT
Vía óptica (nervio óptico y quiasma)	Dmax < 25 Gy ([1], [7]) Dmax < 22.5 Gy [3] V23 < 0.2cc ([1], [7])	Neuritis
Cóclea	Dmax < 22 Gy [1] Dmax < 25 Gy ([3], [7])	Hipoacusia
Tronco cerebral	Dmax < 25 Gy [7] Dmax < 23 Gy (Recomendado) [3] Dmax < 31 Gy (Mandatario) [3] V23 < 0.5cc [1]	Neuropatía craneal
Canal medular	Dmax < 23 Gy ([3], [7]) V22 < 0.35cc [1] V14.5 < 1.2cc [7]	Mielitis
Cauda equina y plexo sacro	Dmax < 32 Gy ([3], [7]) V30 < 5cc ([1], [3], [7])	Neuritis
Piel	Dmax < 38.5 Gy [1] Dmax < 39.5 Gy ([3], [7]) V36.5 < 10cc ([1], [3], [7])	Ulceración

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

Prescripción 30 Gy a 10 Gy/sesión (3 sesiones) SRS		
ESTRUCTURAS	LÍMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT
Vía óptica (nervio óptico y quiasma)	Dmax < 17.4 Gy ([1], [7]) Dmax < 15 Gy [3] V15.3 < 0.2cc ([1], [7])	Neuritis
Cóclea	Dmax < 14.4 Gy [1] Dmax < 17.1 Gy ([3], [7])	Hipoacusia
Tronco cerebral	Dmax < 18- 23.1 Gy ([3], [1]) V15.9 < 0.5cc [1]	Neuropatía craneal
Canal medular	Dmax < 18- <u>21.9</u> Gy ([3], [7]) V22 < 0.35cc [1] V18 < 0.35cc [7] V12.3 < 1cc ([3], [7])	Mielitis
Cauda equina y plexo sacro	Dmax < 24 Gy ([3], [7]) V21.9 < 5cc ([1], [3], [7])	Neuritis
Piel	Dmax < 33 Gy ([1], [3], [7]) V30 < 10cc ([3], [7]) V31 < 10cc [1]	Ulceración

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

Prescripción 16-18 Gy a 16-18 Gy/sesión (1 sesión) SRS		
ESTRUCTURAS	LIMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT
Vía óptica (nervio óptico y quiasma)	Dmax < 10 Gy ([1], [7]) Dmax < 8 Gy [3] V8 < 0.2cc ([1], [7])	Neuritis
Cóclea	Dmax < 9 Gy ([1], [7]) Dmean < 4-9 Gy [3]	Hipoacusia
Tronco cerebral	Dmax < 10-15 Gy ([1], [3], [7]) V10 < 0.5cc ([1], [7])	Neuropatía craneal
Canal medular	Dmax < 10-14 Gy ([3], [7], [1]) V10 < 0.35cc ([1], [7]) V7 < 1cc ([3], [7])	Mielitis
Cauda equina y plexo sacro	Dmax < 16 Gy ([1], [3], [7]) V14 < 5cc ([1], [3], [7])	Neuritis
Cerebro- GTV	V12 < 10cc [3] V5 < 50% [3]	Necrosis, deterioro cognitivo
Cristalino	Dmax < 1.5 Gy [3]	Cataratas
Órbita ocular	Dmax < 8 Gy [3]	Retinopatía
Piel	Dmax < 26 Gy [7] Dmax < 27.5 Gy [1] V23 < 10cc [7] V25.5 < 10cc [1]	Ulceración

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

Sistema Nervioso Central III: Cráneo- Espinales

FASE 1 (sin QT, alto riesgo) hasta 36 Gy a 1.8 Gy/sesión (20 fracciones) FASE 2 hasta 18 Gy a 1.8 Gy/sesión (10 fracciones) Prescripción total 54 Gy, total 30 fracciones. Evaluar según localización de la				
ESTRUCTURA	LÍMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT	%	OBS
Pulmones- CTV	V20 < 37% [1] V18 < 1500cc para hombres [1] V18 < 950cc para mujeres V20 < 30% [8]	Neumonitis Función pulmonar Neumonitis		
Médula	Dmax < 52.8 Gy [1] V47.4 < 5cc [1] Dmax < 50 Gy [8] Dmax < 60 Gy [8] Dmax < 69 Gy [8]	Mielitis Mielitis (posible sección medular)	0.2 6 50	
Laringe	V39 < 3cc [1] Dmax < 66 Gy [8]	Necrosis/ Edema Disfonía	<20	RTQT
Corazón	V60 < 15cc [1] V40 < 20% [1] Dmedia < 26 Gy [8] V30 < 46% [8] V25 < 10% [8]	Pericarditis/problemas cardiacos Pericarditis Pericarditis Mortalidad cardiaca	<15 <15 <1	1 estudio 1 estudio
Esófago	V51 < 5cc [1] Dmedia < 34 Gy [8] V35 < 50% [8] V50 < 40% [8]	Esofagitis Esofagitis G3-4 Esofagitis G3-4 Esofagitis G3-4	5-20 >30 >30	
Riñones	V27 < 200cc [1] Dmedia < 15-18 Gy [8] Dmedia < 28 Gy [8] V12 < 55% [8] V20 < 32% [8]	Insuficiencia renal Insuficiencia renal Insuficiencia renal Insuficiencia renal Insuficiencia renal	<5 <50 <5 <5	
Hígado	V36 < 700cc [1] Dmedia < 30-32 Gy [8] Dmedia < 42 Gy [8]	Enf. Hepática radioinducida Enf. Hepática radioinducida Enf. Hepática radioinducida	<5 <50	

**CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA**

ESTRUCTURA	LÍMITES DE TOLERANCIA OAR	END POINT	%	OBS
Estómago	V45 < 50cc [1]	Ulceración/ Fístula		
Duodeno	V45 < 5cc [1]	Ulceración		
Yeyuno/ Íleon	V45 < 120cc [1] Dmax < 54 Gy [1] V15 < 120cc [8] V45 < 195cc [8]	Enteritis/ obstrucción Enteritis/ obstrucción Enteritis/ obstrucción G3-4 Enteritis/ obstrucción G3-4	<10 <10	Asa Bolsa
Ojo	Dmean < 38 Gy [1] Dmax < 45 Gy [1]	Retinitis		
Cristalino	Dmax < 10 Gy [1]	Cataratas		
Glándulas Lacrimales	Dmax < 36 Gy [1] V20 < 1cc [1]	Xeroftalmia		
Vía óptica (Nervio óptico y quiasma)	V44 < 0.5cc [1] Dmax < 52 Gy [1]	Neuropatía óptica Neuropatía óptica		
Vía óptica (Nervio óptico y quiasma)	Dmax < 55 Gy [8] Dmax < 60 Gy [8]	Neuropatía óptica Neuropatía óptica	3-7 7-20	
Cóclea	Dmax < 40 Gy [1] V36 < 0.5cc [1] Dmedia < 45 Gy [8]	Hipoacusia Hipoacusia Hipoacusia	<30	
Parótida	Dmax < 32 Gy [1] V20 < 7cc [1] Dmedia < 25 Gy [1, 8]	Xerostomía Xerostomía Xerostomía	<20	Ambas glandulas
Tronco cerebral	V52 < 5cc [1] Dmax < 60 Gy [1, 8]	Neuropatía craneal/ Necrosis	<5	

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

Anotaciones y aclaraciones

El concepto de Dmax se refiere a los siguientes volúmenes en base a la bibliografía:

Timmerman 2021: 0.035 cc [1]

SABR UK: 0.1 cc [3]

TG-101: 0.035 cc [7]

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE DOSIMETRÍA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

BIBLIOGRAFÍA

1. Timmerman, R. (2022). A Story of Hypofractionation and the Table on the Wall. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 112(1), 4-21. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2021.09.027>
2. Lambrecht, M., Eekers, D. B. P., Alapetite, C., Burnet, N. G., Calugaru, V., Coremans, I. E. M., Fossati, P., Høyer, M., Langendijk, J. A., Romero, A. M., Paulsen, F., Perpar, A., Renard, L., de Ruyscher, D., Timmermann, B., Vitek, P., Weber, D. C., van der Weide, H. L., Whitfield, G. A., ... Troost, E. G. C. (2018). Radiation dose constraints for organs at risk in neuro-oncology; the European Particle Therapy Network consensus. *Radiotherapy and Oncology*, 128(1), 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2018.05.001>
3. Hanna, G. G., McDonald, F., Murray, L., Harrow, S., Landau, D., Ahmed, M., & Franks, K. N. (2018). UK Consensus on Normal Tissue Dose Constraints for Stereotactic Radiotherapy: Reply to Ghafoor et al. *Clinical Oncology*, 30(7), 456. <https://doi.org/10.1016/j.clon.2018.03.012>
4. Coia, L., Emami, B., Solin, L. J., Munzenrider, J. E., Lyman, J., Shank, B., Brown, A., Goitein, M., & Wesson, M. (1991). Tolerance of normal tissue to therapeutic irradiation. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 1(1), 35-48.
5. Gondi, V., Pugh, S. L., Tome, W. A., Caine, C., Corn, B., Kanner, A., Rowley, H., Kundapur, V., DeNittis, A., Greenspoon, J. N., Konski, A. A., Bauman, G. S., Shah, S., Shi, W., Wendland, M., Kachnic, L., & Mehta, M. P. (2014). Preservation of memory with conformal avoidance of the hippocampal neural stem-cell compartment during whole-brain radiotherapy for brain metastases (RTOG 0933): A phase II multi-institutional trial. *Journal of Clinical Oncology*, 32(34), 3810-3816. <https://doi.org/10.1200/JCO.2014.57.2909>
6. Hofmaier, J., Kantz, S., Söhn, M., Dohm, O. S., Bächle, S., Alber, M., Parodi, K., Belka, C., & Niyazi, M. (2016). Hippocampal sparing radiotherapy for glioblastoma patients: A planning study using volumetric modulated arc therapy. *Radiation Oncology*, 11(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s13014-016-0695-6>
7. Benedict, S. H., Yenice, K. M., Followill, D., Galvin, J. M., Hinson, W., Kavanagh, B., Keall, P., Lovelock, M., Meeks, S., Papiez, L., Purdie, T., Sadagopan, R., Schell, M. C., Salter, B., Schlesinger, D. J., Shiu, A. S., Solberg, T., Song, D. Y., Stieber, V., ... Yin, F. F. (2010). Stereotactic body radiation therapy: The report of AAPM Task Group 101. *Medical Physics*, 37(8), 4078-4101. <https://doi.org/10.1118/1.3438081>
8. Marks LB, Yorke ED, Jackson A, Ten Haken RK, Constone LS, Eisbruch A, et al. Use of normal tissue complication probability models in the clinic. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2010; 76(3 Suppl):S10-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2009.07.1754>

ARCHIVOS ANDALUCES DE CANCEROLOGÍA

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DOSIMÉTRICA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA

MONOGRÁFICO 1: SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

VOLÚMEN 15. Nº 1- 2023

