

Nicolás Isa, Oncólogo Radioterapeuta de Clínica IRAM, Magister en Administración de Salud, Asesor de Oncología de Hospital Digital del MINSAL, Médico consultor de la Fundación CARE

Introducción

El cáncer es una agrupación de enfermedades no transmisibles, y causa importante de morbilidad y muerte mundial, tiene una incidencia mundial de 294 personas cada 100.000 hab. ⁽¹⁾, una mortalidad mundial de 191 personas cada 100.000 hab. ⁽¹⁾ y una prevalencia mundial del año 2020: ⁽¹⁾ de 12,85 millones de personas diagnosticadas hace 1 año, 30,38 millones de personas diagnosticadas hace 3 años y de 44,09 millones de personas diagnosticadas hace a 5 años.

De los 38 Estados que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la expectativa de vida al nacer al año 2019: ⁽²⁾ la mejor fue de 83 años en Suiza, la peor de 71,1 años en Méjico y de 80,6 años para Chile. La mortalidad por cáncer en el año 2019: ⁽²⁾ la mejor fue de 118 por cada 100.000 habitantes en Méjico, la peor de 264 por cada 100.000 habitantes en Hungría y de 178 por cada 100.000 habitantes en Chile. El año 2019 los países de la OCDE gastaron en promedio en promedio en salud un 8,8% del PIB ⁽²⁾. Chile gastó un 9,3% del PIB, lo que equivalen a 24,5 miles de millones de dólares el año 2019 ^(2,3). En el año 2019, gastaron en promedio por habitante en salud (aportes personales/particulares en USD) ⁽²⁾ el mayor fue de 10.948 USD en EEUU, 4087 USD promedio OCDE y de 2.291 USD para Chile. En Chile el 2019, solo públicos fueron 921 USD por habitante ⁽⁴⁾. En contexto, Países de alto ingresos gastan ⁽⁵⁾ 5-10% del presupuesto de Salud es destinado a Cáncer y un 0,5-1% a Radioterapia Oncológica.

En el curso del cáncer, el 60% de los pacientes va a requerir tratamientos de Radioterapia de intención curativa o paliativa ⁽⁶⁾. Sabemos que para esto se necesita equipamiento y recursos humanos. El estándar Europeo es de 1 Oncólogo Radioterapeuta (OR) por cada 130-300 pacientes nuevos por año ⁽⁷⁾, 1 LINAC cada 250-400 pacientes ⁽⁸⁾.

Material y métodos

Para conocer la realidad actual de la Radioterapia Chilena, se realizó un catastro nacional por encuesta directa con todos los jefes de Servicios solicitando la siguiente información: Número de OR con los que cuentan, horario disponible para atención clínica. LINACs con los que cuentan. Total de tratamientos realizados de Radioterapia externa durante el año 2022, tanto de intención curativa como paliativa

Resultados

Al año 2022 hay 21 Centros de Radioterapia públicos y privados, 44 LINACs operativos (Figura 1) y 96 Médicos Oncólogos Radioterapeutas activos. Esto significa que si consideramos la población chilena al 2022 es de 19.493.184 habitantes ⁽⁴⁾, hay 2,25 LINACs por millón de habitantes (*bajo el promedio de los países europeos de 5,3 LINACs por cada millón de habitantes) ⁽⁹⁾, hay 4,9 ORs por millón de habitantes. Pero en realidad hay 91 ORs full time, es decir 4,6 ORs por cada millón de habitantes.

Durante el año 2017 se realizaron 16.282 tratamientos de Radioterapia con 74 ORs a tiempo completo y para el año 2022 se realizaron 23.521 tratamientos de Radioterapia con 91 ORs a tiempo completo. Con esto tenemos que 1 OR trata en promedio 259 pacientes anuales, dentro del estándar europeo de 130 a 300 pacientes por año ⁽⁷⁾. La IAEA estima que deben existir al menos 1,7 LINACs por cada 1000 tratamientos anuales en un país en vías de desarrollo y 2,3 LINACs por cada 1000 pacientes en un país desarrollado ⁽¹⁰⁾. Chile con 44 LINACs para 23.521 tratamientos tiene 1,87 LINACs cada 1000 tratamientos. Estos 44 LINACs operativos, hay 1 LINAC cada 534 pacientes por equipo anual, esta sobre el estándar europeo de 250 a 400 pacientes ⁽⁸⁾, y al promedio europeo de 419 pacientes ⁽⁹⁾.

Resultados

En Chile incidencia estimada de cáncer de 216.9 personas cada 100.000 habitantes ⁽¹¹⁾. Considerando una población al año 2022 de actual de 19.493.184 habitantes, debiese haber 42.280 casos nuevos anuales de cáncer, de los cuales sabemos que un 60% requiere Radioterapia ⁽⁶⁾, serían 25.368 pacientes nuevos posibles para Radioterapia. Durante el año 2022 se realizaron 23.521 tratamientos (9.154 sistema público), existiría un déficit mínimo de 1.847 pacientes, sabiendo que esto puede ser aún peor ya que un 25% de los pacientes requiere nuevos tratamientos paliativos en países desarrollados ⁽¹²⁾.

Conclusiones

Los números que tenemos en Chile en expectativa de vida, mortalidad, con el gasto que se realiza por habitante, no son fantásticos, pero tampoco son malos. Han ido mejorando durante el desarrollo sostenido del país. La cantidad de tratamientos y acceso a los tratamientos de Radioterapia, gracias a asociación público privada, permiten sostener números bastante decentes. Claramente sabemos que aún hay mucho por crecer, principalmente en número de centros, cantidad de equipos y su distribución a lo largo del país para así aumentar la equidad.

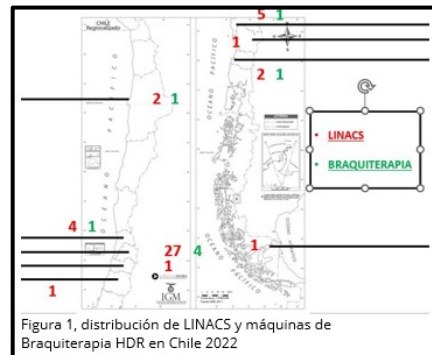


Figura 1, distribución de LINACs y máquin de Braquiterapia HDR en Chile 2022

Bibliografía

1. The Global Cancer Observatory - All Rights Reserved - March, 2021
2. Panorama de la Salud 2021. Fuente OCDE Banco central de Chile Datos macro (www.datos.macro.com)
3. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2017;29(2):84-92
4. *Cancer*. 2005;104(6):1129-1137
5. *Radiother Oncol* 2014;112:178-186
6. *Radiother Oncol* 2014;112:165-177
7. *Radiother Oncol* 2014;112:155-164
8. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2017;29:99-104
9. Diagnóstico epidemiológico del cáncer en Chile 2018. <http://www.minsal.cl/>
10. *Radiother Oncol* 2015;116:35-37


Aplicación de análisis de riesgos TG-100 en pruebas de aceptación y comisionamiento de acelerador lineal Halcyon

Claudio Mancilla Miranda¹ et al^{2,3}.

¹ Unidad de Protección Radiológica. ² Unidad de Física Médica. Instituto Nacional del Cáncer (INC)

³ Unidad de Radioterapia. Hospital Exequiel González Cortes (HEGC)

Mail: claudio.mancilla@incancer.cl

 La parte de imagen con el identificador de relación rid3 no se encontró en el archivo.

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

- Se realizó un análisis de riesgos prospectivo inicial del tipo *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) [1] para las etapas de pruebas de aceptación y comisionamiento para un acelerador lineal para uso de teleterapia modulada con IGRT modelo *Halcyon Hypersight* de la empresa *VARIAN MEDICAL SYSTEMS*.
- Este tipo de análisis es obligatorio para postular a la Autorización de Operación Inicial para las instalaciones radiactivas de primera categoría de radioterapia en Chile [2].

MATERIAL Y MÉTODOS

- Se creó un mapa de procesos para **PROCESO 1: PRUEBAS DE ACEPTACION** y **PROCESO 2: COMISIONAMIENTO**. En cada mapa se enumeró cada actividad y sus potenciales modos de fallos. Luego, físicos médicos (2 de INC y 1 de HEGC) participaron en ponderaciones independientes de Ocurrencia (O), Severidad (S) y falta de Detectabilidad (D) y se calculó *Risk Priority Number* (RPN), tal que:

$$RPN = O \cdot S \cdot D \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde $O, S, D \in [1; 10]$.

- Finalmente, se promedió cada indicador y de los RPN de cada potencial modo de fallo mapeado.

RESULTADOS

- Para un análisis visual se generó un gráfico de distribución de todos los RPN promediados obtenidos versus Severidad con los umbrales recomendados ($S = 8$ y de percentil 75% para los RPN). Los gráficos 1.A y 1.B muestran ambos resultados.
- Finalmente, se analizó las potenciales causas y efectos de los 5 RPN de mayor valor para el **PROCESO 1: PRUEBAS DE ACEPTACIÓN** y los 10 RPN de mayor valor para el **PROCESO 2: COMISIONAMIENTO** [3].

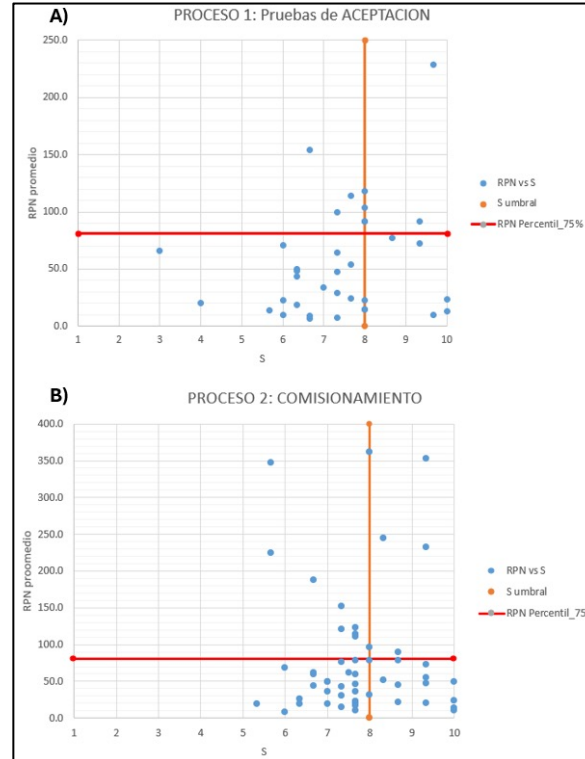


Figura 1. Distribución de los RPN promedio en función de la Severidad para **A) PROCESO 1: PRUEBAS DE ACEPTACIÓN** y **B) PROCESO 2: COMISIONAMIENTO**. El umbral Rojo es para visualizar el Percentil 75% y el umbral naranja indica Severidad = 8.

CONCLUSIONES

A) PROCESO 1: PRUEBAS DE ACEPTACION:

- El error humano por "*Falta de conciencia del proceso y falta de experiencia*" fue la causa repetida de los potenciales fallos. La potencial consecuencia más repetida fue "*Demora del proceso de Prueba de aceptación*". **MITIGACION:** Se realizó los procedimientos con ingeniero extranjero de VARIAN capacitado en instalaciones de Halcyon supervisado por FM y OPR autorizados del INC.
- La potencial consecuencia más severa fue "*1. seguridad radiológica para el público y TOE*" debido a una potencial dosimetría $H^*(10)$ con resultados falsos positivos, obtenida desde el potencial modo de fallo "*3) falla en calibración gruesa del haz*" desde la "*Actividad 04. First-Beam Delivery y Levantamiento Radiométrico*". **MITIGACION:** Se realizó dicha actividad con dos FM-OPR autorizados del INC.

B) PROCESO 2: COMISIONAMIENTO:

- El error humano por "*Falta de conciencia del proceso y falta de experiencia*" fue la causa repetida de los potenciales fallos. La potencial consecuencia más repetida fue "*Demora del proceso de comisionamiento*". **MITIGACION:** Se capacitó internamente al equipo de trabajo UFM en los procedimientos de toma de datos por un FM autorizado y experto del INC.
- La potencial consecuencia más severa fue "*1. Perfiles medidos difieren de los datos recomendados por fabricante*", debido a error en el montaje del diodo, obtenida desde el potencial modo de fallo "*4) Orientación incorrecta del diodo con respecto a la dirección del haz*" en la "*Actividad 07. Montaje de diodo para medidas de campos pequeños*". **MITIGACION:** Se realizó dicha actividad con al menos dos FM autorizados y capacitados en mediciones de campos pequeños.

Referencias

- Saiful_Huq, «The report of Task Group 100 of the AAPM: Application of risk analysis methods to radiation therapy quality management,» Med. Phys. 43 (7), July, 2016.
- Comisión Chilena de Energía Nuclear «Norma de Seguridad 03.0 - Contenido del informe de funcionamiento y seguridad radiológica» Rex DISNR 018-018, Mayo, 2018.
- Troy_Teo, «Application of TG-100 risk analysis methods to the acceptance testing and commissioning process of a Halcyon linear accelerator,» Med. Phys. 46 (3), March, 2019.

Conflicto de interés

Los autores no poseen conflictos de interés relevantes, reales o potenciales, a declarar.

Felipe Carvajal V^{1,2}, Cristián Herrera R.¹, Jorge Oyarzún P¹, Felipe Rojas T.¹, Yaniro Guillén C¹, Rubén Yáñez D¹.

¹Servicio de Oncología y Radioterapia, Hospital Base Valdivia
²Departamento de Oncología Básico Clínica, Universidad de Chile

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

La radioterapia post mastectomía es un estándar para pacientes con cáncer de mama localmente avanzado. Uno de los desafíos técnicos asociados a esta indicación es la cobertura con dosis terapéutica en superficie en casos seleccionados de alto riesgo, para lo cual es necesario utilizar dispositivos que permitan anticipar la zona de buildup¹. Durante los últimos años, el uso de impresión 3D se ha descrito con estos fines²⁻³. El objetivo del presente caso clínico es describir los aspectos técnicos del tratamiento de una paciente con cáncer de mama e indicación de radioterapia post mastectomía, comparando el uso de bolus 3D personalizado mediante impresión 3D (BI3D) y bolus convencional de gel vinílico (BCGV).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se presenta el caso de una paciente con un carcinoma ductal infiltrante G2 de mama izquierda, cT4bN1M0, ypT4bN1M0, Luminal A, ubicado en el cuadrante supero externo, cuya presentación inicial comprometía clínicamente epidermis mediante ulceración.

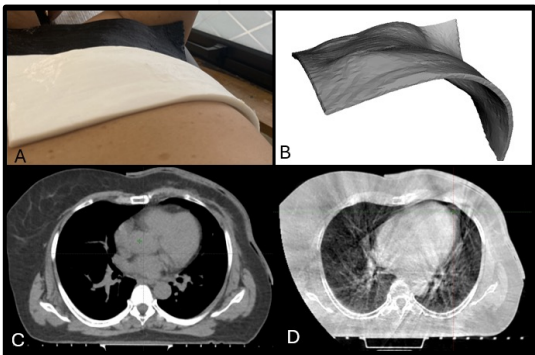


Figura 1. Confección de impresión 3D adaptada anatómicamente y posicionamiento en superficie.

Luego de tratamiento neoadyuvante y Mastectomía con disección axilar, se planificó un esquema hipofraccionado 40 Gy en 15 fracciones, con uso de BCGV de 1 cm en 7 fracciones. En la tomografía computada de simulación se observó mal ajuste anatómico del BCGV, por lo que se decidió realizar un BI3D ajustado a su anatomía (Figura 1). El modelo fue generado con el Script 3DPrinterExport, con un modelo virtual de 0.5 cm exportado desde Eclipse V16.00 y procesado en el software Fusion 360 para posteriormente ser laminado en Cura (Ultimaker B.V., Utrecht, The Netherlands). Características: Disposición de bolus: Vertical. Densidad: 80%. Patrón: Concéntrico. Temperatura extrusor: 210°C. El archivo fue impreso en material TPU-95A eSUM en la impresora FDM Artillery Sidewinder X2.

El tiempo de impresión correspondió a 51Hrs y 40 min utilizándose 341 grs de filamento.

El costo de impresión fue de \$7158 pesos chilenos, sin considerar el gasto eléctrico asociado a la impresión.

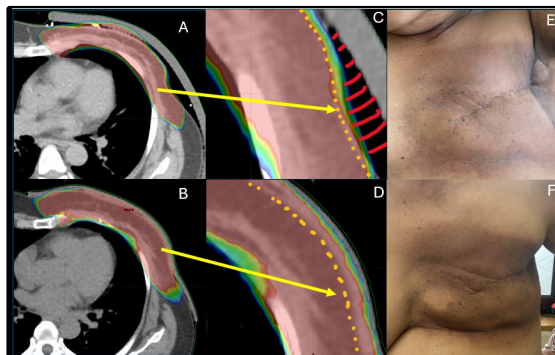


Figura 2. Plan dosimétrico y dosis en piel. Se muestra mediante colorwash la dosis entre el 95% (rojo) y el 98% (azul) de la dosis prescrita.

Para la planificación Se utilizó algoritmo Acuros External Beam versión 16.1.2, con Photon Optimizer, versión 16.1.2, en el sistema de planificación del tratamiento Eclipse 16.1 para el Equipo Halcyon 3.0.

RESULTADOS

Se confeccionó un BI3D que se aplicó y ajustó de manera adecuada a la anatomía de la paciente (Figura 1, A-C). El plan dosimétrico mostró mejor dosis en superficie con el BI3D principalmente en áreas anatómicas complejas en que el BCGV mal ajustado generó interfase Bolus-aire-piel (Figura 2, A-D). La visualización del posicionamiento del BI3D en cada fracción mediante CBCT mostró un ajuste reproducible del aditamento (Figura 1, D). La paciente tuvo una evolución satisfactoria. El efecto clínico en piel estuvo dentro de lo planificado (Figura 2, E-F).

CONCLUSIONES

La impresión 3D permite la fabricación de bolus personalizados de utilidad clínica para casos en que se requiere asegurar una dosis en superficie adecuada. Este dispositivo tiene mejor ajuste anatómico que el BCGV y permite disminuir la incertidumbre asociadas a interfases bolus-aire-piel en áreas anatómicas complejas. Su aplicación es útil en casos de radioterapia post mastectomía cuando es requerido. Debe controlarse su ajuste anatómico óptimo mediante visualización del dispositivo en imágenes volumétricas previas a cada fracción.

Referencias

- Wong G, Lam E, Bosnic S, Karam I, Drost L, Yee C, et al. Quantitative Effect of Bolus on Skin Dose in Postmastectomy Radiation Therapy. J Med Imaging Radiat Sci. septiembre de 2020;51(3):462-9.
- Wang X, Zhao J, Xiang Z, Wang X, Zeng Y, Luo T, et al. 3D-printed bolus ensures the precise post-mastectomy chest wall radiation therapy for breast cancer. Front Oncol. 2 de septiembre de 2022;12:964655.
- Li ST, Chou YH, Huang HJ, Chang HC, Lee YC. Exploring the Benefits of 3D-Printed Bolus in Cone Beam CT for Modified Radical Mastectomy Breast Cancer. Int J Radiat Oncol. 1 de octubre de 2023;117(2, Supplement):e685.

Braquiterapia guiada por imágenes para cáncer de cérvix: resultados actualizados del Hospital Carlos Van Buren

Gabriel Lazcano Álvarez [1,2], Lisset González Abascal [3], Tomás Walter Martin [3], Ilan Perrot Rosenberg [2,3], Gabriel Veillon Contreras [2,3], Benjamín Tudela Staub [2,3], Ximena Quintela Dávila [2,3], Josefa Giusti-Bilz Schäfer [4], Florencia Olivares Duval [4], Anaís Molina Cárcamo [4], José Solís Campos [2,3]

[1] Universidad de Valparaíso, Departamento de Salud Pública; [2] Hospital Carlos Van Buren, Valparaíso, Chile; [3] Universidad de Valparaíso, Cátedra de Oncología del Departamento de Especialidades Médicas; [4] Universidad de Valparaíso, Ayudante alumno Cátedra de Oncología

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

La radioquimioterapia concomitante seguida de braquiterapia adaptativa guiada por imagen (IGABT, por sus siglas en inglés) es el estándar de tratamiento para pacientes con cáncer de cuello uterino localmente avanzado. El propósito de este estudio es describir los resultados del protocolo de IGABT del Servicio de Oncología del Hospital Carlos Van Buren (Valparaíso, Chile). Este reporte corresponde a una actualización de los resultados de supervivencia global presentados en ESTRO 2023.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cohorte retrospectiva que incluye pacientes con diagnóstico de cáncer de cuello uterino localmente avanzado tratadas con radioquimioterapia concomitante seguida de IGABT con intención curativa entre 2019 y junio de 2021. Los datos fueron obtenidos mediante revisión de fichas clínicas y procesados con STATA 18 (Statacorp LLC, EE. UU.), obteniendo estadísticas descriptivas y curvas de supervivencia mediante el método de Kaplan-Meier. El modelamiento de las variables se realizó mediante regresión de Cox.

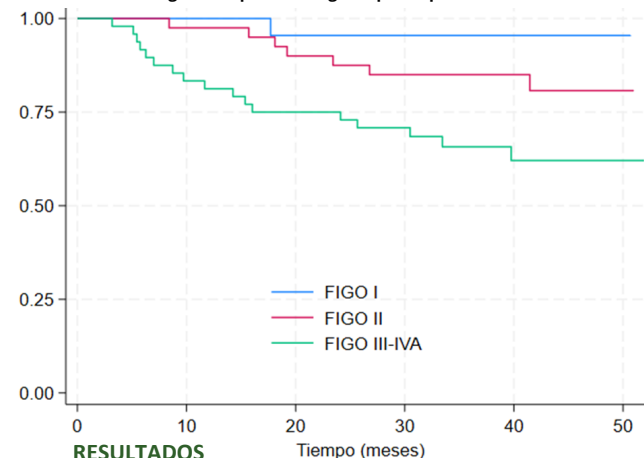
RESULTADOS

Se incluyeron **110 pacientes** (tabla 1) con una mediana de seguimiento de 38.3 meses. Las pacientes recibieron una mediana de 5 ciclos de cisplatino (rango intercuartílico (RIC) de 4-5); 7 pacientes (6.4%) no recibieron quimioterapia. Se administró una mediana de 3 (RIC 3-3) sesiones de braquiterapia de alta tasa de dosis con una mediana de EQD2 al CTV de alto riesgo de 83.6 Gy (RIC de 83.6-85.5). La **supervivencia global** fue de 83.6% a los 2 años y de 78.7% a los 3 años. Según etapificación agrupada, la supervivencia global a 3 años fue de 95.5% para pacientes de etapa I; 85% para etapa II y 65.7% para etapas III-IVA (Figura 1)

Tabla 1. Características de las pacientes

Variable	N (%) o mediana [RIC]
Edad (años)	47 [37-59]
ECOG	
0	98 (89.1)
1	10 (9.1)
2	2 (1.8)
Tamaño tumoral (cm)	4.5 [4-6]
Histología	
Carcinoma escamoso	93 (84.6)
Adenocarcinoma	13 (11.8)
Adenoescamoso	4 (3.6)
Etapla FIGO	
IB1	1 (0.9)
IB2	4 (3.6)
IB3	17 (15.5)
IIA	6 (5.5)
IIB	34 (30.9)
IIIB	6 (5.5)
IIIC1	35 (31.8)
IIIC2	6 (5.6)
IVA	1 (0.9)
Etapificación con PET CT FDG	41 (37.3)
Técnica de radioterapia	
3DCRT	61 (55.5)
VMAT	49 (44.5)

Figura 1. Supervivencia global por etapas



RESULTADOS

Se modeló la supervivencia global mediante regresión de Cox considerando etapa agrupada, histología escamosa vs no-escamosa, estado funcional ECOG, edad, duración total de tratamiento y número total de ciclos de cisplatino semanal. Hazard ratios (IC 95% en paréntesis): Etapa agrupada 2.55 (1.25-5.2); histología no-escamosa 3.38 (1.13-10.06); edad 0.99 (0.96-1.02); ECOG 2.42 (1.12-5.15); duración total de tratamiento 1.07 (1.03-1.11); ciclos de cisplatino 0.75 (0.57-0.99).

CONCLUSIONES

Los resultados expuestos confirman los excelentes desenlaces oncológicos previamente reportados. Se identificaron variables clínicas y de tratamiento relevantes.

Rixy Plata, Alvaro Ruiz, Jhonalbert Aponte, José Rodríguez, Filippo Marangoni, Matias Pino, Marcelo Ribeiro.

Departamento de Radioterapia. Fundación Arturo López Pérez

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

Cyberknife® es considerado un equipo adecuado en el tratamiento de volúmenes pequeños con alta precisión y exactitud. Sin embargo, máquinas no dedicadas son usadas para tratar este tipo de lesiones. Para evaluar la exactitud geométrica en tratamientos tipo SRT, es necesario realizar pruebas End-to-End (E2E), de acuerdo con las recomendaciones de MPPG 9.a AAPM-RSS. Por consiguiente, el objetivo de este trabajo es evaluar por medio de pruebas E2E, la eficacia del Halcyon® E en cuanto a precisión y exactitud en la entrega de tratamientos tipo SRT tomando como referencia los resultados de las pruebas E2E del equipo Cyberknife®.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para establecer la referencia de la comparación, se utilizaron 24 resultados correspondientes a 2 tipos de E2E realizados en el Cyberknife® de nuestra institución, los cuales utilizan 2 películas radiocrómicas insertas en un maniquí antropomórfico de cabeza y cuello (figura 1). El volumen de las zonas objetivo es de 17.44 cc para brain target y 3.53 cc para spine target. Para asegurar la consistencia en la evaluación del sistema Halcyon, la CT y las estructuras empleadas en Precision® V3.3.1.2 fueron importadas en Eclipse® V16.1, garantizando la reproducibilidad del contorno requerida para que sea equivalente la comparación de resultados obtenidos en el software E2E, utilizado para el análisis de las películas radiocrómicas.



Figura 1. Maniquí antropomórfico de cabeza y cuello empleado en los E2E.

Se crearon en Eclipse® dos planes E2E correspondientes a los volúmenes brain target y spine target, los cuales fueron entregados 3 veces cada uno en películas radiocrómicas, haciendo uso del Halcyon® E de nuestra institución. Los parámetros establecidos en los planes fueron: 1 isocentro,, 4 arcos completos con ángulos de colimador 281°, 326°, 11° y 56° y se prescribió una dosis de 420 cGy.

Por otro lado, en los E2E del Cyberknife® se emplearon los métodos de seguimiento 6D skull y Xsight spine en el registro de imágenes. En Halcyon®, el registro de todas las imágenes fue hecho por medio de la herramienta de registro automático y sin corrección rotacional.

RESULTADOS

En promedio para las medidas en Cyberknife®, la mayor desviación para brain target fue 0.24 ± 0.18 mm en el plano anterior-superior (hacia posterior en el maniquí), siendo el error total promedio 0.51 ± 0.15 mm. En el mismo plano y sentido se encontró la mayor desviación en el caso del Halcyon® para brain target, de 0.63 ± 0.17 mm, con un error total promedio de 0.65 ± 0.17 mm.

	Error izquierda (mm)	Error anterior imagen A/L (mm)	Error superior (mm)	Error anterior imagen A/S (mm)	Error anterior promedio (mm)	Error total (mm)
Brain target (Cyberknife®)	0.19 ± 0.37	-0.23 ± 0.11	0.07 ± 0.2	-0.24 ± 0.18	-0.23 ± 0.14	0.51 ± 0.15
Brain target (Halcyon®)	0.14 ± 0.3	-0.45 ± 0.12	0.09 ± 0.15	-0.63 ± 0.17	-0.54 ± 0.11	0.65 ± 0.17
Spine target (Cyberknife®)	0.34 ± 0.28	-0.2 ± 0.11	-0.08 ± 0.31	-0.09 ± 0.16	-0.14 ± 0.10	0.56 ± 0.08
Spine target (Halcyon®)	0.26 ± 0.01	-0.15 ± 0.08	-0.51 ± 0.14	-0.11 ± 0.12	-0.13 ± 0.09	0.60 ± 0.13

Tabla 1. Resultados obtenidos de las pruebas E2E realizadas en Cyberknife® y en Halcyon E para dos volúmenes objetivo: brain target y spine target.

Por su parte, en promedio para las mediciones en Cyberknife® correspondientes a spine target, la mayor desviación encontrada es de 0.34 ± 0.28 mm en el plano coronal hacia la izquierda del maniquí, siendo el error total promedio 0.56 ± 0.08 mm. En cuanto al Halcyon® la mayor desviación fue de 0.51 ± 0.14 mm, encontrada en el plano sagital hacia la parte inferior del maniquí, y el error total promedio fue de 0.60 ± 0.13 mm (tabla 1).

CONCLUSIONES

Nuestros hallazgos iniciales indican buenos resultados para el Halcyon® E en cuanto a exactitud y precisión en la entrega de este tipo de tratamientos, siendo el resultado del error total < 1 mm para ambos objetivos y comparables con los resultados obtenidos en los E2E de Cyberknife®. Es importante reconocer las limitaciones inherentes al número de mediciones logradas hasta ahora. Extender el conjunto de datos puede proporcionar un análisis estadístico más robusto. No obstante, los resultados encontrados hasta el momento demuestran que el Halcyon® E entrega tratamientos de SRT con buena precisión.

No se observó impacto significativo en la precisión de la administración de los tratamientos en Halcyon® E, a pesar del hecho de que el registro de imágenes y la camilla solo proporcionan correcciones traslacionales.

Por ende, el Halcyon® E ha demostrado estar dentro de umbrales aceptables en tratamientos de alta precisión, siempre y cuando se consideren las mismas condiciones de irradiación aplicadas en la metodología de este estudio.

Referencias

1. Accuray. Cyberknife treatment delivery system. Physics Essential guide. V.11.1.x. Chapter 4
2. Per H. Halvorsen1, Eileen Cirino1, Indra J. Das2, Jeffrey A. Garrett, Jun Yang, Fang-Fang Yin, Lynne A. Fairoben. AAPM-RSS Medical Physics Practice Guideline 9.a. for SRS-SBRT.

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

La irradiación de piel es un desafío clínico cuando se requiere obtener dosis terapéutica en dicha estructura mediante haces de rayos x o electrones de alta energía. El propósito del presente trabajo es determinar el efecto que genera la interposición de diferentes grosores de bolus convencional de gel vinílico (BCGV) y Bolus impreso 3D (BI3D) desarrollado en nuestra institución, mediante la medición de cargas generadas por la incidencia del haz y definir una curva de isoeffecto entre ambos tipos de bolus, con un factor de corrección en caso de requerirlo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El modelado de los BI3D fue generado con el software Fusion 360, creando 6 cubos de 100x100 mm con grosor de 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5 y 15.0 mm. Estos fueron laminados en Cura con las siguientes características: Disposición de bolus: Vertical. Densidad: 80%. Patrón: Concéntrico. Temperatura extrusor: 210°C. El archivo fue impreso en material TPU-95A eSUM en la impresora FDM Artillery Sidewinder X2.

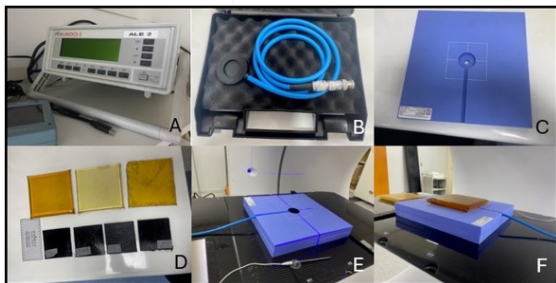


Figura 1: Implementos utilizados para la medición de dosis absorbida. A: Electrómetro PTW UNIDOS. B: Cámara de ionización plano-paralela ROOS C: Fantoma agua-equivalente, Solid Water HE D: BI3D y BCGV en diferentes grosores E: Cámara Ross montada en Fantoma F: Interposición de bolus en el centro del fantoma.

Los materiales utilizados para la medición se muestran en la Figura 1.

Post termalización de la cámara de ionización, termómetro y barómetro se procedió a montar la cámara Ross en el fantoma agua-equivalente (Figura 1,E).

Se posicionó a una distancia SSD 100 cm en el láser que indica el isocentro virtual del equipo Halcyon®, colocando al centro la cámara de ionización, luego se dispuso en el centro el Bolus (Figura 1, F). Consecutivamente, se llevó desde el isocentro virtual al isocentro mecánico del acelerador. El electrómetro se polarizó a 200V, en el modo servicio del equipo se definió un tamaño de campo de 10 cm x 10 cm y se procedió a realizar disparos para la estabilización de las lecturas.

Finalmente, se dispararon 3 medidas de 200UM, registrando las cargas obtenidas en la cámara de ionización, graficando su media (Figura 2).

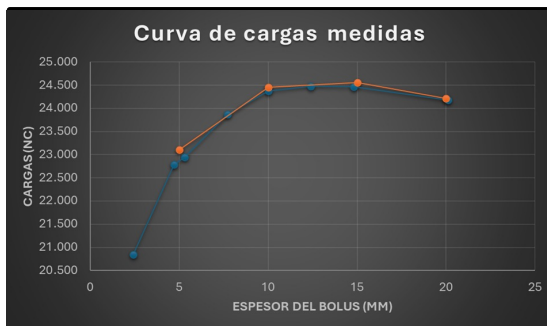


Figura 2. Curva de dosis absorbida según espesor del bolus interpuesto, medido con cámara de ionización plano-paralela. En línea celeste se observa la curva generada con el BI3D y en línea naranja la con BCGV.

RESULTADOS

La curva de cargas generada con la interposición de BI3D en diferentes espesores se superpone adecuadamente en su trayectoria con la obtenida del BCGV. (Figura 2). La carga máxima medida se alcanzó entre los 10 y 15 mm de espesor, lo que es concordante con las características del haz de fotones publicadas para el equipo Halcyon®6.

CONCLUSIONES

El efecto de la interposición de BI3D en términos de cargas registradas es equivalente al del BCGV. Desde un punto de vista práctico, se puede considerar que 1 mm de espesor del BCGV es equivalente a 1mm de espesor del BI3D al momento de confeccionar una impresión 3D para planificar tratamiento con dosis optimizada sobre piel, sin requerir factor de corrección con las características de material y geometría desarrolladas en nuestra institución.

Referencias

1. Sobar JL, Moran K, Allan J, Clancey J, Joseph T, Chytky-Praznik K, et al. Intrapatient study comparing 3D printed bolus versus standard vinyl gel sheet bolus for postmastectomy chest wall radiation therapy. *Pract Radiat Oncol.* 2018;8(4):221-9.
2. Wong G, Lam E, Bosnic S, Karam I, Drost L, Yee C, et al. Quantitative Effect of Bolus on Skin Dose in Postmastectomy Radiation Therapy. *J Med Imaging Radiat Sci.* septiembre de 2020;51(3):462-9.
3. Wang X, Zhao J, Xiang Z, Wang X, Zeng Y, Luo T, et al. 3D-printed bolus ensures the precise postmastectomy chest wall radiation therapy for breast cancer. *Front Oncol.* 2 de septiembre de 2022;12:964455.
4. Yu S, Ahn SH, Choi SH, Ahn WS, Jung I hye. Clinical Application of a Customized 3D-Printed Bolus in Radiation Therapy for Distal Extremities. *Life.* febrero de 2023;13(2):362.
5. Lu Y, Song J, Yao X, An M, Shi Q, Huang X. 3D Printing Polymer-based Bolus Used for Radiotherapy. *Int J Bioprinting.* 22 de septiembre de 2021;7(4):414.
6. Lloyd SAM, Lim TY, Fave X, Flores-Martinez E, Atwood TF, Moiseenko V. TG-51 reference dosimetry for the HalcyonTM: A clinical experience. *J Appl Clin Med Phys.* julio de 2018;19(4):98-102.

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

En la braquiterapia endometrial, que involucra el uso de un cilindro como aplicador, la dosis de tratamiento se prescribe típicamente a una profundidad de 5 mm desde la superficie del aplicador, administrado generalmente en tres fracciones, lo que garantiza una alta reproducibilidad del PTV. Algunos profesionales aprovechan esta ventaja para realizar una sola adquisición de imágenes de planificación para todas las sesiones de tratamiento. En este estudio, nos proponemos determinar diferencias dosimétricas en tratamientos cuando se utiliza una imagen por sesión en comparación con el uso de una sola imagen, correspondiendo a la primera sesión de tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recopiló y analizó la información de tratamiento de un grupo de 33 pacientes de Ca de endometrio tratados con sus diferentes imágenes y planes para cada sesión. Fue prescrito 7Gy en 3 Fracciones para cada paciente. Se crearon réplicas de cada plan de tratamiento, manteniendo la misma configuración de paradas y tiempos de detención que en el primer plan, para simular un tratamiento de un único plan.

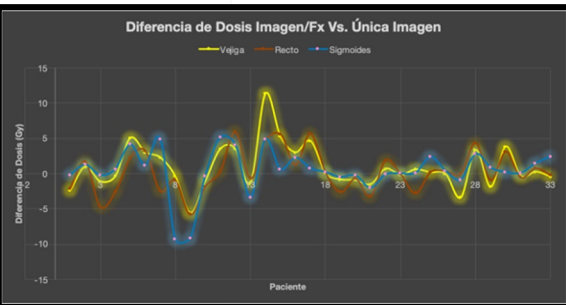


Figura 1. Diferencia de Dosis en planes con una imagen por fracción vs una única imagen para todo el tratamiento

A continuación, se compararon estos planes para evaluar las diferencias en la dosis del tratamiento para los órganos a riesgo, así como posibles variaciones en la cobertura del PTV. Se analizaron los Histograma Dosis Volumen, evaluando la dosis en 2 cc para los órganos a riesgo.

RESULTADOS

La evaluación de las diferencias en la dosis recibida en los órganos a riesgo mostró variaciones significativas tanto en la diferencia promedio entre las fracciones como en la diferencia acumulada a lo largo de las sesiones de tratamiento. La Figura 1 muestra que las diferencias más notables se observaron en la vejiga, alcanzando los 12 Gy. Por otra parte, la Figura 2 muestra la diferencia media de dosis y la dispersión para cada OAR. La variabilidad para vejiga y recto es de 4 Gy y para el sigmoides es de 2.5 Gy.

La Figura 3 muestra la dosis total en los OAR para tratamientos simulando una sola planificación y considerando un tratamiento convencional de RT externa de 45 Gy.

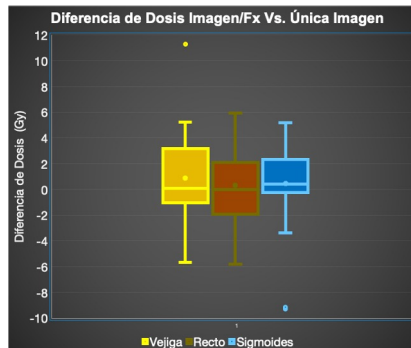


Figura 2. Gráfico de Caja donde se puede observar como se distribuye la diferencia de dosis en los OAR

Se incorporan franjas horizontales que representan las dosis límite para la vejiga, el recto y sigmoides.

Se observa que la vejiga se encuentra alejada de la dosis límite, mientras que tanto el recto como el sigmoides superan este límite en algunas ocasiones

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que la elección de utilizar una sola imagen de planificación, puede tener un impacto significativo en la dosis entregada a los órganos a riesgo, sobretodo en Recto y sigmoides.

Además, se debe tener en cuenta la variabilidad entre pacientes para garantizar un tratamiento seguro y efectivo. Estos hallazgos resaltan la importancia de una atención personalizada y adaptativa en la braquiterapia ginecológica.

Referencias

1. American Brachytherapy Society consensus guidelines for adjuvant vaginal cuff brachytherapy after hysterectomy. Small W Jr, Beriwal S, Demanes DJ, et al. Brachytherapy. 2012;11:58-67
2. Ohno T, Toita T, Tsujino K, Uchida N, Hatano K, Nishimura T, Ishikura S. A questionnaire-based survey on 3D image-guided brachytherapy for cervical cancer in Japan: advances and obstacles. J Radiat Res. 2015 Nov;56(6):897-903.

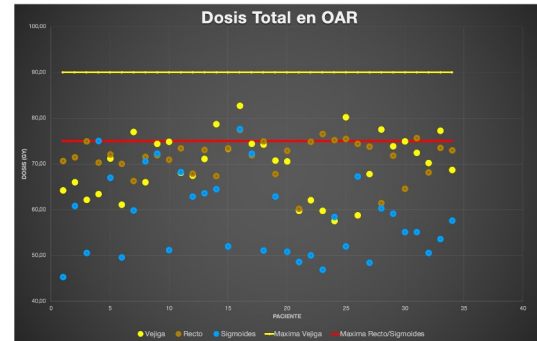


Figura 3. Dosis Total en OAR. Las franjas horizontales representa la dosis límite en OAR

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

La revisión de planes de radioterapia, es una etapa clave de seguridad y calidad antes de la entrega de la dosis al paciente. Recomendado por el organismo internacional de energía atómica (IAEA)¹ y reconocidas sociedades de radioterapia (AAPM, ASTRO)^{2,4}. Sobre: ¿qué revisar?, algunas publicaciones⁴ sugieren chequeos que dependiendo de la complejidad de la técnica, pueden ser muy extensas de realizar rutinariamente. Es por ello, que el objetivo de este trabajo es diseñar una herramienta de automatización de este proceso, no tan solo revisando de forma sino ágil, sino segura y objetiva para un plan de tratamiento, en cualquiera de las técnicas que se realice la radioterapia externa. Este chequeo entonces, debería incluir aspectos críticos como los clínicos, pasando por los de calidad del diseño y capacidad de ser realizable por el equipo de tratamiento (calidad de entregabilidad).

MATERIAL Y MÉTODOS

El algoritmo (Fig.1), es un código en C# (Visual Basic, Microsoft), que extrae y analiza todos los datos de los archivos DICOM (Estructura y Plan), desde el sistema de planificación computarizada (TPS) marca Varian modelo Eclipse v.16.1, a través de la Interfaz de Programación de Aplicaciones de Eclipse (ESAPI) v.16.2, Varian (Fig.2). Funciona como checklist automático que evalúa en más de 70 puntos de análisis, emitiendo un Reporte.

MATERIAL Y MÉTODOS

El reporte entrega los resultados como OK, Falla y/o Revisión, y el nivel de acción de la prueba (Fig. 3). está dividido en: Objetivos Clínicos (volumen blanco, prescripciones con cobertura de la dosis (ICRU 83) y límites a órganos de riesgo), Calidad del plan (índices ICRU, eficiencia, optimización geométrica de campos de tratamiento (por posibles colisiones), Calidad de distribución de la dosis (del TPS e inclusión correcta de accesorios), Entrega de la dosis (del Equipo), y sistema de colimación multi-láminas (MLC), y finalmente la Incertidumbre estimada. Los resultados, aceptables o no, están basados en recomendaciones y en nuestros errores sistemáticos. Se analizaron 100 pacientes, proporcional de nuestro Centro: 35% de intensidad modulada (IMRT), 35% de arco modulada volumétrica (VMAT), 20% de conformal tridimensional (3D-CRT) y 10% entre estereotáxica (SRS) y de cuerpo (SBRT). Todos poseen características específicas de análisis, como su tipo de modulación de la dosis (complejidad) y parámetros de entregabilidad por el equipo de tratamiento (Tasa de Dosis, Velocidad del gantry, cálculo del Secuenciador, unidades monitor por arco o segmento, etc.). Para verificar la robustez y seguridad del algoritmo, se compararon con la típica revisión de lista de chequeos de valores entregados directamente desde el TPS (“visual”)³.

RESULTADOS

Más del 50% de los planes poseen un error sistemático (objetivos clínicos y calidad), en técnicas de IMRT y VMAT poseen algún error (Fig.4) considerable (26% por deficiente entregabilidad de la dosis). Casi el 50% de todos los planes de tratamiento, independiente de la técnica, presentaban típicos errores sistemáticos del plan (calidad del volumen de cálculo o Body o por mala inserción de estructura: Mesa de Tratamiento), o, en la segmentación de volúmenes: como mal etiquetado en el nombre, falta de contornos, o islas (puntos de segmentación) que no corresponden a los objetivos clínicos. Además, casi un 80% de los errores en tratamientos de SRS (confirmados con medidas paciente-específico) era por segmentos pequeños (re-comisionado en TPS).

CONCLUSIONES

El más importante: detectar que el 100% de los pacientes analizados, posee algún error (detectabilidad), desde formas (estandarización) hasta complejos (re-planificación completa). En comparación con la clásica revisión, no solo hay una reducción del tiempo (eficiencia), también, se limitan aspectos subjetivos de evaluación del Físico Médico que la realiza o a quien se designe (“visual-subjetivo”). Además, demostró ser predictivo, en desviaciones de índice $\gamma > 1$, Máxima[3%,2mm] para medidas 2D/3D (control de calidad paciente-específico) en IMRT, VMAT y SRS y SBRT en Local[1%,1mm]. En resumen, hubo un gran aporte en la reducción de nuestros errores sistemáticos (retro-alimentación); por ejemplo, para control de calidad del contorno de volúmenes, el análisis de la segmentación con herramientas como desviación de centro de masa y detección de micro-volumenes.. Por último, para ver el estado del arte, se comparó con otros sistemas comerciales, teniendo la ventaja de personalizarse para las detecciones propias de una máquina de tratamiento (limitaciones) y del Centro mismo (disminución de errores sistemáticos). Un gran potencial se puede tener en la recopilación de datos para ser usado con Inteligencia Artificial (Machine Learning).

Referencias

1. IAEA, “TECDOC-1151: Aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia: Protocolo de control de calidad”, Austria, 2000.
2. AAPM, “Comprehensive QA for radiation oncology: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40”, EEUU, 1993.
3. AAPM, “Strategies for effective physics plan and chart review in radiation therapy: Report of AAPM Task Group 275”, EEUU, 2020.
4. ASTRO, “Safety is No Accident: A framework for quality radiation oncology and care”, EEUU, 2019.

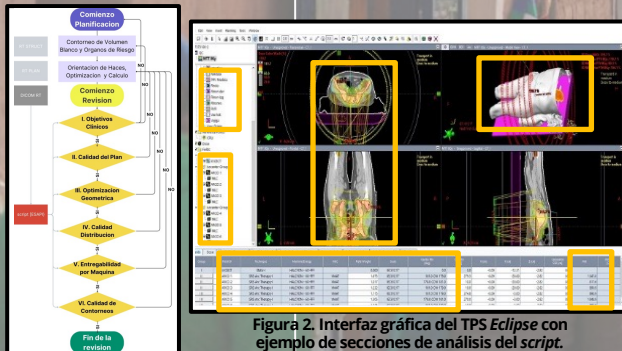


Figura 2. Interfaz gráfica del TPS Eclipse con ejemplo de secciones de análisis del script.



Figura 3. Reporte con Tipo de chequeo, Evaluación y Resultado con nivel de acción

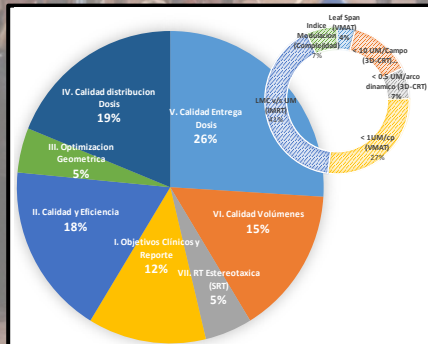


Figura 4. Distribución de errores en Tipo de Chequeo, Calidad de Entrega con sus índices específicos (mayor desviación).

Rubén Yáñez^{1,2}, Maricel Mercado¹, Yaniro Guillén¹, Nataly Belmar¹, Rodrigo Astudillo¹, Cristian Herrera¹

Unidad de Física Médica - Hospital Base Valdivia

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

Diseñar y fabricar un dispositivo programable capaz de replicar movimientos respiratorios simples y que se pueda acoplar a un fantoma antropomórfico de tórax. El Simulador Programable de Movimientos Respiratorios (SPMR) permite alojar diferentes tipos de detectores como cámaras de ionización, diodos, placas radiocrómicas. Parámetros como frecuencia y amplitud de la respiración se pueden modificar. El propósito del conjunto formado por el SPMR y el fantoma es corroborar el correcto funcionamiento del sistema de disparo gatillado (gating) y, de ese modo, probar la eficacia de la compensación de movimientos respiratorios en SBRT.

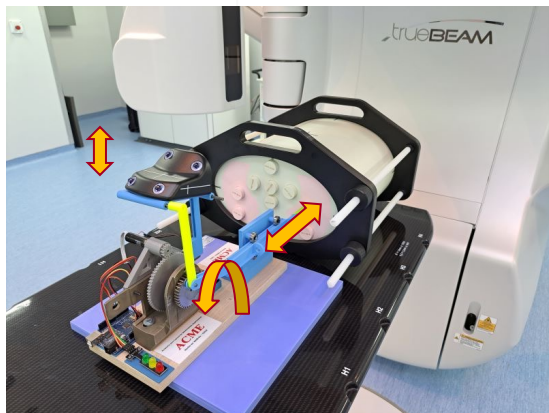


Figura 1. El Simulador programable de movimientos respiratorios (SPMR) acoplado al fantoma CIRS de pulmón. Se observa inserto porta placa ingresando en el pulmón izquierdo (color verde brillante). La biela de color amarillo transmite el movimiento respiratorio a la plataforma donde se coloca el reflector infrarrojo del sistema de gating.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la fase de diseño se utilizó la plataforma Tinkercad (AUTODESK) para crear modelos 3D de las piezas necesarias. En la fabricación de las piezas plásticas se utilizó una impresora 3D Sidewinder X2 (ARTILLERY) y una impresora Ender V2 (Creality), ambas con filamento de ácido poliláctico (PLA). El control electrónico del dispositivo se logró con una placa programable ARDUINO UNO y un módulo L298N conectado a un motor de eléctrico pequeño. Mediante la programación de la placa ARDUINO se modifica la frecuencia y las pausas del movimiento respiratorio. La amplitud y la fase del movimiento respiratorio se modifican mecánicamente cambiando un engranaje conectado a la biela principal. Para la fuente de alimentación se utilizó una batería de 9V, con lo cual se evitan las molestias de usar cables en la sala de tratamientos. El SPMR se acopló a un fantoma semi-antropomórfico de tórax CIRS (MIRION). (Figura 1)



Figura 2. Vista frontal del fantoma CIRS de pulmón y los insertos. El inserto rosado es original del fantoma y puede alojar una cámara pinpoint o un diodo. El inserto de color naranja se imprimió con PLA y puede alojar en su interior una cámara pinpoint o un diodo. El inserto color verde sirve para colocar pequeñas placas radiocrómicas.

RESULTADOS

Se construyó un dispositivo programable, ligero y modular para simular movimientos respiratorios en el interior del espacio que ocupa un inserto de pulmón del fantoma CIRS. Es posible programar diferentes frecuencias, amplitudes y fases al movimiento respiratorio simulado. Al interior del fantoma se puede alojar distintos tipos de detectores, tales como cámaras de ionización pequeñas, diodos o placas radiocrómicas. Las pruebas realizadas hasta el momento con el dispositivo SPMR han demostrado que es efectivo para realizar controles de calidad independientes al sistema de gating y al sistema de imágenes CBCT. También nos permitirá evaluar la eficacia de las medidas adoptadas por nuestra institución para compensar movimientos respiratorios de pequeños blancos pulmonares.

CONCLUSIONES

Se demostró que es posible crear un dispositivo programable útil con la ayuda de la impresión 3D y algunos conocimientos intermedios de electrónica. Se fabricó y probó con éxito un dispositivo capaz de simular movimientos respiratorios simples al interior de un fantoma semi-antropomórfico de pulmón. El propósito principal es contar con un instrumento independiente de control de calidad del sistema de gatillado durante los tratamientos SBRT de pulmón.

Referencias

- Yoon K, Jeong C, Kim S-w, Cho B, Kwak J, Kim SS, et al. (2018) Dosimetric evaluation of respiratory gated volumetric modulated arc therapy for lung stereotactic body radiation therapy using 3D printing technology. PLoS ONE 13(12):e0208685. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208685>
- Quiñones D, Soler-Egea D, Gonzales-Perez V, et al. (2018). Open source 3D printed Lung tumor movement simulator for radiotherapy quality assurance. Materials 2018, 11, 1317; <https://doi.org/10.3390/ma11081317>
- Caraca A, Shepherd J. An affordable custom phantom for measurement of linac time delay in gated treatments with irregular breathing. (2019). Australas Phys Eng Sci Med (2012) 35:93-100. <https://doi.org/10.1007/s13246-019-00785-y>

Ariel Fariña, Osmara Calero Romero, Pamela Aquino Cardozo, Lucas Staringer, Moisés Russo, Pablo González, Leonardo Carmona, Camila Pérez
Radioterapia, Fundación Arturo López Pérez

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

El efecto abscopal se ha descrito como la regresión de lesiones metastásicas no irradiadas luego de un tratamiento de radioterapia realizado al tumor primario (1-6). Los casos de efecto abscopal son raros y existen muy pocos reportes en la literatura de este fenómeno en pacientes con diagnóstico de sarcoma y no hay casos reportados de efecto abscopal ni curación de pacientes con sarcomas oligometastásicos radioinducidos tratados con radioterapia sin quimioterapia.

El objetivo: Reporte de un caso de efecto abscopal y curación de enfermedad en una paciente con sarcoma costal oligometastásico en que solo se trató con radioterapia el tumor primario y que no recibió terapia sistémica ni irradiación en la metástasis hepática única.

PRESENTACIÓN CASO CLINICO

Paciente de sexo femenino de 71 años con antecedente de cáncer de mama in situ bilateral sincrónico, tratado en 2010 con mastectomía total a izquierda y con mastectomía parcial más radioterapia (50 Gy en 25 fracciones más sobreimpresión hasta 60 Gy) a derecha. En enero de 2019 se diagnosticó sarcoma de pared costal derecha radioinducido mediante biopsia de masa de 5 cm a nivel del quinto arco costal derecho, la que informó sarcoma de alto grado y se corrobora diagnóstico por revisión de biopsia e inmunohistoquímica por anatomía patológica de FALP.

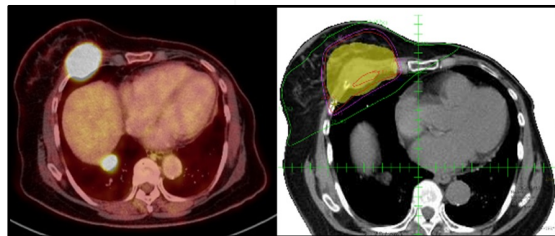


Figura 1-A (PET-CT de 28/12/2018)

Figura 1-B (radioterapia costal)

PET-CT de etapificación (28/12/2018) informó masa de 5.3 cm con SUV 37 en región costal anterior derecha y metástasis única a nivel del domo hepático, de 2.3 cm y SUV 16, alejada del tumor costal (Fig. 1A), la cual se desestimó de biopsiar dada imagen patognomónica por estudio imagenológico (lesión heterogénea, con alto SUV, infiltrativa en domo hepático y que infiltraba además el diafragma).

Paciente por su cuenta inició terapia alternativa con muérdago desde el diagnóstico del sarcoma costal y en marzo de 2019 recibió RT paliativa en FALP sobre el tumor costal, recibiendo 20 Gy en 4 fracciones con radioterapia conformacional 3D (Fig. 1B), y recibiendo la metástasis hepática solo radiación de forma incidental con una dosis menor a 4 Gy, dosis que no se considera terapéutica.

PET-CT control (31/08/2019) evidenció disminución de tamaño y metabolismo del tumor costal y respuesta metabólica e imagenológica completa de la metástasis hepática no irradiada (Fig. 2A), por lo que se decide observar y no tratar ni con quimioterapia paliativa ni SBRT hepática (solo recibió el tratamiento de radioterapia sobre el tumor primario costal). A continuación se agregó respuesta completa del tumor costal y se ha mantenido en ECOG 0 y sin evidencias de enfermedad por imágenes de control seriadas hasta la fecha, siendo el último TAC control del 15/12/23 (imagen 2-B), habiendo transcurrido 4 años y 9 meses de la RT costal.

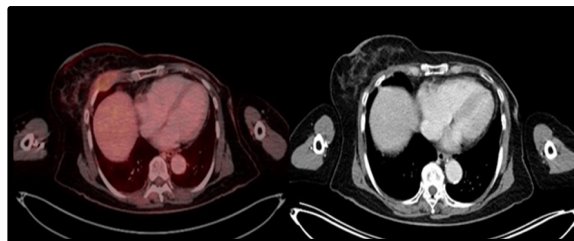


Figura 2-A (PET-CT de 31/08/2019)

Figura 2-B (TAC de 15/12/23)

CONCLUSIONES

Se reporta el primer caso de efecto abscopal en metástasis hepática luego de irradiar un sarcoma de pared torácica radioinducido oligometastásico, con curación de enfermedad tanto local como metastásica, respuesta que se ha mantenido por casi 5 años de seguimiento y sin haber recibido quimioterapia paliativa ni tratamiento dirigido sobre la metástasis hepática.

El efecto inmunogénico del muérdago podría haber contribuido a la activación del sistema inmune mediada por radiación, contribuyendo así a la respuesta observada y la persistencia de esta respuesta a largo plazo. Dado que el muérdago no tiene actividad antitumoral que determine la curación de un cáncer metastásico, se plantea que los mecanismos inmunogénicos inducidos por la radioterapia serían los principales mediadores de la respuesta completa y mantenida de la enfermedad en esta paciente.

Referencias

- Rodríguez-Ruiz ME, Vanpouille-Box C, Melero I, et al. Immunological Mechanisms Responsible for Radiation-Induced Abscopal Effect. *Trends Immunol.* 2018 Aug;39(8):644-655.
- Yilmaz MT, Elmali A, Yazici G. Abscopal Effect, From Myth to Reality: From Radiation Oncologists' Perspective. *Cureus.* 2019 Jan 9;11(1):e3860.
- Craig DJ, Nanavaty NS, Devanaboyina M, Stanbery L, et al: The abscopal effect of radiation therapy. *Future Oncol.* 2021 May;17(13):1683-1694.
- Lippert TP, Greenberg RA. The abscopal effect: a sense of DNA damage is in the air. *J Clin Invest.* 2021 May 3;131(9):e148274.
- Nelson BE, Adashek JJ, Lin SH, Subbiah V. The abscopal effect in patients with cancer receiving immunotherapy. *Med.* 2023 Apr 14;4(4):233-244.
- Horneber M A, Bueschel G, Huber R, Linde K and Rostock M. Mistletoe therapy in oncology. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008:CD003297.

José Luis Rodríguez-Mongua, Rixy Plata, Jhonalbert Aponte, Álvaro Ruiz, Filippo Marangoni, Matías Pino, Marcelo Ribeiro

Departamento de Radioterapia
Fundación Arturo López Pérez

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

La dosimetría utilizando Electronic Portal Imaging Devices (EPID) ha emergido como una herramienta fundamental en los controles de calidad paciente-específico. Este enfoque ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años debido a su alta resolución espacial, su integración como un sistema propio del equipo de tratamiento y su facilidad de uso.

El objetivo de este estudio es evaluar la precisión y sensibilidad del EPID, utilizando el formalismo y el algoritmo de análisis gamma disponible en el sistema Portal Dosimetry (PD), frente a posibles variaciones en el posicionamiento de las láminas en planes de tratamiento VMAT. El análisis de estos resultados contribuirá a fortalecer nuestra comprensión sobre la importancia y el impacto de la dosimetría con EPID en la garantía de la calidad y seguridad de los tratamientos de radioterapia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 6 pacientes con tratamientos VMAT de próstata y región pélvica con técnica de boost integrado, cuya dosis prescrita fue 60 Gy, utilizando el sistema de planificación Eclipse®. En estos casos se realizaron modificaciones controladas en los planes originales de tratamiento mediante scripting, directamente en Eclipse®, con el propósito de abrir las láminas encargadas de la modulación en 1 mm en cada punto de control (CP) seleccionado por campo de tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se eligió un desplazamiento de 1 mm ya que es el valor máximo de diferencia de posicionamiento tolerable por el equipo. Cada plan modificado se sometió a un control de calidad en el EPID y se comparó con las imágenes del plan original predichas por Eclipse® mediante análisis gamma.

Para obtener resultados precisos en el EPID, se realizaron tres mediciones de cada plan, permitiendo obtener el valor promedio y la desviación estándar en las comparaciones. Además, para asegurar la fiabilidad del análisis gamma realizado, todas las mediciones se realizaron después de una calibración del detector. Fueron creados 5 planes modificados, variando en cada uno de ellos un porcentaje del total de los CP por cada campo de tratamiento en un 10%, 25%, 50%, 75% y 90% del plan original.

RESULTADOS

Respecto a la sensibilidad del EPID ante las modificaciones de los planes y su comparación con el plan original (dosis predicha vs medidas), al aplicar criterios estrictos en el análisis gamma (2% en dosis, 2 mm en distancia de coincidencia (DTA), y 10% de umbral de dosis), se detectaron diferencias significativas sólo cuando el 90% de los CP por cada campo fueron modificados. Sin embargo, al emplear criterios más restrictivos (2% en dosis, 1 mm en DTA, y 10% de umbral de dosis), se observaron diferencias significativas cuando el 50% de los CP por cada campo fueron alterados (figura 1).

RESULTADOS

En los planes que fueron modificados, se observó un aumento de la dosis en los OAR, como consecuencia del desplazamiento de 1 mm.

La tabla 1 presenta el promedio de las dosis medias en algunos de estos OAR. Aunque las modificaciones gamma bajo criterios convencionales, si estas llegaron a ser identificadas, podrían tener un impacto en la aprobación de un plan de tratamiento considerando las tolerancias establecidas para estos órganos. A pesar de las modificaciones en las láminas encargadas de la modulación, no se encontró una relación directa entre el número de láminas movidas y el resultado del análisis gamma, ni tampoco el cambio en el área de irradiación.

CONCLUSIONES

Este estudio destaca la importancia de revisar los criterios de análisis gamma establecidos por protocolos y guías internacionales tales como el TG 218 y el TG 307, en donde las tolerancias en la evaluación y aceptación en un control de calidad de un plan de tratamiento pueden depender de muchos factores. Se requiere evaluar la extensión de este estudio abordando otras patologías para validar tanto el impacto clínico como la sensibilidad del EPID en el contexto de diversas modalidades de tratamientos.

No obstante, estos resultados indican la necesidad de que los análisis gamma con EPID y el software PD empleen criterios más restrictivos para considerar las posibles variaciones en el posicionamiento de las láminas durante el control de calidad. Esto es crucial para garantizar la precisión en la entrega de los tratamientos, especialmente debido a que variaciones de hasta un 50% en el posicionamiento de las láminas pueden tener un impacto considerable en la dosis recibida por los OAR.

Referencias

1. Miften, M., Olch, A., Mihalidis, D., Moran, J., Pawlicki, T., Molineu, A., Li, H., Wijesooriya, K., Shi, J., Xia, P., Papanikolaou, N. and Low, D.A. (2018). Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. *Med. Phys.* 45: e53-e83. <https://doi.org/10.1002/mp.12810>
2. Dogan N, Mijnhoeer BJ, Padgett K, et al. AAPM Task Group Report 307: Use of EPIDs for Patient-Specific IMRT and VMAT QA. *Med Phys.* 2023; 50: e865-e903. <https://doi.org/10.1002/mp.16536>

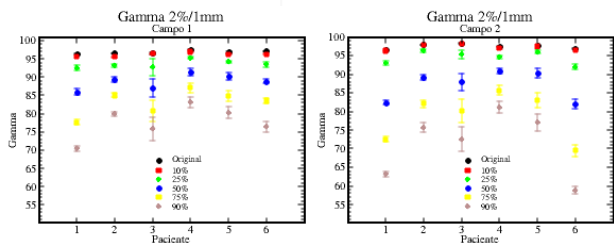


Figura 1. Resultado Gamma promedio (2% en dosis, 1 mm en DTA, y 10% de umbral de dosis) por paciente y para cada campo.

	Plan original	Plan modificado				
		10%	25%	50%	75%	90%
Recto	23,08 ± 3,35	23,34 ± 3,36	23,70 ± 3,34	24,24 ± 3,27	24,71 ± 3,29	25,06 ± 3,35
Vejiga	33,66 ± 4,51	33,86 ± 4,54	34,13 ± 4,53	34,78 ± 4,55	35,42 ± 4,59	35,69 ± 4,60
Intestino delgado	15,44 ± 2,01	15,50 ± 2,02	15,67 ± 2,05	16,06 ± 2,10	16,30 ± 2,15	16,38 ± 2,16

Tabla 1. Dosis media y desviación estándar (Gy) de los planes originales y los planes generados, de los 6 pacientes seleccionados.

Ariel Fariña, Osmary Calero, Lucas Staringer, Harving Lorente, Loreto Yáñez, Pablo González.
Departamento de Radioterapia, Fundación Arturo López Pérez (FALP)

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

Para las pacientes con múltiples metástasis cerebrales, la radioterapia holoencefálica sigue siendo una de las modalidades de tratamiento más utilizadas. Sin embargo, se ha asociado con deterioro neurocognitivo como la pérdida de capacidades de aprendizaje y la disminución de la memoria. (1, 2, 3). Dado lo anterior, se ha demostrado que es posible disminuir este deterioro tanto realizando la protección de los hipocampos con radioterapia con intensidad modulada (IMRT) (4) como con la administración simultánea de la memantina como neuroprotector (5, 6).

Objetivo: Se presenta caso clínico de una paciente tratada con radioterapia holoencefálica con protección de hipocampos (HA-WBRT) con boost integrado (SIB) y que ha presentado casi 5 años de supervivencia y sin deterioro cognitivo a la fecha.

PRESENTACIÓN DEL CASO CLÍNICO

Paciente de 35 años con diagnóstico de cáncer de mama izquierda Luminal HER-2 que debuta en marzo de 2017 en etapa IV por múltiples metástasis hepáticas y óseas. Recibió quimioterapia con docetaxel más trastuzumab y pertuzumab por 5 ciclos y hormonoterapia con goserelina más letrozol, presentando respuesta completa en hígado y estabilidad de las lesiones óseas, por lo que queda posteriormente con doble bloqueo más hormonoterapia.

A los 2 años de realizado el diagnóstico, se diagnostican múltiples metástasis encefálicas (al menos 11 lesiones, tanto supra como infratentoriales, de hasta 7,5 mm) por resonancia magnética (RM) de encéfalo del 02/03/19. Dado lo anterior, recibió radioterapia holoencefálica con protección de hipocampos 30 Gy en 10 fracciones con boost integrado para llegar a 40 Gy sobre las metástasis mayores de 3mm, en FALP (imagen 1), finalizando el 06/05/2019 y recibiendo además memantina concomitante y hasta completar 5 meses con dosis de 10 mg c/12 hrs.

Se mantuvo con la misma terapia sistémica hasta septiembre de 2019 donde se reemplazó por T-DM1 por presentar progresión ósea exclusiva. Tras 70 ciclos de T-DM1 y habiendo transcurrido 4.5 años post HA-WBRT, paciente se encontraba en ECOG 0, neurológicamente indemne, sin deterioro cognitivo e impartiendo clases de comunicación en una universidad.

En octubre de 2023 presentó leve bradipsiquia y se constató recaída única de 7 mm en cuerpo de hipocampo izquierdo por RM cerebral del 28/10/23, con resto del estudio de extensión negativo para progresión de enfermedad extracerebral. Dado lo anterior, recibió radiocirugía sobre la metástasis 27 Gy en 3 fracciones (imagen 2), finalizando el 26/12/2023. Paciente se ha mantenido con T-DM1 y sin evidencias de nuevas metástasis, y ha evolucionando en ECOG 0 y neurológicamente indemne hasta la fecha (casi 5 años de seguimiento post HA-WBRT).

CONCLUSIONES

Este caso clínico representa un éxito terapéutico tanto por la prolongada supervivencia (casi 5 años hasta la fecha), como por el control de la enfermedad y la preservación cognitiva observada tras un tratamiento de radioterapia holoencefálica con IMRT por metástasis cerebrales.

La HA-WBRT permite la irradiación de todo el encéfalo con una importante reducción de la dosis de radiación sobre los hipocampos, logrando un menor deterioro cognitivo y sin poner en riesgo el control oncológico. El boost integrado permite aumentar la dosis de radiación sobre las metástasis, lo que se podría traducir en un mejor control de la enfermedad metastásica cerebral a largo plazo.

Para optimizar los resultados es fundamental la asociación de una adecuada terapia sistémica que permita controlar la enfermedad extracerebral.

Referencias

1. N.D. Arvold, K.S. Oh, A. Niemierko, et al. Brain metastases after breast-conserving therapy and systemic therapy: incidence and characteristics by biologic subtype. *Breast Cancer Res. Treat.*, 136 (2012), pp. 153-160
2. Zimmer AS, Van Swearingen AED, Anders CK. HER2-positive breast cancer brain metastasis: A new and exciting landscape. *Cancer Rep (Hoboken)*. 2022 Apr;5(4):e1274. doi:10.1002/cnr2.1274. Epub 2020 Sep 3.
3. Hinojo González C, Alonso Buznego LA, Jara Martín P. Advances in the Management of Central Nervous System Metastases from Breast Cancer *Rev Cáncer* 2023;37(2):99-106
4. Ilinca Popp MD, Esteban Rau, Mandy Hintz MD, et al: Hippocampus-avoidance whole-brain radiation therapy with a simultaneous integrated boost for multiple brain metastases. Publicado por primera vez: 06 marzo 2020
5. Brown PD, Gondi V, Pugh S, Tome WA, Wefel JS, et al; for NRG Oncology. Hippocampal Avoidance During Whole-Brain Radiotherapy Plus Memantine for Patients With Brain Metastases: Phase III Trial NRG Oncology CC001. *J Clin Oncol*. 2020 Apr 1;38(10):1019-1029.
6. Grosu, AL., Frings, L., Bentsalo, I. et al. Whole-brain irradiation with hippocampal sparing and dose escalation on metastases: neurocognitive testing and biological imaging (HIPPORAD) – a phase II prospective randomized multicenter trial (NOA-14, ARO 2015-3, DTK-ROG) (NOA-14, ARO 2015-3, DTK-ROG). *BMC Cáncer* 20, 532 (2020).

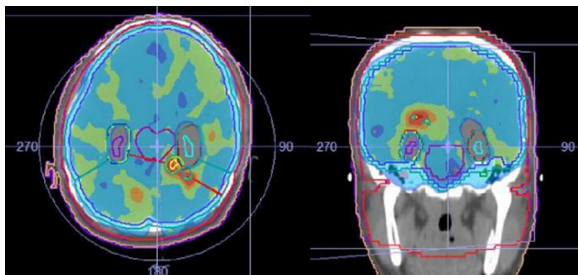


Figura 1: HA-WBRT con boost integrado (mayo/2019).

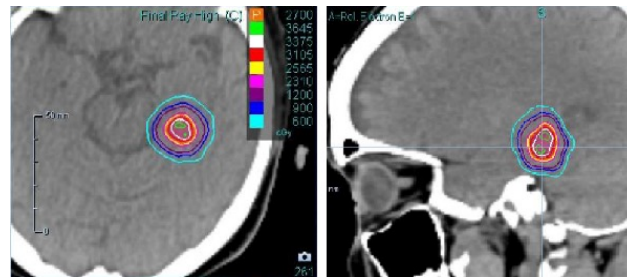


Figura 2: radiocirugía de rescate (diciembre/2023)

Constanza Hormazabal (1), Isabella Liedtke (1), Gabriel Lazcano (1,2), Tomás Walter (2), José Antonio Solís (1,2)
 (1) Hospital Carlos Van Buren, Valparaíso, Chile; (2) Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile

OBJETIVO

Desarrollar un modelo de machine learning basado en dosiómica para la predicción de efectos adversos crónicos genitourinarios (GU) a partir de dosiomics extraídos de las distribuciones de dosis de planes de SBRT de próstata.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cohorte retrospectiva: pacientes con cáncer de próstata tratados con SBRT en el Hospital Carlos Van Buren (Valparaíso, Chile) entre los años 2020 y 2023. Se incluyeron en el análisis y modelado aquellos pacientes con al menos 1 agendamiento de control registrado después de 90 días de finalizado el tratamiento. Eventos adversos según la escala del RTOG. Se objetivó sintomatología urinaria → IPSS de ingreso y controles.

SBRT: 36.25 Gy/5fx de dosis periférica a próstata completa re-escalada V40Gy = 85%. Vesículas seminales a 27.25 Gy en riesgo intermedio (1 cm) y alto (2 cm). Sin irradiación nodal electiva. Plataforma → TPS Monaco, acelerador lineal Versa HD (Elekta AB, Suecia).

Modelo: se consideró una clasificación binaria de los pacientes → (1) aquellos que presentaron un evento GU después de los 90 días del tratamiento o que hayan aumentado 5 puntos en la encuesta IPSS respecto de su puntaje de ingreso.

Se consideraron en el análisis las features dosiómicas de las estructuras delimitadas de vejiga, trigono y uretra, además de sus respectivas métricas DVH. Se incluyó también el volumen de CTV próstata y las variables clínicas de edad, consumo de tabaco y estado funcional según ECOG.

Las features dosiómicas fueron extraídas de las distribuciones de dosis y contornos de las estructuras de interés usando la librería PyRadiomics [1]. En primera instancia se eliminaron las features altamente correlacionadas (coeficiente de Pearson ≥ 0.99), para posteriormente realizar una selección con el algoritmo Random Forest según criterio de feature importance.

RESULTADOS

170 pacientes → mediana de edad al ingreso de 71 años (RIC 67-76) y ECOG 0 (RIC 0-0, rango 0-2). De ellos, 26 (15.3%) reportaron consumo activo de tabaco. El 58.8% fue asignado una clase binaria = 1 (sección de métodos).

La extracción inicial obtuvo 333 features candidatas, con una primera selección de 269 y una selección final de 29. Con estas features se obtuvo un modelo de clasificación utilizando el algoritmo de clasificación k-nearest neighbors (kNN, librería scikit-learn [2]) obteniendo un AUC de 0.71 (desviación estándar 0.07) (figura 1) y un accuracy score de 0.67 (desviación estándar 0.07). Dentro de las 29 features que quedaron seleccionadas, se incluyeron dosiomics de vejiga, trigono y uretra, el volumen de CTV próstata, 3 métricas de DVH: Dmax vejiga (Gy), Dmax uretra (Gy) y Dmean uretra (Gy) y edad de los pacientes.

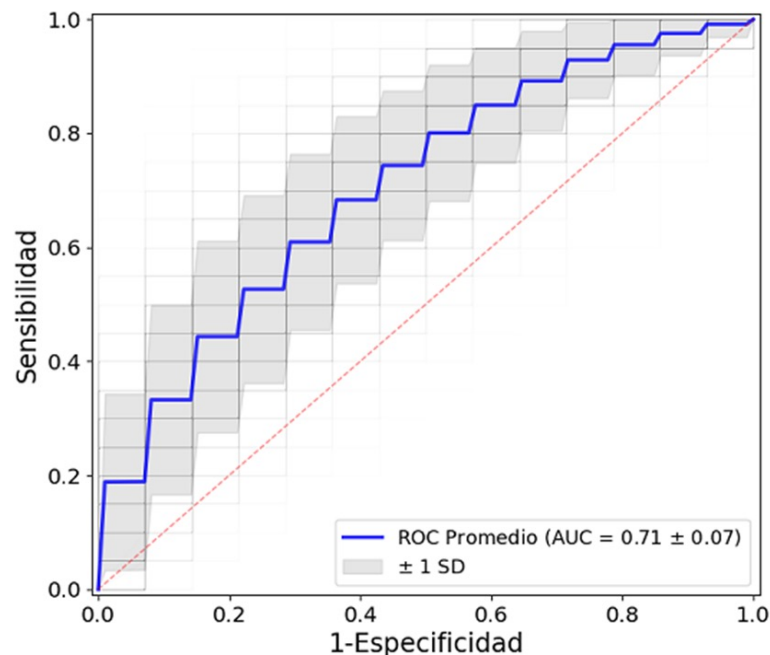


Figura 1. Curva ROC para predicción de categoría binaria de toxicidad GU

CONCLUSIONES

Se desarrolló un modelo de machine learning basado en dosiómica para la predicción de toxicidades GU en pacientes tratados con SBRT de próstata. Su optimización y aplicación puede motivar la administración de intervenciones dirigidas en pacientes con alto riesgo de eventos adversos o guiar la toma de decisiones durante el proceso de planificación del tratamiento.

Referencias

- [1] van Griethuysen, J. J. M., Fedorov, A., Parmar, C., Hosny, A., Aucoin, N., Narayan, V., Beets-Tan, R. G. H., Fillon-Robin, J. C., Pieper, S., Aerts, H. J. W. L. (2017). Computational Radiomics System to Decode the Radiographic Phenotype. *Cancer Research*, 77(21), e104-e107. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-17-0339>
- [2] Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830.

Rubén Yáñez^{1,2}, Maricel Mercado¹, Yaniro Guillén¹, Nataly Belmar¹, Rodrigo Astudillo¹

Unidad de Física Médica - Hospital Base Valdivia

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

Diseñar un nuevo dispositivo que permita realizar algunos de los controles mecánicos descritos en los documentos TG198¹ y TG142², tales como precisión del ángulo de gantry o ángulo de colimador, usando el sistema de imágenes portales. El propósito del diseño propuesto es dual. Por un lado, debe agilizar los controles mecánicos (especialmente en equipos tipo anillo como el modelo Halcyon) y, por otro lado, debe mejorar la calidad de los registros de dichos controles.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este novedoso dispositivo fue diseñado utilizando la plataforma *Tinkercad* (AUTODESK) para crear los modelos prototipos 3D. Para la fabricación de dichos prototipos se usó una impresora 3D modelo Ender V2 (CREALITY), con filamento de ácido poliláctico (PLA). Todas las pruebas de validación de los modelos fabricados fueron realizadas por los físicos médicos del Hospital Base Valdivia en los dos tipos de aceleradores disponibles, Halcyon V3 y TRUEBEAM (VARIAN). Las imágenes portales generadas durante los controles se analizaron con las herramientas propias del sistema y se exportaron luego como imágenes dicom o jpeg para registro. En la figura 1, se observa la diferencia entre medir el ángulo de Gantry en un acelerador tipo anillo con el método del nivel de burbuja y medir el mismo parámetro con el dispositivo creado. (Figura 1)

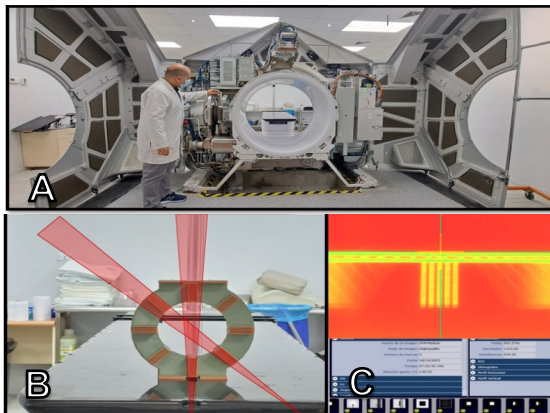


Figura 1. A) Control de ángulo de Gantry en un acelerador Halcyon, el modo tradicional requiere acceder a la parte interior de la máquina, lo que no es práctico ni seguro. B) Dispositivo en isocentro con los haces disparados desde diferentes ángulos. C) patrón de rejillas enfocadas capturadas por el panel MV. En la imagen procesada quedan registrados la posición del Gantry y la fecha de adquisición de la imagen

RESULTADOS

Se diseñó un dispositivo totalmente nuevo que facilita la tarea de controlar de la posición angular del gantry y el colimador con una precisión menor a un grado ($< \pm 1^\circ$) tanto en los aceleradores tipo anillo como en aceleradores arco en c. En los aceleradores tipo arco C, además se puede controlar el ángulo de rotación de camilla (Figura 2). El uso de imágenes portales junto con el fantoma permiten un registro fidedigno de los controles mecánicos mencionados. Se continúa investigando otros posibles usos para este dispositivo.

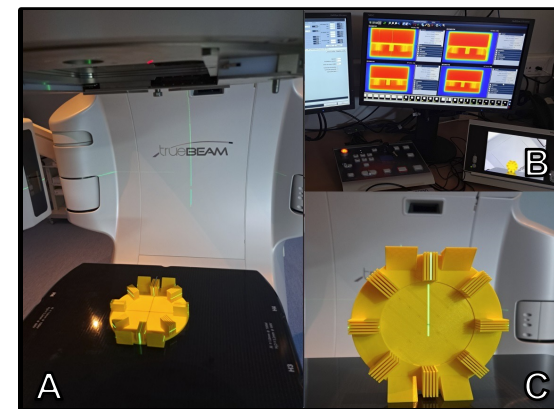


Figura 2. A) dispositivo ubicado sobre la camilla en posición horizontal para control de rotación de camilla. B) Vista general del área de comando, se observa el dispositivo en las cámaras y los patrones registrados por el sistema de imágenes portales. C) dispositivo en posición vertical para control de ángulo de Gantry. Con este dispositivo se pueden detectar desviaciones menores a 1 grado.

CONCLUSIONES

Mediante este nuevo dispositivo diseñado en nuestro servicio se pueden realizar los controles mecánicos descritos en la literatura de referencia con precisión y rapidez, al mismo tiempo mejorar la calidad de los registros al utilizar las capturas de pantalla (figuras 1.b y 2.b)

Referencias

1. Hanley J, Dresser S, Simon W. AAPM Task Group 198 Report: An implementation guide for TG 142 quality assurance of medical accelerators. *Medical Physics*, 2021, 48: 830-885. DOI: 10.1002/mp.14992.
2. Klein EE, Hanley J, Bayouth J, et al. Task Group 142 report: quality assurance of medical accelerators. *Med Phys*.2009;36:4197

Primera experiencia en uso de molde personalizado para Braquiterapia superficial en el Hospital Base Valdivia

Astudillo R., Rojas F., Herrera C., Yáñez R., Guillén Y., Mercado M., Belmar N.
Unidad de Radioterapia
Hospital Base Valdivia

INTRODUCCIÓN

Paciente con carcinoma mucinoso en puente nasal inter oculto-ciliar. Primera aparición tumoral en 2018 con resección no oncológica. Recae en 2023, con nueva resección en mayo, esta vez oncológica. La biopsia informa bordes comprometidos en hora 3 y 9. Se descarta origen extra nasal y eventual diseminación. Dada cercanía de estructuras críticas, al ser lesión superficial y en busca del mejor resultado estético, se prescribió braquiterapia superficial HDR con ^{192}Ir , 6Fx de 6 Gy.

OBJETIVO

Implementar braquiterapia HDR superficial utilizando molde personalizado impreso en 3D en el Hospital Base Valdivia.

MATERIAL Y MÉTODOS

En Eclipse V16,1 se crea bolus virtual de 10 mm basado en TC de la paciente. Se exporta en formato .STL. El molde es generado por Script 3DPrinterExport. Se crean 11 canales de 2,9 mm de diámetro, espaciados en sentido cráneo-caudal cada 5 mm (Fig. 1).

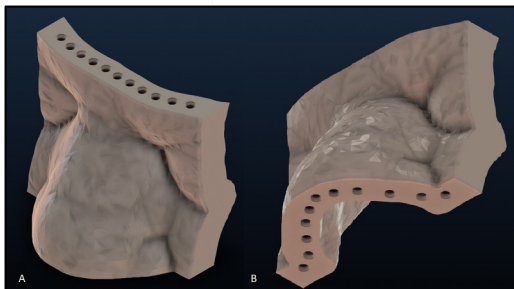


Figura 1. Vistas oblicua superior (A) y oblicua inferior (B) del molde personalizado que muestran los canales donde se insertarán los moldes de sonda del Catheter Flap Set de Varian.

El modelado se realiza en Fusion 360 y se lamina en Cura con las siguientes características: disposición de bolus vertical, densidad 80%, patrón concéntrico, temperatura extrusor 210°C. El archivo se imprime en filamento flexibleTPU-95A en la impresora FDM Artillery Sidewinder X2.

Pruebas pretratamiento:

El molde se escanea en el TC Aquilion LB y fusiona con serie anatómica. El radiooncólogo contornea GTV y HR CTV, body y piel. Se crean GTV y HR CTV de optimización (O_GTV, O_CTV). En la planificación de braquiterapia se crean 10 aplicadores (se descarta 1 canal ya que el molde de sonda del Catheter Flap Set de Varian no puede introducirse). Las fuentes se insertan cada 5 mm y en extensión cubren al HR CTV. En la optimización volumétrica se establece el O_GTV como target principal (D90% O_GTV \geq dosis prescrita). Para piel se crea objetivo superior: 0% del volumen de Piel reciba 140% de dosis prescrita. Se evalúa el resultado de la optimización y cálculo de dosis con algoritmo basado en TG43, modificando manualmente los tiempos de estancia de fuentes que aportan a máximos de dosis en piel.

Simulación:

Se adquieren imágenes TC con configuración fina de detectores y se reconstruyen cortes cada 1 mm. Se verifica que no exista separación importante entre piel y molde. Se adquieren un total de 3 TC durante el curso del tratamiento. Se marcan puntos de referencia en piel y se exportan imágenes a ARIA.

Planificación y ejecución de tratamiento:

Primera semana: se replican las pruebas pretratamiento. Segunda semana: se usa la opción Dwell time Objective para establecer un tiempo mínimo de estancia. Se traslada en bloque a la paciente desde el TC hasta pabellón de braquiterapia y se conectan canales del GammaMedplus 24iX ^{192}Ir con el molde personalizado (Fig. 2).



Figura 2. Las guías flexibles de cada canal del GammaMedplus 24iX (guías transparentes) se corresponden con las rotuladas en los moldes de sonda (guías blancas). Importante el doble chequeo previo a ejecución de tratamiento.

RESULTADOS

Debido al enfrentamiento de fuentes, se aprobaron planes con zonas de piel > 140%. Se consideraron algunas limitaciones del algoritmo. A partir de la segunda fracción no se incluyeron fuentes en canales con curvaturas pronunciadas que generaron problemas de ejecución. El BED10 total al 90% del O_GTV fue de 52.5 Gy.

CONCLUSIONES

Es factible crear y utilizar un molde personalizado basado en imágenes TC del paciente. Se deben esperar resultados clínicos para evaluar implementación de técnica.

Referencias

- Zoubir Ouhib, Michael Kasper, Jose Perez Catalayud, et al. Aspects of dosimetry and clinical practice of skin brachytherapy: The American Brachytherapy Society working group report. *Brachytherapy* 2015;14:840-858.
- Guinot JL, Rembielak A, Perez-Catalayud J, et al. GEC ESTRO. GEC-ESTRO ACROP recommendations in skin brachytherapy. *Radiother Oncol.* 2018 Mar;126(3):377-385.

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

El hepatocarcinoma (HCC) es el cáncer hepático primario más frecuente. La Radioterapia Estereotáctica (SBRT) es una herramienta muy útil en diversas etapas de la enfermedad. Presentamos nuestra experiencia inicial de SBRT en HCC. El objetivo primario es respuesta a tratamiento a los 3 meses y secundariamente toxicidad y sobrevida global.

MATERIAL Y MÉTODOS

Revisión retrospectiva de pacientes tratados con SBRT entre junio/2016 y septiembre/2022. El seguimiento mínimo fue de 12 meses. Se incluyeron pacientes que tuvieron terapias previas y/o posteriores. Se excluyeron tumores no HCC, pacientes con mala función hepática (Child Pugh B8 o mayor), Barcelona Score D, ECOG 3-4. La dosis prescrita se ajustó a los objetivos de planificación del protocolo RTOG 1112 (rango 27,5-50 Gy en 5 fracciones). Se registraron características demográficas, clínicas y sus tratamientos. La tasa de respuesta a tratamiento fue evaluada con criterios mRECIST a los 3 meses y la sobrevida global fue evaluada con Kaplan-Meier a los 3,6,9,12 y 24 meses. La toxicidad aguda fue evaluada según criterios RTOG/EORTC. Los datos se analizaron con Microsoft Excel 2010 y Stata SE. Se utilizó el método de regresión lineal Cox para análisis multivariante de la sobrevida global.

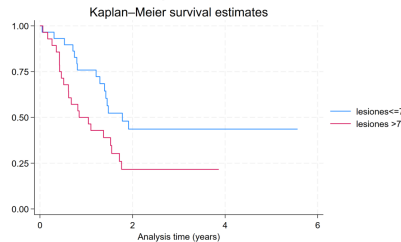


Figura 1. OS a 12 meses en lesiones ≤ 7 cm vs > 7 cm

RESULTADOS

Se realizaron 63 tratamientos en 57 pacientes (39 hombres y 18 mujeres), con una mediana de edad de 68,6 años (38-85). El 63% de los pacientes fue derivado desde el sistema público. La mediana de cantidad de lesiones tratadas fue de 1,8 por paciente (1 – 8). El tamaño promedio de la lesión fue 5,8 cm de mediana (0,95– 13) y sumando todas las lesiones fue 6,55 cms (0,95 – 32). El 94% de pacientes tenía daño hepático crónico, siendo las causas principales NASH (26.3 %) y alcohol (15.8%). Esto varía en hombres y mujeres presentando estas últimas DHC en 44% con NASH como causa exclusiva, mientras que en hombres predomina DHC por OH (23%). Clínicamente un 78,9% presentó Child Pugh Score A, un 98% ECOG 0-1, un 10,5% Score BCLC etapa 0-A, 50,8% B y 38,6% C. Compromiso macrovascular estuvo presente en el 12%. El 50,8% tuvo algún tratamiento previo a SBRT, y posterior a SBRT un 36% recibió tratamiento sistémico. 2 pacientes se realizaron trasplante.

Características	Valores	Tratamiento previo No (%) Yes (%)	28 (49%) y 29 (51%)
Edad, mediana (rango) años	68.6 (38- 85)	REA	4
Sexo Mase (%) y Fem(%)	57 39 (68%) y 18 (32%)	TACE	27
Cursos de tratamiento 1 o > 1	63 59 (94%) y 4 (6%)	Cirugía / SBRT / To sistémico	3 / 3 / 3
Pacientes SIN DHC (%)	3 (5,6%)	Dosis SBRT	63 (100%)
Pacientes con DHC – NASH	15 (26%)	50 Gy (%)	12 (19%)
Pacientes con DHC – OH	9 (16%)	45 – 40 Gy (%)	20 (32%)
Child Pugh Score A (%) y B (%)	57 47 (79%) 12 (21%)	35-30Gy (%)	13 (21%)
BCLC Score 0-A (%)	57 (100%)	≤27.5 Gy (%)	18 (29%)
B (%)	6 (10.8%)	Tamaño lesion (cm)	63 (100%)
C (%)	29 (50.9%)	<2 (%)	2 (3%)
ECOG 0 (%)	22 (38.6%)	2 – 3.9 (%)	13 (21%)
1 (%) y 2 (%)	59 (100%)	4 – 5.9 (%)	11 (17%)
Invasión Macrovascular	38 (64%)	6.0 – 7.9 (%)	10 (16%)
Positiva	54 (100%)	8.0 – 9.9 (%)	12 (19%)
Negativa	7 (18%)	> 10 (%)	15 (24%)
Alfa-fetoproteína < 400 ng/ml	47 (82%)	Toxicidad	52 (100%)
> 400 ng/ml	15 (33%)	G0 – G1	19 (37%) - 20 (38%)
		G2 – G3	9 (17%) - 4 (8%)
		Respuesta mRECIST	46 (100%)
		Respuesta Completa	17 (40%)
		Respuesta Parcial	20 (46%)
		Enfermedad Estable	3 (7%)
		Progresión Enfermedad	3 (7%)

RESULTADOS

La dosis de radioterapia fue 40 Gy de mediana (27,5-50). La respuesta a tratamiento se registró en 43 pacientes. 37/43 tuvieron respuesta (86%), y de estos 17 (39,5%) tuvieron respuesta completa y 20 (46,5%) respuesta parcial. Estabilidad y progresión en 3 pacientes cada uno. Por criterios mRECIST a los 3 meses el 93% de los pacientes tuvo respuesta. Un 38.1% de los pacientes presentó toxicidad G1, 15,9% G2 y 6,8% G3 (n=3), siendo la toxicidad más frecuente trombocitopenia (45%). Los casos de toxicidad G3 fueron por trombocitopenia (n=3) y úlcera duodenal (n=1). Con una mediana de 16 meses de seguimiento (0-62 meses), el 71% de los pacientes falleció (n=41) en los 75 meses. La sobrevida global a los 3 meses es de 89,5%, a los 6 meses 80,7%, a los 12 meses es de 61.4 % y a los 24 meses un 36,8%. En el análisis multivariado el tamaño de las lesiones tratadas fue lo único que afectó significativamente la sobrevida (HR ajustado de 1,107 con p=0,002, IC 95% 1,03-1,18). En forma continua, por cada 1 cm de aumento de tamaño de la lesión tratada la sobrevida disminuyó en un 10%.

CONCLUSIONES

SBRT es un tratamiento efectivo (93% respuesta parcial o completa según mRECIST), seguro (sin toxicidad G4 ni G5) y bien tolerado para pacientes con HCC. El tamaño de la lesión se asoció a la sobrevida global. Esta es la primera experiencia presentada de SBRT en HCC en un centro de Latinoamérica.

Referencias

- Stillwagon GB, Order SE, Guse C, Klein JL, Lechner PK, Leibell SA, et al. 194 hepatocellular cancers treated by radiation and chemotherapy combinations: toxicity and response: a Radiation Therapy Oncology Group Study. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1989;17(6):1223-9.
- Mathew A S, Atenafu E G, Owen D, Maurino C, et al. Long term outcomes of stereotactic body radiation therapy (SBRT) for hepatocellular cancer (HCC) without macrovascular invasion. European journal of Cancer. 2020;134:41,51
- Lewis S, Dawson L, Barry A, Stanescu T, Mohamad I, Hosni A. Stereotactic body radiation therapy for hepatocellular carcinoma: From infancy to ongoing maturity. JHEP Rep. 2022;4(8):100498.

Radiómica para predicción de supervivencia en pacientes con cáncer de recto tratado con terapia neoadyuvante total

M. C. Hormazábal [1], I. Liedtke [1], G. Lazcano Álvarez [2], I. Perrot [1], L. González [2], G. Veillon Contreras [1,2], B. Tudela [1,2], J. A. Solís Campos [1,2]

[1] Hospital Carlos Van Buren, Valparaíso, Chile; [2] Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

Desarrollar un modelo de radiómica utilizando tomografías computarizadas de simulación de radioterapia para predicción de supervivencia global en pacientes con cáncer de recto tratados con terapia neoadyuvante total.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cohorte retrospectiva constituida por pacientes con cáncer de recto tratados con terapia neoadyuvante total de curso corto entre los años 2017 y 2021 en el Hospital Carlos Van Buren (Valparaíso, Chile). Se evaluó supervivencia global y, en forma secundaria, clasificación binaria de puntaje de neoadyuvancia rectal (puntaje NAR) dicotomizado en 8.4 puntos.

Se administró radioterapia 3D conformacional hipofraccionada a pelvis con una prescripción de 25 Gy en 5 fracciones más FOLFOX o CAPEOX. Se consideró en un único CTV mesorrecto y regiones nodales.

Las características (features) radiómicas fueron extraídas desde las TC de simulación a partir del CTV, utilizando la librería Pyradiomics v3 [1]. Estas se agrupan en 7 clases: shape, first order statistics, glcm, glcm, glrlm, glszm y ngtdm. Fueron removidas las características con desviación estándar de 0 y aquellas altamente correlacionadas (Coeficiente de Pearson 0.99). Sobre cada clase se realizó reducción dimensional mediante análisis de componentes principales, conservado un 95% de la varianza. Se evaluaron algoritmos supervisados a través de validación cruzada de 10 iteraciones. Junto a las features radiómicas se consideraron características clínicas y demográficas: edad, sexo, etapa tumoral (T) y nodal (N)

RESULTADOS

Ochenta y dos pacientes fueron incluidos (37 mujeres), con una mediana de edad de 61.5 años (RIC 53-70). La mediana de seguimiento fue 43.7 meses (RIC 35.3-48.6). Figuras 1 y 2 ilustran datos de etapa tumoral y supervivencia global, respectivamente.

RESULTADOS

Para la evaluación de supervivencia global a 3 años se desarrollaron dos modelos de predicción. Primero, un modelo de referencia que incluyó exclusivamente variables clínicas y demográficas (algoritmo de clasificación KNN) que obtuvo AUC de 0.659 (DE 0.029). El segundo modelo incluyó variables clínicas, demográficas, así como también las features radiómicas (algoritmo de clasificación CART) resultando un AUC de 0.744 (DE 0.032) (Figura 3)

El modelo para la predicción de NAR dicotomizado se desarrolló a partir de un subgrupo de 77 pacientes. Treinta y tres pacientes presentaron un NAR<8.4 y 54 un NAR≥8.4. El algoritmo CART presentó el mejor rendimiento, con un AUC de 0.808 (DE 0.037), considerando características clínicas, demográficas y radiómicas.

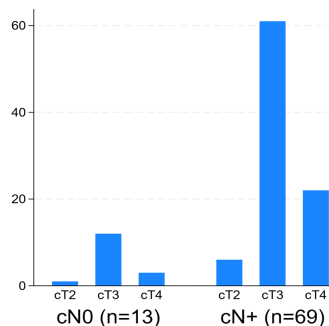


Figura 1. Estapificación de cáncer de recto.

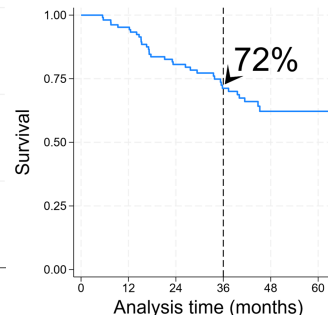


Figura 2. Curva de supervivencia global

CONCLUSIONES

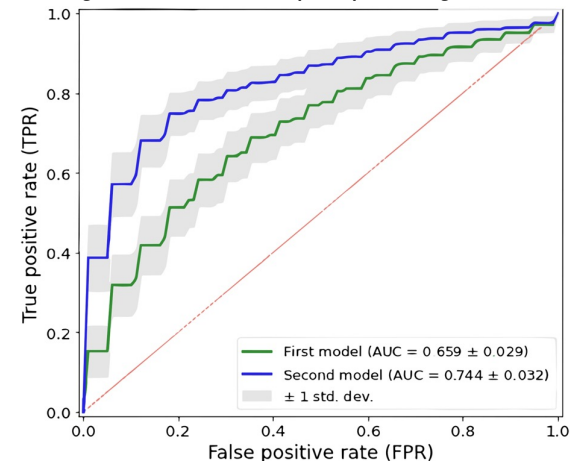
Se desarrollaron modelos radiómicos para la predicción de supervivencia global a 3 años y para clasificar binariamente según puntaje NAR. La adición de las características radiómicas a la información clínica y demográfica mejoró la capacidad predictiva del modelo para supervivencia global.

La predicción a través de radiómica del puntaje de NAR es una herramienta prometedora en la identificación de potenciales buenos respondedores a la radioterapia corta en la terapia neoadyuvante total.

Referencias

- van Griethuysen, J. J. M., Fedorov, A., Parmar, C., Hosny, A., Aucoin, N., Narayan, V., Beets-Tan, R. G. H., Fillon-Robin, J. C., Pieper, S., Aerts, H. J. W. L. (2017). Computational Radiomics System to Decode the Radiographic Phenotype. *Cancer Research*, 77(21), e104–e107. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-17-0339> <<https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-17-0339>>

Figura 3. Curva ROC de modelo para supervivencia global a 3 años



Autores: Lucas Fernando Staringer, María Loreto Yañez, Ariel Fariña, Liceth Pamela Vacafior, Charles Octavio Alarcón, Osmara Calero, Pablo González.
Departamento de Radioterapia, Fundación Arturo López Pérez (FALP)

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

El glioblastoma (GB), constituye el tipo de glioma infiltrante más frecuente en adultos, con una elevada letalidad debido a su alta agresividad. El curso de la enfermedad suele ser rápido, con aproximadamente 1 de cada 4 pacientes vivos 2 años después del diagnóstico, y solo 5% a 10% vivos a los 5 años. (1-3)

Desde 2016 la clasificación de la OMS integra el fenotipo con el genotipo (alteraciones moleculares) y con este cambio, los GB pasan a agruparse en base al estado de la enzima isocitrato deshidrogenasa (IDH) en aquellos que no presentan mutada la IDH-1/2 “Glioblastoma, IDH-wildtype”, y aquellos que sí “Glioblastoma, IDH-mutados”. (4)

De este modo se logra una mayor precisión diagnóstica con importantes implicancias pronósticas y terapéuticas, ya que, en base a su caracterización molecular, sabemos que algunos subtipos responden mejor a las terapias que otros.

El tratamiento estándar consiste en la máxima resección quirúrgica posible, segura y sin comprometer la función neurológica, seguida de radioquimioterapia esquema Stupp, dando 60 Gy en 30 fracciones más Temozolomida (TMZ) concomitante y luego continuar seis ciclos solo con TMZ (2,3) El manejo agresivo y combinado de tratamientos incrementa la mediana de supervivencia del paciente a 1,2 años para los GB-IDH wildtype y 3,6 años para los GB-IDH mutados. Sin embargo, estos tumores recaen rápidamente y la enfermedad suele ser letal. (2)

Objetivo: Presentamos el caso de un paciente con diagnóstico de Glioblastoma IDH1 negativo, tratado con esquema Stupp, donde se utilizó una planificación VMAT para el tratamiento radiante con excelente respuesta y sobrevida sin evidencia de recaída a 7 años.

PRESENTACIÓN DE CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 47 años de edad con antecedente de Hipertensión Arterial y Tabaquismo. En febrero de 2017 presenta debilidad en brazo izquierdo, luego vértigo, caída de propia altura y movimientos tónicos por lo que decide consultar. Se realiza una TAC de cerebro donde se evidencia un tumor intraaxial parietal derecho y se confirma con RMN de Cerebro una lesión de 4 cm que realiza con contraste sumado a edema.

31/03/2017 Le realizan una primera resección quirúrgica y luego es re intervenido el 30/06/2017 en Fundación Arturo López Pérez (FALP) por recidiva precoz, confirmando en biopsia GB IDH1: negativo, sin evaluación de la IDH2, metilación de MGMT ni codeleción de 1p19q.

Recibió irradiación con VMAT 60 Gy en 30 fracciones, logrando una cobertura de 58.7 Gy para el 95% del volumen del PTV y se cumplió con los constraints en todos los órganos a riesgo (OARs) (imagen 1), más temozolamida concomitante hasta el 17/10/2017. Luego continuó con adyuvancia por 6 ciclos, completando el tratamiento en marzo 2018 con buena tolerancia. Solo mantuvo el levetiracetam como anticonvulsivante, sin episodios convulsivos ni deterioro neurológico.

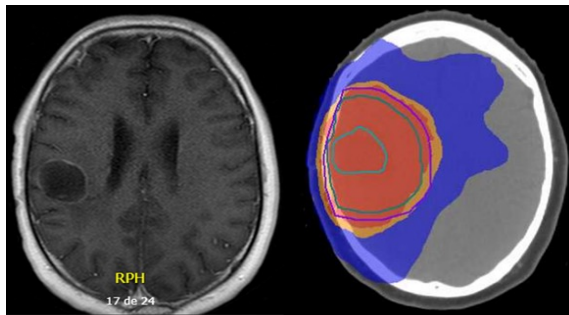


Imagen 1: Dosimetría de tratamiento con VMAT.

En el último control con RMN de febrero de 2024, se evidencia remanente de hemosiderina en el lecho.

Examen sin hallazgos imagenológicos de actividad tumoral. (imagen 2)

Actualmente en ECOG 0, con anosognosia en mano izquierda.

CONCLUSIONES

El manejo de los pacientes con Glioblastoma requiere de un enfoque multidisciplinario, idealmente a cargo de un comité neurooncológico con profesionales experimentados en centros especializados de alto volumen con recursos y métodos modernos para diagnóstico y tratamiento. (5).

Considerando la edad del paciente, que coincide con la edad de presentación de los “GB-IDH-mutados”, la ausencia de conocimiento del estado de IDH 2 (solo se evaluó el IDH 1), sumado a la prolongada sobrevida, sin evidencia imagenológica ni clínica de recaída, sugiere que este correspondería a un caso de Glioblastoma con una mutación menos frecuente de IDH, los que representan menos del 10% de los casos, pero con un pronóstico significativamente mejor que los glioblastomas de tipo “IDH wildtype”.

Por lo tanto, es sumamente importante evaluar los diferentes subtipos moleculares de los tumores gliales, lo que permite tener un impacto en el tratamiento y pronóstico.

Referencias

- Ostrom Q, Price M, Neff C, Cioffi G, et al. CBRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2015-2019. *Neuro Oncol.* 2022; 5;24(Suppl 5):v1-v95.
- Stupp R, Hegi M, Mason W, et al; European Organisation for Research and Treatment of Cancer Brain Tumour and Radiation Oncology Groups; National Cancer Institute of Canada Clinical Trials Group. Effects of radiotherapy with concomitant and adjuvant temozolomide versus radiotherapy alone on survival in glioblastoma in a randomised phase III study: 5-year analysis of the EORTC-NCIC trial. *Lancet Oncol.* 2009;10(5):459-466.
- GLOBOCAN 2020 v1.0, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase No. 11 [Internet]. International Agency for Research on Cancer; 2020. <http://globocan.iarc.fr>.
- Louis D, Ohgaki H, Wiestler O, et al; The 2016 World Health Organization Classification of Tumours of the Central Nervous System (Revised 4th edition). IARC; Lyon 2016.
- Williams, M., Treasure, P., Greenberg, D, et al. Surgeon volume and 30-day mortality for brain tumours in England. *Br. J. Cancer.* 2016;115,1379-1382.

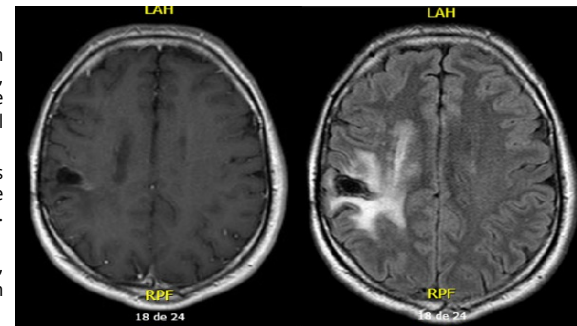


Imagen 2: RMN control de Febrero 2024.

Autores: Ariel Fariña, Lucas Staringer, Osmara Calero Romero, Pamela Aquino Cardozo, Javier Calderón, Federico Bakal Itkin, Pablo González.
Departamento de Radioterapia. Fundación Arturo López Pérez.

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

Para las pacientes con alteración de la función renal, la QMT con carboplatino concomitante puede ser una alternativa terapéutica. Al comparar la incidencia entre pacientes trasplantados y la población general, se observó que diferentes tumores, entre ellos el de cérvix, fueron de cuatro a cinco veces más frecuentes. En ellas, el cáncer se caracteriza por una progresión más rápida, un pronóstico menos favorable y una peor respuesta al tratamiento. Esto sugiere que la inmunosupresión estaría implicada en el aumento del riesgo, favoreciendo el desarrollo de enfermedades neoplásicas. El desarrollo de técnicas sofisticadas de radiación, sumado a la introducción de tecnología informática e imágenes han mejorado significativamente la práctica de la radioterapia, con resultados clínicos alentadores y una menor toxicidad por preservación de los tejidos normales. Por otra parte, un riñón trasplantado en pelvis implica un desafío dosimétrico al momento de la planificación del tratamiento radiante, donde maximizar la protección del riñón no debería comprometer la cobertura del target, de forma tal que se pueda lograr la curación del cáncer y preservar al mismo tiempo la función renal, evitando el requerimiento de diálisis.

Objetivo: Reportar caso de una paciente con cáncer de cérvix localmente avanzado (CCLA) y la particularidad de tener un trasplante renal en fosa iliaca derecha y que fue irradiada con técnica de IMRT-Tomoterapia para proteger de dosis de radiación potencialmente tóxicas al riñón, más carboplatino concomitante y BQT.

PRESENTACION DE CASO CLINICO

Paciente de 32 años con antecedente de insuficiencia renal crónica idiopática, con trasplante renal en fosa iliaca derecha a los 17 años. En 09/2018 se diagnosticó cáncer cervicouterino FIGO II-B (tumor de 4 cm, con compromiso de tercio proximal de vagina y parametrio izquierdo), con biopsia que informó carcinoma escamoso G2. Estudio de extensión descartó metástasis ganglionares y a distancia. Creatinina basal = 2.01 mg/dL. Se decide en comité de ginecología de FALP tratar con RT-QT con IMRT-Tomoterapia para proteger de la radiación al riñón trasplantado en fosa iliaca derecha, más carboplatino concomitante y BQT. La paciente recibió 50.4 Gy en 28 fracciones de 1.8 Gy con IMRT-Tomoterapia (figura 1), logrando una cobertura de 49,9 Gy para el 97% del volumen del PTV y cumpliendo los constraints en todos los órganos a riesgo (OARs), en especial el riñón trasplantado que recibió 7.6 Gy de dosis media y solo el 6,5% del volumen recibió 16 Gy. De forma concomitante recibió la quimioterapia programada con carboplatino semanal y luego recibió BQT de alta tasa 6.5Gy x 4 fracciones, completando todo el tratamiento el 08/03/2019. Presentó toxicidad aguda G2 gastrointestinal y genitourinaria, con posterior evolución favorable y sin toxicidad tardía.

SEGUIMIENTO

La paciente se controló con RMN de Pelvis a los 4 meses post-tratamiento, evidenciando respuesta casi completa. Para objetivar respuesta comité indico realizar PET-CT a los 11 meses post-tratamiento, el que no evidenció enfermedad loco-regional ni a distancia (figura 2).

Paciente se ha mantenido en controles periódicos, continuando sin evidencia de la enfermedad ni deterioro de la función renal, permaneciendo con creatinina de 2.3 mg/dL y libre de diálisis, a 5 años de seguimiento.

CONCLUSIONES

Las técnicas modernas de radioterapia con IMRT permiten administrar una dosis más conformada y homogénea al target con mejor preservación de los OARs. En casos desafiantes como este, se requería alcanzar una protección significativa del riñón trasplantado en pelvis para no deteriorar su función, sin perder la eficacia terapéutica. Esto se pudo alcanzar con IMRT-Tomoterapia, logrando curación del CCLA y evitar deterioro de la función renal y diálisis. Este beneficio fue potenciado con la utilización de carboplatino concomitante, que tiene menor nefrotoxicidad.

Referencias

- 1) Sung H, Ferlay J, Siegel R, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA Cancer J Clin. 2021; 71: 209-249.
- 2) Chemoradiotherapy for Cervical Cancer Meta-analysis Collaboration (CCCMA). Reducing uncertainties about the effects of chemoradiotherapy for cervical cancer: individual patient data meta-analysis. Cochrane Database Syst Rev. 2010 Jan 20;2010(1).
- 3) Green J, Kirwan J, Tierney J, et al. Concomitant chemotherapy and radiation therapy for cancer of the uterine cervix. Cochrane Database Syst Rev. 2005 Jul 20;2005(3).
- 4) Nam E, Lee M, Yim G, et al. Comparison of carboplatin and cisplatin based concurrent chemoradiotherapy in locally advanced cervical cancer patients with morbidity risks. Oncologist 2013;18:843-9.
- 5) Dubay R, Rose P, O'Malley D, et al. Evaluation of concurrent and adjuvant carboplatin with radiation therapy for locally advanced cervical cancer. Gynecol Oncol 2004;94:121-4.

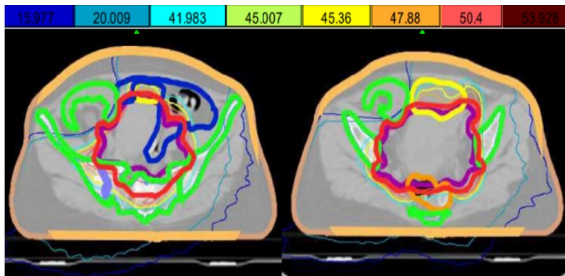


Figura 1: IMRT Tomoterapia con protección de riñón trasplantado

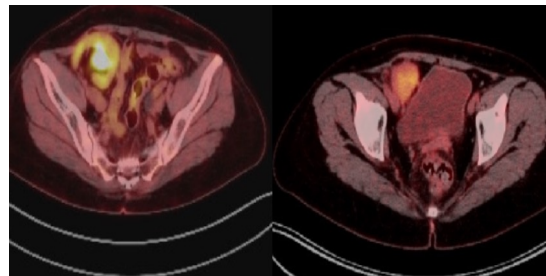


Figura 2: PET CT 11 meses post tratamiento

Gabriel Lazcano Álvarez [1,2], Lisset González Abascal [3], Tomás Walter Martín [3], Ilan Perrot Rosenberg [2,3], Gabriel Veillon Contreras [2,3], Benjamín Tudela Staub [2,3], Ximena Quintela Dávila [2,3], Josefa Giusti-Bilz Schäfer [4], Florencia Olivares Duval [4], Anaís Molina Cárcamo [4], José Solís Campos [2,3]

[1] Universidad de Valparaíso, Departamento de Salud Pública; [2] Hospital Carlos Van Buren, Valparaíso, Chile; [3] Universidad de Valparaíso, Cátedra de Oncología del Departamento de Especialidades Médicas; [4] Universidad de Valparaíso, Ayudante alumno Cátedra de Oncología

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

La radioterapia estereotáctica corporal es una alternativa emergente para el tratamiento radical de cáncer de próstata. El objetivo de este estudio es describir resultados tempranos de eficacia y toxicidad de una cohorte de pacientes tratados con dicha técnica en el Hospital Carlos Van Buren (Valparaíso, Chile).

MATERIAL Y MÉTODOS

Cohorte retrospectiva de pacientes tratados entre los años 2020 a 2022. La prescripción de tratamiento fue de 36,25 Gy en 5 fracciones a la próstata completa, con al menos un 85% del CTV recibiendo 40 Gy. Vesículas seminales fueron irradiadas en pacientes con enfermedad de riesgo clínico intermedio y alto, considerando la cobertura de 1 o 2 cm desde su base, respectivamente. No se trató regiones nodales. Se planificó utilizando tomografía computada y resonancia magnética de 1.5T. No se utilizaron catéteres uretrales, fiduciales ni espaciadores rectales. Tratamiento fue ejecutado con técnica VMAT utilizando un acelerador lineal Versa HD (Elekta AB, Suecia) con energía de 6MV sin filtro aplanador. Se realizó cone beam CT diario.

Como tratamiento complementario, se considera a nivel institucional la administración de al menos 6 meses de terapia de deprivación androgénica a pacientes con enfermedad de riesgo intermedio y 18-36 meses a pacientes de riesgo alto.

Los datos fueron recopilados desde ficha clínica y procesados en STATA 18 (Statacorp LLC, EUA). Se utilizó la definición de Phoenix para evaluar control bioquímico y escala RTOG para graduar toxicidades gastrointestinales (GI) y genitourinarias (GU). Toxicidades fueron estimadas por semestre. El reporte actual incluye pacientes tratados con intención curativa con al menos 1 control de seguimiento por radio-oncólogo.

RESULTADOS

Se incluyeron 197 pacientes con una mediana de seguimiento de 16.2 meses. Estos tuvieron una mediana de edad de 71 años (RIC 67-76), ECOG 0 (RIC 0-0, rango 0-2) e iPSS 8 (RIC 4-13.5, rango 0-33). La mediana de antígeno prostático al diagnóstico fue de 10.4 ng/mL (RIC 6.7-16.99). Un 15.74% presentó enfermedad de riesgo bajo, 40.61% riesgo intermedio y 43.66% riesgo alto.

El control bioquímico a 18 meses fue de 99%. Se registraron 3 eventos de recaída bioquímica, a los 4, 27 y 38 meses respectivamente. Todos los eventos de recaída corresponden a pacientes de riesgo alto.

La toxicidad GU de grado 3 o mayor reportada a los 6, 12, 18 y 24 meses tuvo una frecuencia de 1, 0.85, 1.22 y 0%, respectivamente. En su conjunto, un 2.4% de los pacientes reportó toxicidad GU 3 o mayor en cualquiera de los puntos de análisis; 32.5% fue asintomático y un 43.2% reportó toxicidad G1. Desde el punto de vista de la toxicidad GI, a los 6, 12, 18 y 24 meses esta tuvo una frecuencia de 4.1, 0.85, 0 y 0%. En su conjunto, un 4.6% de los pacientes reportó toxicidad GU 3 o mayor en cualquiera de los puntos de análisis; 54.9% fue asintomático y un 32.5% reportó toxicidad G1 (Figura 1).

CONCLUSIONES

La radioterapia estereotáctica corporal es una técnica de tratamiento segura y eficaz.

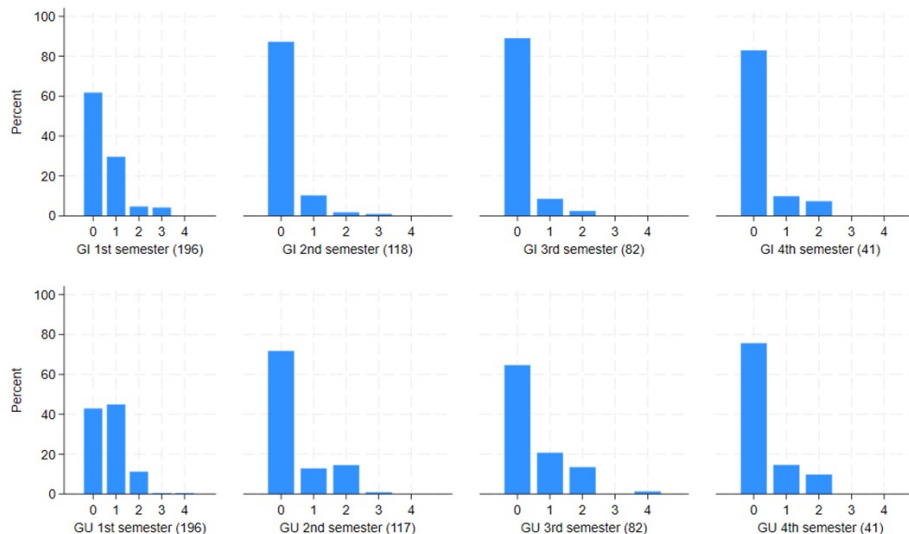


Figura 1. Toxicidad por semestre



Radioterapia esterotáxica corporal (SBRT) con o sin irradiación nodal electiva (ENI) en cáncer de próstata de riesgo alto o intermedio: Factibilidad de aleatorización y toxicidad aguda

Antúnez G., Canales J., Castiglioni E., Bienzobas C., Salazar C., Barnafi E., Reyes P., Bustos M., Merino T.

Departamento de Hemato-Ocología

Pontificia Universidad Católica de Chile



INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

La Radioterapia esterotáxica corporal (SBRT) en cáncer de próstata ha sido ampliamente validada en estudios retrospectivos y fase III con buen perfil de seguridad y control de enfermedad. Por otro lado, la Irradiación nodal electiva (ENI) ha sido menos explorada en este escenario con resultados contradictorios.

Se propone evaluar la viabilidad de aleatorizar a pacientes con diagnóstico de cáncer de próstata de riesgo intermedio desfavorable y alto riesgo a SBRT a próstata y vesículas seminales con o sin ENI. Además se evaluará la toxicidad aguda gastrointestinal (GI) y genitourinaria (GU).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se reclutaron pacientes con cáncer de próstata de riesgo intermedio desfavorable y alto. La aleatorización fue para SBRT a la próstata y vesículas seminales (grupo 1) a 36,25 Gy en 5 fracciones versus ENI a la pelvis 25 Gy en 5 fracciones con boost simultáneo integrado a próstata y vesículas seminales hasta 36.25 Gy (grupo 2). Los resultados primarios fueron Reclutamiento (Porcentaje de pacientes seleccionados elegibles reclutados en seis meses) y Fidelidad (definida como cumplimiento del protocolo o desviación menor para PTV/CTV y cobertura de órganos en riesgo (OAR) en los pacientes reclutados a los 6 meses). El éxito del reclutamiento se definió como 80% y la fidelidad del protocolo de tratamiento como 60%. Usamos el método de Lewis para calcular el tamaño muestral (1). El resultado secundario fue la toxicidad aguda (eventos adversos genitourinarios (GU) y gastrointestinales (GI) agudos según CTCAE v4.03 durante el tratamiento, a los 6, 12 y 18 meses. Además se reportó la evolución del IPSS en al fin de la radioterapia.

	Grupo 1 (N=46)		Grupo 2 (N=46)	
	Media	SD o %	Media	SD o %
Edad	72.7	6.76	73.8	5.7
APE	19.2	14.3	19.7	21.3
Grupo NCCN				
Bajo	0	0	0	0
Intermedio Favorable	1	2.17%	0	0
Intermedio	11	23.90%	5	10.90%
Alto	23	50%	21	45.70%
Muy Alto	11	23.90%	20	43.50%
Etapa T				
T1	4	8.70%	0	
T2a	4	8.70%	4	8.70%
T2b	9	19.60%	8	17.4%
T2c	16	34.80%	11	23.90%
T3a	6	13%	8	17.4%
T3b	7	15.20%	15	32.60%
Score de Gleason				
6	3	6.52%	2	4.35%
7	23	50%	19	41.30%
8	19	41.30%	18	39.10%
9	1	2.17%	7	15.20%
Riesgo Nodal (Roach)	29.6	12.2	29.6	16.1
TDA				
Sí	43	93.50%	44	95.70%
No	3	6.52%	2	4.35%
Frecuencia de tratamiento				
Días alternantes	22	47.80%	2	4.35%
Semanal	24	52.20%	44	95.70%

Figura 1. Características de los pacientes

	Grupo 1 (N=46)		
	G0	G1	G2
Gastrointestinal	38 (82.6%)	7 (15.2%)	1 (2.17%)
Genitourinario	15 (32.6%)	25 (54.3%)	6 (13%)
	Grupo 2 (N=46)		
	G0	G1	G2
Gastrointestinal	31 (67.4%)	12 (26.1%)	2 (4.35%)
Genitourinario	16 (34.8%)	24 (52.2%)	5 (10.9%)

Figura 2. Toxicidad aguda CTCAE v4.03. Test Chi cuadrado: Gastrointestinal p 0.309, Genitourinario p 0.935

RESULTADOS

Desde agosto de 2021 hasta marzo 2023, 101 pacientes cumplieron los criterios de inclusión, 6 rechazaron participar y 2 fueron retirados de aleatorización por incontinencia severa. Finalmente 46 pacientes se aleatorizaron al grupo 1 y 47 pacientes al grupo 2. Un paciente del grupo 2 no completó tratamiento por intercurencia médica. Las características de los pacientes están resumidas en la tabla 1.

El reclutamiento fue de 91% a los 6 meses. La fidelidad del protocolo de tratamiento para CTV fue del 100 % y 96,6 % y para PTV fue del 87 % y 76 % en el grupo 1 y en el grupo 2, respectivamente; La fidelidad de OAR para recto/vejiga fue del 87,5 %/91,7 % y del 91,7 %/93,1 % en el grupo 1 y en el grupo 2, respectivamente.

Un 2.17% y 4.35% de los pacientes experimentaron toxicidad aguda GI grado 2 en el grupo 1 y 2, respectivamente (p=0.36). Un 13% y 10.9% de los pacientes experimentaron toxicidad aguda GU grado 2 en el grupo 1 y 2, respectivamente (p=1). Ambos grupos sin diferencias significativas. No se reportó toxicidad aguda grado 3 o mayor.

A los 6, 12 y 18 meses no se detectaron diferencias significativas en la toxicidad GI y GU (Tabla 2).

La evolución en el tiempo del IPSS basal y al fin de tratamiento no fue significativa en ambos grupos, siendo un aumento de un promedio de 2.97 y 1.53 puntos en el grupo 1 y 2, respectivamente.

CONCLUSIONES

Se cumplieron los estándares de fidelidad al tratamiento y reclutamiento previamente definidos. Es factible realizar un estudio aleatorio en este escenario. La toxicidad aguda es baja. Se necesita un seguimiento más prolongado para evaluar la adherencia y la toxicidad y eficacia a largo plazo.

Antúnez G., Canales J., Merino T., Useche W., Bazaes D.
Departamento de Hemato-Ocología
Pontificia Universidad Católica de Chile

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

El cáncer de próstata es una enfermedad globalmente prevalente, representando el 7.1% de los diagnósticos neoplásicos masculinos en 2018 y el 3.8% de las muertes por cáncer (1). En Chile, es la enfermedad oncológica más común en hombres, con una incidencia de 61.3 por cada 100,000 habitantes y la segunda causa de muerte oncológica (2). Tras el tratamiento curativo, las recidivas ocurren en un 20-50%, detectadas con mayor precisión gracias al PET PSMA (3). No hay consenso sobre el tratamiento óptimo para las recidivas post-cirugía (4), que incluyen cirugía, crioablación, braquiterapia y radioterapia estereotáxica (5).

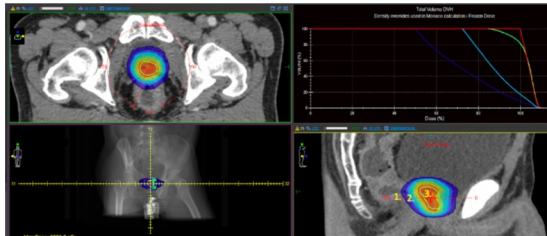
Se discute la radiocirugía como alternativa terapéutica en las recurrencias de cáncer de próstata post-operatorias, explorando su eficacia y toxicidad mediante un estudio de caso.

Caso Clínico

El caso trata de un paciente masculino, de 68 años de edad, con antecedente de cáncer de próstata el 2016 que fue tratado con prostatectomía radical. La biopsia quirúrgica informa un adenocarcinoma en ápex derecho, Gleason 7 (4+3), que fue resecado con borde quirúrgico positivo con extensión de 5 mm, sin compromiso extra prostático. La linfadenectomía mostró 6 ganglios resecados a derecha, sin tumor y 2 resecados a izquierda, sin tumor. Antígeno prostático específico (APE) 6 semanas post cirugía fue <0.05 ng/ml. Paciente no realizó controles hasta 2023 con APE hasta 2.89 ng/dL. Se solicita estudio imagenológico con PET PSMA que muestra nódulo en lecho prostático de 9mm con actividad metabólica SUVmax 2.5 g/ml. El paciente al momento de la evaluación se encuentra en buenas condiciones generales, sin sintomatología urinaria significativa (IPSS=2, por nicturia), sin incontinencia, manteniendo actividad sexual sin conflicto.

Se inicia tratamiento con bloqueo hormonal y se procede a simulación según protocolo de preparación rectal y vesical con TAC de pelvis con contraste bajo visualización ecotomográfica (Clarity System ®) para planificación de tratamiento de

radioterapia estereotáxica corporal (SBRT) al nódulo en el lecho operatorio 35 Gy en 5 fracciones, frecuencia semanal. El resumen de los parámetros dosimétricos están en la tabla.



PTV_3500 (verde). 1. Isodosis del 50% (azul). 2. Isodosis del 75% (celeste). 3. Isodosis del 100% (rojo)

Estructura	Criterio dosimétrico	Valor
PTV_3500	V3325Gy>99%	91.3%
Vejiga	V3700cGy<10cm ³	0.528cm ³
	V3500cGy<5cm ³	1.556cm ³
Recto	V1810cGy<40%	3.84%
	V3500cGy<1cm ³	0.255cm ³
	V2900cGy<10%	2.16%
Bulbo Peneano	V1810cGy<30%	9.66%
	V2950cGy<50%	0%
Cabeza Femoral Derecha	V1450cGy<5%	0%
Cabeza Femoral Izquierda	V1450cGy<5%	0%
Uretra	Dmax<3250cGy	3260.3cGy

Paciente recibió tratamiento sin incidentes. Se fijó como desplazamiento máximo 2 mm en cualquier dirección en sistema Clarity. El promedio de movimiento del target fue de 1.03, 0.56 y 0.47 mm antero-superior, lateral y supero-inferior, respectivamente. En ninguna fracción se superó el umbral impuesto. Tratamiento fue bien tolerado con molestias genitourinarias habituales grado 1 (IPSS=9 al final de tratamiento) y proctalgia grado 1. Al mes de finalizado el tratamiento paciente con escasos síntomas genitourinario (IPSS=4) y resolución de proctalgia. Cuatro meses post radioterapia paciente asintomático del punto de vista urinario y gastrointestinal (IPSS=2) con APE de 0.02 ng/ml.

RESULTADOS

En la actualidad no hay consenso sobre el tratamiento más adecuado para la recidiva local en pacientes sometidos a prostatectomía radical, existiendo múltiples alternativas de tratamiento. El tratamiento local de la recidiva no solo mejora los resultados oncológicos, sino que también posibilita retrasar tratamientos adicionales, como la ADT, junto con su carga de toxicidad. Uno de los desafíos asociados con la ablación postprostatectomía radica en lograr un tratamiento eficaz evitando daños a las estructuras circundantes, especialmente al recto.

Algunos estudios retrospectivos han evaluado el uso de SBRT, sin embargo, hasta la fecha, no existen estudios prospectivos que validen su eficacia. Archer et al. publicó los resultados de la serie más grande que evaluó SBRT en recurrencia local post prostatectomía. Con un total de 117 pacientes reportó un buen control local con sobrevida libre de enfermedad de 74% a 1 año, sobrevida global de 85% a 5 años y aceptable perfil de toxicidad GU y GI tardía de 25% al año y del 34% a los 2 y 3 años. (7)

Recientemente, Majewski et al (8) reportó perfil de seguridad de SBRT a recidiva local post prostatectomía. Ningún paciente experimentó toxicidad aguda grado 3 o mayor, y un 19% experimentó toxicidad aguda GU y/o GI grado 2 o menor.

El uso de la radioterapia guiada por imágenes en el contexto de recidiva local no ha sido del todo dilucidado. Michalet et al (9) presentó los resultados preliminares de un registro prospectivo con SBRT guiada por RNM de recurrencia aislada post prostatectomía con buen perfil de seguridad y excelentes resultados dosimétricos. Hasta la fecha no hay reportes de tratamiento de rescate local con radioterapia guiada por visualización ecográfica (Clarity).

CONCLUSIONES

En conclusión, la SBRT guiada por imágenes ecográficas es una alternativa de manejo en tratamiento ablativo de recurrencia local post prostatectomía con buen perfil de seguridad y alentadores resultados oncológicos.

Reirradiación estereotáctica en cáncer de próstata recurrente: serie de casos del Hospital Carlos Van Buren

Tomás Walter Martin [1], Gabriel Lazcano Álvarez [2,3], Lisset González Abascal [1], Ilan Perrot Rosenberg [1,2], Gabriel Veillon Contreras [1,2], Benjamín Tudela Staub [1,2], Ximena Quintela Dávila [1,2], José Solís Campos [1,2]

[1] Universidad de Valparaíso, Cátedra de Oncología del Departamento de Especialidades Médicas, Valparaíso, Chile; [2] Hospital Carlos Van Buren, Valparaíso, Chile; [3] Universidad de Valparaíso, Departamento de Salud Pública, Valparaíso, Chile

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

El tratamiento del cáncer de próstata con recurrencia local es un escenario clínico desafiante dadas las posibles toxicidades aditivas producto de múltiples cursos de radiación. La radioterapia corporal estereotáctica (SBRT por su sigla en inglés) permite la administración de altas dosis de radiación con alta precisión en comparación con las técnicas convencionales y es un tratamiento emergente para la enfermedad localmente recurrente. El objetivo de este trabajo es presentar una serie de casos de pacientes tratados con dicha técnica en el Hospital Carlos Van Buren.

MATERIAL Y MÉTODOS

Presentamos una serie de casos de un solo centro que incluye **pacientes consecutivos tratados con SBRT en el contexto de reirradiación de cáncer de próstata** en el Hospital Carlos Van Buren (Valparaíso, Chile) a partir del año 2020. La prescripción fue de 30 Gy en 5 fracciones a toda la próstata. Se adquirieron y registraron conjuntamente imágenes de planificación CT y RM 1,5T T2. No se utilizaron sondas uretrales, fiduciales ni espaciadores rectales. El tratamiento se administró con planes VMAT en un acelerador lineal Versa HD (Elekta AB, Suecia) con energía de 6MV FFF. Se requirió un cone-beam CT de verificación diaria.

De acuerdo con los criterios de inclusión del protocolo institucional, los pacientes presentaban una recurrencia bioquímica definida según los criterios de Phoenix y diagnosticada posterior a 5 años del primer curso de radiación, sin toxicidades tardías superiores a grado 2 según la clasificación de toxicidad RTOG. Se requirió etapificación con PET CT PSMA.

RESULTADOS

Esta serie incluye **10 pacientes**. La mediana de edad fue de 76 años (IQR 74-78). De los 10 pacientes, 8 recibieron reirradiación únicamente a la próstata; 1 paciente recibió tratamiento estereotáctico de próstata, una única adenopatía (30 Gy en 5 fracciones) y una única metástasis ósea en la caja torácica (27 Gy en 3 fracciones); y 1 paciente fue tratado por un nódulo macroscópico localizado en lecho prostático previamente irradiado (30 Gy en 5 fracciones). Seis pacientes iniciaron terapia de privación de andrógenos antes de la reirradiación.

La **toxicidad genitourinaria aguda** ocurrió en 6 pacientes: grado 1 en 5 pacientes y grado 2 en 1 paciente. Tres pacientes tuvieron **toxicidad gastrointestinal aguda**, todos de grado 1.

No se informaron toxicidades gastrointestinales tardías. Para la **toxicidad genitourinaria tardía**, 2 pacientes informaron toxicidad de grado 1 y 3 pacientes toxicidad de grado 2; hubo un caso de cistitis por radiación de grado 3 que requirió oxigenoterapia hiperbárica.

En los datos de seguimiento disponibles hubo una única **recurrencia bioquímica**, iniciándose terapia de privación de andrógenos 20 meses después de la reirradiación.

CONCLUSIONES

La SBRT es una alternativa viable y segura para el tratamiento del cáncer de próstata localmente recurrente.

Ariel Gómez Palacios [1]; Pablo Andrada [3]; Gabriel Lazcano Álvarez [4-5]; Tomás Walter Martín [4]; Ofelia Pérez-Conci [1-2]; Belén Raiden [1]; Lucas Causa [1]; Diego Fernández [1]; Luciana Brun [1]; Delfina Batisti [3]; Andrea Pozo [3]; María Díaz Vázquez [1-2]; José Solís Campos [4-5]; Gabriel Veillon Contreras [4-5]; Carmen Castro [2]; G. Ferraris [1-2] [1] Centro de Radioterapia Deán Funes, Córdoba, Argentina; [2] Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina; [3] Hospital Alemán, Buenos Aires, Argentina; [4] Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile; [5] Hospital Carlos Van Buren, Valparaíso, Chile

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

Hay un interés creciente en el uso de radioterapia estereotáctica corporal (SBRT) para el manejo del cáncer de próstata con recurrencia local previamente irradiado, técnica que presenta resultados oncológicos prometedores y un perfil de toxicidad favorable. El objetivo de este trabajo es describir resultados de pacientes con cáncer de próstata localmente recurrente tratados con esta técnica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio retrospectivo multicéntrico recolectó datos en 4 centros de pacientes tratados por cáncer de próstata con recurrencia local entre enero de 2017 y septiembre de 2023. El tratamiento se administró con aceleradores lineales capaces con capacidad de administrar radioterapia guiada por imágenes. Se trataron tanto recurrencias intraprostáticas como recurrencias macroscópicas en lecho de pacientes operados.

El análisis de datos se realizó con el paquete de software SPSS version 26.0 (IBM). Se generaron curvas de supervivencia con el método de Kaplan-Meier y se aplicó regresión de Cox para el análisis de variables. Toxicidades fueron evaluadas mediante CTCAE v4.

RESULTADOS

Se incluyeron 45 pacientes. El 97.7% recibió su primer curso de tratamiento a través de radioterapia externa, con solo un paciente tratado mediante braquiterapia. La mediana de dosis en EQD2 fue de 73 Gy (rango 60 a 88). El 30% de los pacientes había sido prostatectomizado. Un 54% de los pacientes tuvo un tiempo de duplicación del antígeno prostático mayor de 10 meses. Todos los pacientes fueron re-etapificados mediante PET scans, ya sea con radiotrazador F-Colina o Ga-PSMA.

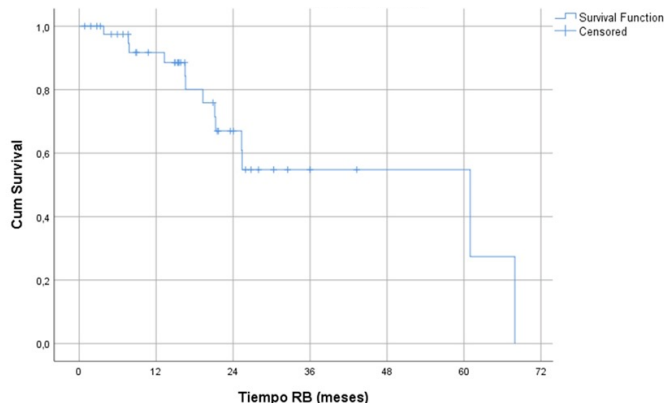


Figura 1. Supervivencia libre de recaída bioquímica

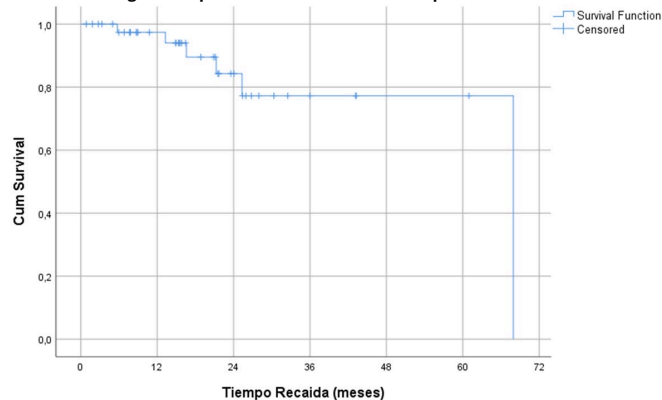


Figura 2. Supervivencia libre de recaída local

RESULTADOS

La administración de los cursos de reirradiación consistió en un 81% de tratamientos dirigidos a la próstata o el lecho prostático (prescripciones de 30 a 36.25 Gy en 5 fracciones) y un 16% focalizado a un nódulo intraprostático (prescripciones de 30-35 Gy en 5 fracciones). Un 35% recibió terapia de deprivación androgénica concurrente.

El promedio de seguimiento fue de 23.3 meses. Un 30% de los pacientes presentó recurrencia bioquímica (Figuras 1 y 2). El 14% desarrolló enfermedad metastásica. Dado lo anterior, las medianas de supervivencia libre de recurrencia bioquímica y supervivencia libre de metástasis no fueron alcanzadas, no pudiendo ser estimadas. En el análisis univariable no se identificaron factores de riesgo asociados a dichos desenlaces.

Ningún paciente experimentó efectos adversos genitourinarios agudos de grado 3 o mayor; 1 paciente (2%) presentó toxicidad tardía genitourinaria de grado 3. No se registraron efectos adversos gastrointestinales agudos ni tardíos de grado 3 o mayor.

CONCLUSIONES

La reirradiación mediante SBRT de pacientes con cáncer de próstata que previamente hayan recibido radioterapia es una opción de tratamiento efectiva y segura. Esta permite un excelente control de enfermedad con una mínima cantidad de efectos adversos de grado 3 o mayor.

Radioterapia estereotáxica en pacientes oligometastásicos: Análisis retrospectivo del Registro Integral de Outcomes en radioterapia eStereotáxica del Hospital Base Valdivia (retro RIOS-VALDIVIA)

Felipe Carvajal ^{1,2}, Jorge Olivares ¹, Jorge Oyarzún ¹, Cristian Méndez¹, Felipe Rojas ¹, Gonzalo Rubio¹, Edward Esparza¹, Yaniro Guillén¹.

¹Servicio de Oncología y Radioterapia, Hospital Base Valdivia

²Departamento de Oncología Básico Clínica, Universidad de Chile



XVIII CONGRESO SOCHIRA 2024

"Avanzando en una radioterapia innovadora, accesible y colaborativa"



INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

El manejo clínico de los pacientes con enfermedad oligometastásica es un tema de reciente definición y activo desarrollo¹⁻³. El presente trabajo tiene como objetivo describir clínicamente en base a las recomendaciones del grupo ESTRO OLIGOCARE y determinar los resultados oncológicos de pacientes con cáncer oligometastásico tratados con SBRT en el Hospital Base Valdivia entre los años 2019 al 2023 y explorar factores asociados a dicho resultado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de cohorte retrospectiva. Se seleccionaron pacientes mayores de 18 años, con cáncer confirmado mediante histología, enfermedad oligometastásica definida como la presencia de ≤ 5 lesiones metastásicas y más de 3 meses de seguimiento post tratamiento ablativo. Para el cálculo de la dosis biológica efectiva (BED), se consideró un α/β de 10 (BED10) y un α/β específico para cada tumor (BEDt). Se utilizó estadística descriptiva, curvas de Kaplan meier y test de log rank para comparación de curvas.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 73 metástasis tratadas con SBRT en 52 pacientes, cuya mediana de edad fue de 65 años (rango 44-81). 19 casos (26%) correspondieron a cáncer renal, 13 (18%) próstata, 13 (18%) mama, 12 (16%) colorrectal y 16 (22%) otros, incluidos cervicouterino, gástrico, laringe, páncreas, pulmón, sarcoma, tiroides y vejiga. 27 lesiones (37%) fueron clasificadas como oligometástasis metacrónica, 18 (25%) oligoprogresión metacrónica, 13 (18%) oligometástasis sincrónica y 15 (20%) otros tipos. Los 3 principales sitios metastásicos tratados fueron adenopatías no regionales, hueso y pulmón, con una frecuencia de 25 (34%), 23 (32%) y 16 (22%) respectivamente. Otros sitios tratados 9 (12%) incluyeron Hígado, páncreas y suprarrenales. Se utilizaron diferentes esquemas (24-60Gy/2-8 fracciones), con una mediana de BED10 / BEDt de 60Gy / 115 Gy.

RESULTADOS

Con un seguimiento de 19 meses (mediana), la supervivencia global (SG), libre de falla local (SLFL) y libre de progresión (SLP) a 24 meses fueron respectivamente 80% (IC95% 0.67-0.89), 78 % (IC95% 0.64-0.87) y 33% (IC95% 0.18 - 0.48), detalles en Figura 1 y 2. Respecto a la respuesta local, en 28 casos (38%) se observó respuesta completa imagenológica y en 18 (25%) respuesta parcial. Los pacientes que tuvieron algún tipo de respuesta local vs estabilidad o progresión presentaron una SG significativamente mayor a 2 años (97% vs 54%, HR 0.05, $p < 0.0001$). El principal factor asociado a falla local durante el primer año fue la presencia de metástasis hepáticas, con SLFL a 12 meses de 66% vs 93% (HR 11, $p < 0.004$). Hubo 5 casos (7%) descritos de toxicidad G2-G3, principalmente fatiga y dolor. No hubo muertes asociadas al tratamiento durante el periodo de seguimiento.

CONCLUSIONES

La SBRT en pacientes oligometastásicos es un procedimiento seguro y factible de implementar en el sistema público chileno, con excelente tolerancia y perfil de toxicidad aguda. La SLFL, SLP y SG son concordantes con lo publicado internacionalmente. La calidad de vida y toxicidad tardía serán reportados cuando se alcance un seguimiento apropiado en la cohorte prospectiva RIOS-VALDIVIA.

Referencias

- Katipally RR, Pitroda SP, Juloori A, Chmura SJ, Weichselbaum RR. The oligometastatic spectrum in the era of improved detection and modern systemic therapy. Nat Rev Clin Oncol. septiembre de 2022;19(9):585-99.
- Lehrer EJ, Singh R, Wang M, Chinchilli VM, Trifiletti DM, Ost P, et al. Safety and Survival Rates Associated With Ablative Stereotactic Radiotherapy for Patients With Oligometastatic Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. JAMA Oncol. 1 de enero de 2021;7(1):92-106.
- Palma DA, Olson R, Harrow S, Gaede S, Louie AV, Haasbeek C, et al. Stereotactic Ablative Radiotherapy for the Comprehensive Treatment of Oligometastatic Cancers: Long-Term Results of the SABR-COMET Phase II Randomized Trial. J Clin Oncol. septiembre de 2020;38(25):2830-8.

	SLFL	SLP	SG
Cáncer de próstata = 13			
12 meses	77%	68%	100%
24 meses	77%	68%	100%
Cáncer colorrectal = 12			
12 meses	75%	58%	100%
24 meses	53%	19%	83%
Cáncer rena = 19			
12 meses	81%	81%	89%
24 meses	81%	55%	81%
Cáncer de mama = 13			
12 meses	100%	92%	100%
24 meses	100%	72%	100%
Otros = 16			
12 meses	80%	65%	84%
24 meses	48%	4%	31%

SLFL: Supervivencia libre de falla local. SLP: Supervivencia libre de progresión.
SG: Supervivencia global. *Otros incluye: cervicouterino, gástrico, laringe, páncreas, pulmón, sarcoma, tiroides y vejiga.

Figura 2. Resultados oncológicos a 12 y 24 meses según localización del tumor primario

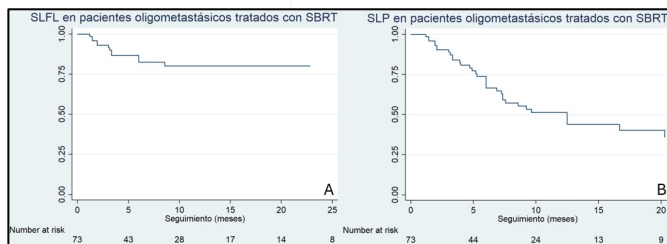


Figura 1: A:Supervivencia libre de falla local (SLFL). B: supervivencia libre de progresión (SLP) en la cohorte completa de pacientes oligometastásicos

Dra. Isidora King M., Dra. Carolina Gabler P., Dra. Javiera Silva A.
Radioterapia Oncológica
Clínica IRAM – Universidad Diego Portales

OBJETIVO

Reportar la toxicidad aguda y calidad de vida en pacientes prostatectomizados tratados con radioterapia estereotáxica (SBRT) al lecho prostático y los ganglios linfáticos pélvicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron pacientes con cáncer de próstata tratados con prostatectomía radical que fueron referidos a nuestro centro para recibir radioterapia de rescate. Los pacientes fueron tratados con recto vacío y vejiga cómodamente llena, utilizando un esquema de 25 Gy a los ganglios pélvicos, con un boost integrado simultáneo (SIB) de 30 Gy al lecho prostático en 5 fracciones, día por medio. La SBRT se realizó utilizando arcoterapia volumétrica modulada (VMAT), guiado por cone-beam CT diario (CBCT). Toxicidad aguda se definió como síntomas que se presentaron durante el tratamiento o dentro de los 60 días después de haber finalizado la radioterapia. Los datos respecto a toxicidad aguda gastrointestinal (GI) y genitourinaria (GU) se obtuvieron en forma retrospectiva desde los registros clínicos y se clasificaron según los Criterios de Terminología Común para Eventos Adversos versión 5.0 (CTCAE v5.0), mientras que la calidad de vida se evaluó mediante una encuesta telefónica utilizando el Módulo de Cáncer de Próstata del cuestionario de Calidad de Vida del *European Organisation for Research and Treatment of Cancer* (EORTC QLQ-PR25), que consiste en 4 escalas de evaluación sintomática y 2 escalas de evaluación funcional, cuantificadas en una escala de 0 a 100. Un puntaje bajo se traduce en un bajo nivel de síntomas en todas las categorías evaluadas, excepto en Actividad y Funcionamiento Sexual, donde un puntaje bajo corresponde a un bajo nivel de funcionamiento.

Tabla 2. Toxicidad Aguda (CTCAE v5.0)

Grado	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Toxicidad Gastrointestinal	28 (59,6%)	7 (14,9%)	12 (25,5%)	0 (0%)
Toxicidad Genitourinaria	24 (51,1%)	22 (46,8%)	1 (2,1%)	0 (%)

RESULTADOS

Un total de 166 pacientes fueron tratados entre enero y diciembre de 2023. Se incluyeron en el análisis los pacientes que tenían al menos 6 meses de seguimiento, obteniendo un total de 61 pacientes en la muestra. La mediana de edad fue de 65 años. Los pacientes fueron derivados para tratamiento debido a persistencia bioquímica (36,1%), recidiva bioquímica (27,9%), recidiva local (21,3%), recidiva regional (6,6%) o recidiva local/regional (8,2%). Los pacientes recibieron terapia de deprivación androgénica adyuvante (ADT) en el 77% de los casos. La mediana de seguimiento fue de 10 meses. Los datos de toxicidad aguda estaban disponibles para 47 pacientes. Ningún paciente presentó toxicidad aguda GI o GU grado ≥ 3 según CTCAE. El 25,5% de los pacientes presentaron toxicidad aguda GI grado 2 y 2,1% de los pacientes presentaron toxicidad aguda GU grado 2. El 62,3% de los pacientes respondieron el cuestionario EORTC-PR25. El promedio de los puntajes para las escalas sintomáticas fueron 19,08, 11,11, 4,17 y 11,7 para Síntomas Urinarios, Uso de Protección para la Incontinencia, Síntomas Intestinales y Síntomas Relacionados con el Tratamiento Hormonal, respectivamente. La puntuación promedio para Actividad Sexual y Funcionamiento Sexual fueron 25,44 y 44,44, respectivamente.

Tabla 3. Calidad de Vida (EORTC QLQ - PR25)

Evaluación	Pacientes (N)	Puntaje Promedio
Evaluación Sintomática		
Urinary Symptoms (URI)	38	19,08
Incontinence Aid (AID)	9	11,11
Bowel Symptoms (BOW)	38	4,17
Hormonal Treatment Related Symptoms (HTR)	38	11,7
Evaluación Funcional		
Sexual Activity (SAC)	38	25,44
Sexual Functioning (SFU)	15	44,44

CONCLUSIONES

SBRT al lecho prostático y los ganglios linfáticos pélvicos tiene un perfil de toxicidad aguda aceptable en esta cohorte de pacientes. Se requiere un seguimiento más prolongado para evaluar adecuadamente la toxicidad a largo plazo. El cuestionario EORTC QLQ-PR25 reportó niveles bajos de síntomas y niveles intermedios-bajos de funcionamiento sexual en esta serie. Mayor seguimiento y reclutamiento de pacientes está en curso.

Referencias

- W. Robert Lee, James J. Dignam, Mahul Amin, et al. RTOG 0415: A randomized phase III non-inferiority study comparing two fractionation schedules in patients with low-risk prostate cancer. *Journal of Clinical Oncology* 2016; 34. DOI 10.1200
- David Dearnaley, Isabel Syndikus, Helen Mossop, et al. Conventional versus hypofractionated high-dose intensity-modulated radiotherapy for prostate cancer: 5-year outcomes of the randomised, non-inferiority, phase 3 CHHIP trial. *Lancet* 2016, 17 (8); 1047-1060. DOI 10.1016/S1470-2045(16)30102-4
- Charles N Catton, Himu Lukka, Chu-Shu Gu. Randomized Trial of a Hypofractionated Radiation Regimen for the Treatment of Localized Prostate Cancer. *J Clin Oncol* 2017 Jun 10;35(17):1884-1890. DOI: 10.1200/JCO.2016.71.7397
- Adalsteinn Gunnlaugsson, Lars Beckman, et al. Ultra-hypofractionated versus conventionally fractionated radiotherapy for prostate cancer: 5-year outcomes of the HYPO-RT-PC randomised, non-inferiority, phase 3 trial. *Lancet* 2019 Aug 3;394(10196):385-395. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31131-6.
- Alison C Tree, Peter Ostler, Hans van der Voet. Intensity-modulated radiotherapy versus stereotactic body radiotherapy for prostate cancer (PACE-B): 2-year toxicity results from an open-label, randomised, phase 3, non-inferiority trial. *Lancet* 2022 Oct; vol 23, P1308-1320. DOI 10.1016/S1470-2045(22)00517-4
- Van Andel G, Bottomley A, Fossá SD, et al. An international field study of the EORTC QLQ-PR25: a questionnaire for assessing the health-related quality of life of patients with prostate cancer. *Eur J Cancer*. 2008; 44(16): 2418-2424. doi: 10.1016/j.ejca.2008.07.030, indexed in Pubmed: 18774706.

PURPOSE-OBJECTIVE

Salvage radiotherapy (sRT) can have similar outcomes to adjuvant radiotherapy (aRT) if administered at the earliest evidence of biochemical recurrence. RADICALS-RT was the first trial to support this hypothesis and a policy of observation after radical prostatectomy (RP) with early sRT has become the new standard of care since then. This study assessed the impact of RADICALS-RT in the clinical practice regarding the timing of sRT for prostate cancer initially treated with RP.

MATERIAL-METHODS

The present investigation employed an observational and analytical methodology, utilizing a longitudinal design and a retrospective cohort of patients who received sRT after RP at a single institution over 7 years, from February 2016 to September 2022. Institutional Ethics Committee approval was obtained for retrospective review of data. Patient demographics, disease-related clinical information and PSA level before sRT were collected. Patients with non-metastatic prostate cancer were eligible if they had undergone RP, received sRT given later to those who develop a rising PSA, and had at least one specified risk factor (pathological T-stage 3 or 4, Gleason score 7-10, positive margins, or preoperative PSA of 10ng/mL or more).

Patients were divided in 2 groups based on the date of RADICALS-RT presentation at ESMO (November 2019). Two groups were created and analyzed separately: pre-RADICALS-RT group from February 2016 to October 2019 (Group 1), and post-RADICALS-RT group from November 2019 to September 2021 (Group 2). After these results were released in October 2021, our genitourinary institutional group revisited our postoperative radiation therapy policy. A third group (Group 3) was created and analyzed separately with the previous ones after this institutional intervention (from November 2021 to May 2023).

RESULTS

The study included a total of 297 patients who were recruited to participate. Median age at the time of diagnosis was 67 years. Median PSA at diagnosis was 8ng/mL. Pathological T-stage distribution showed that 41.5% of patients were classified as T2, 27.7% as T3a, 30% as T3b, and 0.9% as T4. The distribution of Gleason scores was as follows: 7.5% had a Gleason score of 6, 67.7% had a Gleason score of 7, and 24.8% had a Gleason score of 8 or greater. Positive margins were found in 46% of the patients. Median PSA level for the entire cohort at the time of sRT was 0.27ng/mL (Table 1).

One hundred and sixty-two patients in Group 1, 66 patients in Group 2 and 69 patients in Group 3. Median PSA for Groups 1, 2, and 3 were 0.33, 0.27, and 0.2, respectively. Less than one third of patients in Group 1 and 2 (24% and 29%, respectively) had a postoperative PSA of 0.2ng/mL or less at the time of sRT. When comparing the three groups, the Kruskal-Wallis Test revealed a significant difference ($p < 0.001$) between them. Subsequent Dunn tests indicated no statistically significant difference between groups 1 and 2 ($p = 0.1114$). However, a statistically significant difference was observed between groups 1 and 3 ($p < 0.001$) as well as between groups 2 and 3 ($p < 0.001$) (Figure 1).

CONCLUSIONS

In summary, timing of sRT after RP is a critical factor in achieving successful outcomes in patients with prostate cancer. We found that RADICALS-RT has influenced clinical practice and led to more timely administration of sRT only after being complemented with real local evidence. The findings of our study highlight the importance of keeping up-to-date with the latest clinical trial evidence and the need for integrate real world data to ensure that patients receive the best possible care. Specifically, for patients who undergo RP, clinicians should be careful in adopting a sRT approach if conditions are not appropriate, and they should reconsider an aRT strategy in this context.

	Group 1 (n=162)	Group 2 (n=67)	Group 3 (n=69)	All (n=298)
Age, years (median)	67.5	66.3	65.3	66.7
PSA at diagnosis, ng/mL (median)	8.45	8	7.25	7.6
Gleason score				
<7	14 (8.6%)	3 (4.5%)	6 (8.7%)	23 (7.8%)
3 + 4	60 (37%)	27 (40.3%)	27 (39.1%)	114 (38.3%)
4 + 3	42 (26%)	23 (34.3%)	24 (34.8%)	89 (29.8%)
≥8	45 (27.8%)	11 (16.4%)	10 (14.5%)	66 (22.1%)
Unknown	1 (0.6%)	3 (4.5%)	2 (2.9%)	6 (2%)
Pathological T-stage				
2	66 (40.7%)	28 (41.8%)	34 (49.2%)	128 (43%)
3a	43 (26.5%)	20 (29.9%)	11 (16%)	74 (24.8%)
3b	50 (30.9%)	15 (22.5%)	20 (29%)	85 (28.6%)
4	0 (0%)	2 (2.9%)	2 (2.9%)	4 (1.3%)
Unknown	3 (1.9%)	2 (2.9%)	2 (2.9%)	7 (2.3%)
Positive margins				
Present	77 (47.5%)	31 (46.3%)	28 (40.5%)	136 (45.5%)
Absent	85 (52.5%)	28 (41.8%)	34 (49.3%)	147 (49.3%)
Unknown	0 (0%)	8 (11.9%)	7 (10.2%)	15 (5.1%)
Lymph node involvement				
Node negative	112 (69.2%)	47 (70.2%)	48 (69.6%)	207 (69.5%)
Node positive	25 (15.4%)	6 (8.9%)	7 (10.2%)	38 (12.7%)
No dissection	25 (15.4%)	14 (20.9%)	14 (20.2%)	53 (17.8%)

Table 1. Baseline characteristics

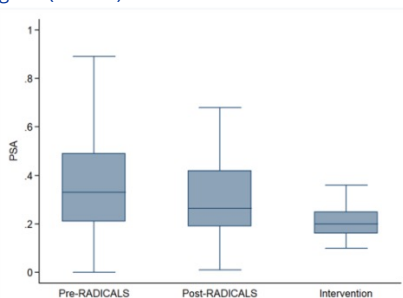


Figure 1. Boxplot illustrating the median PSA for Group 1 (Pre-RADICALS), Group 2 (Post-RADICALS-RT) and Group 3 (Post-Intervention).

References

- Vale CL, Fisher D, Kneebone A, et al. Adjuvant or Early Salvage Radiotherapy for the Treatment of Localised and Locally Advanced Prostate Cancer: A Prospectively Planned Systematic Review and Meta-Analysis of Aggregate Data. *Lancet*. 2020;396:1422-31. doi:10.1016/S0140-6736(20)31952-8
- Farker CG, Clarke NW, Cook AD, et al. Timing of radiotherapy after radical prostatectomy (RADICALS-RT): a randomised, controlled phase 3 trial. *Lancet*. 2020;396(10260):1413-1421. doi:10.1016/S0140-6736(20)31553-1
- King CR. The timing of salvage radiotherapy after radical prostatectomy: A systematic review. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2012;84:104-111.
- Pisansky TM, Thompson IM, Valicenti RK, et al. Adjuvant and salvage radiotherapy after prostatectomy: ASTRO/AUA Guideline amendment 2018. *Urol*. 2019;202:532.
- Sargos P, Chabaud S, Latorzeff I, et al. Salvage radiotherapy after radical prostatectomy: European Association of Urology (EAU) guidelines. *Eur Urol*. 2018;73(2):187-195. doi:10.1016/j.euro.2017.08.024
- Tilky D, Chen M-H, Wu J, et al. Prostate-Specific Antigen Level at the Time of Salvage Therapy After Radical Prostatectomy for Prostate Cancer and the Risk of Death. *J Clin Oncol*. 2023;41:2428-2435.
- Guyawali B, Parsa S, Feinberg B, Nabhan C. Real-World Evidence and Randomized Studies in the Precision Oncology Era: The Right Balance. *JCO Precis Oncol*. 2017 Nov;1:1-5. doi:10.1200/PO.17.00132

Uso de bolus personalizado fabricado en impresora 3D para tratamiento de lesiones cutáneas, a propósito de un caso en Hospital Clínico Magallanes

Evelyn San Martín M, Moyra Duran C, Juan Carlos Leal Ch, Catalina Vargas V, Josheline Garnica A, Cristian Rojas P
Unidad de Radioterapia, Hospital Clínico Magallanes

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

La radioterapia (RT) dirigida a lesiones superficies de la piel presenta el gran desafío de lograr cobertura con dosis adecuada, debido al efecto build-up¹⁻³. Una de las medidas más comunes para evitar este efecto, es utilizar un compensador tisular equivalente (Bolos) con el espesor adecuado de la piel, y así aumentar la radiación objetivo⁴. Pero los bolus tradicionales no suelen ajustarse perfectamente a las zonas irregulares de la piel, por lo que la impresión 3D permite solucionar este problema al permitir crear bolus personalizados para cada caso⁵⁻⁸. El objetivo de este trabajo es describir la utilización de un bolus personalizado mediante impresión 3D, para lograr cobertura en tratamiento paliativo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Paciente con cáncer de tiroides medular, etapa IV con recidiva cervical tipo masa bulky que compromete superficie cutánea y metástasis hepáticas. Dada progresión a pesar de Pralsetinib 400 mg/día, se decidió RT Paliativa a zona cervical. Se prescribe 30 Gy en 10 fracciones, 3DCT, pero en simulación paciente no era candidato a electrones debido a zona irregular, y bolus tradicional no lograba ajustarse para tratamiento con fotones. Se decidió fabricar un bolus personalizado en base a impresión 3D (B3D). El modelo fue generado en Monaco V6.0.1®, Elekta®, simulando bolus de 2 cm de grosor ajustado a la zona cervical del paciente. Se procesó el modelo en el software Shapr3D v5.493.0® para su exportación a STL, eliminando zonas innecesarias e irregulares, y dadas las dimensiones del objeto, este se subdividió en 3 unidades, lo que fueron laminados en programa UltiMaker Cura V5.2.2® para su impresión.

Configuración: Disposición de las piezas: Vertical, Uso de soportes: Sí, con ángulo >60°, Patrón: Cubico, Infill: 40%, Grosor de paredes superior e inferior 0,8mm, altura de capa 0.2mm, Temperatura extrusor: 200°C, Temperatura Cama: 60°C. La impresión se realizó en impresora Creality Ender-3® con PLA de 1,75 mm de diámetro. El tiempo total de impresión de las 3 piezas fue de 72 hrs y se usaron 620 gr.

Una vez impresas las piezas, se unieron con silicona líquida y se verificó con física médica el material impreso, encontrándose una diferencia menor al 1% en la dosimetría medida en un campo de 10x10 a 5 cm de profundidad, comparado con placas de agua sólida del mismo espesor. Se verificó el ajuste en un nuevo TC simulación con paciente, colocándose máscara termoplástica sobre el bolus-paciente, conformándose una estructura replicable y firme.

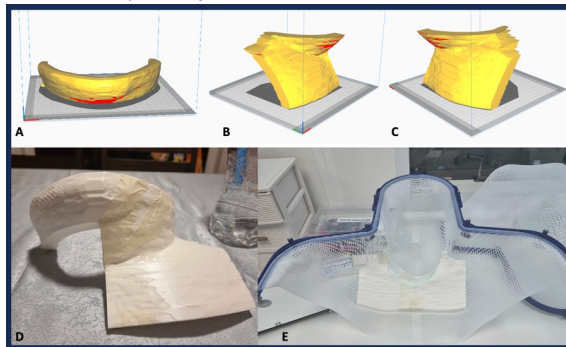


Figura 1. Fabricación de B3D con ajuste en máscara inmovilizadora.

RESULTADOS

El B3D permitió la planificación con cobertura cutánea adecuada y se aplicó el tratamiento sin complicaciones. Dado que la anatomía del paciente no sufrió modificaciones durante el transcurso de las sesiones, el ajuste fue adecuado constantemente, siendo un elemento reproducible durante el tratamiento y de fácil aplicación. No hubo malestar en su uso, y al cabo de 2 semanas el paciente refirió alivio sintomático de lesión cervical, evidenciándose disminución de tamaño

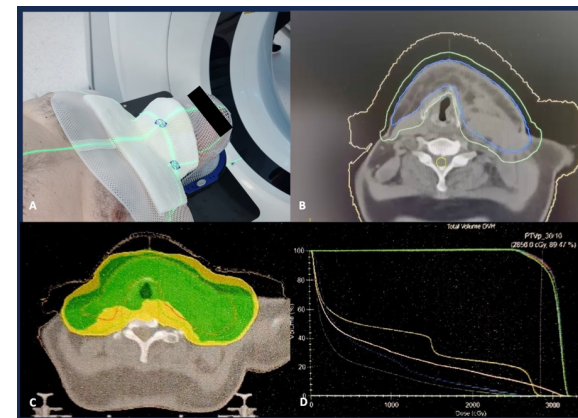


Figura 2. Ajuste de B3D en simulación y planificación de tratamiento paliativo

CONCLUSIONES

La fabricación de B3D bolus personalizados en base a impresión 3D permite asegurar tratamiento con dosis adecuada, de manera segura, reproducible y confiable.

Referencias

- Fontenla DP, Napoli JJ, Hunt M, Fass D, McCormick B, Kutcher GJ. Effects of beam modifiers and immobilization devices on the dose in the build-up region. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 30 de agosto de 1994;30(1):211-9.
- Mellenberg DE. Dose behind various immobilization and beam-modifying devices. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 15 de julio de 1995;32(4):1193-7.
- Busson MJ, Cheung T, Yu P, Metcalfe P. Effects on skin dose from unwanted air gaps under bolus in photon beam radiotherapy. Radiat Meas. 1 de junio de 2000;32(3):201-4.
- Michiels S, Barragan AM, Souris K, Poels K, Crijs W, Lee JA, et al. Patient-specific bolus for range shifter air gap reduction in intensity-modulated proton therapy of head-and-neck cancer studied with Monte Carlo based plan optimization. Radiother Oncol J Eur Soc Ther Radiol Oncol. julio de 2018;128(1):161-6.
- Burleson S, Baker J, Hsia AT, Xu Z. Use of 3D printers to create a patient-specific 3D bolus for external beam therapy. J Appl Clin Med Phys. 2015;16(3):166-78.
- Canteris RA, Lips IM, Wendling M, Kusters M, Zeeland M van, Gerritsen RM, et al. Clinical implementation of 3D printing in the construction of patient-specific bolus for electron beam radiotherapy for non-melanoma skin cancer. Radiother Oncol. 1 de octubre de 2016;121(1):148-53.
- Ehler ED, Sterling DA. 3D printed copper-plastic composite material for use as a radiotherapy bolus. Phys Medica PM Int J Devoted Appl Phys Med Biol Off J Ital Assoc Biomed Phys AIFB. agosto de 2020;76:202-6.
- Kudchadker RJ, Antolak JA, Morrison WH, Wong PF, Hogstrom KR. Utilization of custom electron bolus in head and neck radiotherapy. J Appl Clin Med Phys. 1 de septiembre de 2003;4(4):321-33.

Jhonalbert Aponte, José Luís Rodríguez-Mongua, Rixy Plata, Alvaro Ruíz, Marcelo Ribeiro, Matías Pino, Filippo Marangoni

Departamento de Radioterapia
Fundación Arturo López Pérez FALP, Santiago, Chile

INTRODUCCIÓN - OBJETIVO

Los artefactos causados por implantes metálicos son uno de los desafíos a enfrentar en radioterapia, especialmente cuando los volúmenes objetivo están cerca de los implantes metálicos. Aunque existen metodologías para reducir el impacto de los artefactos en el sistema de planificación del tratamiento (TPS), mediante la corrección manual de Densidad (MDO, por sus siglas en inglés) dependiente del tejido, o la aplicación de algoritmos de reducción de artefactos, no hay comparaciones entre estas prácticas. Este trabajo presenta un conjunto de pruebas realizadas en el algoritmo iMAR (Reconstrucción de Artefactos Metálicos Iterativos) para evaluar su impacto en las unidades de Hounsfield (HU), la dosis absorbida en los planes de radioterapia para diferentes algoritmos de cálculo y máquinas, y además, una comparación dosimétrica (dosis puntual y análisis Gamma) de iMAR con MDO como metodología de validación previa a la implementación de iMAR en nuestra práctica clínica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la evaluación del algoritmo iMAR, este trabajo se dividió en tres partes.

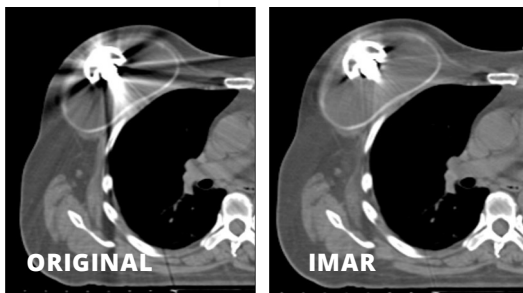


Figura 1. TC de mama con expansor de antes y después de aplicar iMAR. Se puede observar una reducción del artefacto

La primera fue la evaluación de HU generadas por iMAR en un fantoma CIRS 062M que llevaba insertos metálicos para crear artefactos en la imagen.

Luego, a través de medidas, evaluamos el impacto dosimétrico cuando se aplicó iMAR. Al final, se realizó una comparación dosimétrica entre diferentes planes de tratamiento y diferentes TPS para estimar los cambios con respecto al MDO.

RESULTADOS

Después de aplicar el algoritmo iMAR en el fantoma CIRS con artefactos, los valores de HU recuperados estaban en concordancia con los del mismo fantoma sin artefactos, donde la diferencia máxima fue de 98 HU (Figura 2). El ruido en la imagen resultante fue ligeramente mayor en la imagen procesada. La diferencia máxima de dosis entre las mediciones en las diferentes máquinas y cálculos de TPS fue del +2% y -1% para iMAR y MDO, respectivamente.

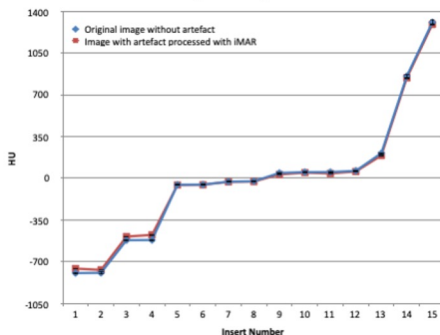


Figura 2. Gráfico de correlación entre la densidad electrónica y las unidades de Hounsfield después de la corrección con iMAR

Las comparaciones dosimétricas de iMAR vs MDO en diferentes TPS muestran valores similares de dosis absorbida incluso en casos donde el artefacto ocupaba un tercio o más del tamaño del volumen de dosis prescrita (Figura 3).

CONCLUSIONES

El uso de iMAR se validó incluso cuando los artefactos causados por implantes metálicos son de gran tamaño. iMAR permite una mejor representación de la dosis en comparación con MDO. Además, iMAR mejora el flujo de trabajo clínico, reduce la posibilidad de errores y ahorra tiempo durante la planificación del tratamiento. En casos donde los tomógrafos no cuentan con algoritmos de reducción de artefactos, sigue siendo una opción aplicar CMD.

Referencias

1. Puvanasuntharajah S, Fontanarosa D, Wille ML, Camps SM. The application of metal artifact reduction methods on computed tomography scans for radiotherapy applications: A literature review. J Appl Clin Med Phys. 2021
2. Axente M, Paidi A, Von Eyben R, Zeng C, Bani-Hashemi A, Krauss A, Hristov D. Clinical evaluation of the iterative metal artifact reduction algorithm for CT simulation in radiotherapy. Med Phys. 2015 Mar;42(3):1170-83.

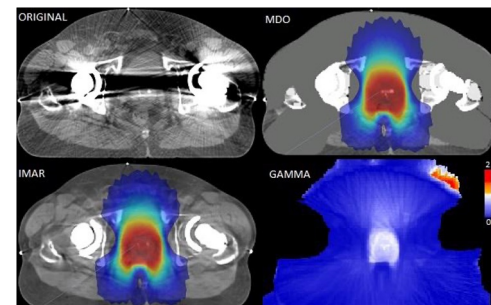


Figura 3. Prótesis de cadera bilateral donde el análisis Gamma fue del 99% (2%, 2 mm, umbral del 10%) entre iMAR y MDO.