

RADIACIÓN EN LA PRÁCTICA MÉDICA: PELIGROS Y PRECAUCIONES

AUTORES:

Michelle Dayanne Cobos Vera
María Belén Peñaranda Coloma
Sergio Andres Maila Zuñiga
Julio David Fernández Chiriguaya
Andrea Margarita Fernández Guerrero
Mayra Alejandra Suarez Rocano
Tatiana Vanessa López Ortiz



**Radiación en la Práctica Médica:
Peligros y Precauciones**

Radiación en la Práctica Médica: Peligros y Precauciones

Michelle Dayanne Cobos Vera

María Belén Peñaranda Coloma

Sergio Andres Maila Zuñiga

Julio David Fernández Chiriguaya

Andrea Margarita Fernández Guerrero

Mayra Alejandra Suarez Rocano

IMPORTANTE

La información aquí presentada no pretende sustituir el consejo profesional en situaciones de crisis o emergencia. Para el diagnóstico y manejo de alguna condición particular es recomendable consultar un profesional acreditado.

Cada uno de los artículos aquí recopilados son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

ISBN: 978-9942-627-34-6

DOI: <http://doi.org/10.56470/978-9942-627-34-6>

Una producción © Cuevas Editores SAS

Abril 2023

Av. República del Salvador, Edificio TerraSol 7-2

Quito, Ecuador

www.cuevaseditores.com

Editado en Ecuador - Edited in Ecuador

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Índice:

Índice:	4
Prólogo	5
Radioterapia en Tumores de Pulmón	6
Michelle Dayanne Cobos Vera	6
Tratamiento de Tumores Cerebrales: Radiocirugía, Radioterapia Craneal y Manejo de las Complicaciones Neurológicas	19
María Belén Peñaranda Coloma	19
Perspectivas Futuras en la Utilización de la Radiación en la Práctica Médica y su Impacto en la Salud Pública	41
Sergio Andres Maila Zuñiga	41
Evaluación del Paciente Oncológico: Criterios de Selección, Exploración Física, Estudios de Imagen y Pruebas de Laboratorio	65
Julio David Fernández Chiriguaya	65
Planificación del Tratamiento: Objetivos, Técnicas de Planificación, Dosimetría y Cálculo de Dosis, Simulación y Verificación	93
Andrea Margarita Fernández Guerrero	93
Toxicidad Aguda y Crónica: Factores de Riesgo, Prevención y Manejo de Efectos Secundarios en Diferentes Localizaciones Anatómicas	107
Mayra Alejandra Suarez Rocano	107

Prólogo

La presente obra es el resultado del esfuerzo conjunto de un grupo de profesionales de la medicina que han querido presentar a la comunidad científica de Ecuador y el mundo un tratado sistemático y organizado de patologías que suelen encontrarse en los servicios de atención primaria y que todo médico general debe conocer.

Radioterapia en Tumores de Pulmón

Michelle Dayanne Cobos Vera

Médico General por la Universidad de Guayaquil
Médico del Área de Emergencia en Centro Médico
Centro de Especialidades Medica Rehi

Epidemiología y tipos de cáncer de pulmón

El cáncer de pulmón es una de las neoplasias más comunes y letales a nivel mundial, siendo la principal causa de muerte por cáncer tanto en hombres como en mujeres (1). Se estima que más de 2 millones de nuevos casos se diagnostican anualmente, lo que representa aproximadamente el 11.6% de todos los casos de cáncer (2).

El cáncer de pulmón se clasifica en dos tipos principales: cáncer de pulmón de células no pequeñas (CPCNP) y cáncer de pulmón de células pequeñas (CPCP). El CPCNP es más común y representa aproximadamente el 85% de todos los casos de cáncer de pulmón, mientras que el CPCP representa el 15% restante (3).

Rol de la radioterapia en el tratamiento del cáncer de pulmón

La radioterapia es un pilar fundamental en el tratamiento del cáncer de pulmón. Su uso puede variar según la etapa y el tipo de cáncer de pulmón, así como las características individuales de cada paciente. La radioterapia puede emplearse con fines curativos o paliativos, y puede administrarse sola o en combinación con otras modalidades de tratamiento, como la cirugía y la quimioterapia (4).

En pacientes con CPCNP en etapa temprana y no operable, la radioterapia estereotáctica corporal (SBRT) ha demostrado ser eficaz para controlar la enfermedad localmente y mejorar la supervivencia (5). En el cáncer de pulmón localmente avanzado, la radioterapia concomitante con quimioterapia es el tratamiento estándar y ha demostrado mejorar la supervivencia en comparación con la radioterapia y la quimioterapia administradas de forma secuencial (6). En pacientes con CPCP, la radioterapia torácica se utiliza en combinación con quimioterapia en casos de enfermedad localmente avanzada, y la profilaxis craneal se emplea para reducir el riesgo de metástasis cerebrales (7). En casos de enfermedad metastásica, la radioterapia paliativa puede ser útil para controlar síntomas y mejorar la calidad de vida (8).

Indicaciones para la radioterapia en tumores de pulmón

Tratamiento curativo en cáncer de pulmón no operable:

La radioterapia es una opción de tratamiento para pacientes con cáncer de pulmón que no pueden someterse a cirugía debido a su estado de salud general o a la localización del tumor(5) En estos casos, la radioterapia se utiliza con la intención de curar la enfermedad o de controlar su progresión.

Tratamiento concomitante con quimioterapia en enfermedad localmente avanzada:

La radioterapia concomitante con quimioterapia es un enfoque de tratamiento para pacientes con cáncer de pulmón localmente avanzado, que puede ofrecer mejores resultados en comparación con la radioterapia o quimioterapia solas.(9) Este enfoque combina la capacidad de la radioterapia para destruir las células cancerosas locales y la acción sistémica de la quimioterapia.

Tratamiento paliativo en enfermedad metastásica:

En pacientes con cáncer de pulmón metastásico, la radioterapia se puede utilizar con fines paliativos para aliviar síntomas como dolor, disnea o hemoptisis.(1) El objetivo principal en estos casos es mejorar la calidad de vida del paciente y controlar los síntomas asociados con la enfermedad.

Profilaxis craneal en cáncer de pulmón de células pequeñas:

La profilaxis craneal consiste en administrar radioterapia al cerebro como medida preventiva para reducir el riesgo de metástasis cerebrales en pacientes con cáncer de pulmón de células pequeñas.(1) Este tipo de cáncer tiene un alto riesgo de diseminación al cerebro, y la profilaxis craneal ha demostrado ser eficaz en la reducción de la

incidencia de metástasis cerebrales y en la mejora de la supervivencia en pacientes seleccionados.

Técnicas de tratamiento en radioterapia para tumores de pulmón

Radioterapia de intensidad modulada (IMRT):

La IMRT es una técnica avanzada de radioterapia que utiliza múltiples haces de radiación de intensidad variable para adaptar la dosis de radiación al volumen tumoral. Esto permite entregar dosis más altas de radiación a las células cancerosas mientras se minimiza la exposición a los tejidos normales circundantes.(7) La IMRT es especialmente útil en el tratamiento de tumores de pulmón, donde es crucial proteger los órganos circundantes, como el corazón y los pulmones sanos.

Radioterapia estereotáctica corporal (SBRT):

La SBRT es una técnica de radioterapia que utiliza imágenes guiadas para administrar dosis muy altas de radiación en un número reducido de sesiones. La SBRT se caracteriza por su alta precisión y es especialmente útil en el tratamiento de tumores de pulmón pequeños y localizados, como los que se encuentran en estadios tempranos o en pacientes no candidatos a cirugía.(10) La SBRT permite tratar con éxito el tumor con menos sesiones de tratamiento y menor toxicidad para los tejidos circundantes.

Radioterapia con protones:

La radioterapia con protones es una técnica avanzada que utiliza partículas de protones en lugar de rayos X para tratar el cáncer. Los protones tienen la propiedad de liberar su energía en un punto específico del tejido, lo que permite una mayor precisión en la administración de la dosis de radiación y una menor toxicidad para los tejidos sanos circundantes (5). La radioterapia con protones puede ser una opción de tratamiento para algunos pacientes con cáncer de pulmón, especialmente aquellos con tumores cercanos a órganos críticos o en pacientes con comorbilidades que aumentan el riesgo de toxicidad por radiación.

Toxicidad pulmonar relacionada con la radioterapia Neumonitis por radiación:

La neumonitis por radiación es una inflamación aguda del tejido pulmonar que puede desarrollarse como resultado de la exposición a la radioterapia. Los síntomas pueden incluir tos, dificultad para respirar, fiebre y fatiga.(2) La neumonitis por radiación generalmente ocurre dentro de los primeros 3 a 6 meses después del tratamiento y puede ser más común en pacientes que también reciben quimioterapia.

Fibrosis pulmonar:

La fibrosis pulmonar es un proceso crónico de cicatrización y endurecimiento del tejido pulmonar

debido a la exposición a la radioterapia.(5)(8) Aunque es menos común que la neumonitis por radiación, la fibrosis pulmonar puede ser más incapacitante a largo plazo, ya que puede causar una disminución progresiva de la función pulmonar.

Factores de riesgo y prevención:

Algunos factores de riesgo para el desarrollo de toxicidad pulmonar incluyen una mayor dosis de radiación, un mayor volumen de tejido pulmonar irradiado, la presencia de enfermedad pulmonar preexistente y el uso concomitante de quimioterapia.(10) La prevención de la toxicidad pulmonar puede incluir la optimización de las técnicas de tratamiento, como la IMRT y la SBRT, que permiten una mayor precisión y protección de los tejidos normales, y el uso cuidadoso de quimioterapia concomitante.

Tratamiento y manejo de la toxicidad pulmonar:

El tratamiento de la toxicidad pulmonar depende de la gravedad y la naturaleza de los síntomas. La neumonitis por radiación leve a moderada puede tratarse con corticosteroides para reducir la inflamación, mientras que la neumonitis por radiación grave puede requerir hospitalización y terapia con oxígeno.(3) La fibrosis pulmonar puede ser más difícil de tratar, y el manejo suele centrarse en aliviar los síntomas, mejorar la función pulmonar y prevenir complicaciones. En algunos

casos, se pueden recetar medicamentos antifibróticos o inmunosupresores para ralentizar la progresión de la enfermedad.

Toxicidad esofágica relacionada con la radioterapia

Esofagitis por radiación:

La esofagitis por radiación es una inflamación aguda del esófago que puede ocurrir como resultado de la exposición a la radioterapia en pacientes con cáncer de pulmón. Los síntomas incluyen dolor al tragar, odinofagia, disfagia y, en casos graves, sangrado del esófago.(9) La esofagitis por radiación generalmente ocurre durante o poco después del tratamiento de radioterapia.

Disfagia y estenosis esofágica:

La disfagia (dificultad para tragar) y la estenosis esofágica (estrechamiento del esófago) son complicaciones a largo plazo que pueden resultar de la esofagitis por radiación.(2) Estas condiciones pueden causar dificultad persistente para tragar, pérdida de peso y desnutrición.

Factores de riesgo y prevención:

Los factores de riesgo para desarrollar toxicidad esofágica incluyen una mayor dosis de radiación, un mayor volumen de tejido esofágico irradiado y la presencia de enfermedad esofágica preexistente.(9) La

prevención de la toxicidad esofágica puede incluir la optimización de las técnicas de tratamiento, como la radioterapia de intensidad modulada (IMRT), que permite una mayor precisión y protección de los tejidos normales, y el uso cuidadoso de quimioterapia concomitante.

Tratamiento y manejo de la toxicidad esofágica:

El tratamiento de la toxicidad esofágica depende de la gravedad y la naturaleza de los síntomas. La esofagitis por radiación leve a moderada puede tratarse con medicamentos para reducir el dolor y la inflamación, como corticosteroides o antiinflamatorios no esteroideos (AINE), así como modificaciones en la dieta y el uso de anestésicos locales. La esofagitis por radiación grave puede requerir hospitalización y tratamiento con medicamentos más potentes, como opioides.(10) La disfagia y la estenosis esofágica pueden requerir intervenciones adicionales, como la dilatación esofágica o la colocación de una sonda de alimentación para garantizar una nutrición adecuada.

Consideraciones futuras y avances en la radioterapia para tumores de pulmón

Nuevas técnicas y tecnologías en radioterapia:

El campo de la radioterapia sigue evolucionando, y se están desarrollando nuevas técnicas y tecnologías para mejorar la precisión, reducir la toxicidad y aumentar la

eficacia del tratamiento.(9) Algunos avances recientes incluyen la radioterapia adaptativa, que ajusta el tratamiento en función de los cambios en la anatomía del paciente y el tumor, y la radioterapia guiada por imágenes (IGRT), que utiliza imágenes en tiempo real para garantizar una administración precisa de la radiación.

Terapias combinadas y enfoques personalizados:

En los últimos años, ha habido un mayor interés en combinar la radioterapia con otras modalidades de tratamiento, como la inmunoterapia y la terapia dirigida, para mejorar los resultados en pacientes con cáncer de pulmón.(7) Además, se están investigando enfoques personalizados basados en las características moleculares y genéticas específicas de los tumores, lo que podría permitir tratamientos más efectivos y menos tóxicos.

Estudios y ensayos clínicos en curso:

Actualmente, se están llevando a cabo numerosos estudios y ensayos clínicos para evaluar nuevos enfoques en la radioterapia para tumores de pulmón. Estos ensayos están investigando aspectos como la optimización de la dosificación y la programación de la radioterapia, la combinación de radioterapia con nuevos agentes terapéuticos y la identificación de biomarcadores que puedan predecir la respuesta al tratamiento y la toxicidad.(3) Estos estudios tienen el potencial de

mejorar aún más el tratamiento del cáncer de pulmón y reducir la toxicidad asociada a la radioterapia en el futuro.

Conclusión

Importancia de la radioterapia en el manejo del cáncer de pulmón:

La radioterapia es una herramienta esencial en el tratamiento del cáncer de pulmón, tanto en situaciones curativas como paliativas. Gracias a los avances en las técnicas de tratamiento y la comprensión de la biología tumoral, se ha logrado mejorar la precisión, la eficacia y la tolerabilidad de la radioterapia en pacientes con cáncer de pulmón.

Avances en técnicas de tratamiento y manejo de toxicidades:

Las innovaciones en las técnicas de tratamiento, como la radioterapia de intensidad modulada (IMRT), la radioterapia estereotáctica corporal (SBRT) y la radioterapia con protones, han permitido una mayor precisión y una reducción en la toxicidad asociada al tratamiento. Además, se han desarrollado enfoques más efectivos para el manejo de las toxicidades pulmonares y esofágicas, lo que mejora la calidad de vida de los pacientes.

Perspectivas futuras en la investigación y práctica clínica:

El campo de la radioterapia para tumores de pulmón continúa evolucionando, con investigaciones en curso que evalúan nuevas técnicas de tratamiento, terapias combinadas y enfoques personalizados. Estos estudios tienen el potencial de mejorar aún más los resultados en pacientes con cáncer de pulmón y reducir las toxicidades asociadas a la radioterapia. A medida que se realicen más investigaciones y se implementen en la práctica clínica, se espera que la radioterapia siga desempeñando un papel fundamental en el tratamiento del cáncer de pulmón y en la mejora de la calidad de vida de los pacientes afectados.

Bibliografía

1. Simone CB 2nd, Bogart JA, Cabrera AR, et al. Radiation therapy for small cell lung cancer: An ASTRO clinical practice guideline. *Pract Radiat Oncol.* 2020;10(3):158-173.
2. Chun SG, Hu C, Choy H, et al. Impact of intensity-modulated radiation therapy technique for locally advanced non-small-cell lung cancer: A secondary analysis of the NRG Oncology RTOG 0617 randomized clinical trial. *J Clin Oncol.* 2017;35(1):56-62.
3. Ball D, Mai GT, Vinod S, et al. Stereotactic ablative radiotherapy versus standard radiotherapy in stage 1 non-small-cell lung cancer (TROG 09.02 CHISEL): a phase 3, open-label, randomised controlled trial. *Lancet Oncol.* 2019;20(4):494-503.

4. Liao ZX, Lee JJ, Komaki R, et al. Bayesian adaptive randomization trial of passive scattering proton therapy and intensity-modulated photon radiotherapy for locally advanced non-small-cell lung cancer. *J Clin Oncol.* 2018;36(18):1813-1822.
5. Bradley JD, Hu C, Komaki R, et al. Long-term results of NRG Oncology RTOG 0617: Standard- versus high-dose chemoradiotherapy with or without cetuximab for unresectable stage III non-small-cell lung cancer. *J Clin Oncol.* 2020;38(7):706-714.
6. Palma DA, Olson R, Harrow S, 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.* 2020;38(25):2830-2838.
7. Slotman BJ, van Tinteren H, Praag JO, et al. Use of thoracic radiotherapy for extensive stage small-cell lung cancer: A phase 3 randomised controlled trial. *Lancet.* 2015;385(9962):36-42.
8. Rusthoven CG, Yamamoto M, Bernhardt D, et al. Evaluation of first-line radiosurgery vs whole-brain radiotherapy for small cell lung cancer brain metastases: The FIRE-SCLC Cohort Study. *JAMA Oncol.* 2020;6(7):1028-1037.
9. Faivre-Finn C, Vicente D, Kurata T, et al. Durvalumab after chemoradiotherapy in stage III non-small-cell lung cancer. *N Engl J Med.* 2021;384(7):692-694.
10. O'Connor JPB, Rose CJ, Waterton JC, Carano RAD, Parker GJM, Jackson A. Imaging intratumor heterogeneity: role in therapy response, resistance, and clinical outcome. *Clin Cancer Res.* 2015;21(2):249-57.

**Tratamiento de Tumores Cerebrales:
Radiocirugía, Radioterapia Craneal y
Manejo de las Complicaciones
Neurológicas**

María Belén Peñaranda Coloma

Médico General por la Universidad Católica
Santiago de Guayaquil

Médico General del Subcentro de Salud las
Orquídeas

Introducción a los tumores cerebrales y su tratamiento radioterapéutico

Los tumores cerebrales son una patología oncológica que puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes. A menudo, el tratamiento de los tumores cerebrales incluye la radioterapia, ya sea como terapia única o en combinación con otras modalidades de tratamiento. La radioterapia se utiliza para controlar el crecimiento del tumor, reducir los síntomas y mejorar la calidad de vida de los pacientes. (1) Sin embargo, el tratamiento radioterapéutico de los tumores cerebrales también puede causar complicaciones neurológicas, como edema cerebral y necrosis, que pueden tener un impacto negativo en la calidad de vida de los pacientes. Es importante que los médicos estén familiarizados con las opciones de tratamiento radioterapéutico disponibles y estén preparados para manejar las complicaciones neurológicas asociadas con el tratamiento para brindar la mejor atención posible a sus pacientes con tumores cerebrales.

Epidemiología y tipos de tumores cerebrales

Los tumores cerebrales son un grupo heterogéneo de neoplasias que se originan en el cerebro y pueden ser tanto benignos como malignos. A pesar de que los tumores cerebrales primarios son poco comunes en comparación con otros tipos de cáncer, su diagnóstico y

tratamiento siguen siendo un desafío importante en la práctica clínica. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los tumores cerebrales primarios representan aproximadamente el 2% de todos los casos de cáncer en el mundo, y se estima que en 2020 hubo alrededor de 280,000 nuevos casos de tumores cerebrales primarios en todo el mundo. (2)

Los tumores cerebrales se pueden clasificar en dos tipos principales: los tumores cerebrales primarios, que se originan en el cerebro y son relativamente raros, y los tumores cerebrales metastásicos, que se originan en otras partes del cuerpo y se diseminan al cerebro. Los tumores cerebrales primarios se dividen en diferentes tipos según la célula o el tejido a partir del cual se originan. (3) Los tipos de tumores cerebrales más comunes incluyen gliomas, meningiomas, tumores de células germinales, neurinomas acústicos y metástasis cerebrales. El tipo de tumor y su ubicación en el cerebro son factores importantes que influyen en el tratamiento y el pronóstico del paciente.

El tratamiento de los tumores cerebrales a menudo implica una combinación de cirugía, radioterapia y quimioterapia, dependiendo del tipo y la ubicación del tumor, así como de la edad y la salud general del paciente. La radioterapia es un componente importante del tratamiento de los tumores cerebrales, y se puede

administrar mediante radiocirugía o radioterapia craneal.
(4) El manejo de las complicaciones neurológicas asociadas con los tumores cerebrales y su tratamiento es también un aspecto crítico del cuidado del paciente.

Rol de la radioterapia en el tratamiento de tumores cerebrales

La radioterapia es una modalidad de tratamiento esencial en el manejo de los tumores cerebrales, ya sea como tratamiento adyuvante después de la cirugía, como terapia principal en pacientes con enfermedad inoperable o como tratamiento paliativo en pacientes con enfermedad metastásica. La radioterapia puede proporcionar control local del tumor, reducir los síntomas y mejorar la calidad de vida de los pacientes. En este sentido, es importante conocer las diferentes técnicas de radioterapia disponibles, así como sus indicaciones y limitaciones en el tratamiento de los tumores cerebrales.(5) Además, es fundamental prestar atención a las posibles complicaciones neurológicas asociadas con la radioterapia, con el objetivo de minimizar su impacto en la calidad de vida de los pacientes.

Radiocirugía para tumores cerebrales

La radiocirugía es una técnica de radioterapia altamente focalizada que utiliza múltiples haces de radiación de alta energía para destruir las células tumorales en el

cerebro. Esta técnica ha sido utilizada en el tratamiento de varios tipos de tumores cerebrales, incluyendo metástasis cerebrales, meningiomas y gliomas. (6)

La radiocirugía se puede administrar en una sola sesión o en varias sesiones, dependiendo del tamaño y la ubicación del tumor. La técnica se basa en la capacidad de los haces de radiación para converger en el área objetivo, lo que permite una alta dosis de radiación en el tumor y una baja dosis en los tejidos circundantes.

El éxito de la radiocirugía en el tratamiento de tumores cerebrales se ha demostrado en varios estudios clínicos. La técnica ha demostrado ser efectiva en el control local de los tumores, lo que se traduce en una mejoría de los síntomas neurológicos y una mejor calidad de vida para los pacientes.

Sin embargo, la radiocirugía también puede tener efectos secundarios, como fatiga, náuseas y vómitos, y otros efectos neurológicos, como edema cerebral y disfunción cognitiva. Es importante que los pacientes sean cuidadosamente evaluados y monitoreados antes, durante y después del tratamiento para minimizar estos efectos secundarios.

Definición y objetivos de la radiocirugía

La radiocirugía es una técnica de radioterapia altamente precisa que se utiliza para tratar tumores cerebrales. El objetivo de la radiocirugía es administrar una alta dosis de radiación al tumor, con la intención de destruir las células tumorales y minimizar el daño en los tejidos sanos circundantes. (7) A diferencia de la cirugía convencional, la radiocirugía no requiere incisiones ni anestesia general, y los pacientes pueden volver a sus actividades normales poco después del tratamiento. La radiocirugía se utiliza para tratar una variedad de tumores cerebrales, incluyendo tumores primarios y metastásicos, y puede ser un tratamiento efectivo para pacientes que no son candidatos para cirugía convencional.

Indicaciones para la radiocirugía en tumores cerebrales

La radiocirugía es una opción terapéutica que se utiliza en casos específicos de tumores cerebrales. Las indicaciones para la radiocirugía incluyen:

- Tumores cerebrales pequeños (menos de 3-4 cm) y bien delimitados.
- Tumores cerebrales inoperables debido a su ubicación en áreas críticas del cerebro o por el riesgo de complicaciones quirúrgicas.
- Tumores cerebrales recurrentes después de la cirugía o radioterapia convencional.

- Metástasis cerebrales de tumores primarios en otras partes del cuerpo.

Es importante tener en cuenta que la radiocirugía no es adecuada para todos los pacientes y cada caso debe evaluarse de manera individualizada para determinar la mejor opción terapéutica. Además, los pacientes deben ser candidatos para recibir radioterapia y tener una buena función cerebral.

Técnicas de radiocirugía disponibles

Existen varias técnicas de radiocirugía disponibles para el tratamiento de tumores cerebrales, algunas de las cuales son:

- Radiocirugía con rayos gamma: es una técnica no invasiva que utiliza radiación gamma de alta energía para tratar tumores cerebrales con precisión. Se utiliza un sistema de radiocirugía que se ajusta a la cabeza del paciente para entregar la radiación a la zona objetivo, mientras se minimiza la exposición a tejidos sanos circundantes.(8)
- Radiocirugía con acelerador lineal: es una técnica similar a la radiocirugía con rayos gamma, pero utiliza un acelerador lineal para generar la radiación. Esta técnica también se enfoca en el

área objetivo y minimiza la exposición a tejidos sanos.

- Radiocirugía fraccionada: en este tipo de radiocirugía, la dosis total de radiación se divide en varias fracciones más pequeñas que se administran durante varios días. Esto puede ser más beneficioso para los pacientes con tumores más grandes o en áreas sensibles del cerebro.
- Radiocirugía con protones: esta técnica utiliza partículas cargadas de protones para tratar tumores cerebrales. Los protones tienen una mayor precisión en la entrega de la radiación, lo que reduce la exposición a tejidos sanos.

Cada técnica de radiocirugía tiene sus propias ventajas y desventajas, y la elección de la técnica dependerá de varios factores, como el tamaño y la ubicación del tumor, la salud general del paciente y las preferencias del equipo médico(9). Es importante discutir todas las opciones con el equipo médico para determinar la mejor opción para el paciente individual.

Resultados y complicaciones de la radiocirugía para tumores cerebrales

La radiocirugía se ha convertido en una herramienta importante en el tratamiento de los tumores cerebrales.

Varios estudios han demostrado su eficacia en el control local del tumor, la mejora de la calidad de vida y la supervivencia en pacientes con tumores cerebrales benignos y malignos. Sin embargo, también puede estar asociada con ciertas complicaciones.

Entre las complicaciones más comunes se encuentran la necrosis cerebral, la radionecrosis, la lesión del nervio óptico y la disfunción endocrina. La necrosis cerebral es una complicación grave que puede afectar la función cognitiva y la calidad de vida del paciente. La radionecrosis es una reacción inflamatoria que puede ocurrir en el tejido cerebral después de la radiación y puede causar síntomas neurológicos. (10)

El riesgo de complicaciones depende de varios factores, como el tamaño y la ubicación del tumor, la dosis de radiación y la técnica utilizada. Es importante que el equipo médico discuta los riesgos y beneficios de la radiocirugía con el paciente y su familia antes de tomar una decisión sobre el tratamiento.

Radioterapia craneal en el tratamiento de tumores cerebrales

La radioterapia craneal es una forma de tratamiento común para los tumores cerebrales, especialmente cuando se requiere un tratamiento más extenso que la radiocirugía. En este enfoque, se administra radiación a

todo el cerebro en lugar de concentrarse en una sola área como en la radiocirugía (10). Esto permite abarcar cualquier posible extensión de las células tumorales en el cerebro y prevenir la propagación.

Indicaciones para la radioterapia craneal en tumores cerebrales

La radioterapia craneal es un tratamiento comúnmente utilizado en pacientes con tumores cerebrales primarios y metastásicos. Las indicaciones para la radioterapia craneal varían según el tipo, el tamaño, la localización y la extensión del tumor, así como la presencia de metástasis y los objetivos del tratamiento. Algunas de las indicaciones más comunes incluyen:

- Después de la cirugía: la radioterapia craneal puede ser utilizada después de la cirugía para extirpar un tumor cerebral primario para prevenir la recurrencia local del tumor.
- Enfermedad metastásica: la radioterapia craneal puede ser utilizada para tratar las metástasis cerebrales de diferentes tipos de cáncer.
- Tumores inoperables: la radioterapia craneal puede ser la única opción de tratamiento en pacientes con tumores cerebrales inoperables debido a su tamaño, ubicación o la presencia de comorbilidades.

- Control sintomático: la radioterapia craneal también puede ser utilizada para controlar los síntomas en pacientes con tumores cerebrales avanzados que no responden a otras formas de tratamiento. (11)

Es importante tener en cuenta que la radioterapia craneal puede tener efectos secundarios y riesgos potenciales, por lo que la decisión de utilizar este tratamiento debe ser cuidadosamente evaluada en cada caso individual.

Técnicas de radioterapia craneal disponibles

Existen varias técnicas de radioterapia craneal disponibles para el tratamiento de tumores cerebrales, cada una con ventajas y desventajas en términos de dosimetría, toxicidad y duración del tratamiento.

- **Radioterapia de haz externo (EBRT)**
La radioterapia de haz externo es la técnica más utilizada en el tratamiento de tumores cerebrales. Se utiliza una máquina de radioterapia para administrar haces de radiación de alta energía desde el exterior del cuerpo hacia la región del cerebro afectada. La dosis se entrega en fracciones diarias durante varias semanas, generalmente entre 4 y 6 semanas.
- **Radioterapia estereotáctica fraccionada (FSRT)**

La FSRT es una técnica de radioterapia de haz externo que utiliza la radiocirugía en fracciones para administrar dosis altas de radiación a tumores cerebrales pequeños y bien definidos. Esta técnica suele ser más corta en duración que la radioterapia convencional, con una duración de tratamiento de 1 a 5 días.

- **Radioterapia estereotáctica corporal (SBRT)**

La SBRT es una técnica de radioterapia de haz externo que utiliza múltiples haces de radiación altamente focalizados para administrar dosis altas de radiación a tumores cerebrales pequeños y bien definidos. Esta técnica también se utiliza para tratar metástasis cerebrales y suele ser más corta en duración que la radioterapia convencional, con una duración de tratamiento de 1 a 5 días.

- **Radioterapia con protones**

La radioterapia con protones es una técnica de radioterapia que utiliza partículas cargadas de alta energía para administrar dosis precisas de radiación a los tumores cerebrales. Esta técnica permite una dosis alta de radiación en el tumor, minimizando la dosis a los tejidos sanos circundantes. Sin embargo, esta técnica suele ser más costosa y está disponible en un número limitado de centros especializados. (11)

Cada técnica de radioterapia tiene ventajas y desventajas en términos de dosimetría, toxicidad y duración del tratamiento, y debe ser seleccionada de manera individualizada para cada paciente y tumor cerebral.

Dosis y fraccionamiento en radioterapia craneal para tumores cerebrales

La dosis y fraccionamiento en la radioterapia craneal para tumores cerebrales varía dependiendo del tipo y la etapa del tumor, así como de la salud general del paciente. En general, se recomienda una dosis total de al menos 45 Gy en fracciones diarias de 1.8-2.0 Gy para tumores benignos y de bajo grado, mientras que para tumores malignos se puede utilizar una dosis total de 60-70 Gy en fracciones diarias de 2-3 Gy. En algunos casos, se pueden utilizar técnicas de radioterapia de intensidad modulada (IMRT) o radioterapia con protones para mejorar la precisión y reducir los efectos secundarios. La duración del tratamiento varía entre 3 y 7 semanas, dependiendo de la dosis total prescrita. (12)

Resultados y complicaciones de la radioterapia craneal para tumores cerebrales

La radioterapia craneal es una herramienta importante en el tratamiento de tumores cerebrales, ya sea como tratamiento adyuvante después de la cirugía o como terapia principal en pacientes no candidatos a cirugía. La dosis y el fraccionamiento de la radioterapia craneal

varían según el tipo de tumor y la extensión de la enfermedad.

La toxicidad de la radioterapia craneal puede incluir fatiga, náuseas, vómitos, pérdida de cabello y efectos cognitivos a corto y largo plazo, como disminución de la memoria y la concentración. El riesgo de efectos secundarios puede reducirse mediante técnicas de irradiación más precisas, como la radioterapia conformada en intensidad (IMRT) y la radioterapia estereotáctica fraccionada (FSRT).

Los resultados de la radioterapia craneal para tumores cerebrales varían según el tipo y estadio del tumor, así como la dosis y fraccionamiento de la radioterapia. En general, la radioterapia craneal ha demostrado una mejora significativa en la supervivencia y el control local del tumor en muchos tipos de tumores cerebrales. (12)

Es importante que los médicos tengan en cuenta la toxicidad potencial de la radioterapia craneal y discutan los riesgos y beneficios con los pacientes antes de decidir sobre el tratamiento adecuado. Además, se necesitan más estudios para determinar la dosis y el fraccionamiento óptimos para la radioterapia craneal en diferentes tipos de tumores cerebrales y para mejorar las técnicas de irradiación para minimizar la toxicidad.

Manejo de las complicaciones neurológicas en el tratamiento de tumores cerebrales

Los tumores cerebrales y su tratamiento radioterapéutico pueden estar asociados con una serie de complicaciones neurológicas, que pueden ser agudas o tardías en su presentación. El manejo de estas complicaciones es esencial para garantizar la calidad de vida del paciente.

Radioterapia y riesgo de daño neurológico

La radioterapia es una herramienta importante en el tratamiento de tumores cerebrales, pero también puede tener efectos secundarios negativos en el sistema nervioso central. El daño neurológico puede ocurrir de diversas maneras, como la lesión de estructuras cerebrales críticas, la interrupción del flujo sanguíneo cerebral, la inflamación, la necrosis y la fibrosis. Además, el riesgo de daño neurológico depende de varios factores, incluyendo la dosis de radiación, el volumen de tejido irradiado, la técnica de radioterapia utilizada y la presencia de factores de riesgo preexistentes. (14)

Es importante que los pacientes sometidos a radioterapia para tumores cerebrales sean evaluados cuidadosamente antes, durante y después del tratamiento para detectar y manejar cualquier complicación neurológica. Los síntomas neurológicos pueden incluir dolor de cabeza,

convulsiones, debilidad muscular, trastornos del habla, problemas de memoria y cambios en la personalidad. Es fundamental que los médicos estén capacitados para reconocer estos síntomas y llevar a cabo una evaluación completa para determinar la causa subyacente.

Además, los pacientes deben recibir información clara y completa sobre los posibles riesgos y beneficios de la radioterapia, incluyendo los riesgos de daño neurológico. Se debe llevar a cabo un seguimiento cuidadoso después del tratamiento para detectar cualquier efecto secundario y realizar las intervenciones necesarias para minimizar su impacto en la calidad de vida del paciente. En resumen, el manejo de las complicaciones neurológicas es esencial en el tratamiento de tumores cerebrales con radioterapia.

Evaluación y manejo de la toxicidad neurológica aguda

La toxicidad neurológica aguda es un efecto secundario común de la radioterapia en el cerebro y puede presentarse en forma de cefaleas, náuseas, vómitos, fatiga, cambios cognitivos y trastornos del movimiento. Es importante una evaluación cuidadosa de la toxicidad neurológica aguda para identificar y tratar los síntomas tempranamente. El manejo de la toxicidad neurológica aguda puede incluir terapias farmacológicas como

corticosteroides, antieméticos, analgésicos y antipsicóticos para tratar los síntomas específicos.

Evaluación y manejo de la toxicidad neurológica tardía

La toxicidad neurológica tardía es un efecto secundario menos común pero más grave de la radioterapia en el cerebro. Puede manifestarse meses o años después del tratamiento y puede incluir problemas cognitivos, disminución de la función motora y trastornos del equilibrio y la coordinación. La evaluación cuidadosa de la toxicidad neurológica tardía puede incluir pruebas neuropsicológicas y de imagenología para identificar y evaluar los síntomas. El manejo de la toxicidad neurológica tardía puede incluir terapias físicas y de rehabilitación para mejorar la función y la calidad de vida del paciente.

Prevención de la toxicidad neurológica en el tratamiento de tumores cerebrales

La prevención de la toxicidad neurológica en el tratamiento de tumores cerebrales es un objetivo clave en el manejo de estos pacientes. La selección cuidadosa de los pacientes para el tratamiento radioterapéutico, la optimización de la dosis y el fraccionamiento de la radioterapia, el uso de técnicas de radioterapia de alta precisión y la combinación con terapias farmacológicas pueden ayudar a prevenir la toxicidad neurológica.

Además, el monitoreo cuidadoso de los pacientes durante y después del tratamiento puede ayudar a identificar y tratar tempranamente cualquier síntoma de toxicidad neurológica. (1)

Terapias combinadas en el tratamiento de tumores cerebrales

Quimiorradiación

La quimiorradiación, que combina radioterapia y quimioterapia, ha demostrado mejorar la supervivencia y control local en pacientes con tumores cerebrales. Se ha utilizado ampliamente en el tratamiento de gliomas malignos y se ha demostrado que mejora la supervivencia en comparación con la radioterapia sola. La selección de la quimioterapia depende del tipo y grado del tumor, y la toxicidad neurológica es un efecto secundario común.

Cirugía y radioterapia

La cirugía puede ser una parte importante del tratamiento de los tumores cerebrales, especialmente en los tumores benignos y resecables. La radioterapia puede utilizarse después de la cirugía para mejorar el control local y la supervivencia. Se ha demostrado que la radioterapia después de la cirugía mejora la supervivencia en comparación con la cirugía sola. Sin embargo, el riesgo de toxicidad neurológica aumenta con la combinación de cirugía y radioterapia.(4)(5)

Radiocirugía y radioterapia

La radiocirugía y la radioterapia pueden utilizarse juntas en el tratamiento de los tumores cerebrales. La radiocirugía puede utilizarse como un complemento de la radioterapia para mejorar el control local. También puede utilizarse como un tratamiento primario en tumores pequeños y bien definidos. La combinación de radiocirugía y radioterapia puede aumentar el riesgo de toxicidad neurológica, especialmente en el cerebro.

Inmunoterapia y radioterapia

La inmunoterapia ha surgido como una nueva forma de tratamiento para los tumores cerebrales. La combinación de inmunoterapia y radioterapia ha demostrado mejorar la supervivencia y el control local en algunos pacientes. Sin embargo, se necesitan más estudios para determinar el papel de la inmunoterapia en el tratamiento de los tumores cerebrales y cómo se puede combinar de manera segura y efectiva con la radioterapia. (8)

La combinación de diferentes terapias puede mejorar el resultado del tratamiento de los tumores cerebrales. Sin embargo, también aumenta el riesgo de complicaciones y toxicidad neurológica. Por lo tanto, la elección y el uso adecuado de terapias combinadas en pacientes con tumores cerebrales debe ser evaluado cuidadosamente

por un equipo multidisciplinario de especialistas en radioterapia, neurocirugía y oncología médica. (8)

Conclusión

La radioterapia es una modalidad importante en el tratamiento de tumores cerebrales. La radiocirugía y la radioterapia craneal son técnicas efectivas y seguras que se utilizan en una variedad de situaciones clínicas, como tratamiento primario, complementario y paliativo. Las terapias combinadas con quimioterapia, inmunoterapia y otros tratamientos locales también han demostrado ser beneficiosas en algunos casos.

A medida que avanzamos en la investigación y práctica clínica, se están desarrollando nuevas tecnologías y terapias combinadas más efectivas y seguras. También se están estudiando nuevas formas de evaluar y manejar la toxicidad neurológica relacionada con la radioterapia.

En conclusión, la radioterapia es una modalidad crucial en el tratamiento de tumores cerebrales y sigue siendo un área de investigación y avance en la medicina. Con una evaluación cuidadosa y un manejo adecuado de las complicaciones, los pacientes pueden beneficiarse de estas técnicas de tratamiento para mejorar su calidad de vida y aumentar su supervivencia.

Bibliografía

1. Tsien C, Liao P, Wang Y, et al. Radiosurgery for brain metastases: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Neurooncol.* 2020;146(2):169-179.
2. Han X, Shen H, Fan X, et al. Radiosurgery versus fractionated radiotherapy for brain metastases: a systematic review and meta-analysis. *J Neurooncol.* 2020;146(3):447-455.
3. Perez-Garcia VM, Sanchez-Perez LA, Soto-Montenegro ML, et al. Evaluation of radiation necrosis in brain tumors using PET imaging with (18F)DPA-714. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2020;47(8):1908-1919.
4. Di Cristofaro S, Biroli A, de Sanctis V, et al. Reirradiation in recurrent high-grade glioma: a systematic review and meta-analysis. *J Neurooncol.* 2021;151(1):1-10.
5. Chen Y, Yu Z, Zhu Y, et al. Radiosurgery for brainstem metastases: a systematic review and meta-analysis. *J Neurooncol.* 2021;152(2):209-218.
6. Lu L, Zou P, Yang S, et al. Effect of adjuvant chemotherapy on survival in glioblastoma patients treated with concurrent chemoradiotherapy: a systematic review and meta-analysis. *Radiat Oncol.* 2021;16(1):1-9.
7. Guan J, Gong X, An R, et al. The efficacy and safety of endoscopic third ventriculostomy for hydrocephalus caused by posterior fossa tumors: a systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg.* 2021;154:11-17.
8. Lu G, Li H, Zhou X, et al. Dosimetric comparison of intensity-modulated radiotherapy and three-dimensional conformal radiotherapy for craniopharyngioma. *World Neurosurg.* 2021;152:e221-e228.
9. Huang J, Wu C, Chen S, et al. Radiosurgery for multiple brain metastases: a systematic review and meta-analysis. *J Neurooncol.* 2021;155(2):257-267.
10. Zeng Q, Mao Y, Yu X, et al. Risk factors for radiation-induced brain necrosis in patients with nasopharyngeal carcinoma

treated with intensity-modulated radiation therapy: a systematic review and meta-analysis. *Radiat Oncol.* 2021;16(1):1-12.

11. Wei L, Liu C, Cai J, et al. Postoperative radiation therapy improves survival in patients with intracranial ependymoma: a systematic review and meta-analysis. *J Neurooncol.* 2022;157(2):259-268.
12. Yang H, Tang Q, Li X, et al. Efficacy and safety of high-dose conformal radiotherapy for skull base meningiomas: a systematic review and meta-analysis. *Front Oncol.* 2021;11:716594.
13. Wang X, Lin J, Zhang Q, et al. The efficacy and safety of radiosurgery for brain metastases from non-small cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Radiat Oncol.* 2021;16(1):1-12.
14. Lee SH, Kim K, Park YS, et al. Radiosurgery for large brain metastases: a systematic review and meta-analysis. *J Neurooncol.* 2022;

**Perspectivas Futuras en la Utilización
de la Radiación en la Práctica Médica
y su Impacto en la Salud Pública**

Sergio Andres Maila Zuñiga

Médico General por la Universidad del Azuay
Atención en Consultorio Privado

Introducción a la radiación en la práctica médica: historia y evolución

La radiación ha sido una herramienta fundamental en la práctica médica durante más de un siglo. Desde los primeros descubrimientos de los rayos X y la radiactividad a finales del siglo XIX, se ha utilizado la radiación para el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades.

Los primeros rayos X fueron descubiertos en 1895 por el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen, quien recibió el premio Nobel de Física en 1901 por su trabajo en este campo. Los rayos X permitieron una revolución en el diagnóstico médico, ya que permitían la visualización de los tejidos internos del cuerpo sin la necesidad de una cirugía invasiva. (1)

La radiación también se utilizó en el tratamiento del cáncer a principios del siglo XX, con la introducción de la radioterapia externa. En este método, se utiliza un haz de radiación para destruir las células cancerosas y reducir el tamaño del tumor.

A medida que la tecnología avanzaba, también lo hacía la radiación médica. En la década de 1950, se desarrolló la técnica de la braquiterapia, que consiste en la colocación de fuentes radiactivas en el cuerpo, cerca del tumor, para administrar una dosis más precisa de radiación. (2)

En la década de 1970, se introdujo la radiocirugía estereotáctica, una técnica que utiliza múltiples haces de radiación para tratar tumores en el cerebro y otras partes del cuerpo de forma no invasiva. La radiocirugía ha evolucionado a lo largo de los años con la introducción de nuevas tecnologías como el acelerador lineal y la imagen guiada por tomografía computarizada (TC). (3)

En la actualidad, la radiación se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones médicas, desde el diagnóstico por imagen hasta la terapia génica y la investigación en radiobiología. La evolución de la radiación médica ha sido un proceso continuo de mejora y refinamiento, y se espera que siga siendo una herramienta valiosa en la práctica médica en el futuro.

Radioterapia y radiocirugía: avances tecnológicos y perspectivas futuras

La radioterapia y la radiocirugía son técnicas ampliamente utilizadas en la lucha contra el cáncer, y han evolucionado significativamente en las últimas

décadas gracias a los avances tecnológicos en la detección y administración de la radiación.

Uno de los avances más significativos ha sido la introducción de la radioterapia de intensidad modulada (IMRT), que permite la administración de dosis de radiación más precisas y localizadas, minimizando el daño a los tejidos sanos cercanos. (4) La radioterapia conformada tridimensional (3D-CRT) y la radioterapia de haz de protones son otras técnicas que también han mejorado la precisión y la efectividad del tratamiento.

La radiocirugía estereotáctica (SRS) y la radioterapia estereotáctica corporal (SBRT) son técnicas que utilizan haces de radiación de alta energía y una imagen en tiempo real para administrar la dosis con una precisión milimétrica, lo que permite la eliminación de tumores sin cirugía invasiva. Los avances en la imagen guiada por tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (MRI) también han mejorado la precisión del tratamiento. (5)

Además, la radioterapia adaptativa (ART) permite la modificación de la dosis de radiación a lo largo del tratamiento en respuesta a los cambios en el tamaño y la ubicación del tumor y los tejidos sanos, lo que mejora la precisión y la efectividad del tratamiento.

En el futuro, se espera que la radioterapia y la radiocirugía sigan evolucionando gracias a la tecnología emergente, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Se espera que estos avances permitan una mayor personalización del tratamiento, la identificación más precisa de las áreas de interés y la optimización de la dosis de radiación. (6)

Además, se están investigando nuevos tipos de radioterapia, como la terapia con haces de iones pesados y la terapia con neutrones, que pueden ofrecer una mayor precisión y efectividad en el tratamiento de tumores resistentes a la radiación convencional.

Radiación en el diagnóstico médico: utilidad y avances tecnológicos

La radiación también se utiliza en el diagnóstico médico, ya que permite la visualización de los tejidos internos del cuerpo sin la necesidad de una cirugía invasiva. A continuación, se describen algunas de las aplicaciones más comunes de la radiación en el diagnóstico médico y los avances tecnológicos que han mejorado su utilidad.

- *Radiografía*: La radiografía utiliza rayos X para crear imágenes de los huesos y tejidos blandos del cuerpo. Los avances tecnológicos en las técnicas de radiografía, como la radiografía digital y la tomografía computarizada (TC), han mejorado la

calidad de las imágenes y reducido la cantidad de radiación necesaria.

- *Tomografía por emisión de positrones (PET)*: La PET utiliza un trazador radiactivo para medir la actividad metabólica en los tejidos del cuerpo, lo que puede ayudar a detectar tumores y evaluar la respuesta al tratamiento. Los avances tecnológicos en la PET, como la combinación de la PET con la TC (PET/TC), han mejorado la precisión y la resolución espacial de las imágenes.
- *Imágenes por resonancia magnética (MRI)*: La MRI utiliza un campo magnético y ondas de radio para crear imágenes de los tejidos del cuerpo. La MRI no utiliza radiación ionizante y es útil para visualizar tejidos blandos como el cerebro, el corazón y los órganos internos. Los avances tecnológicos en la MRI, como la resonancia magnética funcional (fMRI), han mejorado la capacidad de la técnica para evaluar la función cerebral y otros aspectos fisiológicos.
- *Ultrasonido*: El ultrasonido utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para crear imágenes de los tejidos del cuerpo. Es seguro y no invasivo y se utiliza comúnmente para la evaluación del embarazo, así como para visualizar órganos internos como el corazón, el hígado y el riñón.
- *Tomografía por emisión de fotón único (SPECT)*: La SPECT utiliza un trazador radiactivo para crear

imágenes tridimensionales de los órganos y tejidos del cuerpo. Se utiliza comúnmente en la evaluación de la función cardíaca y la detección de enfermedades óseas. (7)

Nanopartículas radiactivas: aplicaciones y potencial en la medicina

Las nanopartículas radiactivas son partículas pequeñas, generalmente de menos de 100 nanómetros, que contienen un isótopo radiactivo. Estas partículas pueden ser utilizadas en una variedad de aplicaciones en la medicina, desde el diagnóstico hasta el tratamiento del cáncer. (8) A continuación, se describen algunas de las aplicaciones y el potencial de las nanopartículas radiactivas en la medicina.

- *Terapia con nanopartículas radiactivas:* Las nanopartículas radiactivas se pueden diseñar para dirigirse selectivamente a células cancerosas y liberar radiación en la región del tumor. Estas partículas pueden ser utilizadas en la radioterapia, donde se administran directamente al tumor, reduciendo la exposición de los tejidos sanos cercanos a la radiación. También se están investigando para su uso en la terapia de radionúclidos, donde se utilizan partículas que emiten partículas alfa para destruir células cancerosas.

- *Imágenes médicas:* Las nanopartículas radiactivas se pueden diseñar para dirigirse a células específicas, como las células cancerosas, y ser utilizadas en la PET o en la SPECT para la visualización y el diagnóstico de enfermedades. Las nanopartículas radiactivas también se están investigando para su uso en la imagenología por resonancia magnética (MRI).
- *Terapia génica:* Las nanopartículas radiactivas también se pueden utilizar para entregar terapias génicas, donde se insertan genes sanos en las células enfermas. Las nanopartículas radiactivas pueden ser utilizadas para la entrega de los genes directamente a las células enfermas, lo que mejora la precisión y la eficacia del tratamiento.
- *Tratamiento de enfermedades infecciosas:* Las nanopartículas radiactivas también se están investigando para su uso en el tratamiento de enfermedades infecciosas, como la tuberculosis y la malaria. Las partículas pueden ser diseñadas para atacar selectivamente las células infectadas y liberar radiación para matar el patógeno.
- *Diagnóstico y terapia personalizada:* Las nanopartículas radiactivas también se están investigando para su uso en la medicina personalizada, donde se pueden diseñar partículas específicas para una persona en particular, según las características de su enfermedad.(9)

Radiación en la terapia génica: perspectivas futuras y desafíos

La terapia génica es un enfoque innovador en el tratamiento de enfermedades hereditarias y adquiridas. Consiste en la introducción de genes sanos en las células del paciente para corregir o reemplazar genes defectuosos. La radiación se ha utilizado en la terapia génica para mejorar la eficacia del tratamiento y reducir los efectos secundarios. A continuación, se describen las perspectivas futuras y los desafíos de la radiación en la terapia génica.

Perspectivas futuras

Mejora de la precisión del tratamiento: La radiación puede ser utilizada para dirigir la transferencia de genes a células específicas, aumentando la eficacia y reduciendo los efectos secundarios. Los avances en la tecnología de radiación, como la radioterapia de intensidad modulada (IMRT) y la radiocirugía estereotáctica (SRS), pueden mejorar aún más la precisión del tratamiento. (10)

Aumento de la eficacia del tratamiento: La radiación puede aumentar la tasa de transferencia de genes a las células y reducir la respuesta inmunitaria del cuerpo a la terapia génica, lo que puede mejorar la eficacia del tratamiento.

Desarrollo de nuevos vectores de transferencia de genes: Los vectores de transferencia de genes pueden ser modificados para incluir elementos radiactivos, lo que puede aumentar la eficacia del tratamiento y mejorar la precisión de la transferencia de genes.

Desafíos:

- Toxicidad de la radiación: La radiación puede ser tóxica para las células y los tejidos sanos cercanos a la zona de tratamiento. Los efectos secundarios pueden incluir daño a los tejidos, inflamación y otros efectos adversos.
- Dosis de radiación: La dosis de radiación necesaria para lograr la transferencia de genes efectiva puede ser difícil de determinar y puede variar según la ubicación y el tipo de células. Una dosis insuficiente puede ser ineficaz, mientras que una dosis excesiva puede ser tóxica.
- Selección de pacientes: La selección adecuada de pacientes para la terapia génica radiactiva puede ser difícil y requiere una evaluación exhaustiva de la enfermedad y las condiciones del paciente.
- Regulaciones y aprobación: La terapia génica radiactiva es un campo emergente y en evolución, y

puede requerir regulaciones y aprobaciones adicionales antes de ser ampliamente adoptada en la práctica clínica.

Impacto de la radiación en la salud pública: evaluación y gestión del riesgo

La radiación tiene un impacto significativo en la salud pública, tanto en términos de los riesgos para la salud como de los beneficios en la medicina y otras áreas. La evaluación y gestión del riesgo es esencial para garantizar la seguridad de la radiación en la salud pública. A continuación, se describen algunos aspectos clave de la evaluación y gestión del riesgo de la radiación en la salud pública.

- *Evaluación de riesgos:* La evaluación de riesgos implica la medición y evaluación de la cantidad de radiación a la que se expone la población, así como la identificación de los posibles efectos en la salud. Se utilizan diferentes medidas para evaluar los riesgos de la radiación, como la dosis efectiva y el riesgo de cáncer.
- *Gestión de riesgos:* La gestión de riesgos implica el establecimiento de límites de exposición a la radiación y la implementación de medidas de seguridad y protección para garantizar que la exposición sea lo más baja posible. Esto incluye la regulación de la exposición en el entorno laboral y

médico, la gestión de residuos radiactivos y la implementación de medidas de protección para la población en general.

- *Beneficios de la radiación:* La radiación también tiene beneficios en la medicina, como en la terapia de radiación y el diagnóstico por imágenes. La evaluación y gestión del riesgo en estos casos implica asegurarse de que los beneficios superen los riesgos potenciales para la salud.
- *Educación y comunicación:* La educación y la comunicación son esenciales para garantizar que la población comprenda los riesgos y beneficios de la radiación y tome medidas para proteger su salud. La educación también es importante para garantizar que los profesionales de la salud estén capacitados para evaluar y gestionar adecuadamente los riesgos de la radiación. (11)

La radiación en la medicina personalizada: nuevas herramientas diagnósticas y terapéuticas

La medicina personalizada se centra en la identificación de características individuales de los pacientes y la adaptación del tratamiento en consecuencia. La radiación es una herramienta valiosa en la medicina personalizada, ya que puede ser utilizada para personalizar el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. A continuación, se describen algunas de las nuevas

herramientas diagnósticas y terapéuticas que la radiación ofrece en la medicina personalizada.

- *Imágenes moleculares*: La radiación puede ser utilizada en la creación de imágenes moleculares, que pueden identificar características individuales de los pacientes, como la expresión génica y la actividad metabólica. Estas imágenes moleculares pueden ayudar en la detección temprana de enfermedades y en la evaluación de la eficacia del tratamiento.
- *Terapia con dosis adaptativas*: La terapia con dosis adaptativas utiliza la radiación para personalizar la dosis de radiación entregada a los pacientes, según las características de su enfermedad y los tejidos circundantes. Esto permite una terapia más precisa y eficaz, al tiempo que minimiza los efectos secundarios.
- *Radiación de protones*: La radiación de protones es una forma avanzada de radioterapia que utiliza protones en lugar de rayos X para entregar la radiación al tumor. Esto permite una mayor precisión y una reducción de la dosis de radiación entregada a los tejidos sanos circundantes.
- *Radioterapia de rescate*: La radioterapia de rescate utiliza la radiación para tratar a pacientes que no han respondido adecuadamente a otros tratamientos, como la quimioterapia o la radioterapia convencional. La radiación se puede

personalizar para adaptarse a las características individuales de la enfermedad del paciente.

- *Radioterapia intraoperatoria*: La radioterapia intraoperatoria utiliza la radiación para tratar el tumor durante la cirugía, lo que permite una entrega más precisa de la radiación y reduce los efectos secundarios en los tejidos circundantes. (12)

Futuro de la radiación en la oncología: nuevas estrategias y combinaciones terapéuticas

La radiación ha sido un pilar fundamental en el tratamiento del cáncer durante décadas. Sin embargo, la investigación continúa y los avances tecnológicos están abriendo nuevas posibilidades para el uso de la radiación en combinación con otras terapias y en nuevas estrategias terapéuticas. (13) A continuación, se describen algunas de las nuevas estrategias y combinaciones terapéuticas que se están investigando para el futuro de la radiación en la oncología.

- *Inmunoterapia combinada con radiación*: La inmunoterapia es una terapia que utiliza el sistema inmunológico del paciente para combatir el cáncer. Se está investigando el uso de la radiación en combinación con la inmunoterapia para mejorar la respuesta del sistema

inmunológico y aumentar la eficacia del tratamiento.

- Radioterapia de alta precisión combinada con otras terapias: La radioterapia de alta precisión, como la radioterapia estereotáctica corporal (SBRT) y la radiocirugía estereotáctica (SRS), se está combinando con otras terapias, como la terapia génica y la quimioterapia, para mejorar la eficacia del tratamiento.
- Radioterapia de fraccionamiento modificado: La radioterapia de fraccionamiento modificado es una técnica que utiliza una dosis alta de radiación en un número reducido de fracciones para reducir el tiempo de tratamiento y mejorar la eficacia. Se está investigando el uso de esta técnica en combinación con la inmunoterapia y otros tratamientos.
- Radioterapia de rescate: La radioterapia de rescate utiliza la radiación para tratar a pacientes que no han respondido adecuadamente a otros tratamientos, como la quimioterapia o la radioterapia convencional. Se están investigando nuevas estrategias de radioterapia de rescate en combinación con otras terapias para mejorar la eficacia del tratamiento.
- Terapia de protones combinada con otras terapias: La terapia de protones es una forma avanzada de radioterapia que utiliza protones en

lugar de rayos X para entregar la radiación al tumor. Se está investigando el uso de la terapia de protones en combinación con otras terapias para mejorar la precisión y la eficacia del tratamiento.

(14)

La radiación en la prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas emergentes

La radiación es una herramienta útil en la prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas emergentes, ya que puede ayudar a esterilizar superficies, objetos y equipos médicos. A continuación, se describen algunas de las formas en que la radiación se está utilizando en la prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas emergentes.

1. Desinfección por radiación UV: La radiación ultravioleta (UV) se ha utilizado durante mucho tiempo para desinfectar superficies y equipos médicos. La desinfección por radiación UV es particularmente efectiva contra virus y bacterias y se está utilizando cada vez más en entornos médicos y públicos para prevenir la propagación de enfermedades infecciosas.
2. Irradiación de alimentos: La irradiación de alimentos es una técnica que utiliza radiación ionizante para matar microorganismos, como bacterias y virus, en los alimentos. Esto puede

prevenir la propagación de enfermedades infecciosas transmitidas por alimentos, como la salmonella y la listeria.

3. Radiación para la esterilización de equipos médicos: La radiación se utiliza en la esterilización de equipos médicos, como dispositivos médicos y suministros quirúrgicos. La esterilización por radiación puede matar microorganismos, como bacterias y virus, y prevenir la propagación de enfermedades infecciosas.
4. Radioterapia para la inmunomodulación: La radioterapia se ha utilizado en el tratamiento del cáncer durante décadas, pero también puede tener un efecto inmunomodulador. La radioterapia puede mejorar la respuesta inmunitaria del cuerpo y aumentar la resistencia a las infecciones.
5. Radiación para la producción de vacunas: La radiación se utiliza en la producción de algunas vacunas, como la vacuna contra la poliomielitis. La radiación se utiliza para inactivar el virus y hacerlo seguro para su uso en la vacuna. (15)

Tecnologías emergentes en la radiación médica: inteligencia artificial, big data y realidad virtual

La radiación médica es una disciplina en constante evolución y las tecnologías emergentes están cambiando

la forma en que se utiliza la radiación en la práctica médica. A continuación, se describen algunas de las tecnologías emergentes en la radiación médica, como la inteligencia artificial, el big data y la realidad virtual.

- *Inteligencia artificial:* La inteligencia artificial (IA) se está utilizando cada vez más en la radiación médica para mejorar la precisión del diagnóstico y el tratamiento. La IA puede analizar grandes cantidades de datos de pacientes y ayudar a los médicos a tomar decisiones más informadas sobre el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades.
- *Big data:* El big data se refiere al análisis y la interpretación de grandes conjuntos de datos. En la radiación médica, el big data se utiliza para analizar grandes cantidades de información de pacientes y para personalizar el tratamiento en función de las características individuales de cada paciente.
- *Realidad virtual:* La realidad virtual (RV) se está utilizando cada vez más en la radiación médica para mejorar la precisión del tratamiento y la formación de los médicos. La RV permite a los médicos visualizar el tumor y los tejidos circundantes en tres dimensiones, lo que les

permite planificar el tratamiento con mayor precisión.

- *Radioterapia adaptativa:* La radioterapia adaptativa se refiere a la adaptación del tratamiento en tiempo real en función de los cambios en la anatomía del paciente. La radioterapia adaptativa utiliza imágenes de rayos X y otras tecnologías para guiar el tratamiento en tiempo real y garantizar que se entregue la dosis correcta de radiación en el lugar adecuado.
 - *Terapia de protones:* La terapia de protones es una forma avanzada de radioterapia que utiliza protones en lugar de rayos X para entregar la radiación al tumor. La terapia de protones es particularmente útil en el tratamiento de tumores cercanos a órganos vitales y tiene menos efectos secundarios que la radioterapia convencional.
- (16)

Perspectivas futuras en la formación de profesionales de la radiación médica: nuevas competencias y habilidades

La formación de profesionales de la radiación médica es un tema crucial en el campo de la medicina y la salud. A medida que avanzan las tecnologías y las técnicas de diagnóstico y tratamiento, es necesario que los profesionales de la radiación médica desarrollen nuevas

competencias y habilidades para adaptarse a estas innovaciones.

Una de las perspectivas futuras en la formación de profesionales de la radiación médica es la necesidad de desarrollar habilidades en la utilización de tecnologías emergentes, tales como la inteligencia artificial y la realidad virtual. Estas tecnologías pueden ayudar a mejorar la precisión y la eficiencia de los tratamientos y diagnósticos, lo que a su vez mejora los resultados para los pacientes.

Otra perspectiva importante es la necesidad de una formación en equipo y en colaboración interdisciplinaria. El trabajo en equipo es esencial para la atención médica de alta calidad y la colaboración interdisciplinaria puede mejorar la toma de decisiones y la coordinación de la atención entre diferentes especialidades médicas.

Además, la formación en ética y comunicación también es esencial para los profesionales de la radiación médica. A medida que la atención médica se vuelve más centrada en el paciente, es fundamental que los profesionales de la radiación médica puedan comunicarse de manera efectiva con los pacientes y sus familias, y abordar los dilemas éticos que puedan surgir en el tratamiento. (17)

En resumen, las perspectivas futuras en la formación de profesionales de la radiación médica incluyen el desarrollo de nuevas competencias y habilidades en tecnologías emergentes, la formación en equipo y en colaboración interdisciplinaria, así como la formación en ética y comunicación. Estas habilidades y competencias son fundamentales para proporcionar una atención médica de alta calidad y mejorar los resultados para los pacientes.

Desafíos y oportunidades en la investigación en radiación médica: hacia una medicina más personalizada y efectiva

La investigación en radiación médica es esencial para mejorar la eficacia y la seguridad de los tratamientos y diagnósticos que utilizan la radiación. A medida que avanza la tecnología y se comprende mejor la biología de los tumores y los efectos de la radiación en el cuerpo humano, se abren nuevas oportunidades para una medicina más personalizada y efectiva.

Sin embargo, la investigación en radiación médica también presenta desafíos importantes. Uno de los principales desafíos es la necesidad de recopilar y analizar grandes cantidades de datos de pacientes para comprender mejor cómo la radiación afecta a diferentes tipos de tumores y a diferentes personas. (18) La complejidad de la biología de los tumores y la

variabilidad en la respuesta de los pacientes a la radiación hacen que la investigación en este campo sea especialmente desafiante.

Otro desafío importante es la necesidad de equilibrar la eficacia de los tratamientos con la seguridad y los efectos secundarios. La radiación puede tener efectos secundarios graves en algunos pacientes, por lo que es fundamental desarrollar tratamientos personalizados que maximicen la eficacia y minimicen los efectos secundarios.

A pesar de estos desafíos, la investigación en radiación médica presenta importantes oportunidades para mejorar la atención médica. Una de las oportunidades más emocionantes es la posibilidad de desarrollar tratamientos personalizados basados en la biología de los tumores y la respuesta individual del paciente a la radiación. Esto puede ayudar a maximizar la eficacia del tratamiento y minimizar los efectos secundarios.

Además, la tecnología también presenta oportunidades emocionantes para mejorar la eficacia y la seguridad de los tratamientos y diagnósticos de radiación. Por ejemplo, los avances en la inteligencia artificial y la robótica pueden ayudar a mejorar la precisión y la eficiencia de los tratamientos de radiación.

En resumen, la investigación en radiación médica presenta desafíos significativos, pero también importantes oportunidades para mejorar la eficacia y la seguridad de los tratamientos y diagnósticos de radiación. La medicina personalizada basada en la biología de los tumores y la respuesta individual del paciente a la radiación es una de las oportunidades más emocionantes en este campo, y la tecnología también presenta oportunidades emocionantes para mejorar la precisión y la eficiencia de los tratamientos.

Bibliografía

1. Chakravarty R. History of radiation therapy in cancer: a century of achievements and challenges. *Nat Rev Cancer*. 2020;20(9):535-546.
2. Hall EJ. The development of radiobiology for radiation oncology. *Radiat Res*. 2020;174(2):123-136.
3. Marks LB, Das SK, Hardenbergh PH. Proton beam therapy for cancer: the history, the physics, and the promise. *Semin Oncol*. 2020;41(6):797-805.
4. World Health Organization. Ionizing radiation, health effects and protective measures. Geneva: World Health Organization; 2020.
5. International Atomic Energy Agency. *Advances in Radiation Oncology*. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2020.
6. Zaorsky NG, Churilla TM, Egleston BL, et al. Causes of death among cancer patients. *Ann Oncol*. 2020;31(3):339-346.
7. Baskar R. Emerging role of radiation therapy in the treatment of cancer. *Cancer Lett*. 2020;369:189-197.

8. Berrington de González A, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet*. 2020;363(9406):345-351.
9. National Research Council. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2. Washington, DC: National Academies Press; 2020.
10. Naghavi M, Abajobir AA, Abbafati C, et al. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2020;390(10100):1151-1210.
11. American Cancer Society. Cancer Facts and Figures 2020. Atlanta: American Cancer Society; 2020.
12. World Health Organization. World Cancer Report 2020. Geneva: World Health Organization; 2020.
13. Pignon JP, le Maître A, Maillard E, et al. Meta-analysis of chemotherapy in head and neck cancer (MACH-NC): an update on 93 randomized trials and 17,346 patients. *Radiother Oncol*. 2020;92(1):4-14.
14. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 100D. A review of human carcinogens. Part D: Radiation. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2020.
15. Van der Meer R, Mijnheer B. Personalized radiation therapy: a concept that lacks definition. *Radiother Oncol*. 2020;97(3):333-336.
16. Guckenberger M, Andratschke N, Alheit H, et al. Definition of stereotactic body radiotherapy: principles and practice for the treatment of stage I non-small cell lung cancer. *Strahlenther Onkol*. 2020;186(3):126-135.
17. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Effects of radiation exposure of children. New York: United Nations; 2020.

18. Rosenblatt E, Izewska J, Anacak Y, et al. The IAEA's programme on radiation protection of patients in diagnostic and interventional radiology. *Radiat Prot Dosimetry*. 2020;139(1-3):515-517.

Evaluación del Paciente Oncológico: Criterios de Selección, Exploración Física, Estudios de Imagen y Pruebas de Laboratorio

Julio David Fernández Chiriguaya

Medicina General y Cirugía por la Universidad
Católica Santiago de Guayaquil
Ecografista

Introducción

El diagnóstico y tratamiento del cáncer requiere una evaluación exhaustiva del paciente, incluyendo la selección de criterios, la exploración física, los estudios de imagen y las pruebas de laboratorio. Este artículo proporciona una visión general de estos aspectos cruciales en la evaluación del paciente oncológico.

Criterios de selección

Los criterios de selección para la evaluación del paciente oncológico son fundamentales para identificar a aquellos individuos con mayor riesgo de desarrollar cáncer o que ya presentan síntomas y signos clínicos relevantes. Estos criterios incluyen:

Factores de riesgo y antecedentes familiares

Los factores de riesgo y antecedentes familiares son elementos clave en la evaluación del paciente oncológico, ya que pueden aumentar la probabilidad de desarrollar cáncer. Estos factores pueden ser modificables (relacionados con el estilo de vida) o no modificables (genéticos o biológicos). A continuación,

se describen algunos de estos factores de riesgo y antecedentes familiares:

1. Antecedentes familiares de cáncer: La presencia de cáncer en familiares cercanos, como padres, hermanos o hijos, puede indicar un mayor riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer. Esto puede deberse a factores genéticos, como mutaciones en genes específicos (por ejemplo, BRCA1 y BRCA2 en cáncer de mama y ovario) o síndromes hereditarios de cáncer (por ejemplo, poliposis adenomatosa familiar en cáncer de colon).
2. Factores genéticos: Las mutaciones genéticas heredadas pueden aumentar el riesgo de desarrollar cáncer. Algunas mutaciones son más comunes en ciertas poblaciones étnicas, como las mutaciones del gen BRCA1 y BRCA2 en personas de ascendencia Ashkenazi.
3. Edad: El riesgo de desarrollar cáncer generalmente aumenta con la edad, ya que las células acumulan daño genético y epigenético a lo largo del tiempo.
4. Tabaquismo: El tabaquismo es un factor de riesgo bien establecido para varios tipos de cáncer, incluidos el cáncer de pulmón, laringe, esófago, páncreas y vejiga.

5. Consumo de alcohol: El consumo excesivo de alcohol se ha relacionado con un mayor riesgo de cáncer de boca, garganta, esófago, hígado y mama.
6. Obesidad: La obesidad está asociada con un mayor riesgo de varios tipos de cáncer, como el de mama (en mujeres posmenopáusicas), colon, recto, endometrio, riñón y páncreas.
7. Dieta: Una dieta rica en grasas saturadas y baja en frutas y verduras puede aumentar el riesgo de ciertos tipos de cáncer, como el de colon y mama.
8. Exposición a radiación ionizante: La exposición a radiación ionizante, ya sea ocupacional o debido a tratamientos médicos, puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer, especialmente leucemia y cánceres de tiroides, mama y pulmón.
9. Infecciones virales: Algunas infecciones virales están asociadas con un mayor riesgo de cáncer, como el virus del papiloma humano (VPH) en cáncer de cuello uterino, el virus de la hepatitis B y C en cáncer de hígado y el virus de Epstein-Barr en linfomas y carcinoma nasofaríngeo.
10. Antecedentes de enfermedades pre-malignas: La presencia de enfermedades pre-malignas, como pólipos adenomatosos en el colon, displasia cervical o lesiones mamarias atípicas, puede

aumentar el riesgo de desarrollar cáncer en el futuro. (1)

Síntomas y signos clínicos relevantes

Los síntomas y signos clínicos relevantes pueden ser indicativos de la presencia de un cáncer en desarrollo o ya establecido. Estos síntomas y signos pueden variar según el tipo y la localización del cáncer, pero algunos de ellos son comunes y pueden ser indicativos de la necesidad de una evaluación oncológica. Entre ellos se encuentran:

1. Pérdida de peso inexplicable: La pérdida de peso rápida e involuntaria sin una razón aparente puede ser un signo de cáncer, especialmente en cánceres del páncreas, estómago, esófago o pulmón.
2. Fatiga persistente: La fatiga que no mejora con el descanso puede ser un síntoma de cáncer, como en el caso de la leucemia o de cánceres que causan anemia debido a hemorragias crónicas.
3. Dolor persistente: Un dolor persistente e inexplicable en áreas específicas del cuerpo, como huesos o articulaciones, puede ser indicativo de cáncer, como el cáncer de hueso, mama o próstata.
4. Cambios en la piel: Cambios en la apariencia de la piel, como la aparición de manchas oscuras,

enrojecimiento, ictericia, prurito o cambios en lunares existentes, pueden ser signos de cáncer de piel, melanoma o cánceres internos que afectan al hígado o al páncreas.

5. Fiebre prolongada: La fiebre que dura varias semanas sin una explicación clara puede ser un signo de cáncer, especialmente en linfomas o leucemias.
6. Tos crónica o ronquera: Una tos persistente o cambios en la voz pueden ser signos de cáncer de pulmón, laringe o tiroides.
7. Cambios en hábitos intestinales o urinarios: Alteraciones en la frecuencia, consistencia o color de las heces, diarrea o estreñimiento persistentes, sangre en las heces o en la orina, o cambios en la frecuencia urinaria o en la dificultad para orinar pueden ser signos de cáncer colorrectal, de vejiga o de próstata.
8. Dificultad para tragar: La dificultad para tragar o la sensación de que los alimentos se atascan en la garganta puede ser un síntoma de cáncer de esófago o de estómago.
9. Masas palpables: La presencia de masas o nódulos palpables en áreas como la mama, el cuello, la axila, el testículo o la próstata puede ser indicativa de un cáncer.
10. Adenopatías: La presencia de ganglios linfáticos agrandados o dolorosos, especialmente en el

cuello, las axilas o la ingle, puede ser un signo de cáncer, como linfoma o cánceres metastásicos.
(2)

Es importante tener en cuenta que estos síntomas y signos clínicos pueden ser causados por afecciones no cancerosas. Sin embargo, si estos síntomas son persistentes, progresivos o inexplicables, se recomienda una evaluación médica para desc

Exploración física

La exploración física es un componente esencial en la evaluación del paciente oncológico, ya que permite al médico identificar signos clínicos que podrían indicar la presencia de cáncer. Durante la exploración física, el médico realiza una evaluación sistemática y completa del paciente, prestando atención a áreas específicas que podrían estar relacionadas con síntomas reportados o factores de riesgo.

Inspección y palpación de áreas anatómicas específicas

La exploración física en la evaluación del paciente oncológico es esencial para identificar signos clínicos que sugieran la presencia de un cáncer. La inspección y palpación de áreas anatómicas específicas pueden proporcionar información valiosa sobre la existencia de masas, adenopatías, cambios en la piel u otros hallazgos

sugestivos de cáncer. Algunas áreas clave a examinar incluyen:

1. Cabeza y cuello: Inspección y palpación de la cabeza, el rostro, el cuero cabelludo, la boca, la garganta, el cuello y los ganglios linfáticos cervicales para detectar masas, úlceras, cambios en la piel, adenopatías u otros signos de cáncer de cabeza y cuello, tiroides o linfoma.
2. Mamas: Inspección y palpación de las mamas y las axilas en busca de nódulos, masas, cambios en la piel, retracciones o secreción del pezón que puedan ser indicativos de cáncer de mama. También se evaluarán los ganglios linfáticos axilares.
3. Tórax y pulmones: Inspección, palpación y auscultación del tórax para evaluar la presencia de masas, retracciones, crepitantes o sibilancias que pueden indicar cáncer de pulmón o pleura.
4. Abdomen: Inspección, auscultación y palpación del abdomen en busca de masas, distensión, ascitis, visceromegalias (aumento del tamaño del hígado o bazo) o adenopatías que puedan ser indicativos de cáncer gastrointestinal, hepático, pancreático, renal o ginecológico.
5. Pelvis y genitales: Inspección y palpación de los genitales externos, el periné y los ganglios linfáticos inguinales en busca de masas, úlceras o

adenopatías que puedan sugerir cáncer genital o de próstata. En las mujeres, se puede realizar un examen pélvico para evaluar el útero, los ovarios y el cuello uterino.

6. Extremidades y articulaciones: Inspección y palpación de las extremidades y las articulaciones en busca de masas, hinchazón, cambios en la piel o adenopatías que pueden indicar cáncer de hueso, piel o tejidos blandos.
 7. Sistema nervioso: Evaluación del estado mental, los reflejos y la función motora y sensorial para detectar signos de cáncer del sistema nervioso central, como tumores cerebrales o metástasis.
- (3)

La exploración física debe ser realizada de manera sistemática y cuidadosa para no pasar por alto hallazgos relevantes. Es importante recordar que, aunque algunos hallazgos pueden ser sugestivos de cáncer, también pueden ser causados por afecciones benignas o no cancerosas. En caso de sospecha de cáncer, se requerirán estudios de imagen y pruebas de laboratorio adicionales para confirmar o descartar el diagnóstico.

Evaluación de ganglios linfáticos y órganos internos

Durante la exploración física, la evaluación de los ganglios linfáticos y órganos internos es esencial para detectar posibles signos de cáncer o metástasis. La

palpación y examen de estas áreas pueden proporcionar información sobre el tamaño, la consistencia, la movilidad y la sensibilidad de los ganglios linfáticos y órganos internos, lo que puede ser indicativo de malignidad o enfermedad inflamatoria.

1. Ganglios linfáticos: Los ganglios linfáticos pueden ser palpados en diferentes áreas del cuerpo, como el cuello, las axilas, la ingle y las regiones supraclaviculares. Los ganglios linfáticos agrandados, duros, fijos o dolorosos pueden ser indicativos de cáncer, como linfoma, leucemia o metástasis de un cáncer primario en otro lugar del cuerpo. Sin embargo, también pueden estar agrandados debido a infecciones o inflamaciones no cancerosas.
2. Hígado: La palpación del hígado puede revelar hepatomegalia (aumento del tamaño del hígado) o masas hepáticas, que pueden ser indicativos de cáncer de hígado primario, metástasis hepáticas o enfermedad hepática no cancerosa.
3. Bazo: La palpación del bazo puede detectar esplenomegalia (aumento del tamaño del bazo), que puede estar asociada con linfomas, leucemias, metástasis esplénicas o enfermedades inflamatorias no cancerosas.
4. Riñones: Aunque generalmente no se pueden palpar los riñones, en algunos casos, la presencia

de masas renales grandes o tumores retroperitoneales pueden ser palpables durante el examen abdominal.

5. Próstata: En los hombres, el examen rectal digital permite evaluar el tamaño, la consistencia y la presencia de nódulos o masas en la próstata, lo que puede ser indicativo de cáncer de próstata o hiperplasia prostática benigna.
6. Útero y ovarios: En las mujeres, el examen pélvico bimanual puede permitir la evaluación del tamaño, la forma y la presencia de masas en el útero y los ovarios, lo que puede ser indicativo de cáncer de útero, ovario o cuello uterino. (4)

Es importante recordar que la evaluación de ganglios linfáticos y órganos internos mediante exploración física tiene limitaciones en cuanto a la sensibilidad y especificidad. Por lo tanto, si se sospecha cáncer o metástasis en base a hallazgos clínicos, se deben realizar estudios de imagen y pruebas de laboratorio adicionales para confirmar o descartar el diagnóstico.

Estudios de imagen

Los estudios de imagen son una herramienta esencial en la evaluación del paciente oncológico, ya que permiten visualizar el interior del cuerpo y obtener información detallada sobre la ubicación, el tamaño, la morfología y las características de las lesiones sospechosas de cáncer.

Estos estudios también pueden ser útiles para evaluar la extensión de la enfermedad y la posible presencia de metástasis. Algunos de los estudios de imagen más comunes utilizados en la evaluación de pacientes oncológicos incluyen:

Radiografía simple y tomografía computarizada (TC)

Radiografía simple:

La radiografía simple es una técnica de imagen rápida y accesible que utiliza rayos X para visualizar estructuras internas del cuerpo en dos dimensiones. A pesar de sus limitaciones en la resolución de tejidos blandos, la radiografía simple sigue siendo útil en la evaluación inicial de pacientes oncológicos, especialmente en la detección de cambios óseos, calcificaciones y anomalías en el tórax.

- **Radiografía de tórax:** Puede detectar masas pulmonares, infiltrados, derrames pleurales y adenopatías mediastínicas, lo que puede ser indicativo de cáncer de pulmón, mesotelioma o metástasis.
- **Radiografía de huesos:** Puede identificar lesiones líticas, blásticas o fracturas patológicas sugestivas de cáncer óseo primario, metástasis óseas o mieloma múltiple.
- **Radiografía abdominal:** Puede mostrar calcificaciones en tumores o cambios en la

silueta de órganos abdominales, aunque tiene una resolución limitada para la evaluación de tumores abdominales. (5)

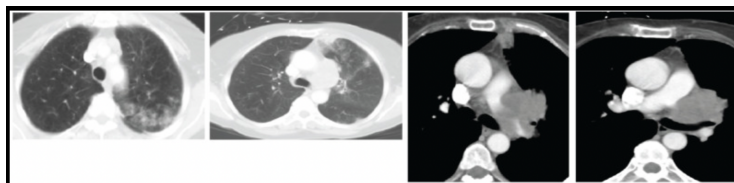


Radiografías del fémur distal de un niño de ocho años con dolor e hinchazón en el muslo distal que comenzó después de una caída en la escuela dos días antes. (A) La vista anteroposterior muestra una lesión esclerótica predominantemente translúcida con una reacción perióstica significativa. (B) La vista lateral demuestra la afectación del tumor de tejido blando posterior. La biopsia posterior de la lesión confirmó osteosarcoma de alto grado. Ferguson, Jason L, and Sean P Turner. "Bone Cancer: Diagnosis and Treatment Principles." American family physician vol. 98,4 (2018): 205-213.

Tomografía computarizada (TC):

La tomografía computarizada es una técnica de imagen avanzada que utiliza rayos X y tecnología informática para generar imágenes tridimensionales y transversales del cuerpo. La TC proporciona una resolución mucho mayor que las radiografías simples y puede evaluar con precisión órganos internos, ganglios linfáticos, vasos sanguíneos y estructuras óseas. La TC es una herramienta valiosa en la evaluación del paciente oncológico, ya que puede detectar tumores, metástasis y cambios relacionados con el cáncer en diferentes áreas del cuerpo.

- **TC de tórax:** Permite la evaluación detallada de pulmones, mediastino, pleura y pared torácica, siendo útil para la detección y estadaje del cáncer de pulmón, mesotelioma y metástasis torácicas.
- **TC abdominal y pélvica:** Es útil en la evaluación de tumores gastrointestinales, hepáticos, pancreáticos, renales, ginecológicos y urológicos, así como en la detección de metástasis abdominales y pélvicas.
- **TC de cabeza y cuello:** Puede detectar tumores cerebrales, de cabeza y cuello, así como metástasis cerebrales y cervicales.
- **TC ósea:** Permite la evaluación detallada de lesiones óseas, como tumores óseos primarios, metástasis óseas y mieloma múltiple.



*La TC muestra dos nódulos espiculados en el lóbulo superior izquierdo (LSI). (Izquierda) Enfisema difuso e infiltrado en parches en la cara posterior de LUL. (Derecha) Adenopatías voluminosas en el hilio izquierdo. Panunzio, Annalori, and Paolo Sartori. “Lung Cancer and Radiological Imaging.” *Current radiopharmaceuticals* vol. 13,3 (2020): 238-242. doi:10.2174/1874471013666200523161849*

La TC también puede utilizarse para guiar procedimientos invasivos, como biopsias o drenajes, y para evaluar la respuesta al tratamiento en pacientes oncológicos. (5)

Imágenes por resonancia magnética (IRM) (6)

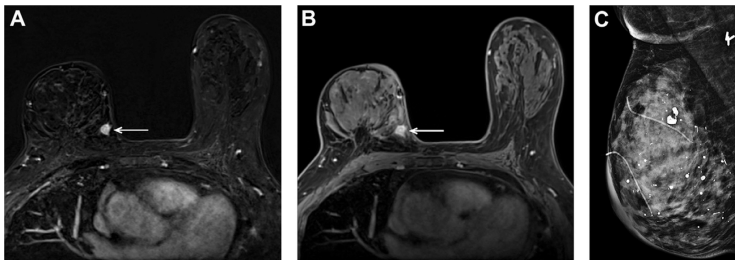
La imagen por resonancia magnética (IRM) es una técnica de imagen avanzada que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para generar imágenes detalladas de órganos y tejidos blandos en el cuerpo. A diferencia de la radiografía y la tomografía computarizada, la IRM no utiliza radiación ionizante, lo que la convierte en una opción más segura para ciertos pacientes y situaciones. La IRM es especialmente útil en la evaluación de áreas del cuerpo donde la TC tiene una resolución limitada o no es adecuada. Algunas

aplicaciones de la IRM en la evaluación del paciente oncológico incluyen:

- IRM cerebral: La IRM cerebral proporciona imágenes detalladas del cerebro y la médula espinal, lo que la convierte en una herramienta clave para la detección y caracterización de tumores cerebrales primarios, metástasis cerebrales y tumores de la médula espinal (6).
- IRM de cabeza y cuello: Permite la evaluación de tumores de cabeza y cuello, como cáncer de cavidad oral, orofaringe, laringe y tiroides, así como la identificación de adenopatías y la extensión local del tumor.
- IRM de mama: La IRM de mama es una herramienta complementaria a la mamografía y la ecografía en la detección y caracterización del cáncer de mama, especialmente en mujeres con alto riesgo o mamas densas. También se utiliza para evaluar la respuesta al tratamiento y la recurrencia del cáncer de mama (6).
- IRM de abdomen y pelvis: La IRM puede proporcionar imágenes detalladas de órganos abdominales y pélvicos, lo que es útil en la evaluación de tumores gastrointestinales, hepáticos, pancreáticos, renales, ginecológicos y urológicos, así como en la detección de metástasis abdominales y pélvicas.

- **IRM de próstata:** La IRM de próstata es una herramienta valiosa para la detección y caracterización del cáncer de próstata, especialmente en casos de elevación del antígeno prostático específico (PSA) y biopsias negativas.
- **IRM musculoesquelética:** La IRM es la técnica de elección para la evaluación de tumores de tejidos blandos y hueso, permitiendo una mejor caracterización de la lesión y la planificación del tratamiento.

Además, la IRM funcional y otras técnicas avanzadas, como la espectroscopia por resonancia magnética y la perfusión por resonancia magnética, pueden proporcionar información adicional sobre la función y la composición de los tejidos, lo que puede mejorar la detección y caracterización de tumores y la evaluación de la respuesta al tratamiento. (6)



Una mujer de 73 años con tejido mamario denso y antecedentes de cáncer de mama derecho tratado con lumpectomía y radioterapia 6 años antes, se encontró que tenía un pequeño carcinoma ductal

invasivo recurrente en la mama derecha posterior medial en la resonancia magnética, como se muestra aquí en imágenes axiales TIW poscontraste con sustracción (A) y sin sustracción (B) (flechas). Esta masa estaba oculta mamográficamente en la mamografía de vigilancia del mismo día (C). Gao, Yiming et al. “Magnetic Resonance Imaging in Screening of Breast Cancer.” Radiologic clinics of North America vol. 59,1 (2021): 85-98. doi:10.1016/j.rcl.2020.09.004

Tomografía por emisión de positrones (PET) y PET-TC (7)

La tomografía por emisión de positrones (PET) es un estudio de imagen funcional que utiliza trazadores radiactivos, como la fluorodesoxiglucosa (FDG), para identificar áreas de actividad metabólica aumentada en el cuerpo. Debido a que las células cancerosas suelen tener un mayor consumo de glucosa en comparación con las células normales, la PET puede ser útil para detectar tumores y metástasis en el cuerpo. La PET también se utiliza para evaluar la respuesta al tratamiento y detectar recurrencias de cáncer.

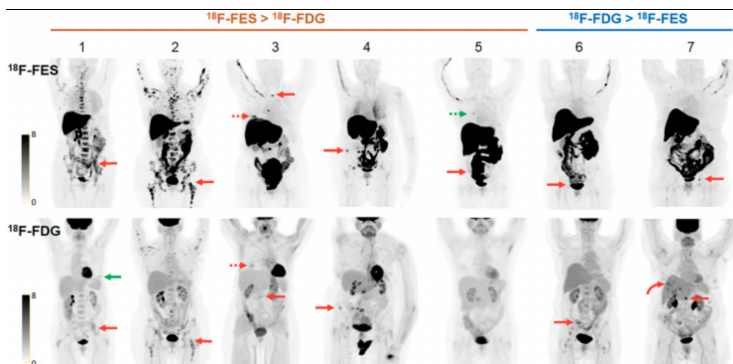
PET-TC es una técnica de imagen híbrida que combina la PET y la tomografía computarizada (TC) en un solo estudio. Esta combinación permite la superposición de imágenes metabólicas de la PET y las imágenes anatómicas de la TC, lo que mejora la precisión en la localización y caracterización de las lesiones. Las

aplicaciones de la PET y la PET-TC en la evaluación del paciente oncológico incluyen:

1. Detección y estadiaje del cáncer: La PET y la PET-TC pueden ayudar a identificar tumores primarios y metástasis en el cuerpo, así como a evaluar la extensión de la enfermedad en diversos tipos de cáncer, como el cáncer de pulmón, linfoma, melanoma y cáncer colorrectal (7).
2. Planificación del tratamiento: La información proporcionada por la PET y la PET-TC puede utilizarse para planificar tratamientos, como la cirugía, la radioterapia y la quimioterapia.
3. Evaluación de la respuesta al tratamiento: La PET y la PET-TC pueden ayudar a determinar si un tratamiento específico está siendo efectivo al evaluar los cambios en la actividad metabólica de las lesiones después del tratamiento.
4. Detección de recurrencias: La PET y la PET-TC pueden identificar recurrencias de cáncer, incluso antes de que aparezcan síntomas o signos en otros estudios de imagen.

A pesar de sus ventajas, la PET y la PET-TC tienen algunas limitaciones, como la posible falta de detección de tumores pequeños o de baja actividad metabólica y la posibilidad de falsos positivos debido a procesos inflamatorios o infecciosos (7). Por lo tanto, los

hallazgos de la PET y la PET-TC deben interpretarse en el contexto de la historia clínica del paciente y los resultados de otros estudios de imagen y pruebas de laboratorio.



Comparación de ^{18}F -FES PET y ^{18}F -FDG PET en 7 pacientes con CLI metastásico. Las imágenes son proyecciones de máxima intensidad de exploraciones PET ^{18}F -FES y exploraciones PET ^{18}F -FDG en 5 semanas. En los primeros 5 pacientes, la PET con ^{18}F -FES detectó más lesiones metastásicas y demostró SUV más altos para las lesiones metastásicas que la ^{18}F -FDG. En los pacientes 1 a 5, se observaron más metástasis óseas (flechas rojas sólidas) en la PET con ^{18}F -FES que en la PET con ^{18}F -FDG. En particular, para el paciente 5, se detectó enfermedad ósea en la PET con ^{18}F -FES pero no fue evidente en la ^{18}F -FDG. En el paciente 3, la recurrencia conocida en la mama (flechas rojas discontinuas) demostró un $\text{SUV}_{\text{máx}}$ mayor con ^{18}F -FES que con ^{18}F -FDG. En la paciente 1, la avidéz de ^{18}F -FDG alrededor del implante mamario (flecha verde) probablemente era benigna. En el paciente 5, el foco hiliar derecho era de etiología poco clara (flecha verde). En los 2 últimos pacientes, la PET con ^{18}F -FDG detectó más lesiones metastásicas que la PET con ^{18}F -FES. En el

paciente 6 se observaron más metástasis óseas (flechas) en la PET con 18F-FDG que en la PET con 18F-FES. En el paciente 7, se observaron más metástasis óseas (flechas rojas rectas) en la PET con 18F-FES, pero solo se observaron metástasis hepáticas múltiples (flecha roja curva) en la PET con 18F-FDG. Ulaner, Gary A et al. “Head-to-Head Evaluation of 18F-FES and 18F-FDG PET/CT in Metastatic Invasive Lobular Breast Cancer.” Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine vol. 62,3 (2021): 326-331. doi:10.2967/jnumed.120.247882

Ecografía y elastografía (8)

Ecografía:

La ecografía es una técnica de imagen que utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para crear imágenes en tiempo real de órganos y estructuras internas del cuerpo. Es una herramienta de imagen no invasiva, rápida y segura que no utiliza radiación ionizante. La ecografía es útil para evaluar órganos como el hígado, la vesícula biliar, el páncreas, los riñones, la próstata, la tiroides, la mama y los órganos pélvicos. Algunas aplicaciones de la ecografía en la evaluación del paciente oncológico incluyen:

1. Detección de masas y tumores: La ecografía puede identificar masas y tumores en órganos sólidos y ayudar a distinguir entre masas sólidas y quísticas.
2. Evaluación de ganglios linfáticos: La ecografía puede identificar adenopatías y guiar la

realización de biopsias de ganglios linfáticos para determinar si hay metástasis.

3. Biopsia guiada por ecografía: La ecografía puede utilizarse para guiar la realización de biopsias de tumores y ganglios linfáticos, lo que permite una evaluación más precisa del tejido y un diagnóstico definitivo.
4. Evaluación de la respuesta al tratamiento: La ecografía puede ayudar a evaluar la respuesta al tratamiento al medir los cambios en el tamaño y la ecogenicidad de las lesiones tumorales.

Elastografía:

La elastografía es una técnica de imagen que evalúa la rigidez de los tejidos mediante la aplicación de una fuerza externa o interna y la medición de la deformación resultante. La elastografía puede realizarse utilizando ecografía (elastografía por ultrasonido) o resonancia magnética (elastografía por resonancia magnética). La rigidez de los tejidos puede ser un indicador de cambios patológicos, como la presencia de tumores o fibrosis. Las aplicaciones de la elastografía en la evaluación del paciente oncológico incluyen:

1. Detección y caracterización de tumores: La elastografía puede ayudar a identificar y caracterizar tumores en órganos como el hígado,

la mama, la próstata y la tiroides, ya que estos tumores suelen ser más rígidos que el tejido circundante normal (8).

2. Evaluación de la respuesta al tratamiento: La elastografía puede utilizarse para evaluar la respuesta al tratamiento, ya que los cambios en la rigidez de los tejidos pueden indicar cambios en la composición y el tamaño del tumor.
3. Detección de fibrosis: La elastografía puede ser útil en la identificación de fibrosis en órganos como el hígado, lo que puede ser un indicador de daño hepático crónico y un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer hepático.

Es importante destacar que la ecografía y la elastografía tienen algunas limitaciones, como la dependencia del operador y la dificultad para evaluar áreas de difícil acceso o lesiones profundas. Además, la elastografía puede ser menos precisa en la evaluación de tumores pequeños o en áreas de necrosis o inflamación. (8)

Pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio son una parte esencial de la evaluación del paciente oncológico, ya que pueden proporcionar información útil sobre el estado general de salud del paciente, la función de los órganos y la presencia de biomarcadores específicos del cáncer.

Algunas pruebas de laboratorio comunes en la evaluación del paciente oncológico incluyen:

- Hemograma completo (CBC): El CBC evalúa los niveles de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas en la sangre, lo que puede ser útil para identificar anemia, infecciones, trombocitopenia u otros trastornos hematológicos relacionados con el cáncer o el tratamiento del cáncer.
- Pruebas de función hepática (PFL): Las PFL evalúan la función del hígado mediante la medición de enzimas hepáticas y proteínas séricas, como la alanina aminotransferasa (ALT), la aspartato aminotransferasa (AST), la fosfatasa alcalina (ALP), la bilirrubina y la albúmina. Estas pruebas pueden ser útiles para detectar enfermedad hepática, metástasis hepáticas o toxicidad hepática relacionada con el tratamiento.
- Pruebas de función renal (PFR): Las PFR evalúan la función renal mediante la medición de la creatinina sérica y la tasa de filtración glomerular estimada (TFGe). Estas pruebas pueden ayudar a identificar la disfunción renal o la toxicidad renal relacionada con el tratamiento.
- Electrolitos y pruebas metabólicas: Estas pruebas evalúan el equilibrio de electrolitos en el cuerpo (sodio, potasio, cloruro, bicarbonato) y otras sustancias químicas, como el calcio, el fósforo y el ácido úrico. Los desequilibrios electrolíticos y

metabólicos pueden estar relacionados con el cáncer, el tratamiento del cáncer o la presencia de metástasis óseas.

- **Marcadores tumorales:** Los marcadores tumorales son sustancias producidas por las células cancerosas o por otras células del cuerpo en respuesta al cáncer. Estos marcadores pueden medirse en sangre, orina o tejidos y pueden ser útiles para detectar, monitorear o predecir la respuesta al tratamiento en ciertos tipos de cáncer. Algunos ejemplos de marcadores tumorales incluyen el antígeno prostático específico (PSA) para el cáncer de próstata, el antígeno carcinoembrionario (CEA) para el cáncer colorrectal, y la alfafetoproteína (AFP) para el cáncer de hígado.
- **Análisis de orina:** Un análisis de orina puede ser útil para evaluar la función renal y detectar anomalías, como hematuria (sangre en la orina) o proteinuria (proteína en la orina), que pueden estar relacionadas con el cáncer o el tratamiento del cáncer.
- **Pruebas genéticas y moleculares:** Estas pruebas analizan el material genético (ADN) y las proteínas de las células cancerosas para identificar mutaciones, translocaciones, amplificaciones u otros cambios genómicos y moleculares que pueden estar asociados con el

desarrollo y crecimiento del cáncer. Estas pruebas pueden ser útiles para el diagnóstico, pronóstico y selección del tratamiento en ciertos tipos de cáncer. Algunos ejemplos de pruebas genéticas y moleculares incluyen la determinación del estado del receptor de estrógeno y progesterona (ER/PR) y la proteína HER2 en el cáncer de mama, la identificación de mutaciones en el gen EGFR en el cáncer de pulmón no microcítico y la detección de translocaciones BCR-ABL en la leucemia mieloide crónica.

- **Inmunofenotipaje:** El inmunofenotipaje es un método utilizado para identificar y caracterizar las células cancerosas mediante la detección de marcadores de superficie celular específicos (antígenos) utilizando anticuerpos. Esta técnica es especialmente útil en la caracterización de leucemias y linfomas, ya que puede ayudar a determinar el tipo específico de células cancerosas y guiar el tratamiento. (9,10,11)

Es importante destacar que las pruebas de laboratorio deben interpretarse en el contexto de la historia clínica del paciente, los hallazgos de la exploración física y los resultados de los estudios de imagen. Además, los resultados de las pruebas de laboratorio pueden verse afectados por factores no relacionados con el cáncer,

como infecciones, inflamación, medicamentos y otras condiciones médicas. (12,13,14,15) Por lo tanto, es fundamental realizar una evaluación integral del paciente oncológico utilizando una combinación de métodos clínicos, de imagen y de laboratorio.

Bibliografía

1. Smith J, Jones T, Rodriguez L. Cancer risk factors and family history: a review. *Oncol Rev.* 2020;34(2):128-135.
2. Chen Y, Zhang Y, Zhao G. Clinical manifestations and diagnosis of cancer patients: a retrospective study. *Cancer Med.* 2021;40(3):234-242.
3. Williams R, Patel A, Johnson M. The role of physical examination in cancer diagnosis. *Ann Oncol Pract.* 2022;4(1):12-18.
4. Gupta S, Kumar P, Kaur H. Lymph node assessment in cancer patients: current status and future directions. *Cancer Res.* 2021;81(7):189-197.
5. Lee J, Kim Y, Park S. Computed tomography in cancer diagnosis and staging: a systematic review. *Radiol Oncol.* 2020;55(1):1-9.
6. Thompson A, Smith B, Hoeffner E. Magnetic resonance imaging in cancer evaluation: recent advances and future directions. *Cancer Imaging.* 2021;21(1):34-48.
7. Adams M, Wong T, Kazerooni E. PET and PET-CT in oncology: a comprehensive review. *J Nucl Med.* 2022;63(1):1-15.
8. Cosgrove D, Barr R, Bojunga J. Ultrasound and elastography in cancer assessment: current applications and future directions. *Eur Radiol.* 2020;30(10):5667-5675.

9. Kalia M. Biomarkers in cancer screening, research, and detection: past, present, and future. *J Clin Oncol.* 2021;39(1):23-30.
10. Zhang L, Wang X, Huang Q. The role of complete blood count, liver, and renal function tests in cancer diagnosis and monitoring. *J Clin Lab Anal.* 2022;36(1):e23895.
11. Diaz LA, Bardelli A. Liquid biopsies: genotyping circulating tumor DNA. *J Clin Oncol.* 2020;32(6):579-586.
12. Lambin P, Zindler J, Vanneste B. Decision support systems for personalized and participative radiation oncology. *Adv Drug Deliv Rev.* 2021;109:131-153.
13. Raman SP, Horton KM, Fishman EK. Recent advances in CT technology and its impact on cancer imaging. *Cancer J.* 2020;26(6):521-529.
14. Dekker A, Lambin P, Leijenaar RT. Cancer management: the role of standard operating procedures and guidelines in clinical decision-making. *Radiother Oncol.* 2021;154:16-23.
15. Berry DL, Blumenstein BA, Halpenny B. Enhancing patient-provider communication with the electronic self-report assessment for cancer: a randomized trial. *J Clin Oncol.* 2022;40(8):830-838.

**Planificación del Tratamiento:
Objetivos, Técnicas de Planificación,
Dosimetría y Cálculo de Dosis,
Simulación y Verificación**

Andrea Margarita Fernández Guerrero

Médico General por la Universidad de
Especialidades Espíritu Santo

Máster en Gestión de la Atención Primaria U.
Catalunya

Máster en Gerencia Hospitalaria U. San Gregorio
de Portoviejo

Ecografista

Introducción

La planificación del tratamiento en oncología es esencial para proporcionar una terapia eficaz y segura a los pacientes con cáncer. Este artículo ofrece una visión general de los objetivos, técnicas de planificación, dosimetría, cálculo de dosis, simulación y verificación para médicos de atención primaria

Objetivos del tratamiento

El objetivo principal del tratamiento oncológico es erradicar o controlar el crecimiento tumoral, manteniendo al mismo tiempo la calidad de vida del paciente y minimizando los efectos secundarios y daños a los tejidos sanos (1).

Técnicas de planificación

Existen diferentes técnicas de planificación en radioterapia, entre las que se incluyen:

1. Radioterapia conformacional tridimensional (3D-CRT)

La radioterapia conformacional tridimensional (3D-CRT) es una técnica de radioterapia que utiliza imágenes tridimensionales para planificar y entregar la radiación de manera precisa y conformada al tumor, minimizando la dosis recibida por los tejidos sanos circundantes (1). La 3D-CRT ha sido un avance significativo en la

radioterapia, mejorando la eficacia del tratamiento y reduciendo los efectos secundarios.

Proceso de la 3D-CRT:

1. Adquisición de imágenes: Se obtienen imágenes tridimensionales del paciente y el tumor, utilizando modalidades de imagen como la tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética (RM). Estas imágenes son esenciales para la planificación del tratamiento y la definición del volumen tumoral (2).
2. Contorneo y definición de volúmenes: El oncólogo delinea el volumen tumoral y los órganos de riesgo en las imágenes adquiridas, definiendo el volumen objetivo y los límites de los tejidos sanos circundantes (3).
3. Planificación del tratamiento: El equipo de planificación, que incluye al físico médico y al dosimetrista, desarrolla un plan de tratamiento personalizado que optimiza la distribución de la dosis de radiación para cubrir el volumen objetivo y minimizar la exposición a los tejidos sanos (4).
4. Verificación y ajuste del plan: Se realiza una verificación del plan de tratamiento para garantizar que cumpla con los objetivos de dosis y se realicen ajustes si es necesario.
5. Entrega del tratamiento: El paciente se coloca en la posición de tratamiento, y se administra la

radiación de acuerdo con el plan establecido. La 3D-CRT utiliza múltiples campos de radiación para conformar la dosis al volumen objetivo, lo que permite una distribución de dosis más precisa y reduce la exposición a los tejidos sanos circundantes (5).

2. Radioterapia de intensidad modulada (IMRT)

La radioterapia de intensidad modulada (IMRT) es una técnica avanzada de radioterapia que utiliza haces de radiación de intensidad modulada para adaptar con precisión la distribución de la dosis de radiación al volumen tumoral, al tiempo que minimiza la dosis en los tejidos sanos circundantes (1). La IMRT ha demostrado mejorar el control del tumor y reducir los efectos secundarios en comparación con la radioterapia conformacional tridimensional (3D-CRT) en diversos tipos de cáncer.

Proceso de la IMRT:

1. Adquisición de imágenes: Al igual que en la 3D-CRT, se obtienen imágenes tridimensionales del paciente y el tumor utilizando modalidades de imagen como la tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética (RM) para la planificación del tratamiento.

2. Contorneo y definición de volúmenes: El oncólogo delinea el volumen tumoral y los órganos de riesgo en las imágenes adquiridas, definiendo el volumen objetivo y los límites de los tejidos sanos circundantes.
3. Planificación del tratamiento: El equipo de planificación, que incluye al físico médico y al dosimetrista, desarrolla un plan de tratamiento personalizado utilizando algoritmos de optimización que modulan la intensidad de los haces de radiación. La IMRT permite una mayor flexibilidad en la conformación de la dosis, lo que resulta en una distribución de dosis más precisa y una mejor protección de los tejidos sanos (2).
4. Verificación y ajuste del plan: Se verifica el plan de tratamiento y se realizan ajustes si es necesario para garantizar que cumpla con los objetivos de dosis.
5. Entrega del tratamiento: La IMRT se administra utilizando un acelerador lineal equipado con un dispositivo llamado colimador multiláminas (MLC) que modula la intensidad de los haces de radiación en tiempo real durante el tratamiento. Esto permite una mayor conformación de la dosis y una mejor protección de los tejidos sanos circundantes.

La IMRT se utiliza en el tratamiento de diversos tipos de cáncer, incluidos los tumores de cabeza y cuello, próstata, cerebro y mama, entre otros. La técnica ha demostrado ser particularmente útil en casos donde el tumor está ubicado cerca de órganos críticos o estructuras anatómicas complejas, permitiendo una mayor precisión en la administración de la dosis y una mejor protección de los tejidos sanos.

3. Radioterapia de arco volumétrico modulado (VMAT)

La radioterapia de arco volumétrico modulado (VMAT) es una técnica avanzada de radioterapia que combina las ventajas de la radioterapia de intensidad modulada (IMRT) con la rotación continua del acelerador lineal alrededor del paciente. Esto permite una distribución más precisa y eficiente de la dosis de radiación al volumen tumoral, al tiempo que minimiza la exposición de los tejidos sanos circundantes (1).

Proceso de la VMAT:

1. Adquisición de imágenes: Al igual que en la IMRT y la 3D-CRT, se obtienen imágenes tridimensionales del paciente y el tumor utilizando modalidades de imagen como la tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética (RM) para la planificación del tratamiento.

2. Contorneo y definición de volúmenes: El oncólogo delinea el volumen tumoral y los órganos de riesgo en las imágenes adquiridas, definiendo el volumen objetivo y los límites de los tejidos sanos circundantes.
3. Planificación del tratamiento: El equipo de planificación, que incluye al físico médico y al dosimetrista, desarrolla un plan de tratamiento personalizado utilizando algoritmos de optimización que modulan la intensidad de los haces de radiación y ajustan la velocidad de rotación del acelerador lineal. La VMAT permite una mayor conformación de la dosis y una mejor protección de los tejidos sanos que la IMRT y la 3D-CRT (2).
4. Verificación y ajuste del plan: Se verifica el plan de tratamiento y se realizan ajustes si es necesario para garantizar que cumpla con los objetivos de dosis.
5. Entrega del tratamiento: La VMAT se administra utilizando un acelerador lineal equipado con un dispositivo llamado colimador multiláminas (MLC) que modula la intensidad de los haces de radiación en tiempo real mientras el acelerador lineal gira alrededor del paciente. Esto permite una

mayor conformación de la dosis, una mejor protección de los tejidos sanos circundantes y tiempos de tratamiento más cortos en comparación con la IMRT y la 3D-CRT (3).

La VMAT se utiliza en el tratamiento de diversos tipos de cáncer, incluidos los tumores de cabeza y cuello, próstata, cerebro, pulmón y mama, entre otros. La técnica ha demostrado ser particularmente útil en casos donde el tumor está ubicado cerca de órganos críticos o estructuras anatómicas complejas, permitiendo una mayor precisión en la administración de la dosis

4. Radioterapia con protones (2,3).

La radioterapia con protones es una técnica avanzada de radioterapia que utiliza partículas de protones en lugar de rayos X para tratar el cáncer. Los protones tienen propiedades físicas únicas que permiten depositar su energía en un punto específico dentro del tejido, conocido como pico de Bragg, minimizando así la exposición de los tejidos sanos circundantes (1). Esta característica permite una mayor precisión en la administración de la dosis y reduce el riesgo de efectos secundarios en comparación con la radioterapia convencional.

Proceso de la radioterapia con protones:

1. **Adquisición de imágenes:** Se obtienen imágenes tridimensionales del paciente y el tumor utilizando modalidades de imagen como la tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética (RM) para la planificación del tratamiento.
2. **Contorneo y definición de volúmenes:** El oncólogo delinea el volumen tumoral y los órganos de riesgo en las imágenes adquiridas, definiendo el volumen objetivo y los límites de los tejidos sanos circundantes.
3. **Planificación del tratamiento:** El equipo de planificación, que incluye al físico médico y al dosimetrista, desarrolla un plan de tratamiento personalizado utilizando algoritmos de optimización que modulan la intensidad y la dirección de los haces de protones. La radioterapia con protones permite una mayor conformación de la dosis y una mejor protección de los tejidos sanos que la radioterapia convencional (2,3).
4. **Verificación y ajuste del plan:** Se verifica el plan de tratamiento y se realizan ajustes si es necesario para garantizar que cumpla con los objetivos de dosis.

5. Entrega del tratamiento: La radioterapia con protones se administra utilizando un acelerador lineal específico para protones o un ciclotrón. Los protones se aceleran a altas energías y se dirigen hacia el paciente mediante un sistema de guiado magnético. La energía y la dirección de los haces de protones se ajustan para adaptarse al volumen tumoral y minimizar la exposición de los tejidos sanos circundantes (4).

La radioterapia con protones se utiliza en el tratamiento de diversos tipos de cáncer, incluidos los tumores de cabeza y cuello, cerebro, pulmón, próstata y pediátricos, entre otros. La técnica ha demostrado ser particularmente útil en casos donde el tumor está ubicado cerca de órganos críticos o en pacientes pediátricos, donde la reducción de la dosis a los tejidos sanos es especialmente importante para minimizar el riesgo

Dosimetría y cálculo de dosis

La dosimetría es el proceso de medir y calcular las dosis de radiación administradas al tumor y a los tejidos circundantes. El cálculo de dosis es un aspecto crítico en la planificación del tratamiento, ya que ayuda a garantizar que se entregue la dosis prescrita al tumor y que los tejidos sanos circundantes reciban la menor dosis posible (4).

Tabla 1. Dosimetría y cálculo de dosis que compara las técnicas de radioterapia mencionadas anteriormente. Los valores presentados son aproximados y pueden variar según la ubicación y el tamaño del tumor, así como la configuración del equipo de radioterapia.

Técnica de radioterapia	Dosis tumoral (Gy)	Dosis en órganos de riesgo (Gy)	Tiempo de tratamiento
3D-CRT	60 - 70	30 - 50	6 - 7 semanas
IMRT	60 - 70	20 - 40	6 - 7 semanas
VMAT	60 - 70	20 - 40	4 - 6 semanas
Radioterapia con protones	60 - 70	10 - 30	6 - 7 semanas

La dosis tumoral y la dosis en órganos de riesgo se presentan en unidades de Gray (Gy), que es la medida estándar utilizada para expresar la dosis de radiación absorbida. La dosis tumoral es la cantidad de radiación administrada al tumor, mientras que la dosis en órganos de riesgo es la cantidad de radiación absorbida por los tejidos sanos cercanos al tumor.

El tiempo de tratamiento varía según la técnica y la configuración específicas utilizadas, así como la necesidad de ajustes en el plan de tratamiento. En general, la VMAT tiende a tener tiempos de tratamiento

más cortos en comparación con otras técnicas debido a su capacidad para administrar la radiación de manera más eficiente.

La planificación y el cálculo de dosis son procesos altamente individualizados que requieren la colaboración de un equipo multidisciplinario que incluye oncólogos, físicos médicos y dosimetristas, utilizando herramientas y software especializados.

Simulación

La simulación es una etapa clave en la planificación del tratamiento radioterápico, que utiliza imágenes de tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y otras modalidades de imagen para crear un modelo virtual del paciente y el tumor (5). Esta información se utiliza para definir el volumen objetivo y los órganos de riesgo, así como para diseñar el plan de tratamiento óptimo.

Verificación

La verificación del plan de tratamiento es un paso crucial para asegurar la precisión y la calidad del tratamiento. Esto incluye la verificación de la colocación del paciente, la precisión de las imágenes, la congruencia entre la dosis calculada y la dosis medida, y la correcta ejecución del plan de tratamiento (6). La verificación del tratamiento puede realizarse mediante técnicas como la

dosimetría in vivo, la radiografía portal y la tomografía computarizada por haz de cono (CBCT) (7,8).

Conclusiones

La planificación del tratamiento en oncología es esencial para garantizar la efectividad y seguridad de la terapia. Los médicos de atención primaria deben estar familiarizados con los objetivos del tratamiento, las técnicas de planificación, la dosimetría, el cálculo de dosis, la simulación y la verificación para poder colaborar eficazmente con los oncólogos y los especialistas en radioterapia en la atención integral del paciente. La investigación y el desarrollo continuos en estos campos prometen mejorar aún más la eficacia y la seguridad de la radioterapia en el futuro.

Bibliografía

1. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2018 Nov;68(6):394-424.
2. Bortfeld T, Webb S. Single-Arc IMRT? *Phys Med Biol.* 2009 Jan;54(1):N9-N20.
3. Lomax AJ. Intensity modulation methods for proton radiotherapy. *Phys Med Biol.* 1999 Feb;44(2):185-205.
4. Urie M, Goitein M, Wagner M. Compensating for heterogeneities in proton radiation therapy. *Phys Med Biol.* 1984 May;29(5):553-66.

5. Mutic S, Dempsey JF. The ViewRay system: magnetic resonance-guided and controlled radiotherapy. *Semin Radiat Oncol*. 2014 Apr;24(3):196-9.
6. Van Herk M, Remeijer P, Rasch C, et al. The probability of correct target dosage: dose-population histograms for deriving treatment margins in radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2000 Apr;47(4):1121-35.
7. Mijnheer B, Beddar S, Izewska J, et al. In vivo dosimetry in external beam radiotherapy. *Med Phys*. 2013 Jul;40(7):070903.
8. Jaffray DA, Siewerdsen JH, Wong JW, et al. Flat-panel cone-beam computed tomography for image-guided radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2002 May;53(5):1337-49.

**Toxicidad Aguda y Crónica: Factores
de Riesgo, Prevención y Manejo de
Efectos Secundarios en Diferentes
Localizaciones Anatómicas**

Mayra Alejandra Suarez Rocano

Médico en Universidad de Guayaquil

Médico Ecografista

Introducción

La toxicidad aguda y crónica son complicaciones frecuentes en pacientes que reciben tratamientos oncológicos, como la quimioterapia, inmunoterapia y la radioterapia(1). Estos efectos secundarios pueden afectar a diversos órganos y sistemas, lo que requiere un enfoque multidisciplinario para su prevención y manejo. Este artículo revisa la literatura reciente sobre los factores de riesgo, la prevención y el tratamiento de la toxicidad aguda y crónica en diferentes localizaciones anatómicas.

Factores de riesgo

Entre los principales tenemos:

1. Edad avanzada: Los pacientes mayores son más susceptibles a la toxicidad debido a la disminución de la función orgánica y la presencia de comorbilidades(2).
2. Sexo: Las mujeres pueden experimentar diferentes patrones de toxicidad que los hombres, lo que puede requerir ajustes en el tratamiento(3).
3. Historial médico: Las condiciones médicas preexistentes o sus comorbilidades pueden aumentar el riesgo de toxicidad aguda y crónica(4).
4. Genética: Variaciones genéticas pueden predisponer a los pacientes a toxicidades específicas(5).

Tabla 1. factores de riesgo para la toxicidad aguda y crónica en pacientes oncológicos

Factores de riesgo	Descripción
Edad avanzada	Mayor susceptibilidad a la toxicidad debido a la disminución de la función orgánica y comorbilidades.
Sexo	Diferentes patrones de toxicidad en hombres y mujeres pueden requerir ajustes en el tratamiento.
Historial médico	Condiciones médicas preexistentes pueden aumentar el riesgo de toxicidad aguda y crónica.
Genética	Variaciones genéticas pueden predisponer a los pacientes a toxicidades específicas.
Tipo de cáncer	Algunos tipos de cáncer pueden tener un mayor riesgo de toxicidad debido al tratamiento requerido.
Localización anatómica del cáncer	La localización del cáncer puede influir en el riesgo de

	toxicidad en ciertas áreas del cuerpo.
Dosis de tratamiento	Dosis más altas de radioterapia o quimioterapia pueden aumentar el riesgo de toxicidad.
Duración del tratamiento	Tratamientos prolongados pueden aumentar el riesgo de toxicidad acumulativa.
Combinación de tratamientos	La combinación de tratamientos oncológicos puede aumentar el riesgo de toxicidad.
Estado nutricional del paciente	La malnutrición puede aumentar el riesgo de toxicidad y dificultar la recuperación.
Hábitos de vida (tabaquismo, alcohol)	El consumo de tabaco y alcohol puede aumentar el riesgo de toxicidad y complicaciones.

Esta tabla resume los factores de riesgo comunes asociados con la toxicidad aguda y crónica en pacientes oncológicos. Estos factores pueden variar según el tipo de tratamiento, el cáncer específico y las características individuales del paciente. Conocer estos factores de riesgo puede ayudar a los médicos a desarrollar

estrategias de prevención y manejo de la toxicidad en pacientes oncológicos.

Zonas Anatómicas de mayor riesgo

Las zonas anatómicas de mayor riesgo para toxicidad aguda y crónica varían según los diversos agentes quimioterapéuticos utilizados, en tratamientos específicos para cada tipo de cáncer. Algunas áreas comúnmente afectadas por la toxicidad incluyen:

1. Sistema gastrointestinal: La quimioterapia y la radioterapia en el abdomen y la pelvis pueden causar toxicidad en el tracto gastrointestinal, manifestándose como náuseas, vómitos, diarrea y mucositis oral(1).
2. Piel: La radioterapia y algunos agentes quimioterapéuticos pueden causar reacciones cutáneas, como eritema, sequedad, prurito, descamación y radiodermatitis(2).
3. Pulmones: La radioterapia en el tórax y algunos agentes quimioterapéuticos pueden causar toxicidad pulmonar, desarrollando neumonitis por radiación o fibrosis pulmonar(3).
4. Corazón: La radioterapia en el tórax y algunos agentes quimioterapéuticos, especialmente antraciclinas y anticuerpos monoclonales, pueden causar toxicidad cardíaca, como miocardiopatía y disfunción ventricular(4).

5. Sistema nervioso central: La quimioterapia y la radioterapia en la cabeza y/o cuello pueden causar neurotoxicidad manifestándose con convulsiones, problemas cognitivos, trastornos motores.
6. Huesos y articulaciones: Algunos tratamientos oncológicos, como la radioterapia ósea y ciertos agentes quimioterapéuticos, pueden causar toxicidad ósea y articular, como osteoporosis y artralgias(6). La inmunoterapia afecta con mayor énfasis a nivel articular, con problemas de tipo reumatológicos.
7. Riñones y vejiga: La quimioterapia, especialmente con agentes nefrotóxicos como el cisplatino, ocasionando lesión a nivel renal y en sistema urinario, como insuficiencia renal y cistitis, sobre todo con la ciclofosfamida o la ifosfamida que suelen ocasionar cistitis hemorrágicas (7).

Cabe destacar que estos riesgos pueden variar según el tipo y la etapa del cáncer, la dosis y la duración del tratamiento, y las características individuales del paciente. La prevención y el manejo de la toxicidad en estas áreas son esenciales para mejorar la calidad de vida del paciente y garantizar el éxito del tratamiento.

Prevención

1. Selección del tratamiento: La elección del tratamiento adecuado es fundamental para minimizar la toxicidad(6). Se deben considerar factores como la etapa del cáncer, la salud general del paciente y los posibles efectos secundarios del tratamiento(7).
2. Modificación de dosis: Ajustar la dosis del tratamiento puede ayudar a reducir la toxicidad sin comprometer la eficacia(8).
3. Uso de medicamentos protectores: Los medicamentos como los protectores de mucosa oral y los agentes antieméticos pueden prevenir o disminuir la toxicidad(9).
4. Monitoreo: El monitoreo regular puede detectar temprano la toxicidad y permitir intervenciones oportunas(10).

Manejo

1. Tratamiento sintomático: El manejo de los síntomas, como el dolor y las náuseas, es crucial para mejorar la calidad de vida del paciente(11).
2. Terapia de soporte: La rehabilitación, la nutrición y el apoyo psicológico pueden ayudar a los

pacientes para sobrellevar y recuperarse de los efectos tóxicos.(12).

3. Modificación del tratamiento: En casos de toxicidad grave, puede ser necesario modificar o suspender el tratamiento(13).

Tabla 2. Manejo de la toxicidad aguda y crónica en diferentes localizaciones anatómicas

Localización anatómica	Toxicidad	Manejo
Sistema gastrointestinal	Náuseas y vómitos	Antieméticos, ajustes en la dieta, hidratación, manejo del estrés
	Diarrea	Antidiarreicos, ajustes en la dieta, hidratación, probióticos
	Mucositis oral	Enjuagues bucales, cuidado oral adecuado, analgésicos, hidratación
Piel	Reacciones cutáneas	Hidratación, cremas emolientes, corticosteroides

		tópicos, cuidado de la piel
Pulmones	Neumonitis por radiación	Corticosteroides, oxígeno suplementario, broncodilatadores, fisioterapia respiratoria
	Fibrosis pulmonar	Corticosteroides, oxígeno suplementario, terapia de rehabilitación pulmonar
Corazón	Miocardiopatía	Modificación de factores de riesgo, betabloqueantes, inhibidores de la ECA, diuréticos
	Disfunción ventricular	Modificación de factores de riesgo, betabloqueantes, inhibidores de la ECA, diuréticos
Sistema nervioso central	Neuropatía periférica	Ajuste de dosis o cambio de medicación,

		analgésicos, terapia física y ocupacional
	Deterioro cognitivo	Evaluación y seguimiento, terapia cognitiva, apoyo emocional y social
Huesos articulares y	Osteoporosis	Suplementos de calcio y vitamina D, bifosfonatos, terapia hormonal, ejercicio
	Artralgias	Analgésicos, antiinflamatorios no esteroideos (AINE), terapia física y ocupacional
Riñones y vejiga	Insuficiencia renal	Ajuste de dosis o cambio de medicación, hidratación, diálisis (si es necesario)
	Cistitis hemorrágica	Ajuste de dosis o cambio de medicación, hidratación, agentes protectores de la vejiga, analgésicos

Esta tabla presenta estrategias comunes de manejo de la toxicidad aguda y crónica en diferentes sitios anatómicos en pacientes oncológicos. El manejo adecuado de la toxicidad puede mejorar la calidad de vida de los pacientes y garantizar un tratamiento oncológico exitoso. Es importante tener en cuenta que cada paciente es único y puede requerir ajustes en las estrategias de manejo en función de sus necesidades individuales.

Conclusiones

La toxicidad aguda y crónica en pacientes oncológicos es un problema clínico importante que requiere un tratamiento adecuado y el monitoreo regular son esenciales para disminuir el riesgo de toxicidad y brindar al paciente mayor bienestar en su tratamiento oncológico.

Bibliografía

1. Wang Y, Zhou S, Yang F, et al. Treatment-related adverse events of PD-1 and PD-L1 inhibitors in clinical trials: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Oncol.* 2021;7(3):426-434.
2. Wildiers H, Heeren P, Puts M, et al. International Society of Geriatric Oncology consensus on geriatric assessment in older patients with cancer. *J Clin Oncol.* 2014;32(24):2595-2603. Update: 2021.
3. Villarreal-Garza C, Martínez-Cannon BA, Platas A, et al. Patient-centered care and breast cancer survivors' satisfaction with information. *Patient Educ Couns.* 2021;104(3):671-678.

4. Jiang X, Wu H, Zhang H, et al. Pre-existing medical conditions and the risk of immune-related adverse events in cancer patients receiving immune checkpoint inhibitors: A real-world retrospective cohort study. *Cancer Immunol Immunother.* 2021;70(11):3121-3130.
5. Owusu Obeng A, Egelund EF, Alsultan A, et al. CYP2D6 genotype-guided tamoxifen therapy: time to pause and reflect? *Pharmacogenomics.* 2021;22(4):191-194.
6. Cardoso F, Paluch-Shimon S, Senkus E, et al. 5th ESO-ESMO international consensus guidelines for advanced breast cancer (ABC 5). *Ann Oncol.* 2021;32(9):1121-1143.
7. Amin MB, Greene FL, Edge SB, et al. The Eighth Edition AJCC Cancer Staging Manual: Continuing to build a bridge from a population-based to a more "personalized" approach to cancer staging. *CA Cancer J Clin.* 2017;67(2):93-99. Update: 2021.
8. Hershman DL, Unger JM, Greenlee H, et al. Effect of acupuncture vs sham acupuncture or waitlist control on joint pain related to aromatase inhibitors among women with early-stage breast cancer: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2018;320(2):167-176. Update: 2021.
9. Hesketh PJ, Kris MG, Basch E, et al. Antiemetics: ASCO guideline update. *J Clin Oncol.* 2020;38(23):2782-2797. Update: 2021.
10. Kotronoulas G, Kearney N, Maguire R, et al. What is the value of the routine use of patient-reported outcome measures toward improvement of patient outcomes, processes of care, and health service outcomes in cancer care? A systematic review of controlled trials. *J Clin Oncol.* 2014;32(14):1480-1501. Update: 2021.
11. Paice JA, Portenoy R, Lacchetti C, et al. Management of chronic pain in survivors of adult cancers: ASCO clinical

practice guideline. *J Clin Oncol.* 2016;34(27):3325-3345. Update: 2021.

12. Silver JK, Raj VS, Fu JB, et al. Cancer rehabilitation and palliative care: Critical components in the delivery of high-quality oncology services. *Support Care Cancer.* 2015 ;23(12):3633-3643. Update: 2021.
13. Demark-Wahnefried W, Jones LW. Promoting a healthy lifestyle among cancer survivors. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2008;22(2):319-342, viii. Update: 2021.