

Aproximaciones teóricas: histología del tejido peritumoral en pacientes operados de tumores intracraneales de alto grado

Theoretical approaches: peritumoral tissue histology in patients undergoing surgery for high-grade intracranial tumors

Lisneydi Alfonso-Gómez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4095-2116>

Gretel Mosquera-Betancourt² <https://orcid.org/0000-0003-4547-9484>

Pedro Rosales-Torres³ <https://orcid.org/0000-0003-0606-8914>

Dayamí Bembibre-Mozo⁴ <https://orcid.org/0000-0003-0778-172X>

¹ Universidad de Ciencias Médicas. Facultad de Ciencias Médicas. Departamento de Ciencias Básicas Biomédicas. Camagüey, Cuba.

² Universidad de Ciencias Médicas. Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech. Servicio de Neurocirugía. Camagüey, Cuba.

³ Universidad de Ciencias Médicas. Hospital Universitario Oncológico Madame Curie. Servicio de Anatomía Patológica. Camagüey, Cuba.

⁴ Universidad de Ciencias Médicas. Centro de Inmunología y Productos Biológicos. Camagüey, Cuba.

*Autor para la correspondencia (email): roclan2424@gmail.com

RESUMEN

Introducción: Los tumores intracraneales crecen y se multiplican en el cerebro o en sus alrededores, pueden dañar las células sanas, invadir otras áreas y provocar inflamación, edema cerebral y aumento de la presión intracraneana.

Objetivo: Exponer las aproximaciones teóricas que guardan relación con la histología del tejido peritumoral en tumores intracraneales de alto grado.

Métodos: Se realizó la revisión bibliográfica del estado del arte de la temática que permitió precisar una estrategia de búsqueda para la selección de las fuentes. Se buscó en diferentes bases de datos

y plataformas: PubMed, LILACS, ClinicalKey, Cumed, Google Académico y SciELO Regional, donde las 10 primeras pantallas en cada buscador recolectaron un total de 12 235 documentos. Se limitó la fecha de publicación de los documentos, se tuvo en cuenta el periodo en estudio. De ellos se tomaron 30 que fueron clasificados según el tipo en (libros, monografías en Internet, obra de referencia, páginas Web, revistas digitales, revistas impresas); así como fueron encontrados 20 documentos a partir de 2019, mientras la actualización del tema es insuficiente con 10 registros.

Resultados: La revisión de la literatura identificó los documentos que guardaron relación con las diversas características histológicas del tejido peritumoral, incluidas edema peritumoral, infiltración inflamatoria, neovascularización y cambios en las características histológicas de las neuronas. En ese sentido se identificaron las complicaciones postoperatorias y el pronóstico del paciente.

Conclusiones: El estudio permitió exponer el comportamiento del tema, sobre el cual no se han encontrado precedentes en la literatura enmarcada de artículos publicados en Cuba y su relevancia a partir de la revisión. Los hallazgos histológicos del tejido peritumoral y su relación con las complicaciones postquirúrgicas proporcionaron la necesidad de estudios adicionales para comprender mejor la naturaleza de estas alteraciones y su impacto en el pronóstico y la evolución clínica.

DeCS: NEOPLASIAS ENCEFÁLICAS; HISTOLOGÍA; EDEMA ENCEFÁLICO; COMPLICACIONES POSOPERATORIAS; REVISIÓN.

ABSTRACT

Introduction: Intracranial tumors grow and multiply in the brain or its surrounding areas, potentially damaging healthy cells, invading other regions, and causing inflammation, cerebral edema, and increased intracranial pressure.

Objective: To present the theoretical approaches related to the histology of peritumoral tissue in high-grade intracranial tumors.

Methods: A literature review of the state of the art on the topic was conducted to refine a search strategy for source selection. Searches were performed across various databases and platforms: PubMed, LILACS, ClinicalKey, Cumed, Google Scholar, and SciELO Regional. The first 10 screens from each search engine collected a total of 12,235 documents. Publication dates were limited to the study period. From these, 30 documents were selected and classified by type (books, monographs on the Internet, reference works, Web pages, digital magazines, printed magazines); 20 documents from 2019 onwards were found, while updates on the topic were insufficient with only 10 records.

Results: The literature review identified documents on various histological features of peritumoral

tissue, including peritumoral edema, inflammatory infiltration, neovascularization, and changes in neuronal histology. In this sense, postoperative complications and the patient's prognosis were identified.

Conclusions: The study highlighted the behavior of the topic, for which no precedents were found in the literature of articles published in Cuba, emphasizing its relevance based on the review. The histological findings of peritumoral tissue and their relationship with postsurgical complications underscore the need for further studies to understand better the nature of these alterations and their impact on prognosis and clinical outcomes.

DeCS: BRAIN NEOPLASMS; HISTOLOGY; BRAIN EDEMA; POSTOPERATIVE COMPLICATIONS; REVIEW.

Recibido: 24/03/2025

Aprobado: 04/10/2025

Ronda: 1

INTRODUCCIÓN

Los tumores intracraneales crecen y se multiplican en el cerebro o en sus alrededores, pudiendo dañar las células sanas, invadir otras áreas y provocar inflamación, edema cerebral y aumento de la presión intracraneana. La clasificación publicada en 2016,⁽¹⁾ incorpora no solo aspectos morfológicos, sino también características moleculares y de citodiferenciación.

Sin embargo, en 2007 se propuso una clasificación que considera aspectos más vinculados a la especialidad de Histología.⁽²⁾ Por lo cual, en los laboratorios de Anatomía patológica del país para diagnóstico de tumores intracraneales, a pesar de los avances es la que se utiliza.

El glioblastoma multiforme (GBM) es uno de los tumores malignos cerebrales más frecuentes y agresivos. Representa más del 50 % de los tumores primarios diagnosticados y alrededor del 20 % de los tumores intracraneales.⁽³⁾

Según Gómez et al.,⁽²⁾ en la primera mitad del siglo XIX, el glioblastoma se consideraba de origen mesenquimático, por tanto, se definió como sarcoma. Estos autores describen que, en 1863, Virchow demostró su origen glial y fue F.B. Mallory, en una memoria de 1914, quien propuso el término GBM; pero no fue hasta el año 1925 que se obtuvo su descripción completa por parte de J. GlobuseI. Strass.

Hoy se conoce que el GBM es la forma más maligna de astrocitoma, predomina entre la quinta y sexta década de vida con alta frecuencia en hombres (3:2). Sus factores etiológicos aún se desconocen.⁽³⁾ Se plantea que tiene relación con la exposición a radiaciones ionizantes y electromagnéticas y a los carcinógenos de la dieta, sin evidencia científica. Los casos con historia familiar son escasos y algunos están asociados a síndromes genéticos poco frecuentes como la neurofibromatosis.⁽⁴⁾

Según el Anuario Estadístico de Salud, en Cuba, los tumores malignos constituyen la segunda causa de muerte, solo antecedida por las enfermedades cardiovasculares, con una tasa de 246 por cada 100 000 habitantes. En específico los cerebrales con 577 casos al año para una tasa de 5.6 por cada 100 000 habitantes.⁽⁵⁾

En consecuencia, como en la mayoría de los países desarrollados, refiere Galán,⁽⁶⁾ el cáncer ocupa la segunda causa de muerte y la primera en personas de 15 a 49 años y dentro de este, las neoplasias intracraneales tienen una morbilidad de 2 a 3 %. Así como, las neoplasias intracraneales ocupan la segunda causa de muerte en el grupo comprendido entre cinco y 14 años y la tercera causa de muerte en la edad pediátrica después de las malformaciones congénitas y los accidentes.

En opinión de los autores, resulta de gran importancia el estudio del tejido peritumoral al tener en cuenta que la mayor parte de las recidivas tumorales ocurren en este sitio y las características histológicas se relacionan con la aparición de complicaciones neurológicas.

El tejido peritumoral consiste en la región anatómica no neoplásica o sana que rodea la masa tumoral e interactúa con la misma promoviendo metástasis y tumorigénesis, de la cual no se especifica límites precisos. Consiste en un microambiente formado por una matriz extracelular remodelada, fibroblastos, células inmunitarias y vasos sanguíneos neoformados, aunque está en dependencia de las características del órgano donde se encuentra.⁽⁷⁾

Los autores consideran, después de revisar del tema y en la práctica asistencial, que existen insuficiencias de estudios histológicos realizados en Cuba y en el contexto, sobre el tejido peritumoral en pacientes operados de tumores intracraneales y su relación con la aparición de complicaciones en el posoperatorio. Este nexo causal se considera de importancia en la fisiopatología del edema cerebral y en el desarrollo del hematoma del lecho quirúrgico, complicaciones de alta mortalidad posquirúrgica en pacientes operados de este tipo de neoplasias. Este conocimiento en etapas iniciales del diagnóstico puede ayudar a la predicción de estos eventos y por tanto realizar ajustes en el tratamiento y seguimiento.

El estudio tiene como objetivo exponer las aproximaciones teóricas que guardan relación con la histología del tejido peritumoral en tumores intracraneales de alto grado.

MÉTODOS

Para la revisión del estado del arte de la temática, se diseñó una estrategia de búsqueda en la que se elaboró una pregunta de primera línea o específica para identificar los términos clave:

¿Existe en la literatura documentos que abarcan el comportamiento del tejido peritumoral en los tumores intracraneales de alto grado?

En consecuencia, quedó identificado el tipo de artículo, se priorizaron aquellos que aportaron el mayor nivel de certeza. Para la selección de la fuente se decidió en qué recurso de información realizar la búsqueda, se encontró una respuesta válida y relevante en el menor tiempo posible. Se limitó la fecha de publicación de los documentos, se tuvo en cuenta el periodo en estudio. Las fuentes de información pre-evaluadas fueron las ideales para iniciar una búsqueda eficiente. La búsqueda se diseñó según criterios metodológicos establecidos y las necesidades específicas del estudio, para la organización de la información se tuvo en cuenta los siguientes pasos: se estableció la pregunta, se realizó la búsqueda de la información, análisis crítico del contenido de los documentos, se tuvieron en cuenta los criterios de exclusión y fueron identificados los documentos a ser utilizados. Esto se basó en la jerarquización de la evidencia.

Seguido como parte de un subproceso fundamental dentro del ciclo de vida de la información se efectuó la indización se utilizaron palabras clave para identificar en el tesoro los DeCS (descriptores en Ciencias de la Salud) en la versión actualizada del 2021; por la magnitud e importancia del estudio el lenguaje fue controlado se llevó de un lenguaje natural, al lenguaje de búsqueda informativa para obtener una mayor precisión lo que permitió alcanzar términos específicos (Descriptores en español: Tejido peritumoral; Tumores intracraneales; Glioblastoma; Histología. En inglés: Peritumoral tissue; Intracranial tumors; Glioblastoma; Histology.)

Para definir los contenidos en cada uno de los artículos, así como para definir los términos libres con varias posibles terminaciones se usó el truncamiento (*). No se utilizaron operadores booleanos, pero si los filtros metodológicos para encontrar diferentes tipos de documentos y la traducción en el idioma inglés de las palabras clave que se utilizaron (tejido peritumoral, tumores del sistema nervioso central, tumores intracraneales de alto grado, tumores malignos).

Se examinaron varias bases de datos de libre acceso a la información según los recursos disponibles en la Red Infomed (PubMed, LILACS, ClinicalKey, Cumed y SciELO Regional). Se manipuló el Google Académico de donde se sacaron los documentos a texto completo, a los cuales se le hizo un análisis crítico en su contenido. La condición fue tener en cuenta como indicador, dominar el concepto de documento que pueda ser usado con fines investigativos.

Se trabajó con las 10 primeras pantallas en cada buscador, lo que permitió evidenciar la escasa literatura disponible sobre el tema. Quedaron recolectados un total de 12 235 documentos, los cuales fueron sometidos a un análisis de contenido detallado, para lo cual se establecieron los siguientes

criterios de exclusión: documentos que no cumplieran con el periodo de estudio, en otros idiomas que no fueran los propuestos y que la fuente no se identificara de manera correcta en el documento. Así mismo, de ellos fueron seleccionados 30, de los cuales 26 se encontraron en idioma español y 4 en inglés y fueron clasificados según su tipo en revistas digitales y revistas impresas, que representaron la mayor proporción con 21 documentos, 4 libros y el resto fue clasificado como monografías en internet, obras de referencia y páginas web. Asimismo, fueron identificados 20 documentos publicados a partir del 2019 y un total de 10 que no cumplieran con criterios de actualización, considerando que la investigación comenzó en 2020 y culminó en el 2022.

RESULTADOS

Neoplasias cerebrales de alto grado

Se aborda que los gliomas son el tipo de neoplasia maligna primaria cerebral más frecuente y se originan a partir de la proliferación anormal de células gliales. Representan del 64 al 70 % de los casos y la mayoría son astrocitomas. El tipo de glioma más frecuente en el adulto es el GBM, resulta la neoplasia primaria maligna más frecuente del sistema nervioso central (supone más del 50 %), se considera un tumor incurable, con una supervivencia media de 15 meses pese a un tratamiento agresivo. Solo el 33 % de los pacientes sobrevive al año y el 5 % de los pacientes llegan a vivir más de cinco años tras el diagnóstico. ⁽⁸⁾

Shin et al., ⁽⁹⁾ explican que los GBM típicamente se manifiestan como lesiones muy heterogéneas, sin dilucidar un patrón característico en las imágenes de tomografía computarizada (TC) y también pueden estar acompañados de edema peritumoral, cuya extensión puede variar.

Complicaciones de los tumores intracraneales de alto grado

Por otro lado, un grupo importante de tumores cerebrales son las metástasis, ya que constituyen el 50 % de todas las neoplasias intracraneales. A diferencia de los tumores cerebrales primarios, las metástasis tienen una incidencia entre 9 y 17 % de complicaciones neurológicas con base en varios estudios, aunque se piensa que es más alta. ⁽¹⁰⁾

Existe unanimidad en la utilidad del abordaje quirúrgico de las neoplasias cerebrales. Con anterioridad una de las limitaciones era la alta mortalidad. Esta podría estar estabilizada como consecuencia de los avances, tanto en las técnicas diagnósticas de imagen como en las múltiples mejoras obtenidas con los tratamientos en los últimos años. La tendencia actual es la excéresis quirúrgica de las lesiones e incorporar marcadores moleculares en la tipificación de los gliomas, que permitan dirigir estos tratamientos de manera personalizada. ^(1,11)

Por consiguiente, existen complicaciones que pueden ser fatales y atentar contra los buenos resultados del tratamiento neuroquirúrgico. La mayor parte de los pacientes que presentan complicaciones tanto médicas como quirúrgicas, tienen como antecedente más frecuente la cirugía previa de

de una neoplasia cerebral maligna. ⁽¹²⁾

La aparición de estas complicaciones podría ser más frecuente en aquellas lesiones que desarrollan una neovascularización anómala como los glioblastomas y linfomas. La indicación del procedimiento quirúrgico correcto es un factor determinante en la morbilidad postoperatoria. ⁽¹³⁾

Asis et al., ⁽¹⁴⁾ plantean que algunas complicaciones como la fístula del líquido cefalorraquídeo (LCR), son frecuentes en la cirugía de tumores de fosa posterior. Por otro lado, el hematoma postoperatorio se considera una de las complicaciones más graves en Neurocirugía, con una mortalidad que varía entre un 18 % y 32 %, según un estudio presentado en la Revista Uruguaya de Medicina Interna. ⁽¹⁵⁾ Los autores resaltan la relevancia de las descripciones comentadas, que establecen una relación causal entre el tipo histológico de tumor intracraneal de alto grado con el desarrollo de las complicaciones más frecuentes, lo cual se justifica desde la fisiopatología de los cambios histológicos propios de las neoplasias malignas donde ponderan la capacidad de infiltrar y la neovascularización.

Según artículo publicado en la revista *American Brain Tumors Association*, los esteroides son fármacos utilizados para disminuir el edema alrededor del tumor cerebral. El esteroide que se prescribe con más frecuencia para los pacientes con tumores cerebrales es la dexametasona ⁽¹⁶⁾. Lara et al., ⁽¹⁷⁾ describe que la administración de esteroides entre 24 y 48 horas previas al procedimiento quirúrgico tiene un efecto potencial sobre el edema cerebral peritumoral y la condición clínica del paciente en el momento de la craneotomía

El hematoma del lecho quirúrgico en el postoperatorio es una de las complicaciones quirúrgicas más serias y temidas del procedimiento neuroquirúrgico, es aquella que aparece luego de craneotomía y genera un deterioro clínico significativo, y requiere reintervención de emergencia. Su incidencia reportada en países desarrollados varía entre un 0,6 a 4 %. ⁽¹⁸⁾

Es vital la expresión de acuoprina-1 y acuoprina-4, que se encuentra elevada en los astrocitos reactivos después de una hemorragia subaracnoidea. Esto refuerza también la hipótesis de que las alteraciones gliales en el área peritumoral están relacionadas con la aparición de complicaciones hemorrágicas. ⁽¹⁹⁾

Sin embargo, a pesar de conocer la asociación entre el edema cerebral peritumoral, el hematoma perilesional, entre otras complicaciones quirúrgicas y el comportamiento maligno, en los gliomas, meningiomas y metástasis, los mecanismos por los cuales esto ocurre aún no son de completo conocimiento. ⁽¹⁷⁾ Al respecto la autora opina que la heterogeneidad y multifactorialidad causal atribuida al origen de estas lesiones, complejiza la predicción y pronóstico de estas neoplasias y por tanto el tratamiento precoz de las complicaciones.

Wang et al., ⁽²⁰⁾ plantean que dentro de las complicaciones quirúrgicas más frecuentes descritas se puede mencionar el edema cerebral peritumoral. Este influye en el despertar del paciente y puede ser ligero, moderado y severo. El mismo puede desarrollarse de manera rápida y ser refractario

al uso de esteroides y deshidratantes cerebrales. Este comportamiento que se asocia con frecuencia al GBM se acompaña de alta mortalidad.

Cambios histológicos en el tejido peritumoral

Así pues, las biopsias de cerebro provenientes de pacientes con neoplasias cerebrales, muestran que en el tejido peritumoral predominan las alteraciones celulares tanto de tipo edematoso como de tipo isquémico, situación evidente que ensombrece el pronóstico de estos pacientes. En el edema cerebral peritumoral se presume que el flujo sanguíneo cerebral regional disminuye debido al aumento de la presión intersticial, lo que ocasiona el deterioro del flujo sanguíneo y el origen de la hipoxia local.⁽²¹⁾

El edema cerebral peritumoral no es una entidad clínica como tal, sino un estado clínico-patológico caracterizado por un exceso de acúmulo de agua en el parénquima cerebral, donde los mecanismos de compensación como el LCR y el volumen sanguíneo fallan. Existe una clasificación para edema cerebral, que los divide en dos grandes grupos: de tipo vasogénico y de tipo citotóxico.⁽¹⁷⁾

El edema citotóxico es resultado de una alteración dependiente de energía (falla en la producción de ATP) en sistemas de membrana celular que son los encargados de mantener los iones y líquidos intra y extracelulares. El vasogénico es el resultado del incremento del líquido intersticial en el cerebro. Por lo general, los tumores primarios del sistema nervioso central (SNC) se acompañan de edema vasogénico.⁽²²⁾

Lara et al.,⁽²³⁾ corroboran la presencia de células gliales en estudio realizado en humanos mediante técnica inmunohistoquímica donde se demuestra que una de las principales quimiocinas secretadas por las células tumorales es la CCL2 o quimiocina C-C motivo ligando 2, que recluta células microgliales y juega un papel crucial en la promoción del crecimiento tumoral, la neoangiogénesis y la invasividad ya que estimula a las microglías para que produzcan interleucina-6, 8 y TNF- α , todo lo cual favorece el desarrollo de una inflamación peritumoral asociada.

Las células cancerosas también estimulan la neoangiogénesis a partir de la que se forman nuevos vasos sanguíneos de los capilares ya existentes o a partir de la proliferación de células endoteliales progenitoras de la médula ósea que migran hasta el sitio de la lesión, pero los vasos sanguíneos tumorales son anormales, se observan agujereados, o sea presentan muchos espacios entre las células endoteliales y se observan dilatados, además con un patrón anormal de conexión.⁽²⁴⁾

El GBM causa infiltración perivascular en el margen tumoral lo cual explica la proliferación y malformación perivascular, donde se pueden observar vasos tortuosos con aspecto glomeruloide, que se corresponde con la definición de proliferación microvascular y/o con proliferación endotelial con reducción de la luz vascular.⁽²⁵⁾ Al respecto la autora valora que este comportamiento vascular anómalo puede ser la causa fundamental del hematoma que luego puede aparecer en el lecho tumoral a segundas de la intervención quirúrgica; y considera relevante alertar al neurocirujano tratante de

estos hallazgos, para optimizar el seguimiento clínico y tomográfico de los pacientes en este sentido.

En una investigación realizada en pacientes con adenocarcinomas rectales se determinó en la ultraestructura del tejido peritumoral, que la mayoría de los casos tenían un engrosamiento fuerte y heterogéneo de la membrana basal del endotelio y en algunos casos con una alteración de la luz del vaso. Además, se constató un engrosamiento en el citoplasma de las células endoteliales y se documentó el interés por las características del tejido adyacente a neoplasias malignas de alto grado. ⁽²⁶⁾

En la antigüedad teorizaban que el crecimiento tumoral dependía solo de la angiogénesis, y ya en la actualidad se confirma que la unidad neurovascular representa un entorno privilegiado para el soporte, expansión y crecimiento del tumor.⁽²⁵⁾ El nicho perivascular es una estructura multicelular donde se pueden encontrar células neoplásicas, células endoteliales, pericitos, macrófagos, neutrófilos y astrocitos y microglías reactivas.⁽²⁷⁾

Infiltrado inflamatorio y cambios histológicos de la neurona en el tejido peritumoral, en estudio realizado a pacientes diagnosticadas con cáncer de mama, se demostró que la presencia de infiltración por linfocitos T CD8 estromal se relaciona con una mayor supervivencia global al cáncer que la ausencia del mismo y en consecuencia se podría postular que el infiltrado linfocitario tumoral es un factor predictivo de respuesta completa patológica ⁽²⁸⁾ Donde la mayoría de las células del infiltrado inflamatorio linfocitario resultaron ser del tipo linfocitos T. ⁽²⁹⁾

Los daños producidos por lesiones en la medula espinal, así como los cambios en la micro circulación conducen a una liberación y acumulación de neurotransmisores como el glutamato que alcanza niveles tóxicos y termina por provocar una muerte neuronal por excitotoxicidad.⁽³⁰⁾

CONCLUSIONES

El conocimiento sobre las características histológicas del tejido peritumoral relacionado con tumores intracraneales de alto grado, se considera relevante en el desarrollo de las complicaciones de mayor incidencia en la morbilidad y mortalidad posoperatoria como son el edema cerebral y el hematoma del lecho quirúrgico. Su identificación en etapas tempranas del diagnóstico histopatológico, pueden alertar al neurocirujano en la necesidad de optimizar el seguimiento clínico y radiológico de los pacientes, para el diagnóstico precoz de estas complicaciones y su tratamiento personalizado y oportuno. Se pondera la necesidad de estudios adicionales para comprender mejor la naturaleza de estas alteraciones y su impacto en el pronóstico y la evolución clínica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SEOM [Internet]. España: Sociedad Española de Oncología Médica. Tumores cerebrales [Internet]. Madrid: Sociedad Española de Oncología Médica; 2022 [actualizado 2022; citado

22 Feb 2025]. Disponible en:

<https://seom.org/info-sobre-el-cancer/tumores-cerebrales>

2. Gómez Vega JC, Ocampo Navia MI, Feo Lee O. Epidemiología y caracterización general de los tumores cerebrales primarios en el adulto. Rev Univ Med [Internet]. 2019 [citado 22 Feb 2025];60(1):[aprox. 12 p.]. Disponible en: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed60-1.cere>

3. Cansino Carvajal LA, Morales Barrabia I, Roiz Balaguer MM. Glioblastoma multiforme con presentación pseudovascular. Rev cuban med [Internet]. 2021 [citado 16 Mar 2025]; 60(4). Disponible en: <https://revmedicina.sld.cu/index.php/med/article/view/1747/2225>

4. Bruna J, Graus F, Fernández-Vega I, Mateos B, Zarranz JJ. Neurooncología. Tumores cerebrales. En: Zarranz JJ. Neurología [Internet]. Barcelona: Elsevier; 2018 [citado 16 Mar 2025]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=729100>

5. Ministerio de Salud Pública de Cuba. Anuario Estadístico de Salud 2023 [Internet]. La Habana: Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud; 2024 [citado 22 Feb 2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/sites/default/files/2025-02/anuario-estadistico-salud-2023-ed-2024.pdf>

6. Galán Álvarez Y. Incidencia de cáncer en Cuba en el 2018. Rev cuban oncol [Internet]. 2020 [citado 22 Feb 2025];35(2):[aprox. 10 p.]. Disponible en: <https://revoncologia.sld.cu/index.php/onc/article/view/87620>

7. Koca D, Abedi-Ardekani B, LeMaout J, Guyon L. Peritumoral tissue (PTT): increasing need for naming convention. British Journal of Cancer [Internet]. 2024 [citado 8 Jun 2025]; 131: 1111-1115. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41416-024-02828-y>

8. Sierra Benítez EM, León Pérez MQ, Laud Rodríguez L, Carrillo Comas AL, Pérez Ortiz L, Rodríguez Ramos E. Gliomas malignos: biología molecular y detalles oncogenéticos. Rev Méd Electrón [Internet]. 2018 [citado 12 Feb 2025];40(4):[aprox. 10 p.]. Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2480/3973>

9. Shin C, Kim JM, Cheong JH, Ryu JI, Won YD, Ko Y; et al. Association between tumor size and peritumoral brain edema in patients with convexity and parasagittal meningiomas. PLoSOne [Internet]. 2021 [citado 22 Feb 2025];16(6):e0252945. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252945>

10. ABTA [Internet]. Chicago: American Brain Tumor Association; 2023 [actualizado 2025; citado 22 Feb 2025]. Disponible en: https://www.abta.org/mindmatters/scientific_advances/mm-2023-national-conference-returns-to-chicago/

11. Testart Dardel NC. Tomografía por emisión de positrones (PET) con fluorocolina en gliomas cerebrales [tesis doctoral]. Granada: Universidad de Granada;2021 [citado 22 Feb 2025]. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/70446/63099%281%29.pdf?sequence=4>

12. Sánchez Figueredo SA, Frómeta Guerra A, González Aguilera JC, Reyes Tornés R, Vega Garcés Y. Complicaciones posoperatorias en pacientes con intervenciones neuroquirúrgicas craneales en la unidad de cuidados intensivos [Internet]. Granma: Cibamanz; 2021 [citado 16 Mar 2025]. Disponible en: <https://cibamanz2021.sld.cu/index.php/cibamanz/cibamanz2021>
13. Okuma C, Fernández R. Evaluación de gliomas por técnicas avanzadas de resonancia magnética. Rev Med Clin Condes [Internet]. 2017 [citado 22 Feb 2025];28(3):[aprox. 15 p.]. Disponible en: <http://www.enfermeriaaps.com/portal/wpcontent/uploads/2017/06/EVALUACIÓN-DE-GLIOMAS.pdf>
14. Asis S, Sciarra M, Cabanillas JM, Montivero AJ, Toscano M, De Battista JC. Cirugía de fosa posterior y fístula de líquido cefalorraquídeo: una revisión de cómo prevenirla y tratarla. Rev Argent Neurol [Internet]. 2023 [citado 22 Feb 2025];37(3):[aprox. 10 p.]. Disponible en: <https://www.ranc.com.ar/index.php/revista/article/view/446>
15. Frati A, Armocida D, Arcidiacono UA, Pesce A, D'Andrea G, Cofano F; et al. Peritumoral brain edema in relation to tumor size is a variable that influences the risk of recurrence in intracranial meningiomas. Tomography [Internet]. 2022 [citado 22 Feb 2025];8(4):1987-96. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/tomography8040165>
16. American Brain Tumor Association. Glioblastoma y astrocitoma maligno [Internet]. Chicago: ABTA; 2018 [citado 22 Feb 2025]. Disponible en: <https://www.abta.org/wp-content/uploads/2018/03/glioblastoma-y-astrocitoma-maligno.pdf>
17. Lara Lino ZI, Sánchez Díaz JS, Martínez Rodríguez EA, Pascual Epigmenio S, Asiain Velázquez JA, Peniche Moguel KG; et al. Dexametasona y edema cerebral peritumoral: ¿Cuándo, ¿cuánto y hasta cuándo? Med Crit [Internet]. 2018 [citado 22 Feb 2025];32(1):48-52. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S244889092018000100048&script=sci_arttext
18. Castelluccio G, Bertullo G, Martínez F, Salle F, Bentancourt V, Romero M; et al. Hematoma postoperatorio en neurocirugía: presentación de un caso y revisión. Rev Urug Med Int [Internet]. 2016 [citado 22 Feb 2025];1(2):[aprox. 4 p.]. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S239367972016000200010&lang=es
19. Mederos Crespo S. Comunicación astrocito-interneurona y el procesamiento de la información en las redes neuronales [Internet]. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid; 2019. [citado 12 Feb 2025] Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/59509/1/T41849.pdf>
20. Wang P, Su Y-J, Jia CY. Current surgical practices of robotic-assisted tissue repair and reconstruction. Chin J Traumatol [Internet]. 2019 [citado 12 Feb 2025];22(2):[aprox. 5 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6487454/>.
21. Neurología.com. Plasticidad sináptica en el tejido cerebral peritumoral humano [Internet]. España: Neurocampus; 2020 [citado 22 Feb 2025]. Disponible en: <http://revistaamc.sld.cu/>

<https://www.neurologia.com/noticia/588/plasticidad-sinaptica-en-el-tejido-cerebral-peritumoral-humano>

22. Alegría-Loyola MA, Gainares-Olalde JA, Mercado M. Tumores del sistema nervioso central. Rev Med Inst Mex Seguro Soc [Internet]. 2017 [citado 16 Mar 2025];55(3):330-40. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2017/im173i.pdf>

23. Altieri R, Barbagallo D, Certo F, Broggi G, Ragusa M, Di Pietro C; et al. Peritumoral microenvironment in high-grade gliomas: from FLAIrectomy to microglia-glioma cross-talk. BrainSci [Internet]. 2021 [citado 22 Feb 2025];11(2):[aprox. 15 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7915863/>

24. Kumar V, Abbas A, Aster JC, editors. Robbins Patología Humana. 10 ed. España: Elsevier; 2018

25. García Ortega AA. Infiltración peritumoral en glioblastomas multiformes, estudio de la angiogénesis tumoral mediante correlación inmuno-histo-radiológica [tesis doctoral]. Madrid, España: Universidad de Murcia; 2018 [citado 22 Feb 2025]. Disponible en:

<https://digitum.um.es/entities/publication/730355bc-c37a-47f2-9e4b-d6c3bda65014>

26. Osorio Vega HL. Ultra estructura e histología de tejidos adyacentes a adenocarcinomas rectales en pacientes tratados con radioterapia y quimioterapia [Internet]. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela; 2014 [citado 22 Feb 2025]. Disponible en:

<http://saber.ucv.ve/handle/10872/13300>

27. Central Committee of the Communist Party of China. Resolution on further deepening reform comprehensively to advance Chinese modernization [Internet]. Beijing: Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China; 2024 Jul 21 [citado 22 Feb 2025]. Disponible en:

https://www.mfa.gov.cn/eng/xw/zyxw/202407/t20240721_11457437.html

28. Herrero Vicent C. Evaluación de los cambios en la respuesta linfocitaria en el microambiente tumoral como factor pronóstico y predictivo de respuesta a la quimioterapia neoadyuvante del cáncer de mama triple negativo estadio II-III [tesis doctoral]. Valencia: Universidad de Valencia; 2019 [citado 12 Feb 2025]. Disponible en: <https://roderic.uv.es/rest/api/core/bitstreams/0d28f0af-484b-4fec-9b35-eba6898699e9/content>

29. Salguero Fernández IB. Importancia del infiltrado inflamatorio y la neovascularización asociada al melanoma y su correlación con el desarrollo de metástasis: Estudio inmunohistoquímico de 81 casos. Árboles de decisión basados en "Machine learning [tesis doctoral]. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid; 2020 [citado 12 Feb 2025]. Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/696420/salguero_fernandez_irene_beatriz.pdf?sequence=1&isAllowed=y

30. Lara-Aparicio SY, Laureani-Fierro ÁJ, García-Hernández LI, Ortiz-Pulido R, Morgado-Valle C, Bel-

trán-Parrazal L; et al. Mecanismos bioquímicos desencadenados después de la lesión de medula espinal. Neurobiología revista electrónica. neurobiol rev electr [Internet]. 2020 [citado 12 Feb 2025];11(28):[aprox. 9 p.]. Disponible en: [https://www.uv.mx/eneurobiologia/vols/2020/28/Lara-Aparicio/Lara_Aparicio11\(28\)051220.pdf](https://www.uv.mx/eneurobiologia/vols/2020/28/Lara-Aparicio/Lara_Aparicio11(28)051220.pdf)

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Lisneydi Alfonso-Gómez (Conceptualización, Análisis formal, Metodología, Investigación, Supervisión, Visualización, Redacción – revisión y edición).

Gretel Mosquera-Betancourt (Conceptualización, Análisis formal, Metodología, Investigación, Supervisión).

Pedro Rosales-Torres (Conceptualización, Análisis formal, Metodología, Investigación, Supervisión).

Dayami Bembibre-Mozo (Análisis formal, Metodología, Investigación, Visualización, Redacción – revisión y edición).