

Impresión 3D: Precisión diagnóstica y planificación quirúrgica de un tumor carcinoides

José L. Fleck Salado¹, José G. Wazar Puello², Junior M. Céspedes Martínez³, Diana C. Pereyra González⁴, Amaruys De La Rosa Zayas⁵, Rocío D. Valdez Castillo⁶

¹ Coordinador de Radiología e Imágenes diagnósticas CMUCE. <https://orcid.org/0009-0008-5248-4605>

² Departamento Investigación CMUCE <https://orcid.org/0009-0001-6347-7135> jwazar@uce.edu.do

³ Médico Radiólogo adjunto Dpto. Imágenes CMUCE <https://orcid.org/0009-0005-7525-3517>

^{4,5,6} Residente Radiología CMUCE

⁴ <https://orcid.org/0000-0003-1800-7959>,

⁵ <https://orcid.org/0000-0001-2196-72917>,

⁶ <https://orcid.org/0009-0007-3286-1883>

Recibido oct. 2023

Aceptado dic. 2023

RESUMEN

Este estudio de caso trata sobre un masculino, 43 años, mecánico industrial, sin antecedentes mórbidos conocidos y quirúrgicos negados, episodios tratados de neumonía a repetición, con tos no productiva de 6 meses de evolución y disnea de esfuerzo. Un lavado broncoalveolar evidenció líquido hemático mixto de moco, sangre, macrófagos y grupo de células bronquiales sin atipia y células escamosas benignas, con diagnóstico de neoplasia pobremente diferenciada, líquido positivo para para Cromogranina y Sinaptofisina, marcadores neuroendocrinos, por inmuno histoquímica y una TAC de tórax, como base para el biomodelo con reconstrucción volumétrica y tercera dimensión (3D) que facilitó el abordaje y programa quirúrgico que consistió en una neumonectomía derecha vía postero-lateral, extirpándose un tumor de gran tamaño (15 x 14.5 cm, 470 gramos), adherido a la vena y arteria pulmonar inferior y al bronquio principal. El estudio enfatiza el uso de reconstrucción volumétrica y en 3D para planificar abordaje quirúrgico y extensión de este. Por ende, la presentación de la resección de un tumor carcinoides, advierte del uso de la aplicación para un más preciso abordaje quirúrgico al permitir evaluar la extensión del tumor en todas sus dimensiones, y su relación con estructuras anatómicas importantes, al mismo tiempo que permite regular el margen quirúrgico adecuado de resección.

PALABRAS CLAVE: Tumor carcinoides; biomodelo; reconstrucción volumétrica y 3D

ABSTRACT

3D printing: Diagnostic accuracy and surgical planning of a carcinoid tumor. This case study involves a 43-year-old male patient, an industrial mechanic, with no known morbid or surgical history, presenting with recurrent pneumonia episodes, a 6-month history of non-productive cough, and exertional dyspnea. Bronchoalveolar lavage revealed bloody fluid composed of mucus, blood, polymorphonuclear macrophages, and a group of bronchial cells without atypia and benign squamous cells. The diagnosis was a poorly differentiated neoplasm, with positive immunohistochemistry for Chromogranin and Synaptophysin, both neuroendocrine markers. A chest CT scan served as the basis for the biomodel, yielding volumetric and three-dimensional (3D) reconstruction, facilitating the surgical approach and planning. The surgical procedure involved a right-sided postero-lateral pneumonectomy, removing a large tumor (15 x 14.5 cm, weighing 470 grams), adhered to the lower pulmonary vein and artery and the main bronchus. The study emphasizes the use of volumetric and 3D reconstruction for surgical approach planning and extension. The presentation of carcinoid tumor resection highlights the application's use for a more precise surgical approach by evaluating the tumor's dimensions and its relationship with important anatomical structures, while allowing for proper surgical margin adjustment.

KEYWORDS: Carcinoid tumor; lung resection; biomodel; volumetric and three-dimensional reconstruction

INTRODUCCIÓN

Los carcinoides pulmonares son un tipo de neoplasia infrecuente, 1 a 2% de las neoplasias de origen torácico y pertenecen al sistema neuro endocrino o de la serie APUD (APUDOMAS), que pueden estar asociados al MEN-I (1-3).

Histológicamente provienen del tejido de la cresta neural embrionaria en varios órganos, principalmente de las células de Kulchitsky de los pulmones y abarcan un espectro desde bajo grado hasta alto grado (4).

Uno de los órganos afectados es el bronquio pulmonar donde se asocia a la estructura bronquial segmentaria y rara vez crece en la tráquea, siendo más frecuente entre las décadas tercera y séptima, promedio de 45 años (5).

Radiológicamente, se observa como una masa central, redonda u ovalada, con contornos suaves, de 2-5 cm, hilar o perihilar. En las series de contraste, se realza intensa y homogéneamente debido a una alta vascularización, con calcificación excéntrica con cierta frecuencia, centralmente ubicada, puede producir datos radiográficos relacionados con su localización de tipo obstructivo bronquial, como atelectasia, neumonía, bronquiectasia (6).

Se asocian con otras neoplasias en el MEN I o neoplasia endocrina múltiple tipo 1 y el síndrome de Cushing (7). En el examen transversal con contraste, estas lesiones se realzan de manera intensa y homogénea, y a menudo pueden ser confundidas radiológicamente con aneurismas (8).

Por otro lado, el trabajo hace énfasis en la aplicación de la inteligencia artificial que, como disciplina, comprende un espectro amplio de funcionalidades, entre las que vale la pena mencionar su aplicación en el análisis de las imágenes digitales.

Y es en esta área donde de manera particular se ha visto el desarrollo exponencial de su aplicación en la última década, sobre todo en el ámbito del Deep Learning.

Estas novedades sin lugar a duda han repercutido directamente en la imagenología, donde uno de los sustratos principales representa el análisis de imágenes con fin diagnóstico y terapéutico, desde la optimización de la imagen, reconocimiento de estructuras, segmentación de lesiones, entre otros, todas compartiendo la dilatada pertinencia tanto en la especialidad como en la medicina.

➤ PRESENTACIÓN DE CASO

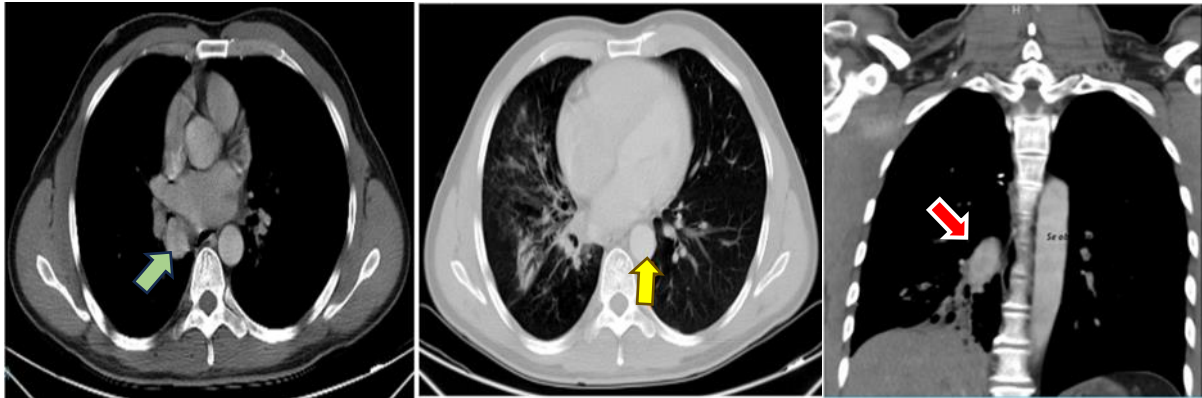
Paciente masculino de 43 años, mecánico industrial, sin antecedentes mórbidos conocidos y quirúrgicos negados, refiere que desde hace varios años estuvo cursando con tratamientos para procesos neumónicos, que podían presentarse hasta 2 veces al año. Hace 6 meses se exacerbó su cuadro clínico, caracterizándose por tos no productiva y disnea de esfuerzo.

Ambos campos pulmonares bien ventilados, rudeza inspiratoria, sin sibilancias al momento de la exploración, sin crepitantes, sin cambios en la transmisión de la voz, sin integración de síndromes pleuropulmonares; los demás campos de exploración sin datos patológicos.

Se le realizó lavado bronco-alveolar en el que se evidenció la presencia de líquido hemático compuesto por moco, sangre y macrófagos polimorfonucleares y grupo de células bronquiales sin atipia y células escamosas benignas, resultando coincidente para neoplasia pobremente diferenciada e infiltrada.

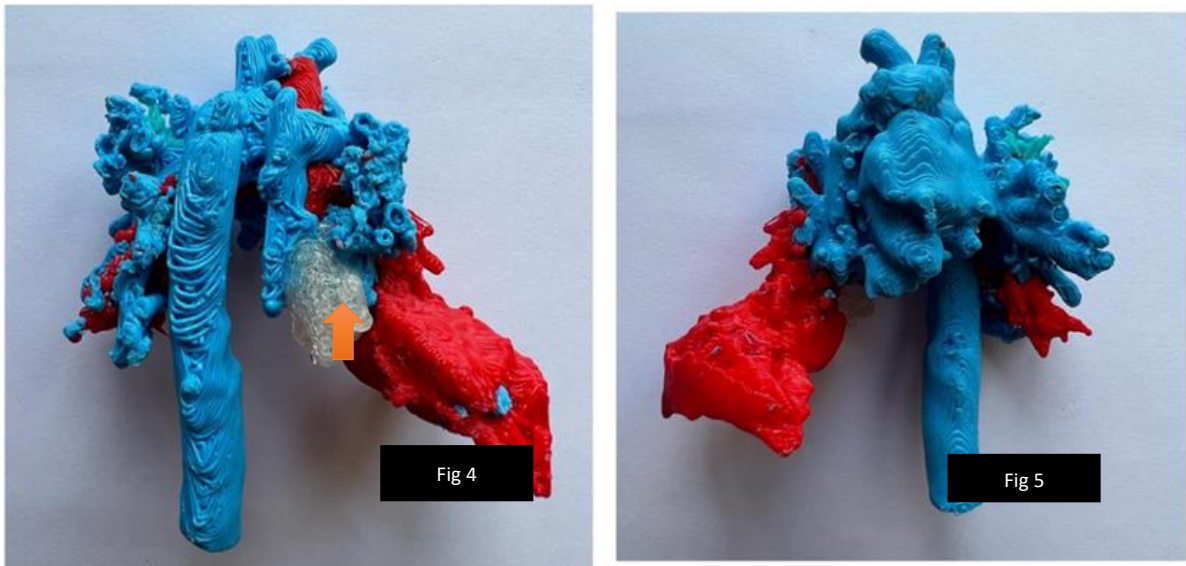
En la inmunohistoquímica resultó ser positivo para Cromogranina y Sinaptofisina, ambos marcadores neuroendócrinos.

Se realiza una TAC de tórax (Figuras 1, 2 y 3), la cual evidencia la formación nodular.



Figuras 1 y 2. TAC de Tórax con invasión linfovascular (flechas verde y amarilla). Figura 3. TAC de Tórax donde se aprecia una formación nodular con atenuación de partes blandas, obliterando el bronquio derecho, asociado a bronquiectasias varicosas y patrón en vidrios deslustrados ipsilateral (flecha roja).

Las mismas imágenes de la TAC de tórax se emplearon en el biomodelo tanto para la reconstrucción volumétrica como para la tridimensional (3D) (Figuras 4 y 5)



Figuras 4 y 5. Biomodelo de reconstrucción volumétrica y tridimensional
Color azul: grandes vasos y corazón, tráquea y bronquios. Color rojo: base pulmonar derecha. Color transparente: tumoración (flecha). Vista posterior (Figura 4), Vista anterior (Figura 5).

➤ Tratamiento y evolución

Tras la reconstrucción volumétrica y tridimensional se planifica el tratamiento quirúrgico vía toracotomía con abordaje postero-lateral y se decide una neumonectomía derecha por un tumor de gran tamaño, adherido a la vena y arteria pulmonar del mismo lado (fig. 6.)



Figura 6. Pieza macroscópica neumonectomía derecha posquirúrgica

El paciente evoluciona satisfactoriamente y es dado de alta al 6to día de posquirúrgico.

La histopatología reporta una descripción macroscópica: pieza quirúrgica correspondiente a pulmón derecho, violáceo con áreas pardas que midió 15 x 14.5 cm, con un peso de 470 gramos. A nivel de la luz bronquial de los lóbulos medio e inferior, protruía una masa nodular parda-violácea. A la apertura del bronquio, se observó una masa gris-violácea elástica, que midió 1.5 cm, adherida a la mucosa bronquial, obstruyendo la luz y protruyendo a través de ella. El área del tumor adherida a la mucosa bronquial se encontró a 1.5 cm del margen quirúrgico (Figura 7 y 8).



Fig 7

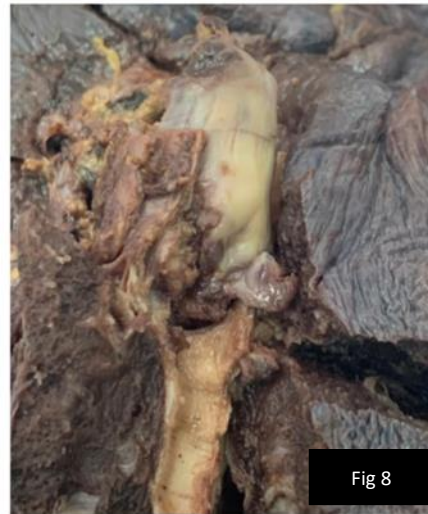
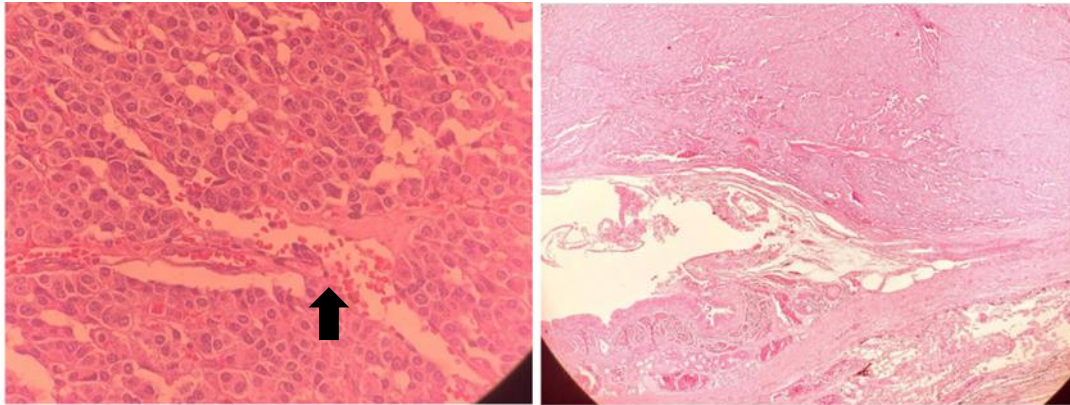


Fig 8

Figura 7 y 8. A los cortes del tumor, la superficie era sólida, gris blanquecina con áreas violáceas.

A los cortes del tumor, la superficie era sólida, gris blanquecina con áreas violáceas. Descripción microscópica: neoplasia compuesta por células regulares, monótonas, que nacen de la capa submucosa. El citoplasma es granular con núcleos redondos y centrales, nucléolos prominentes, y la cromatina en sal y pimienta (Figura 9 y 10).



Figuras 9 y 10. Neoplasia compuesta por células regulares, monótonas, que nacen de la capa submucosa (Flecha negra)

REVISIÓN DE LITERATURA RELACIONADA

Los tumores neuroendocrinos pulmonares (TNEP) son un grupo de neoplasias, asintomáticos o se presentan con síntomas generalizados de tos, sibilancias, pérdida de peso, dolor torácico y hemoptisis según la ubicación del tumor. La resección quirúrgica es el tratamiento de elección para los carcinoides pulmonares localizados (9)

Todas las guías respaldan la resección quirúrgica en CT y CA localizados, ya que se ha demostrado que produce tasas de supervivencia a cinco años del 90 % en CT y del 70 % en CA. No existe consenso sobre la terapia adyuvante en carcinoides pulmonares según las pautas de la Sociedad Norteamericana de Tumores Neuroendocrinos, la Red Nacional Integral del Cáncer, la Sociedad Europea de Tumores Neuroendocrinos o la Sociedad Europea de Oncología Médica (10).

Los tumores carcinoides bronquiales o que afecten el pulmón representan el 10% de todos los tumores neuroendocrinos, y no es común que tengan una afección bronquial como presentación primaria de este tipo histológico de tumores, además esta tumoración está asociada a neoplasias endocrinas y más al síndrome de neoplasias endocrinas múltiples tipo 1 (MEN 1), así que como parte del abordaje debe de examinarse y buscar neoplasias en otra zona anatómica (11).

La OMS divide estos tumores en 4 tipos histológicos tomando en cuenta número de mitosis, marcadores tumorales y necrosis presente en el tumor, siendo estos típico, atípico, carcinoma de celular largas y carcinoma de celular pequeñas, siendo el típico el más benigno de todos los tipos histológicos al mantener un bajo número de mitosis, al encontrar una enfermedad bien localizada el tratamiento está orientado a la curación clínica del paciente siendo el tratamiento quirúrgico el gold estándar (12).

El ejercicio diagnóstico de este caso es particularmente importante pues le permite al radiólogo aportar al cirujano datos que lo ayudarán a tener un mapa, una imagen tridimensional de las dimensiones, relaciones anatómicas y extensión del tumor, disminuyendo así las posibilidades de lesiones asociadas a la resección, por ende, complicaciones, estadía hospitalaria y costos.

Y es que la reconstrucción volumétrica y tridimensional, como avance tecnológico mejora constantemente los procesos en distintas áreas de lo cotidiano y lo profesional y ejemplo de esto en el campo de la medicina, son las imágenes diagnósticas obtenidas por métodos como resonancia magnética, ultrasonido, tomografía y demás técnicas, para la identificación de diversas patologías.

Por ello, en el presente trabajo se presenta el uso a nivel de especialidad de la reconstrucción volumétrica y tridimensional de un pulmón afectado con una masa tumoral de unos 15 cms e identificar la posible relación con estructuras vecinas, todo esto haciendo uso de imágenes de diagnóstico médico.

Su estudio parte del uso de la aplicación mediante una TAC de tórax en el Departamento de Imágenes Diagnósticas del CMUCE de Santo Domingo, un hospital docente de la Universidad Central del Este, bajo un acuerdo de confidencialidad, aplicando técnicas de detección de movimientos, segmentación de tejidos, filtros

de suavizado y el método de reconstrucción de superficies para conseguir el modelo tridimensional más fidedigno del pulmón.

Al momento de la resección del tumor pudo confirmarse lo que el estudio volumétrico y 3D había predicho, la estrecha relación con estructuras vitales. Este escenario es un ejemplo patente del uso de la reconstrucción volumétrica y tridimensional, de manera especial dada la delicada y estrecha línea entre riesgos y beneficios de resecciones de márgenes inadecuados, reduciendo además las posibilidades de complicaciones y comorbilidades que presenta este caso al producir un grado importante de cambios tales como obstrucción, atelectasia y bronquiectasia.

Otro detalle significativo de la presentación del caso lo constituye la no presencia de asociación con APUDOMAS de otras áreas como tráquea, tracto gastrointestinal y adrenales. Lo cual reduce notablemente la morbilidad mortalidad del caso, para tumores bronquiales de frecuencia tan baja.

Por todo lo anteriormente expuesto, los autores justifican su publicación, primeramente, por su frecuencia poco usual, por la necesidad manifiesta de la aplicación de la reconstrucción volumétrica y tridimensional como un elemento auxiliar que coopera con un enfoque diagnóstico complementario, la ayuda en la toma rápida de decisiones, planteando varias opciones de aplicación para futuras investigaciones.

Finalmente, este caso contribuye de manera notable al uso y empleo de tecnología de punta para que en muy breve plazo integrarlo al manejo de estos tumores y otras patologías de manejo complejo. Su aplicabilidad y manejo amistoso, así como las expectativas que genera su uso, lo convierten en un método no alternativo, sino coadyuvante a los tradicionales, para el ámbito de la imagenología y las modalidades terapéuticas quirúrgicas.

DISCUSIÓN

Los carcinoides pulmonares son tumores neuroendócrinos, clasificados en típicos y atípicos según el recuento mitótico y la presencia de necrosis. Son comunes en adultos, siendo el tumor pulmonar principal en niños, y prevalentes en mujeres caucásicas menores de 60 años. Los riesgos incluyen antecedentes familiares y mutaciones genéticas, pero no el tabaquismo.

Pueden ubicarse desde la tráquea hasta los bronquiolos distales. La etiología está relacionada con la hiperplasia de células neuroendocrinas y la obstrucción de vías respiratorias puede causar síntomas.

El diagnóstico se realiza mediante biopsia y técnicas de imagen como PET-CT. El tratamiento primario es quirúrgico, pero en casos avanzados se usan terapias dirigidas, interferón y quimioterapia. Es esencial diferenciar estos tumores de otras neoplasias similares

CONCLUSIONES

La aplicación de la técnica de reconstrucción volumétrica y tridimensional a partir de imágenes clásicas hoy en día, como la TAC de tórax ha sido un logro de diferentes aplicaciones tecnológicas que nos permite presentar morfología externa del pulmón mediante su correspondiente reconstrucción volumétrica, realizada por primera vez en el CMUCE para fines de tratamiento quirúrgico, además de ser una excelente herramienta educativa para los residentes en formación de ambas especialidades, siempre tomando en cuenta la mayor facilidad de implementación y el nivel de desempeño adecuado de la metodología.

Este modelo propuesto, a criterios de los autores, es un excelente instrumento o concepto de transferencia de aprendizaje, siempre y cuando el modelo elegido muestra buenos resultados al estar ser contractados en términos de validación y entrenamiento, y que la información respecto al modelo usado fluya adecuadamente, y se afinen los parámetros e hiperparámetros del modelo en cuestión.

En general, la reconstrucción volumétrica y tridimensional es una herramienta eficiente, que aporta imágenes precisas y con una presentación formidable, al aportar imágenes tridimensionales, aumentando las posibilidades de reconstrucciones, proyecciones de la máxima intensidad, oblicuas, volumétricas y fusionarlas con otras técnicas de imagen en tiempo real.

Las herramientas de identificación de lesiones facilitan la navegación vascular y la planificación y evaluación de procedimientos quirúrgicos como el caso que nos ocupa, sin dejar de lado el hecho del surgimiento de una nueva línea de investigación.

Se ha presentado un caso donde se ha aplicado una técnica que por realce genera segmentaciones de ciertas estructuras, en este caso del tracto respiratorio, las cuales tienen su utilidad en múltiples escenarios tanto en el orden clínico como en el académico, investigativo y hasta comercial, de modelos reales, vía la impresión, y ya como en este caso se ha empleado, para la identificación de tumores intra o extrapulmonares.

También se pretende que se pueda establecer, con precisión, el espacio que estas estructuras ocupan contextualmente, facilitando la adecuada aplicación de radioterapia, protección de órganos vecinos, fármacos, quimioterapia y para la planificación de cirugías, virtuales y/o reales, con fines terapéuticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gastroenteropancreáticas, Abordagem das Neoplasias Neuroendocrinas. "Management of Gastroenteropancreatic Neuroendocrine Neoplasms: A Review of Current Standards of Care." (2020).
2. Cantero-Acedo, Á., M. Castro-Martínez, and José Ignacio de Granda-Orive. "Tumores neuroendocrinos pulmonares, cáncer de pulmón de células pequeñas y tumores metastásicos en el pulmón." *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado* 13.67 (2022): 3942-3952.
3. Gálffy, Gabriella. "Diagnosis and treatment of the neuroendocrine tumors of the lung." *Magyar Onkologia* 62.2 (2018): 113-118.
4. Mindaye ET, Kassahun M, Tigiye G. Bronchial carcinoid tumor in the era of covid-19 pandemic: A case report. *Int J Surg Case Rep.* 2021; 80:105703.
5. Rohit Gosain, Sarbajit Mukherjee, Sai et al. Management of Typical and Atypical Pulmonary Carcinoids Based on Different Established Guidelines Cancers 2018.
6. Baudin E, Caplin M et al; ESMO Guidelines Committee. Electronic address: clinicalguidelines@esmo.org. Lung and thymic carcinoids: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol.* 2021 Apr;32(4):439-451. doi: 10.1016/j.annonc.2021.01.003. Epub 2021 Jan 19. Erratum in: *Ann Oncol.* 2021 nov; 32(11):1453-1455. PMID: 33482246.
7. González-Díaz, Donel, Drialis Díaz-Garrido, and Lorena Díaz-González. "Tumor carcinoide típico de pulmón. Presentación de un caso." *Gaceta Médica Estudiantil* 1.3 (2020): e238-247.
8. Mañas, PD Benavides, et al. "Tumores torácicos." *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado* 13.67 (2022): 3923-3932.
9. Iglesias, M., et al. "Bronchial carcinoid tumor: a retrospective analysis of 62 surgically treated cases." *Archivos de Bronconeumología ((English Edition))* 40.5 (2004): 218-221.
10. Issoufou, I., et al. "Surgery of tracheobronchial carcinoid tumours: Activity report." *Revue des Maladies Respiratoires* 37.2 (2020): 117-122.
11. Araujo-Castro, Marta. "Indicaciones de estudio genético en los tumores neuroendocrinos gastro-entero-pancreáticos y torácicos." *Endocrinología, Diabetes y Nutrición* 70 (2023): 63-73.
12. León Jiménez, Miguel Ángel. "Radiocirugía estereotáctica corporal en cáncer de pulmón no quirúrgico." (2023).
13. Ortiz Roque, Jorge, Juan Felipe Mantilla Hernández, and Jonathan Pérez Restrepo. "IMAGING FINDINGS OF BRONCHIAL CARCINOID TUMOR IN HABAN-HOSPITAL." *Revista Científica Ciencia Médica* 22.1 (2019): 57-61.