



**PAPEL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA IDENTIFICACIÓN DE
NÓDULOS PULMONARES EN LA RADIOGRAFÍA DE TÓRAX.
COMPARATIVO ENTRE HERRAMIENTA DE IA E INFORME MÉDICO, EN UN
CENTRO DE REFERENCIA EN CARTAGENA BOLÍVAR - COLOMBIA**

SEBASTIÁN BOHÓRQUEZ GARNICA

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA
ESCUELA DE MEDICINA
POSGRADOS MÉDICO-QUIRÚRGICOS
ESPECIALIZACIÓN EN CIRUGIA GENERAL
CARTAGENA DE ÍNDIAS D. T. H. Y C.
2024CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
AÑO 2025**

**PAPEL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA IDENTIFICACIÓN DE
NÓDULOS PULMONARES EN LA RADIOGRAFÍA DE TÓRAX.
COMPARATIVO ENTRE HERRAMIENTA DE IA E INFORME MÉDICO, EN UN
CENTRO DE REFERENCIA EN CARTAGENA BOLÍVAR - COLOMBIA**

SEBASTIÁN BOHÓRQUEZ GARNICA

Tesis o trabajo de investigación para optar el título de
Especialista en Cirugía General

TUTORES

**CARLOS EMILIO REMOLINA MEDINA MD. Esp. en Cirugía de Tórax. MD. MSc.
JOSE ANTONIO RODRÍGUEZ BLANCO MD. Esp. en Cirugía de Tórax. MD. MSc.
ENRIQUE CARLOS RAMOS CLASON MD. MSc. En Salud Pública
MILEIDYS CORREA MONTERROSA Bio. Esp. en Estadística Aplicada. MSc. en
Epidemiología**

**UNIVERSIDAD DEL SINU SECCIONAL CARTAGENA
ESCUELA DE MEDICINA
POSTGRADOS MEDICO QUIRÚRGICOS
ESPECIALIZACIÓN EN CIRUGÍA GENERAL
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
AÑO 2025**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, D. T y C., mes de año



UNIVERSIDAD DEL SINU

Elías Bechara Zainúm

Escuela de Medicina- Dirección de Investigaciones

Cartagena de Indias D. T. y C. 17 de Mes 06 de 2025

Doctor

RICARDO PEREZ SAENS

Director de Investigaciones

UNIVERSIDAD DEL SINÚ ELIAS BECHARA ZAINUM

SECCIONAL CARTAGENA

Ciudad

Respetado Doctor:

Por medio de la presente hago la entrega, a la Dirección de Investigaciones de la Universidad del Sinú, Seccional Cartagena, los documentos y discos compactos (CD) correspondientes al proyecto de investigación titulado **“PAPEL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA IDENTIFICACIÓN DE NÓDULOS PULMONARES EN LA RADIOGRAFÍA DE TÓRAX. COMPARATIVO ENTRE HERRAMIENTA DE IA E INFORME MÉDICO, EN UN CENTRO DE REFERENCIA EN CARTAGENA BOLÍVAR - COLOMBIA”**, realizado por el estudiante **“SEBASTIÁN BOHÓRQUEZ GARNICA”**, para optar el título de **“Especialista en CIRUGÍA GENERAL”**. A continuación se relaciona la documentación entregada:

- Dos (2) trabajos impresos empastados con pasta azul oscuro y letras Doradas del formato de informe final tipo manuscrito articulo original (Una copia para la universidad y la otra para el escenario de práctica donde se realizó el estudio).
- Dos (2) CD en el que se encuentran la versión digital del documento empastado.
- Dos (2) Cartas de Cesión de Derechos de Propiedad Intelectual firmadas por el estudiante autor del proyecto.

Atentamente,

SEBASTIÁN BOHÓRQUEZ GARNICA

CC: 1098693977

Programa de Cirugía general

SECCIONAL CARTAGENA

Avenida El Bosque, Transversal 54 No. 30-729 Teléfono: 6810802; E-mail:
unisinu@unisinucartagena.edu.co





UNIVERSIDAD DEL SINU

Elías Bechara Zainúm

Escuela de Medicina- Dirección de Investigaciones

Cartagena de Indias D. T. y C. 17 de Mes 06 de 2025

Doctor

RICARDO PEREZ SAENS

Director de Investigaciones

UNIVERSIDAD DEL SINÚ ELIAS BECHARA ZAINUM

SECCIONAL CARTAGENA

Ciudad

Respetado Doctor:

A través de la presente cedemos los derechos de propiedad intelectual de la versión empastada del informe final artículo del proyecto de investigación titulado **“PAPEL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA IDENTIFICACIÓN DE NÓDULOS PULMONARES EN LA RADIOGRAFÍA DE TÓRAX. COMPARATIVO ENTRE HERRAMIENTA DE IA E INFORME MÉDICO, EN UN CENTRO DE REFERENCIA EN CARTAGENA BOLÍVAR - COLOMBIA”**, realizado por el estudiante **“SEBASTIÁN BOHÓRQUEZ GARNICA”**, para optar el título de **“Especialista en Cirugía general”**, bajo la asesoría del **Dr. CARLOS EMILIO REMOLINA MEDINA**, y asesoría metodológica del **Dra. MILEIDYS CORREA MONTERROSA** a la Universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm, Seccional Cartagena, para su consulta y préstamo a la biblioteca con fines únicamente académicos o investigativos, descartando cualquier fin comercial y permitiendo de esta manera su acceso al público. Esto exonera a la Universidad del Sinú por cualquier reclamo de terceros que invoque autoría de la obra.

Hago énfasis en que conservamos el derecho como autores de registrar nuestra investigación como obra inédita y la facultad de poder publicarlo en cualquier otro medio.

Atentamente,

SEBASTIÁN BOHÓRQUEZ GARNICA

CC: 1098693977

Programa de Cirugía general

SECCIONAL CARTAGENA

Avenida El Bosque, Transversal 54 No. 30-729 Teléfono: 6810802; E-mail:
unisinu@unisinucartagena.edu.co



DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres, que siempre me apoyaron; gracias a su ejemplo y cariño he podido cumplir todas mis metas. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades, a ser una excelente persona, a tratar a todo el mundo con amabilidad y nobleza, y a entender que cada situación de la vida nos enseña a ser mejores.

Su ejemplo ha formado a la persona que soy hoy: mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto, con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

También quiero dedicarle este trabajo a mi esposa Jenny. Por tu paciencia, por tu comprensión, por tu apoyo, por tu fuerza, por tu amor incondicional. Debo pedirte perdón por el tiempo que te dejé sola durante estos cuatro años. Tu amor me ha ayudado a alcanzar esta meta, que me permite dar todo mi potencial.

AGRADECIMIENTOS

Creo que las palabras para expresar el agradecimiento se pueden quedar cortas.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi esposa Jenny, quien ha sido mi compañera incondicional durante este proceso. Su amor, comprensión, paciencia y constante apoyo han sido fundamentales para que pudiera alcanzar esta meta.

Gracias por acompañarme en cada desvelo, por alentarme en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño avance como si fuera un gran triunfo. Este logro también es tuyo

A mis padres, Antonio y Luz Nelly, les debo mucho más que palabras. Gracias por haberme enseñado desde pequeño tantos valores, por enseñarme qué es la responsabilidad y la honestidad. Su ejemplo de trabajo, sacrificio y dedicación ha sido una guía constante en mi vida. Gracias por haberme apoyado en cada paso dado, por confiar en mí incluso cuando yo dudaba, y por brindarme siempre un amor incondicional que ha sido mi mayor fortaleza.

A mis hermanos, Laura y Andrés, gracias por el apoyo, por las palabras de aliento, por su interés genuino en mi crecimiento personal y profesional, y por demostrarme siempre que la familia es un pilar irremplazable. Siempre han sido un gran ejemplo para mí.

A cada uno de ustedes, gracias por ser mi sostén, mi inspiración y mi motor. Este proyecto es también el reflejo del amor y los valores que me han brindado desde siempre.

.

TITULO DEL ARTÍCULO

ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE IDENTIFICATION OF LUNG NODULES ON CHEST X-RAYS. COMPARISON BETWEEN THE AI TOOL AND THE MEDICAL REPORT, IN A REFERENCE CENTER IN CARTAGENA, BOLÍVAR, COLOMBIA

Bohórquez Garnica Sebastián 1 (1)

Remolina Medina Carlos Emilio (2)

(1) Médico. Residente IV año Cirugía general. Escuela de Medicina. Universidad del Sinú EBZ, Seccional Cartagena.

(2) Medico Universidad Industrial de Santander, Cirujano general Universidad Metropolitana de Barranquilla, Esp. en Cirugía de Tórax. MD. MSc.

RESUMEN

Introducción: El cáncer de pulmón es la principal causa de muerte oncológica en las Américas, con alta incidencia en América Latina y el Caribe. En Colombia, ocupa el quinto lugar en frecuencia. La detección temprana es clave, pero difícil por síntomas inespecíficos y la escasez de radiólogos. Los nódulos pulmonares (≤ 30 mm) son difíciles de identificar en radiografías, por lo que herramientas de inteligencia artificial (IA), como Qure.ai, pueden ser de gran ayuda. **Objetivos:** Evaluar la concordancia diagnóstica entre la IA de Qure.ai, la lectura del radiólogo y la tomografía axial computarizada (TAC) como estándar de oro. También se analizaron características demográficas y clínicas secundarias. **Métodos:** Estudio observacional analítico de concordancia diagnóstica realizado durante 12 meses en adultos que se realizaron radiografía y TAC de tórax en el Centro Radio Oncológico del Caribe (Cartagena, Colombia). **Resultados:** Se incluyeron 181 pacientes. La IA detectó nódulos en el 21% de los casos, la TAC en el 29.3% y el radiólogo en solo el 8.8%. El 86.7% de los estudios fueron por seguimiento y el 91.2% de los pacientes eran asintomáticos. Entre los factores de riesgo destacaron el tabaquismo (17.1%) y antecedentes oncológicos (93.4%), principalmente cáncer de mama (32.6%). En precisión diagnóstica frente a la TAC: **IA:** sensibilidad 50.94%, especificidad 91.94%, Kappa 0.462 (concordancia moderada). **Radiólogo:** sensibilidad 30.19%, especificidad 100%, Kappa 0.380 (concordancia débil). **Conclusiones:** La IA Qure.ai mostró mejor concordancia diagnóstica que la lectura convencional para detectar nódulos pulmonares en radiografías. Representa una herramienta útil para apoyar a médicos y radiólogos, especialmente en entornos con recursos limitados. Su desempeño puede mejorar con el entrenamiento continuo, contribuyendo al diagnóstico oportuno del cáncer de pulmón y optimizando la atención médica.

Palabras clave: Nódulo Pulmonar Solitario, Neoplasias Pulmonares, Inteligencia Artificial Generativa, Tomógrafos Computarizados por Rayos X, Radiografía Torácica

SUMMARY

Introduction: Lung cancer is the leading cause of cancer-related death in the Americas, with a high incidence in Latin America and the Caribbean. In Colombia, it ranks as the fifth most common cancer. Early detection is essential but challenging due to nonspecific symptoms and a shortage of radiologists. Pulmonary nodules (≤ 30 mm) are particularly difficult to detect on chest radiographs, which is why artificial intelligence (AI) tools such as Qure.ai can be highly beneficial. **Objectives:** To evaluate the diagnostic concordance between Qure.ai's AI tool, radiologist interpretation, and chest computed tomography (CT) as the gold standard. Secondary demographic and clinical characteristics were also analyzed. **Methods:** An observational analytical study of diagnostic concordance was conducted over a 12-month period in adult patients who underwent both chest radiograph and CT at the Centro Radio Oncológico del Caribe (Cartagena, Colombia). **Results:** A total of 181 patients were included. AI detected pulmonary nodules in 21% of cases, CT in 29.3%, and the radiologist in only 8.8%. Most imaging studies were performed for follow-up (86.7%), and 91.2% of patients were asymptomatic. Risk factors included smoking (17.1%) and a history of cancer (93.4%), with breast cancer being the most common (32.6%). In terms of diagnostic performance compared to CT: **AI:** Sensitivity 50.94%, specificity 91.94%, Kappa 0.462 (moderate agreement). **Radiologist:** Sensitivity 30.19%, specificity 100%, Kappa 0.380 (weak agreement). **Conclusions:** Qure.ai's AI demonstrated better diagnostic concordance than conventional radiologist readings in detecting pulmonary nodules on chest X-rays. It serves as a useful tool to support physicians and radiologists, especially in resource-limited settings. Its performance is expected to improve with continuous training, aiding in the early diagnosis of lung cancer and enhancing medical care delivery.

Key Words: Solitary Pulmonary Nodule , Lung Neoplasms , Generative Artificial Intelligence, Tomography Scanners, X-Ray Computed ,Radiography, Thoracic

INTRODUCCION

El cáncer de pulmón es el tercer tipo de cáncer más frecuente, y la primera causa de muerte relacionada con esta enfermedad en las Américas, representada por 324.000 nuevos casos cada año, según datos reportados por la OMS para 2014. Se presenta principalmente en mujeres, en Norteamérica, pero es más frecuente en hombres en América Latina y el Caribe (1)

El cáncer de pulmón en hombres es el primero en incidencia (14,3%) y en mortalidad (21,5%) (1). En América del Sur, la tasa de incidencia de cáncer de pulmón estandarizada por edad, para 2020, fue de 17.8 casos por 100.000 habitantes en hombres y de 10.3 en las mujeres. Y en Colombia, se reportó como el quinto cáncer con más incidencia (6,1%) para el 2020 (2).

El cáncer de pulmón es una enfermedad con alto impacto social y económico. El impacto puede ser medido por El marco del Estudio de la Carga Global de Enfermedades permite la evaluación comparable de la carga de cáncer en diferentes lugares y momentos del tiempo en términos de incidencia, mortalidad, años de vida perdidos, años vividos con discapacidad y años de vida ajustados por discapacidad. Se estima que este cáncer causa 45.9 millones de años de vida perdidos, a ajustados por discapacidad en 2019 (3) En América Latina, la atención se considera una de las atenciones más costosas, con un valor estimado de 31.000 millones de dólares al año, esto hace que en esta región, la adopción de nuevas tecnologías y de medicamentos para su tratamiento sea muy limitada(4).

Las proyecciones para el año 2030 predicen más de 500.000 nuevos casos con aproximadamente 445.000 muertes. Con un aumento de un 50% en América Latina y el Caribe(1).

El nódulo pulmonar es uno de los hallazgos más importantes en la investigación del cáncer de pulmón. Este lo podemos definir como una lesión pequeña (< 30 milímetros), bien definida, y completamente rodeada por parénquima pulmonar. Los nódulos pulmonares se clasifican como sólidos, subsólidos y estos últimos se subdividen en nódulos en vidrio esmerilado puro (sin componente sólido) y nódulos parcialmente sólidos (tanto en vidrio esmerilado como con componentes sólidos)(5,6).

La detección temprana del cáncer de pulmón es fundamental para lograr un tratamiento adecuado. Pero la mayoría de pacientes son asintomáticos o inicialmente cursan con síntomas muy inespecíficos, dando lugar a que el diagnóstico ocurra, habitualmente, en estadios avanzados(7). El uso de imágenes diagnósticas representa una pieza fundamental a la hora de evaluar a los pacientes con síntomas respiratorios, por lo que su uso adecuado, asociado a la implementación de nuevas tecnologías, es de gran interés para el desarrollo de diagnósticos más precisos(8).

El estudio del nódulo pulmonar es un reto al que se enfrenta el médico en su práctica clínica habitual, para lo que hay que tener los conocimientos básicos sobre su incidencia, prevalencia y la forma adecuada de abordar estos hallazgos, que se pueden presentar en los diferentes estudios de imágenes. Si bien se considera que el estudio principal para su diagnóstico, es la

tomografía de tórax, simple, multicortes y de alta resolución, la mayoría de los pacientes inician su investigación con una radiografía de tórax(5,9).

La OMS estima que dos tercios de la población mundial no tiene acceso a imágenes diagnósticas y en algunos lugares existe una gran limitante que es la falta de interpretación o la interpretación tardía por parte de un profesional capacitado, lo cual abre una posibilidad para el uso de herramientas tecnológicas, como la inteligencia artificial que sirve como mecanismo de ayuda para el análisis de imágenes diagnósticas(10).

La radiografía de tórax es el estudio de imágenes de primera línea para el tamizaje y diagnóstico de las principales enfermedades del tórax, tiene la ventaja de su fácil accesibilidad, además de su bajo costo y poca exposición a la radiación(11).

Aunque puede tener algunas limitaciones, como la implementación de la técnica que puede variar según quién la aplique, asociada a la dificultad para ver lesiones de menor tamaño o en ubicaciones complejas, lo que puede hacer más difícil el diagnóstico.

En la práctica clínica se produce un elevado número de imágenes, pero con una cantidad limitada de médicos radiólogos que puedan interpretarlas; a esto se suman los tiempos reducidos para su evaluación detallada, con la posibilidad de obviar una cantidad de lesiones discretas que pueden quedar olvidadas. Esta situación abre la posibilidad de utilizar herramientas de ayuda, como las nuevas tecnologías para la interpretación de imágenes, para así con esto mejorar y hacer más efectiva la toma de decisiones por parte de los equipos médicos(12).

Estudios recientes mostraron que el uso de software de diagnóstico asistido por computadora (CAD) puede ampliar el uso de la radiografía de tórax y convertirse en una opción de bajo costo en los lugares donde no se disponga de equipos avanzados de imágenes.

Estudios como el de Kligerman et al, publicado en 2013, evidenció que el uso del sistema de detección asistido por computadora, mejora la sensibilidad para el diagnóstico de cáncer pulmonar en radiografías de tórax donde previamente no se habían identificados lesiones sospechosas (13,14).

La inteligencia artificial se define en las ciencias informáticas como la disciplina que intenta replicar y desarrollar la inteligencia humana y procesos como la resolución de problemas, el razonamiento y el reconocimiento a través de sistemas de cómputo.(12) Tiene aplicabilidad en diferentes ámbitos, entre ellos las ciencias médicas, más específicamente en los procesos de diagnóstico. En el campo de la radiología se ha presentado actualmente un gran auge, con desarrollo de sistemas cada vez más avanzados, con unidades de procesamiento gráfico que permitan interpretar y analizar gran cantidad de datos de forma rápida y eficiente.

También se debe tener en cuenta el desarrollo de herramientas como el aprendizaje automatizado, en el que se logra utilizar dichos recursos para diferentes aplicaciones como la clasificación, la detección de enfermedades y la segmentación de variables(13).

Teniendo en cuenta lo anterior, se abre el campo para la implementación de la radiómica, que consiste en el proceso de identificar y analizar características propias de cada imagen y que pueden ser imperceptibles para el ojo humano. Dentro de estas características tenemos la forma, la textura y la intensidad, hallazgos que se pueden utilizar para detectar y clasificar, con el fin de determinar la existencia y la naturaleza benigna o maligna de una lesión pulmonar(15).

Los beneficios de los sistemas de diagnóstico asistido por computadora (CAD) se pueden utilizar para diferentes situaciones como la optimización en los tiempos de lectura, e igualmente para la detección de enfermedades específicas como la tuberculosis,(16)la neumonía, los nódulos pulmonares e incluso en situaciones como la verificación de la posición del tubo endotraqueal posterior a la intubación (17,18).

El análisis de imágenes diagnósticas por inteligencia artificial, principalmente las radiografías de tórax, es de gran interés en la actualidad, ya que esto puede ayudar a superar las limitaciones que se presentan alrededor de este estudio, para la obtención de diagnósticos más rápidos y precisos en los primeros niveles de atención. (19)

Es así como el software de análisis de imágenes independiente *Qure.ai Mumbai, India qXR-BT* ha desarrollado un algoritmo integrado a un software de lectura de imágenes, con el uso de inteligencia artificial. Con estudios de validación no solo en la detección de nódulos pulmonares, también con otras enfermedades como la tuberculosis, anomalías en el parénquima pulmonar asociado a fibrosis y alteraciones asociadas a la infección por el virus SARS COVID 19 (18), con valores de sensibilidad en la detección de nódulos pulmonares del 96% con un IC del 95 %, del 88,3 % a 100,0 %) y una especificidad de 88% con un IC del 76 % al 94.1%. lo que brinda una herramienta potencialmente confiable, con una precisión similar a la descripción realizada por profesionales radiólogos expertos(15).

Para el estudio de lesiones pulmonares se han utilizado sistemas de caracterización, que identifican y clasifican en la radiografía de tórax, la presencia o no de lesiones, con la posibilidad de ser benignas o malignas, lográndose en algunos reportes una sensibilidad de hasta el 92% y una especificidad del 86%. Esta diferenciación es fundamental para definir el plan de manejo a seguir y limitar la necesidad de procedimientos diagnósticos innecesarios. Estudios como los de *Ju Gang Nam et al*, publicado en 2019, utilizando un algoritmo de inteligencia artificial para nódulos pulmonares en radiografía de tórax, demostró que el desempeño del algoritmo es mayor, comparado con un grupo de 18 radiólogos y 18 médicos para el diagnóstico de nódulos pulmonares(20).

Los últimos avances en IA están permitiendo la aparición de algoritmos más complejos, además de la implantación de la historia clínica electrónica, que permite obtener información relevante y utilizar estos datos como nuevos sistemas de apoyo para una decisión clínica rápida y precisa.

Los Sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas (por sus siglas en inglés clinical Decision Support Systems CDSS) son sistemas informáticos que están diseñados para colaborar en tiempo real en la toma de decisiones del médico sobre pacientes individuales.(21). Estos emplean un sistema aprendizaje automatizado (machine learning)

para identificar las experiencias pasadas y reconocer patrones en los datos, lo cual permite obtener un resultado adherido a las prácticas clínicas observadas.

La aparición de estos CDSS, más la inteligencia artificial, ha permitido que se estén desarrollando numerosos proyectos piloto, demostrando mejoría de resultados en salud y un aumento de la efectividad diagnóstico y terapéutica(22).

El cáncer de pulmón en estadio temprano se puede diagnosticar con radiografías de tórax mediante herramientas de inteligencia artificial. En total, se puede identificar el 44% del cáncer de pulmón en localización central y el 98% en localización periférica, a través de lesiones identificadas como nódulos pulmonares; pero si la interpretación de la radiografía de tórax no es adecuada, podemos tener como consecuencia un retraso en el inicio oportuno de la investigación para cáncer de pulmón en estos pacientes. Esta falla puede ser compensada con el uso de métodos de lectura automatizada de inteligencia artificial en radiografías de tórax, identificando lesiones sospechosas de cáncer de pulmón de manera más eficiente. (5)

JUSTIFICACIÓN

La radiografía de tórax es la prueba diagnóstica por imágenes más utilizada para la identificación de enfermedades pulmonares, con un costo reducido y una amplia disponibilidad del recurso. Con ayuda de la inteligencia artificial automatizada se consigue separar de manera confiable las radiografías de tórax normales de las anormales y agilizar una eventual intervención médica.

La semiautomatización del informe de imágenes a través de la IA puede mejorar la precisión de la interpretación inicial, reducir el tiempo de atención y facilitar el inicio de un manejo complementario oportuno.

La factibilidad de este estudio está dada gracias a que se cuenta con las imágenes de radiografía de tórax de los pacientes tratados por BIOTORAX S.A.S en el CENTRO RADIO ONCOLÓGICO DEL CARIBE, ubicado en la ciudad de Cartagena. En esta institución se realiza un gran volumen de atenciones de pacientes con diferentes patologías oncológicas, a los que se les realiza radiografía de tórax, y además, cuenta con los recursos de tecnología e infraestructura necesarios para documentar y evaluar de forma adecuada estos estudios.

La implementación de este estudio pionero a nivel local, regional y nacional generará información relevante relacionada con la utilidad de la IA en el diagnóstico de pacientes con nódulos pulmonares evidenciados en la radiografía de tórax, lo que nos puede llevar al desarrollo de nuevas directrices en la evaluación y manejo de las patologías pulmonares.

El hallazgo temprano de nódulos pulmonares puede ser un factor estresante para el paciente y para el médico tratante, además de constituir un reto diagnóstico, tanto para el clínico como para el radiólogo, ya que se debe determinar el riesgo de malignidad de dicha lesión y definir los estudios complementarios a realizar, la rigurosidad del seguimiento terapéutico y la indicación del eventual manejo quirúrgico.

El nódulo pulmonar como hallazgo incidental en los estudios de imágenes, se puede ver con una prevalencia del 25% al 51% (6) en poblaciones sanas o en pacientes objeto de cribado de cáncer de pulmón, advirtiéndose que, en su mayoría, son de baja probabilidad de malignidad.

Morfológicamente los nódulos se pueden dividir en sólidos y subsólidos; y estos últimos se subdividen en nódulos en vidrio esmerilado y parcialmente sólidos. El 80% son sólidos y un 20% subsólidos(6).

El nódulo pulmonar solitario se define como una opacidad redondeada, bien o mal definida, menor o igual a 3 cm, rodeada de parénquima pulmonar y no asociado a adenopatía, atelectasia, o derrame pleural. Las lesiones de mayor tamaño se definen como masas pulmonares y se consideran malignas hasta que se demuestre lo contrario(6).

Un artículo de revisión de la *Revista de Ciencias Biomédicas*, publicado por miembros de la Facultad de Medicina de la Universidad de Cartagena, Colombia, en 2013, documento más de 80 de las causas del nódulo pulmonar solitario, donde las patologías benignas representan el 60%, Granulomas, Tuberculosis, Histoplasmosis, Coccidiomicosis, Criptococosis, Hamartomas, seguido de causas malignas Cáncer de pulmón tipo Adenocarcinoma, Escamo celular, Carcinoma de células grandes o Metástasis Mama, Cabeza y cuello, Melanoma, Colon, Riñón, Sarcomas, Tumores germinales, Tumor carcinoide y linfomas en un 25%(23).

De igual forma, Fernández-Arrite et al, en la Revista Colombiana de Cirugía, en 2022, describe un estudio observacional realizado en la ciudad de Bogotá, desde el 2017 al 2020, en el que se analizaron las características demográficas de los pacientes, las características morfológicas e histopatológicas de los nódulos pulmonares. En una muestra de 66 pacientes, se identificó el diagnóstico de malignidad en el 69.2% de los nódulos estudiados, donde el 55% eran de origen metastásico. El 44.5% eran neoplasias primarias de pulmón, siendo más frecuente el adenocarcinoma, seguido del carcinoma de células escamosas y el carcinoma de células grandes. Fueron documentados nódulos de 1-2 cm de morfología lisa y de distribución múltiples, principalmente localizados en los lóbulos superiores(24).

Es importante tener presente que los pulmones constituyen el segundo lugar más frecuente de enfermedad metastásica, aunque generalmente se observan también otro tipo de lesiones. Los tumores más frecuentemente asociados a metástasis única son los melanomas, sarcomas, carcinomas de colon, mama, riñón y testículo. La posibilidad de que un nódulo pulmonar sea una lesión metastásica en un paciente con un carcinoma extratorácico conocido es del 25%(25).

La radiografía de tórax es la prueba diagnóstica más común y económica que se ha practicado de forma rutinaria debido a su particular facilidad a la hora de aplicarla. Los equipos para realizarla son relativamente económicos, se hace de forma global, con técnicas estandarizadas, que, aunque parecen simples, para poder entenderlas y dominarlas, se requiere de una amplia formación y experiencia (28). por lo que ha sido un área de enfoque en la investigación a la hora de desarrollar programas y algoritmos de inteligencia artificial, Así aplicar este método diagnóstico y obtener resultados tan complejos como la identificación de variables múltiples incluidos la presencia de nódulo pulmonares u otros

hallazgos significativos como consolidaciones, opacidades o incluso hallazgos anormales a cardiaco o traqueal y no el solo hecho de definir si es una radiografía normal o anormal

La aplicación de la IA en la radiografía de tórax puede ser múltiple. Las primeras aplicaciones del aprendizaje automático fueron publicadas en 1990, cuando redes automatizadas se encargaron de la clasificación y de la orientación de las radiografías de tórax. También la segmentación del parénquima pulmonar en regiones específicas y de difícil acceso para el análisis de las enfermedades neumológicas, como las del vértice pulmonar, que se dificulta por su superposición con las costillas y la clavícula (29).

Igualmente, la localización de anomalías pulmonares mediante técnicas de Deep Learning más la incorporación de imágenes con marcaciones específicas, han mostrado su utilidad para identificación de patologías como el edema pulmonar, mejorando el rendimiento diagnóstico del sistema automatizado (28).

La detección temprana de los nódulos pulmonares en la radiografía de tórax es de gran utilidad para la identificación oportuna de lesiones sospechosas de cáncer, lo que permite una intervención rápida, dando así mejores resultados a los pacientes, permitiendo un adecuado planteamiento diagnóstico y terapéutico, con evidente mejora de la asistencia médica.

La literatura describe que la tasa de error de la detección de cáncer de pulmón en las radiografías de tórax es alrededor del 20%, y con una menor tasa de detección con nódulos menores de 1 cm (30).

La razón de la baja tasa incluye el tamaño pequeño de las lesiones, la apariencia mal definida y la superposición de estructuras anatómicas como la vascularización hiliar, las clavículas y la columna vertebral (31).

Con respecto a la identificación de nódulos pulmonares mediante algoritmos de inteligencia artificial, encontramos un estudio de validación realizado por el Clinical Sciences Department, College of Medicine, University of Sharja, para el cual se recolectaron aproximadamente 3.5 millones de radiografías de tórax, utilizándolas para alimentar el sistema de inteligencia artificial y posteriormente, tomando una muestra de 213.459 imágenes, obteniendo al azar 500 radiografías de tórax con nódulos pulmonares y 500 sin nódulos pulmonares. Estas imágenes fueron evaluadas posteriormente por el equipo de radiología para confirmar la presencia o no de nódulos pulmonares y su probabilidad de malignidad.

En la identificación de nódulos pulmonares malignos, los radiólogos y el algoritmo de qXR exhibieron sensibilidades y especificidades similares. En la detección de nódulos pulmonares, el algoritmo de qXR presentó una sensibilidad superior a la de los radiólogos. La inteligencia artificial es una herramienta de gran utilidad que ha tomado importancia en la última década; su desarrollo ha logrado que la FDA, Food and Drug Administration del Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU. aprobará la app llamada Braid Health, que permite a los radiólogos interpretar imágenes de radiología a través del teléfono móvil, además de compartir los resultados con los pacientes en tiempo real. El sistema de

inteligencia artificial qXR para nódulo pulmonar (qXR – LN) de Qure.ai (Mumbai, India) está diseñado para identificar y resaltar nódulos pulmonares sospechosos de entre 6 y 30 mm.

Adicionalmente Qure.ai (Mumbai, MH, India) obtuvo la autorización de la FDA para el uso de su aplicación de lectura de imágenes de rayos X de tórax, impulsada por inteligencia artificial, qXR, principalmente para identificación rápida de neumotórax y derrame pleural, además de otras de sus aplicaciones como qXR-BT para el posicionamiento del tubo para intubación endotraqueal.

Una investigación de la sociedad española de radiología médica, presentada en su congreso nacional en el 2022, y que fue desarrollado por Fernández et al (32), en el Hospital Universitario de La Paz, de tipo observacional, con 132 pacientes, donde se valida la inteligencia artificial en la radiografía de tórax, como herramienta en los informes de radiología. En dichos estudios se valora la sensibilidad y la especificidad de la IA para detectar la presencia o ausencia en las radiografías de tórax de ocho variables categóricas: atelectasias, calcificaciones, derrame pleural, nódulos pulmonares, consolidaciones, fibrosis, cardiomegalia y mediastino, dando como resultado una sensibilidad del 100% y una especificidad de 90% para la IA en todas las variables, excepto en la detección de consolidaciones; pero es especialmente menor en la valoración de nódulos pulmonares, menos del 50%, dando como conclusión que la IA puede ser una herramienta útil y válida a la hora de interpretar una radiografía en urgencias (32).

OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio es evaluar la capacidad de identificación de lesiones nodulares pulmonares sospechosas, a partir de la inteligencia artificial de la *App Qure.ai* en la radiografía de tórax. Además de valorar la concordancia entre la prueba estándar (TAC tórax), el algoritmo de inteligencia artificial de la *App Qure.ai* y el resultado de la lectura por parte del radiólogo.

Adicionalmente se evaluar las características demográficas de los pacientes con radiografía de tórax para identificación de nódulos pulmonares. Y determinar los posibles antecedentes que puedan interferir en la capacidad diagnóstica de la inteligencia artificial en la detección e identificación de nódulos pulmonares en la radiografía de tórax.

MATERIALES Y METODOS

Es un estudio observacional analítico de concordancia diagnóstica. Donde se tuvo en cuenta pacientes adultos de ambos sexos, en quienes se les realiza radiografía de tórax, por cualquier causa, en el **CENTRO RADIO ONCOLÓGICO DEL CARIBE**, Cartagena, Colombia. Se evaluó la historia clínica de estos paciente durante un periodo de 12 meses. Excluyendo las historias clínicas de mujeres embarazadas o paciente con antecedentes de enfermedades autoinmunes. Adicionalmente se excluirán las imágenes con problemas técnicos (mala calidad de la imagen, rotación), Imágenes en proyección lateral. Se descartaron paciente con historia clínica incompleta que impida la toma de variables secundarias

MUESTRA Y MUESTREO

Z= 1.96 (Nivel de confianza del 95%)

P= 0.25

E= 0.05 (5%)

N=488

Q=1-P

$$n = \frac{N Z^2 p q}{E^2 (N - 1) + p q}$$
$$= \frac{488 * 1.96^2 * 0.25(1 - 0.25)}{0.05^2(488 - 1) + 0.25(1 - 0.25)} = 181$$

Se realizo un muestreo probabilístico aleatorio simple mediante el software Microsoft Excel.

VARIABLES EVALUADAS

El estudio incluyó diversas variables organizadas en macro categorías. En las variables demográficas, se consideró la edad como una variable cuantitativa continua, determinada en años según la fecha de nacimiento, y el género como una variable cualitativa nominal, clasificada como femenino o masculino, según la historia clínica.

En cuanto a hábitos, se evaluó el tabaquismo activo y la exposición a biomasa, ambos definidos como variables cualitativas nominales.

Dentro de los antecedentes patológicos, se incluyeron enfermedades como la EPOC, la fibrosis pulmonar, la tuberculosis y antecedentes de cáncer, todos definidos como cualitativos nominales, y con respecto al antecedente oncológico se detalló tipos como mama, cérvix, tiroides, recto, melanoma u otros.

También se evaluaron los antecedentes familiares de cáncer en familiares de primer grado.

En el cuadro clínico, se analizó el motivo de la toma de la radiografía de tórax (trauma, síntomas respiratorios, dolor torácico o seguimiento) y los síntomas reportados (tos, disnea, hemoptisis, fiebre, pérdida de peso u otros).

Por último, en el componente de imágenes diagnósticas, se documentó la presencia de nódulos pulmonares según el radiólogo, Qure.ai, y la tomografía de tórax; todas estas variables fueron también cualitativas nominales.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las variables cuantitativa se analizó mediante medidas de dispersión y de tendencia central dependiendo de la distribución de cada variable según la prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov. Para las variables cualitativas se reportó a partir de frecuencias absolutas y relativas.

Para medir el tamaño del efecto de las variables cualitativas con la presencia de nódulos se llevó a cabo la prueba de Chi cuadrado o la prueba exacta de Fisher, según los valores esperados.

Por último, se evaluó la validez y concordancia diagnóstica entre la lectura de la radiografía y el sistema de inteligencia artificial con respecto a los resultados de la tomografía de tórax (Gold standard), calculando la sensibilidad, especificidad, valores predictivos y las razones de verosimilitud. Así mismo, usando el coeficiente kappa de Cohen se pudo establecer la concordancia entre las pruebas diagnósticas y el reporte de la tomografía.

El valor de Kappa varía entre -1 y 1, donde un valor de 1 indica un acuerdo perfecto, 0 un acuerdo equivalente al azar y un -1 indica un desacuerdo completo.

Igualmente se logró la graficar por medio de un Nomograma de Fagan, mostrando la relación entre la probabilidad inicial (prior probability), el índice de verosimilitud (likelihood ratio) y la probabilidad posterior (posterior probability).

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este estudio se realizó en concordancia con las disposiciones éticas internacionales, específicamente en línea con los principios establecidos en la declaración de *Helsinki* y bajo la *Resolución del Ministerio de Protección Social número 8430 de 1993*, que establece las normas técnicas, científicas y administrativas para la investigación en salud; se realizó el estudio en una institución de salud que cuenta con un comité de ética médica, cumpliendo en

razón a los reglamentos y políticas internas además del aval del comité de ética de la Universidad del Sinú

Según la normativa dada por el *Ministerio de Protección Social*, se identificó como una investigación sin riesgo, puesto que es un estudio prospectivo donde se emplea la revisión de datos a través de la historia clínica y la lectura automatizada por el sistema de inteligencia artificial, sin modificar parámetros biológicos o sociales, lo cual no es perjudicial para el paciente, o un obstáculo para la atención de su patología.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio que abarco desde el 1 de octubre del 2023 hasta el 31 de octubre de 2024, se obtuvo un total de 181 pacientes, que cumplieron los criterios de inclusión. La mediana de edad fue de 60 años, con un rango intercuartílico (RI) de 51 a 67 años, la mayoría de los pacientes fueron mujeres 69.1%, mientras que el 30.9% eran hombres. En la evaluación de los hallazgos de los nódulos pulmonares por parte de la IA fue negativo en el 79.0% de los casos, mientras que el 21.0% logro la identificación de los nódulos. Los hallazgos secundarios se evidenciaron en el 56.9% de los pacientes, mientras que en el 43.1% no se detectaron hallazgos relevantes. En cuanto a la lectura por parte del radiólogo con el uso de la herramienta de inteligencia artificial fue positiva para nódulos en solo el 8.8% de los pacientes, siendo la mayoría 91.2% negativa.

Con respecto a la técnica a la hora de realizar el estudio de imagen el 23.2% de las evaluaciones se realizaron con ayuda de dispositivos portátiles, mientras que el 76.8% no fueron portátiles.

Adicionalmente teniendo en cuenta nuestro estándar de oro, la tomografía de tórax identifica la presencia de nódulos pulmonares en el 29.3% de los pacientes, mientras que el 70.7% no tuvo.

Con respecto a los factores de riesgo evaluados podemos ver que el 17.1% de los pacientes son fumadores, mientras que la gran mayoría, 82.9% no tienen antecedentes de tabaquismo. La exposición a biomasa está presente en el 2.8% de los pacientes según la historia clínica, siendo un factor poco común. Un 10.5% de los pacientes tiene enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), mientras que el 89.5% no la presenta, la fibrosis pulmonar, es extremadamente rara en este grupo de pacientes, encontrándose en solo el 0.6% de los casos. La historia de tuberculosis se identificó en un 1.7% de los casos. **tabla 2.**

La historia de cáncer es una factor importante en estos paciente. Se identificó que un 93.4% de los casos tiene antecedentes de cáncer, mientras que solo el 6.6 %, no tenían ninguna historia de cáncer documentada en la historia clínica.

El cáncer de mama, representó el 32.6% de los casos (59 individuos), siendo el tipo de cáncer más frecuente entre los participantes. Entre los otros tipos de cáncer se destacan, el cáncer de colon 13.8%, cáncer de cérvix 7.7%, endometrio 6.6%, pulmón 6.6%, próstata 5.5%, entre otros.

Con respecto a la historia familiar historia familiar de cáncer, el 23.2% (42 individuos) tienen antecedentes familiares de cáncer, mientras que el 76.8% (139 individuos) no reporta historia familiar de esta enfermedad. **Tabla 3.**

Para la indicación de la realización de los estudios de imágenes, se identificó que el 86.7% fueron solicitados para seguimiento, mientras que un 17% de los pacientes fue como parte de su estadificación y un 3.9% para re-estadificación. Con respecto a la sintomatología de los pacientes, solamente 16 de ellos (8.8%), presentaron síntomas mientras que un 91.2% eran asintomáticos al momento de realizar el estudio imagenológico. Los síntomas más documentados fueron: disnea en un 53.8% seguido de tos en un 30.8%. **Tabla 4.**

En los hallazgos secundarios obtenidos a partir del análisis de los resultados de la herramienta de inteligencia artificial, podemos ver que 78 casos (43.1%) no presentaron hallazgos relevantes, lo que constituye la mayoría de los pacientes evaluados. Se identificaron nódulos pulmonares en 34 casos (18.8%), representando el segundo hallazgo más frecuente, la cardiomegalia fue detectada en 26 casos (14.4%), La fibrosis pulmonar fue hallada en 10 pacientes (5.5%), la presencia de opacidad fue documentada en 21 paciente (11.6%), lo que podría estar asociado a otros procesos pulmonares a tener en cuenta. El derrame pleural fue observado en 6 pacientes (3.3%), mientras que otros hallazgos menos comunes fueron lesión cavitada (0.6%), enfisema pulmonar (0.6%), neumotórax (0.6%), hilio pulmonar anormal (1.1%), y escoliosis (0.6%). **Tabla 5.**

Con respecto a los resultados presentados en la tabla comparativa entre la lectura por la herramienta de inteligencia artificial (IA) y la lectura por parte del radiológico de la tomografía axial computarizada (TAC), podemos ver 27 casos interpretados como verdaderos positivos, 11 casos como falsos positivos, 117 casos como verdaderos negativos, y 26 casos como falsos negativos. La sensibilidad fue del 50.94%, la especificidad del 91.94% y el valor predictivo positivo del 71.05%.

En los resultados obtenidos, el valor de Kappa para la concordancia entre la lectura de la IA y el resultado del reporte de la TAC observada en el conjunto de datos obtenido fue de 0.462, con un IC del 95%, 0.0307 a 0.0616 y un error estándar de 0.079; donde logra documenta un valor superior a 0.4 pero menor a 0.6, demuestra una concordancia diagnostica moderada entre los dos métodos de evaluación la herramienta de IA y la TAC de tórax. **Tabla 6.**

Podemos también interpretar estos resultados en un nomograma de Fagan. Este nomograma en particular se emplea para actualizar probabilidades posteriores con base en probabilidades anteriores y razones de verosimilitud. Observando la línea azul, conecta una probabilidad anterior de 20, una razón de verosimilitud de 10, y una probabilidad posterior de 70. Mientras que la línea roja, une una probabilidad anterior de 40, una razón de verosimilitud de 1, y una probabilidad posterior de 40. **figura 1.**

Con respecto a los resultados de concordancia entre las lecturas realizadas por los radiólogos en radiografías de tórax y los resultados obtenidos mediante tomografías computarizadas (TAC). Podemos ver 16 casos interpretados como verdaderos positivos, no se registraron falsos positivos. Se observaron 128 casos como verdaderos negativos, los falsos negativos se presentaron en 37 casos. Esto significa que, si bien hay cierta coincidencia en resultados negativos, existen discrepancias significativas en los resultados positivos, reflejadas principalmente en los falsos negativos.

Adicionalmente vemos un índice Kappa de 0.380 con un error estándar de 0.091, y un IC de 95%, del 0.201 al 0.558, lo que refleja una concordancia débil entre las lecturas de los

radiólogos y los hallazgos del TAC. Además podemos obtener un valor de sensibilidad del 30.19 y una especificidad del 100%, con un valor predictivo positivo del 100% y un valor predictivo negativo del 77.58%. Además de un cociente de probabilidad negativo del 0.70, indicando que el diagnóstico negativo del radiólogo no reduce considerablemente la probabilidad de enfermedad. **Tabla 7.**

Con respecto al análisis de nomograma de Fagan de la lectura del radiólogo enfrentado con los hallazgos tomográficos, vemos una probabilidad pretest del 29%, con una razón de verosimilitud que tiende a infinito este valor es dado para la especificidad del 100% obtenida en la prueba de chi cuadrado y una razón de verosimilitud negativa del 0.3. **Figura 2.**

Los resultados que se muestran en la tabla de concordancia diagnóstica de lectura de la radiografía de tórax por el radiólogo y lectura de la radiografía de tórax por la herramienta de inteligencia artificial, muestra un índice Kappa de 0.366, con una fuerza de concordancia débil entre ambas. La sensibilidad fue del 31.58% y la especificidad del 97.20%, con un valor predictivo positivo del 75 %. Con acuerdo observado del 83%, frente al acuerdo esperado del 73.88%. Aunque el acuerdo observado entre los dos métodos es relativamente alto, parte de este acuerdo se explica por el azar, lo que refuerza la necesidad de mejorar la concordancia. **Tabla 8.**

DISCUSIÓN

La inteligencia artificial es una herramienta que ha ganado terreno a gran velocidad en diferentes actividades del día a día, desde los asistentes básicos que vemos en todos los teléfonos inteligentes, hasta sistemas complejos para la creación de imágenes diagnósticas en resonancia magnética.

El uso de la App *qure.ia* tiene diferentes mecanismos para la adquisición y análisis de imágenes, al utilizar tanto el dispositivo móvil como la aplicación de PC. Permite la toma de imágenes por medio de fotografía, o subiendo el archivo, ya sea en formato DICOM o PNG. Esta última tiene la ventaja que no se pierde calidad de la imagen y el motor de la IA puede realizar un estudio adecuado de la imagen suministrada, logrado un análisis de la escala de grises, lo que permite la identificación de las lesiones pulmonares con mayor facilidad, además de detectar otros hallazgos significativos ya descritos.

Estos sistemas integrados pueden ser útiles en los servicios con gran volumen de estudios, pues facilita hacer una pesquisa inicial e identificar las imágenes que tienen que ser evaluadas por el servicio de radiología para su lectura definitiva de forma más oportuna. La aplicación *qure.ia* se puede utilizar adicionalmente como una herramienta en los escenarios más remotos, como en los países en desarrollo donde la posibilidad de tener a la mano una lectura de imágenes oportuna es escasa, pues permite identificar a los paciente que necesiten de una atención adicional o la remisión a un servicio de mayor complejidad para un diagnóstico oportuno.

Un estudio publicado recientemente de Homayounieh et al, utilizo un algoritmo de inteligencia artificial como herramienta auxiliar, permitiendo una mejor detección de

nódulos pulmonares en radiografías de tórax inclusive en personal poco entrenado. Según lo reportado es dicho estudio se documentó que los radiólogos más experimentados presentan una mejoría significativa en la especificidad a la hora de documentar los nódulos pulmonares y los radiólogos más jóvenes con menor experiencia presenta un incremento en la sensibilidad para este hallazgo. (34)

Con respecto a lo obtenido en nuestro estudio podemos ver características epidemiología de los pacientes de nuestro estudio, observamos que la mayoría tienen factores de riesgo como tabaquismo, exposición a biomasa, fibrosis pulmonar y tuberculosis. También vemos la presencia de diferentes tipos de cáncer. En nuestro grupo el cáncer de mama predomina significativamente, seguido por cánceres como el gastrointestinal y el ginecológico. Además, la mayoría de los pacientes evaluados son mujeres, lo que sugiere que pueden ser el grupo predominante en este estudio poblacional.

La información refleja que menos de una cuarta parte de nuestra población a estudio tiene antecedentes familiares de cáncer, lo que podría implicar un menor riesgo hereditario en la mayoría de los casos.

Comparado los resultado obtenidos con estudios similares donde se evalúa los sistemas de inteligencia artificial, como el publicado por Fernández et al, donde se documentó que la herramienta de IA utilizada por ellos tenía una sensibilidad del 100% y una especificidad superior al 90% en múltiples variables como atelectasias, calcificaciones, derrame pleurales, fibrosis, nódulos pulmonares y cardiomegalia. Por el contrario los valores de sensibilidad y especificidad para consolidaciones pulmones es del 95% y el 85% respectivamente.(33)

Además el estudio de Fernández et al, presenta un grado de concordancia entre la lectura de la herramienta y la lectura del radiólogo, pero siendo débil en la valoración de nódulos pulmonares; comparado con nuestro estudio donde se evaluó el índice de kappa cohen .evaluando la concordancia entre la lectura de la IA y el resultado del reporte de la TAC documentándose una concordancia moderada. Mientras la concordancia entre la lectura del radiológico y el reporte de la tomografía refleja una concordancia débil. Reflejando una utilidad de la herramienta de inteligencia artificial para el diagnóstico de nódulos pulmonares.

Llama la atención la utilidad de la herramienta de inteligencia artificial en la identificación de lesiones adicionales o hallazgos radiológicos útiles en la práctica clínica, como la presencia de fibrosis pulmonar, el derrame pleural, las consolidaciones, cardiomegalia, neumotórax y lesiones indeterminadas como opacidades pulmonares.

Como hallazgo secundario de la lectura de la inteligencia artificial se documenta en un 11.6% la presencia de opacidades en los campos pulmonares; esto pueden corresponder a diferentes tipos de lesiones parenquimatosas, por lo que se recomendaría la realización de estudios adicionales a este tipo de pacientes con el fin de esclarecer el tipo de lesión.

Estudios recientes como el de Blanco et al, muestra la utilidad de estas herramientas para la identificación de neumotórax, con una sensibilidad del 100% y un VPN del 100% , resaltando su potencial uso como herramienta de priorización para la lectura de imágenes (35)

Los valores obtenidos en el presente estudio documentan una sensibilidad del sistema de inteligencia artificial evaluado la app qure.ai, es de un 50% con una especificidad de 92%, además de un valor predictivo positivo de 71% y negativo del 83%; mientras que la sensibilidad identificada en el análisis de nuestros datos de la lectura del radiólogo, sin esta

herramienta, es de alrededor del 30%, con una especificidad del 100%, presentado un valor predictivo positivo del 100% y un valor predictivo negativo del 0.78%.

Esto es seguramente debido a la limitación a la hora de documentar nódulos pulmonares por su tamaño y ubicación, pues mientras que el sistema de inteligencia artificial puede evidenciarlos por su capacidad de identificar cambios en la escala de grises, para el ojo humano puede ser difícil de percibir.

El índice Kappa de Cohen que pudimos obtener según los datos de nuestro estudio permite evaluar la concordancia diagnóstica entre la IA y la lectura del radiólogo con respecto al hallazgo tomográfico de nódulos pulmonares; tomando esta última como estándar de oro. El valor obtenido de kappa refleja una mayor concordancia para el sistema de inteligencia artificial a la hora de detectar nódulos pulmonares que la obtenida por el radiólogo, demostrando la utilidad de estos sistemas tecnológicos avanzados como herramienta complementaria para los diferentes profesionales involucrados en la atención e interpretación de imágenes diagnósticas en paciente con posible lesión pulmonares. Estos resultados concuerdan con nuestros hallazgos.

CONCLUSIONES

Este estudio permite evaluar la utilidad de esta herramienta de inteligencia artificial para la identificación de lesiones pulmonares, tipo nódulos, pero no se utilizó para diferenciar o identificar lesiones malignas o sospechosas de cáncer pulmonar.

Dada las limitaciones técnicas en la Rx de tórax, y la dificultad de ver lesiones como los nódulos pulmonares, las herramientas de inteligencia artificial pueden facilitar la lectura a los profesionales de la salud tanto a los radiólogos como a otros especialistas que deben interpretar tales imágenes.

En la atención primaria, este tipo de herramientas permitirá a los profesionales de la salud que no cuenten con la facilidad de una lectura por parte de un especialista entrenado en radiología, identificar lesiones significativas como los mismos nódulos o la presencia de masas u otros hallazgos y así iniciar un trámite de remisión oportuna al servicio de cirugía de tórax de ser necesario.

Esta referencia oportuna puede facilitar el inicio de estudios complementarios de dichas lesiones pulmonares identificadas más tempranamente y cambiar el tratamiento y pronóstico de algunos pacientes.

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos ver una diferencia significativa entre los valores de Kappa, con una concordancia diagnóstica mayor para el sistema de inteligencia artificial enfrentada con la lectura del radiólogo, sin la herramienta tecnológica. Esto podría implicar la necesidad de complementar las lecturas con herramientas más avanzadas, como la inteligencia artificial.

Por lo que sería útil implementar estrategias de formación adicional o asistencia con herramientas de inteligencia artificial para mejorar la sensibilidad de las lecturas radiológicas.

Los sistemas de inteligencia artificial mejorarán su capacidad diagnóstica mientras más se alimente la plataforma con mayor cantidad de imágenes.

En definitiva, estos elementos tecnológicos en desarrollo van a ser herramientas muy útiles a todos los profesionales involucrados en la atención de pacientes, pues permiten la identificación de lesiones pulmonares de diferente tipo y facilitan la atención oportuna a pacientes con hallazgos anormales en las imágenes diagnósticas iniciales. Es una herramienta útil para la segregación de radiografías normales y así reducir los tiempos necesarios para la notificación y lectura definitiva.

Este tipo de instrumentales, junto con la experiencia del personal de salud, son de gran relevancia para mejorar el diagnóstico oportuno de enfermedades tan impactantes como el cáncer de pulmón.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CÁNCER DE PULMÓN EN LAS AMÉRICAS. OPS GLOBOCAN 2012 [Internet]. Available from: <http://globocan.iarc.fr/>.
2. Giraldo-Osorio A, Ruano-Ravina A, Rey-Brandariz J, Arias-Ortiz N, Candal-Pedreira C, Pérez-Ríos M. Lung cancer mortality trends in Colombia, 1985-2018. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*. 2022;46.
3. Kocarnik JM, Compton K, Dean FE, Fu W, Gaw BL, Harvey JD, et al. Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life Years for 29 Cancer Groups From 2010 to 2019 A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *JAMA Oncol*. 2022;8(3):420–44.
4. Raez LE, Cardona AF, Santos ES, Catoe H, Rolfo C, Lopes G, et al. The burden of lung cancer in Latin-America and challenges in the access to genomic profiling, immunotherapy and targeted treatments. *Lung Cancer* [Internet]. 2018 May 1 [cited 2023 Jul 30];119:7–13. Available from: <http://www.lungcancerjournal.info/article/S016950021830271X/fulltext>
5. R. JMC. NÓDULOS PULMONARES. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2015 May;26(3):302–12.
6. Trinidad López C, Delgado Sánchez-Gracián C, Utrera Pérez E, Jurado Basildo C, Sepúlveda Villegas CA. Incidental pulmonary nodules: characterization and management. *Radiologia*. 2019 Sep 1;61(5):357–69.
7. Krarup MMK, Krokos G, Subesinghe M, Nair A, Fischer BM. Artificial Intelligence for the Characterization of Pulmonary Nodules, Lung Tumors and Mediastinal Nodes on PET/CT. Vol. 51, *Seminars in Nuclear Medicine*. W.B. Saunders; 2021. p. 143–56.

8. Schwyzer M, Messerli M, Eberhard M, Skawran S, Martini K, Frauenfelder T. Impact of dose reduction and iterative reconstruction algorithm on the detectability of pulmonary nodules by artificial intelligence. *Diagn Interv Imaging*. 2022 May 1;103(5):273–80.
9. Li X, Shen L, Xie X, Huang S, Xie Z, Hong X, et al. Multi-resolution convolutional networks for chest X-ray radiograph based lung nodule detection. *Artif Intell Med*. 2020 Mar 1;103.
10. Mollura DJ, Mazal J, Everton KL. White paper report of the 2012 RAD-AID conference on international radiology for developing countries: Planning the implementation of global radiology. In: *Journal of the American College of Radiology*. Elsevier; 2013. p. 618–24.
11. F. Marcos Sánchez AIFMIAC y AVA. Caso clínico Radiografía de tórax. servicio de Medicina Interna del Hospital del Insalud de Talavera de la Reina. Toledo. España. Fig. 1. Fig. 2.; 2002.
12. Ather S, Kadir T, Gleeson F. Artificial intelligence and radiomics in pulmonary nodule management: current status and future applications. Vol. 75, *Clinical Radiology*. W.B. Saunders Ltd; 2020. p. 13–9.
13. Chassagnon G, Vakalopoulou M, Paragios N, Revel MP. Artificial intelligence applications for thoracic imaging. *Eur J Radiol*. 2020 Feb 1;123.
14. Tandon YK, Bartholmai BJ, Koo CW. Putting artificial intelligence (AI) on the spot: Machine learning evaluation of pulmonary nodules. *J Thorac Dis*. 2020 Nov 1;12(11):6954–65.
15. s:Chantelle C. Lachance MW. Inteligencia artificial para la clasificación de pulmón Nódulos: una revisión de la utilidad clínica, la precisión diagnóstica, la rentabilidad y las pautas [Internet]. Ottawa; 2020. Available from: www.onlinedoctranslator.com
16. Kik S V, Gelaw SM, Ruhwald M, Song R, Khan FA. Diagnostic accuracy of chest X-ray interpretation for tuberculosis by three artificial intelligence-based software in a screening use-case: an individual patient meta-analysis of global data. *International Organization for Migration (IOM)* [Internet]. 10(8):18. Available from: <https://doi.org/10.1101/2022.01.24.22269730>
17. Case-Study-AI-Enabled-Diagnostic-Imaging-Interpretation-Bolton-NHS-Foundation-Trust (1).
18. Plasencia-Martínez JM, Pérez-Costa R, Ballesta-Ruiz M, García-Santos JM. Performance in prognostic capacity and efficiency of the Thoracic Care Suite GE AI tool applied to chest radiography of patients with COVID-19 pneumonia. *Radiologia*. 2023;
19. Homayounieh F, Digumarthy S, Ebrahimian S, Rueckel J, Hoppe BF, Sabel BO, et al. An Artificial Intelligence-Based Chest X-ray Model on Human Nodule Detection Accuracy from a Multicenter Study. *JAMA Netw Open*. 2021 Dec 29;4(12).
20. Nam JG, Park S, Hwang EJ, Lee JH, Jin KN, Lim KY, et al. Development and validation of deep learning-based automatic detection algorithm for malignant pulmonary nodules on chest radiographs. *Radiology*. 2019 Jan 1;290(1):218–28.
21. Clinical Decision Support Systems Patricia R. McCartney, PhD, RN, FAAN.
22. Benavent Núñez D, Colomer J, Luis M, Gutiérrez Q, Gol-Montserrat J, Del JE, et al. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y DECISIONES CLÍNICAS: Cómo está cambiando el comportamiento del médico.
23. pulmonar solitario N, pulmonares N, Juan Manuel MF, Kelman Hanael OR, Javier Ignacio SF, Julio César HC, et al. ENFOQUE, DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO SOLITARY PULMONARY NODULE: MEDICAL APPROACH AND TREATMENT Médico internista. *Neumólogo e intensivista*. Vol. 4, Cienc.biomed. 2013.

24. Fernández-Arrieta A, Martínez-Jaramillo SI, Riscanevo-Bobadilla AC, Escobar-Avila LL. Clinicopathological characteristics of pulmonary nodules: Experience at Clínica Reina Sofía, Bogotá, Colombia. *Revista Colombiana de Cirugía*. 2022;37(1):49–59.
25. CHEST Supplement Screening for Lung Cancer DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF LUNG CANCER, 3RD ED: ACCP GUIDELINES. 2013;
26. Ost D, Fein AM, Feinsilver SH. The Solitary Pulmonary Nodule [Internet]. Vol. 348, n engl j med. 2003. Available from: www.nejm.org
27. Guo W, Zhao YP, Jiang YG, Wang RW, Ma Z. Surgical treatment and outcome of pulmonary hamartoma: a retrospective study of 20-year experience. 2008; Available from: <http://www.jeccr.com/content/27/1/8>
28. Kallianos K, Mongan J, Antani S, Henry T, Taylor A, Abuya J, et al. How far have we come? Artificial intelligence for chest radiograph interpretation. Vol. 74, *Clinical Radiology*. W.B. Saunders Ltd; 2019. p. 338–45.
29. Candemir S, Jaeger S, Palaniappan K, Musco JP, Singh RK, Xue Z, et al. Lung segmentation in chest radiographs using anatomical atlases with nonrigid registration. *IEEE Trans Med Imaging*. 2014 Feb;33(2):577–90.
30. Chutivanidchayakul F, Suwatanapongched T, Petnak T. Clinical and chest radiographic features of missed lung cancer and their association with patient outcomes. *Clin Imaging*. 2023 Jul 1;99:73–81.
31. Quekel LGBA, Kessels AGH, Goei R, Van Engelshoven JMA. Miss rate of lung cancer on the chest radiograph in clinical practice. *Chest*. 1999;115(3):720–4.
32. Fernández Fernández S, Martí De Gracia M, Ossaba Vélez S, Luz Parra Gordo M, Díez Tascón Á, Stephen Acosta Velásquez K, et al. Análisis de la Inteligencia Artificial en la radiografía de tórax.
33. Homayounieh F, Digumarthy S, Ebrahimian S, Rueckel J, Hoppe BF, Sabel BO, et al. An Artificial Intelligence-Based Chest X-ray Model on Human Nodule Detection Accuracy from a Multicenter Study. *JAMA Netw Open*. 2021 Dec 29;4(12).
34. Fernández Fernández S, Martí De Gracia M, Ossaba Vélez S, Luz Parra Gordo M, Díez Tascón Á, Stephen Acosta Velásquez K, et al. Análisis de la Inteligencia Artificial en la radiografía de tórax.
35. Ferrando Blanco D, Morenza ÓP, Campos LBC, Sánchez Martínez AL, Varona D, Carpio LA Del, et al. Utility of artificial intelligence for detection of pneumothorax on chest radiographs done after transthoracic percutaneous transthoracic biopsy guided by computed tomography PALABRAS CLAVE [Internet]. Vol. 66, *Radiología*. 2024. Available from: www.elsevier.es/rx

TABLAS

Table 1. Operacionalización de las Variables.

Macro variables	Variable	Definición	Tipo	Categorías
Demográficas	Edad	Tiempo de vida en años de cada paciente teniendo en cuenta la fecha de nacimiento.	Cuantitativa continua	No aplica
	Género	Características fenotípicas sexuales, definidas como femenino, masculino. Descrito en la historia clínica.	Cualitativa nominal	Femenino Masculino
Hábito	Tabaquismo activo	Consumo de cigarrillo o tabaco de forma recurrente.	Cualitativa nominal	Si-No
	Exposición a biomasa	Historia de exposición a biomasas en la historia clínica.	Cualitativa nominal	Si-No
Antecedentes patológicos	EPOC	Diagnóstico o antecedente de enfermedad pulmonar obstructiva crónica.	Cualitativa nominal	Si-No
	Fibrosis pulmonar	Antecedente de un proceso inflamatorio crónico de origen múltiple, diagnosticado por historia clínica.	Cualitativa nominal	Si-No
	Tuberculosis	Historia de infección, o infección activa por <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , según historia clínica.	Cualitativa nominal	Si-No
	Cáncer	Diagnóstico confirmado de cáncer específico según historia clínica.	Cualitativa nominal	Mama Cervix Tiroides Recto Melanoma Otro
Antecedentes familiares	Antecedentes familiares de cáncer	Diagnóstico confirmado de cáncer en familiares de primer grado en la historia clínica.	Cualitativa nominal	Si-No
Cuadro clínico	Motivo de la radiografía de tórax	Indicación de la toma de la radiografía de tórax.	Cualitativa nominal	Trauma Síntomas respiratorios Dolor torácico seguimiento

	Síntomas	Sintomatología descrita en la historia clínica en la que se indica la toma de la radiografía de tórax.	Cualitativa nominal	Tos Disnea Hemoptisis Fibre Pérdida de peso otros
Imágenes diagnósticas	Lesión identificada por radiólogo	Descripción de la presencia de nódulo pulmonar en la lectura definitiva de radiología.	Cualitativa nominal	Si-No
	Lesión identificada por Qure.ai	Descripción de la presencia de nódulo pulmonar identificado por el sistema de inteligencia artificial.	Cualitativa nominal	Si-No
	Malignidad identificada por Qure.ai	Posibilidad de malignidad según la lectura del sistema de nódulo pulmonar.	Cualitativa nominal	Si-No
	Presencia de nódulo pulmonar en tomografía de tórax	Descripción de la presencia de nódulo pulmonar en la lectura definitiva de radiólogo.	Cualitativa nominal	Si-No

Tabla 2. Estadificación de variables

Variable	Tipo	N= 181	%
Edad Me (RI)		60.0 (51.0 - 67.0)	
Género	F	125	69,1
	M	56	30,9
Lectura IA (Hallazgos de nódulos)	No	143	79,0
	Si	38	21,0
Hallazgo	No	78	43,1
	Si	103	56,9
Lectura radiólogo	No	165	91,2
	Si	16	8,8
Portátil	No	139	76,8
	Si	42	23,2
Presencia en la TAC de tórax	No	128	70,7
	Si	53	29,3
Tabaquismo	No	150	82,9
	Si	31	17,1
Biomasa	No	176	97,2
	Si	5	2,8
EPOC	No	162	89,5
	Si	19	10,5
Fibrosis pulmonar	No	180	99,4
	Si	1	0,6
Tuberculosis	No	178	98,3
	Si	3	1,7
Historia de cáncer	No	12	6,6
	Si	169	93,4
Me: Mediana, RI: Rango Intercuartílico, EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, IA: Inteligencia Artificial			

Tabla 3. Antecedentes oncológicos

Variable	Tipo	N= 181	%
Antecedentes personales de cáncer	Biliar	1	0,6
	Cabeza y Cuello	4	2,2
	Cel Germinales	2	1,1
	Cérvix	15	8,3
	Colon	8	4,4
	Condrosarcoma	1	0,6
	Endometrio	10	5,5
	Escamo celular	2	1,1
	Gástrico	3	1,7
	Leiomiomasarcoma	1	0,6
	Uterino		
	Linfoma No Hodgkin	3	1,7
	Linfoma	1	0,6
	LMC	1	0,6
	Mama	59	32,6
	Melanoma	1	0,6
	No	12	6,6
	Óseo	1	0,6
	Ovario	9	5,0
	Próstata	14	7,7
	Pulmón	16	8,8
	Recto	6	3,3
	Renal	2	1,1
	Sarcoma	6	3,3
	Testicular	1	0,6
	Vejiga	1	0,6
	Vesical	1	0,6
Historia familiar de cáncer	No	139	76,8
	Si	42	23,2
LMC: leucemia mieloide crónica			

Tabla 4. Causas y síntomas

Variable	Tipo	N=181	%
Motivo Rx	Estadificación	17	9,4
	Re-estadificación	7	3,9
	Seguimiento	157	86,7
Síntomas	No	165	91,2
	Si	16	8,8
	Apnea	1	7,7
Cual	Disnea	7	53,8
	Dolor Dorsal	1	7,7
	Tos	4	30,8
Rx: radiografía de tórax			

Tabla 5. Hallazgos secundarios IA

Variables		N= 181	%
Hallazgos secundarios De la IA	Negativo	78	43,1
	Fibrosis Pulmonar	10	5,5
	Nódulo	34	18,8
	Cardiomegalia	26	14,4
	Lesión Fibro Cavitada	1	0,6
	Derrame Pleural	6	3,3
	Opacidad	21	11,6
	Enfisema Pulmonar	1	0,6
	Neumotórax	1	0,6
	Hilio Pulmonar Anormal	2	1,1
	Escoliosis	1	0,6

Tabla 6. Concordancia diagnóstica entre la interpretación de la radiografía de tórax por la herramienta de inteligencia artificial y el reporte de la tomografía por el radiólogo.

		TAC			
		SI	NO		
Lectura IA	SI	27	11	38	Acuerdo observado 0.8
	NO	26	117	143	Acuerdo esperado 0.6202
		53	128	181	
Parámetro	Valor	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%		Fuerza de concordancia
Índice Kappa	0.462	0.079	0.307	0.616	Moderada
Sensibilidad	50,94%		37.0%	64,75%	
Especificidad	91.94%		84,8%	95,42%	
Valor predictivo positivo	71,05%		53,89%	84,02%	
Valor predictivo negativo	81,82%		74,31%	87,57%	
Prevalencia	29,28%		22,89%	36,57%	
Cociente de probabilidades positivo	5,93		3,18	11,06	
Cociente de probabilidades negativo	0,54		0,41	0,71	

Prior Odds: 0.38 Probabilidad pre-test: 0.28 (28.000000000000004 %)

Post Odds+: 2.43 Probabilidad post-test +: 0.71, (71%)

Post Odds-: 0.38

Tabla 7. Concordancia diagnóstica entre la lectura de la radiografía de tórax por el radiólogo y el reporte de la tomografía por el radiólogo.

		TAC			
		SI	NO		
Lectura Rx por radiólogo	SI	16	0	16	Acuerdo observado 0.8
	NO	37	128	165	Acuerdo esperado
		53	128	181	0.6706

Parámetro	Valor	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%		Fuerza de concordancia
Índice Kappa	0.380	0.091	0.201	0.558	Débil
Sensibilidad	30,19%		18,74%	44,51%	
Especificidad	100%		96,37%	99,93%	
Valor predictivo positivo	100%		75,93%	99,43%	
Valor predictivo negativo	77,58%		70,30%	83,54%	
Prevalencia	29,28%		22,89%	36,57%	
Cociente de Probabilidad positivo	*		*	*	
Cociente de Probabilidad negativo	0.70		0,58	0.83	

Prior Odds: 0.41 Probabilidad pre-test: 0.29 (28.999999999999996 %)

Post Odds+: Infinity Probabilidad post-test +: NaN o en porcentaje, NaN %

Post Odds-: 0.5 Probabilidad post-test -: 0.33 o en porcentaje, 33 %

Tabla 8. Concordancia diagnóstica entre la lectura de la radiografía de tórax por el radiólogo y la lectura de la radiografía de tórax por la herramienta de inteligencia artificial

Lectura Rx por radiólogo	Lectura IA	Lectura IA			
		SI	NO		
SI		12	4	16	Acuerdo observado 0.83
NO		26	139	165	Acuerdo esperado 0.7388
		38	143	181	

Parámetro	Valor	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%		Fuerza de concordancia
Índice Kappa	0.366	0.106	0.158	0.573	Débil
Sensibilidad	31,58%		18,04%	48,79%	
Especificidad	97,20%		92,55%	99,10%	
Valor predictivo positivo	75,00%		47,415%	91,67%	
Valor predictivo negativo	84,24%		77,58%	89,27%	
Prevalencia	20,99%		15,455	27,80%	
Cociente de probabilidades positivo	11,29		3,86	33,03	
Cociente de probabilidades negativo	0,70		0,57	0,88	

Prior Odds: 0.27 Probabilidad pre-test: 0.21, (21 %)
 Post Odds+: 2.84 Probabilidad post-test +: 0.74, (74%)
 Post Odds-: 0.55 Probabilidad post-test -: 0.35, (35 %)

FIGURAS

Figura 1. Nomograma de Fagan, interpretación de la radiografía de tórax por la herramienta de inteligencia artificial y el reporte de la tomografía por el radiólogo.

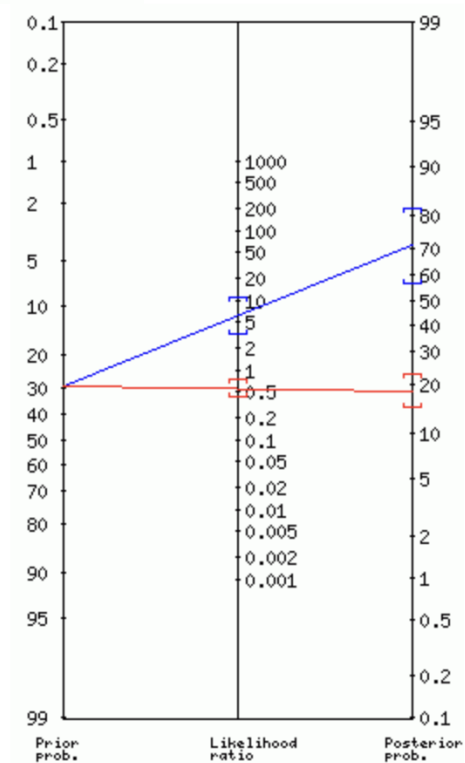
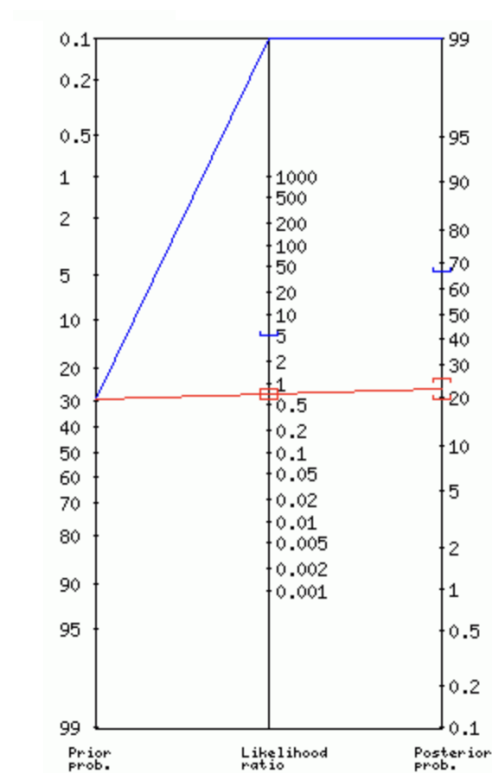


Figura 2. Nomograma de Fagan, interpretación de la radiografía de tórax por el radiólogo y el reporte de la tomografía por el radiólogo



ANEXOS

Anexo A. Declaración de confidencialidad de la historia clínica

DECLARACIÓN INDIVIDUAL DE CONFIDENCIALIDAD

En Cartagena agosto de 2024, yo, Sebastián Bohórquez Garnica con Cédula de ciudadanía N°1098693977, declaro que:

Actualmente presto servicios como investigador en relación al proyecto “Papel de la inteligencia artificial en la identificación de nódulos pulmonares en la radiografía de tórax. Comparativo entre herramienta de IA e informe médico, en un centro de referencia en Cartagena bolívar – Colombia”. Este proyecto adscrito a la Universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm, Seccional Cartagena, como aspirante al título de cirujano general.

En relación al Proyecto tendré acceso a información con el carácter de confidencial o reservada, obligándome personalmente a mantener la más total y absoluta reserva de los datos personales y datos sensibles y, en general, de toda información que pueda llegar a mi conocimiento con motivo del Proyecto, o a que pueda tener acceso en forma directa o indirecta, y que diga o pueda decir relación con los negocios o actividades particulares o generales de las personas naturales o jurídicas asociadas con el Proyecto, de sus clientes, usuarios, proveedores, trabajadores u otras entidades o personas naturales o jurídicas, no pudiendo divulgar sin previa autorización del Propietario de la Información, tanto durante la vigencia del presente Contrato como luego de su terminación.

Así mismo, declaro tener pleno conocimiento que la información confidencial incluye todo aquello relativo a remuneraciones, términos y condiciones comerciales, asuntos de negocios, contratos, tecnología especificaciones de productos, sistemas operativos, diseños, patentes, fórmulas, planes secretos de manufacturas, know how, ideas comerciales, industriales e información técnica, propuestas pedagógicas, material de estudio y del programa, datos personales de terceros y, en general, sobre cualquier otra materia que diga relación con el Proyecto, sea cual fuere su naturaleza.

Por medio de la presente, me obligo personalmente a mantener indemne el incumplimiento de las obligaciones adquiridas en virtud de la presente declaración.

Sebastián Bohórquez Garnica
CC.
Residente de cuarto año
Especialidad en Cirugía General
Posgrado Médico Quirúrgico- Universidad del Sinú

Anexo B. Aprobación del Comité de Ética y Bioética Universidad del Sinú

Comité Central de Ética y Bioética en Investigaciones

CETBI-09-63-2024

Cartagena de Indias D.T y C, 27 de septiembre de 2024.

Señor(a)

Sebastián Bohórquez Garnica

Programa Especialización en Cirugía general
Universidad del Sinú EBZ-Cartagena

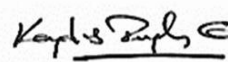
El Comité de Ética y Bioética en Investigación de la Universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm Seccional Cartagena, confirma que la propuesta de investigación titulado: Papel de la inteligencia artificial en la identificación de nódulos pulmonares en la radiografía de tórax. comparativo entre herramienta de IA e informe médico, en un centro de referencia en Cartagena bolívar - Colombia". Ha sido **AVALADO** por ser una investigación clasificada RIESGO MINIMO para ninguno de los sujetos/ modelos vinculados al proyecto, que cumple con las normas y políticas de Ética, Bioética e Integridad Científica enunciada por MINCIENCIAS y principios rectores internacionales para investigación biomédica con animales CIOMS y ICLAS de diciembre de 2012, Ley 84 de 1989 estatuto de protección animal y la resolución 8430 de 1993 normas científicas técnicas y administrativas para investigación en salud (Título 5).

Lo anterior consta en el acta No 01-09-24 del mes de septiembre del año 2024.

Cordialmente,



Natalia Lemos Calle
Presidenta CETBI
Universidad del Sinú EBZ
Cartagena



Keidis S. Ruidiaz Gómez
Secretaria CETBI
Universidad del Sinú EBZ
Cartagena