



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**DETECCIÓN DE CÁNCER DE PÁNCREAS MEDIANTE UNA RED
NEURONAL CONVOLUCIONAL**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

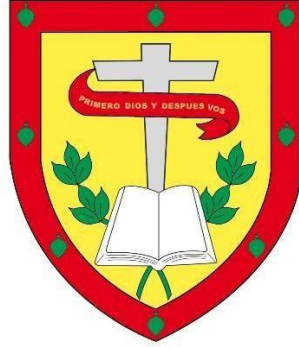
AUTOR: VERÓNICA SAMANTHA MORQUECHO SOLÍS

DIRECTOR: DRA. PAOLA VERÓNICA ORELLANA BERNAL

CUENCA- ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**DETECCIÓN DE CÁNCER DE PÁNCREAS MEDIANTE UNA
RED NEURONAL CONVOLUCIONAL**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

AUTOR: VERONICASAMANTHA MORQUECHO SOLÍS

DIRECTOR: DRA. PAOLA VERONICA ORELLANA BERNAL

CUENCA- ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Verónica Samantha Morquecho Solís portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0150343929**. Declaro ser el autor de la obra: “**Detección de cáncer de páncreas mediante una red neuronal convolucional**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 28 de mayo de 2026



F:

Verónica Samantha Morquecho Solís

C.I. 0150343929

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR / TUTOR

Certifico que el presente trabajo denominado " **Detección de cáncer de páncreas mediante una red neuronal convolucional** " realizado por **Verónica Samantha Morquecho Solís** con documento de identidad **No. 0150343929**, previo a la obtención del título profesional de Médico, ha sido asesorado, supervisado y desarrollado bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica.

Cuenca, 28 de mayo de 2026



F:

Dra. Paola Verónica Orellana Bernal

DIRECTOR / TUTOR

DEDICATORIA

Dedico mi esfuerzo y mi trabajo de tesis a mi papito, Julio Morquecho P., su amor incondicional, su ejemplo de constancia, vigor y respeto, lograron en más de una ocasión darme fuerzas para poder seguir adelante con mi carrera. Gracias por ser el soporte que necesitaba en mis días difíciles y guiarme por el camino correcto, soy muy afortunada de contar con su apoyo siempre y poder superar todos los obstáculos.

A mi mamá, Yolanda Solís, que sin su sacrificio nada de esto hubiese sido posible, por la invaluable formación como persona con valores fuertes que caracterizan y llenan de orgullo a nuestra familia. Este logro también es suyo, porque cada paso que he dado ha sido guiado por su amor y su ejemplo de fortaleza.

A mis hermanos y a toda mi familia quienes siempre me han apoyado haciéndome capaz de lograr mis objetivos, cada sacrificio tiene un valor y muchísimas gracias por estar junto a mí en cada etapa apoyándome incondicionalmente sin importar la distancia.

Samantha Morquecho Solís.

AGRADECIMIENTO

Me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento a mi directora, Dra. Paola Orellana Bernal, por su invaluable orientación, apoyo y paciencia durante todo el proceso de esta tesis. A mis pares revisores, Dr. Andrés Maldonado y Dr. Rafael Aldás, su experiencia y comentarios han sido fundamentales para dar forma a este trabajo y empujarme a luchar por la excelencia.

Extiendo mi más sincero agradecimiento a mi familia por su amor incondicional, comprensión y aliento durante este desafiante viaje. Su fe inquebrantable en mis habilidades ha sido una fuente constante de motivación.

Agradezco a mi alma mater Universidad Católica de Cuenca, a sus docentes y a los amigos que he hecho a lo largo de la carrera, he reído y he llorado a su lado, gracias por ser fuente de inspiración, sembrar en mí diversos conocimientos e incentivarme a lograr el éxito. Finalmente, expreso mi gratitud a todos los participantes que generosamente contribuyeron con su tiempo y sus conocimientos a este estudio. Sin su cooperación, esta investigación no habría sido posible.

RESUMEN

Introducción: el cáncer de páncreas (PC) es una neoplasia maligna de letalidad elevada a nivel mundial, con una supervivencia global menor a 5 años posterior al diagnóstico, donde los factores de riesgo pueden ser de tipo hereditario o no hereditario. En las neoplasias malignas exocrinas, el adenocarcinoma ductal destaca con alrededor del 90% de frecuencia donde el diagnóstico y características adecuadas del tumor son grandes predictores que encaminan a establecer el tipo de tratamiento, la posibilidad de metástasis y la supervivencia.

Revisión bibliográfica: la red neuronal convolucional (CNN) como método de detección de cáncer de páncreas posee una precisión superior al 95% al discriminar el tejido canceroso del tejido normal. Asimismo, un adecuado entrenamiento de la CNN en la tomografía computarizada permite diagnosticar tumores menores a 2 centímetros con una sensibilidad del 87% mientras que en los tumores mayores a 2 centímetros la precisión aumentó al 95% a comparación de la evaluación realizada por el personal médico con el 73%; sin embargo, dicho algoritmo necesita de información detallada y de alta calidad.

Conclusión: los continuos avances en la inteligencia artificial han transformado la investigación en cuanto a la detección del cáncer de páncreas mediante la CNN, dicho sistema ofrece una precisión superior al 95% por lo que el adecuado entrenamiento de la CNN en la tomografía computarizada ha logrado superar la precisión de la evaluación médica convencional.

Palabras clave: diagnóstico por imagen, Neoplasias Pancreáticas

ABSTRACT

Introduction: Pancreatic cancer (PC) is a highly lethal malignant neoplasm worldwide, with an overall survival rate of less than five years after diagnosis, where risk factors may be hereditary or non-hereditary. Among exocrine malignant neoplasms, ductal adenocarcinoma is the most prevalent, accounting for approximately 90% of cases. Proper diagnosis and characterization of the tumor are strong predictors that help determine the type of treatment, the likelihood of metastasis, and survival.

Literature Review: Convolutional Neural Networks (CNNs), when used to detect pancreatic cancer, achieve accuracy rates of over 95% in distinguishing cancerous from normal tissue. Furthermore, adequate training of CNNs on computed tomography (CT) scans enables the detection of tumors smaller than 2 centimeters with 87% sensitivity, while for tumors larger than 2 centimeters, accuracy increases to 95%, compared to 73% achieved in evaluations performed by medical personnel; however, such algorithms require detailed, high-quality information.

Conclusion: Continuous advances in artificial intelligence have transformed research into the detection of pancreatic cancer using CNNs. This system offers accuracy rates of over 95%; therefore, properly training a CNN on computed tomography scans has surpassed the accuracy of conventional medical evaluation.

Keywords: Diagnostic Imaging, Pancreatic Neoplasms

ÍNDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	10
MÉTODOLOGÍA.....	12
DESARROLLO DEL TRABAJO	15
Definición	15
Fisiopatología.....	15
Factores de riesgo.....	15
Clasificación	16
Manifestaciones	16
Diagnóstico	17
Detección mediante inteligencia artificial	19
Etapificación	20
Influencia dentro del ámbito médico	22
Tratamiento	24
Pronóstico	24
Cuidados paliativos	24
CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFÍA	27
GLOSARIO	33

INTRODUCCIÓN

El cáncer de páncreas (PC) se presenta por aberraciones en los patrones genéticos que pueden ser de origen exocrino, denominada también como no endocrino donde la variedad más frecuente es el adenocarcinoma ubicado en el revestimiento del conducto pancreático; además del origen neuroendocrino (1). La clínica inespecífica lo convierte en una enfermedad de diagnóstico complicado, es así que, gran parte de los pacientes presentan un cáncer en estadios avanzados con una tasa de supervivencia posterior al diagnóstico de menos de 5 años (2). La red neuronal convolucional (CNN) son un tipo de inteligencia artificial que analizan imágenes mediante patrones generados por capas de convolución, agrupamiento y conexiones neuronales, para brindar una representación probabilística de una imagen completa, pueden emplearse como algoritmo de detección y clasificación, en conjunto con la tomografía buscan potenciar la localización y diagnóstico precoz del cáncer de páncreas (3).

La Organización Panamericana de la Salud estima el 7,0% de mortalidad en los hombres y el 7,2% de defunciones en las mujeres a nivel mundial (4). Según las estadísticas de Observatorio Global de Cáncer (GLOBOCAN) 2020 el PC causa 466.003 muertes anuales y los casos nuevos se estiman en 495.773 (5). Una revisión realizada en el 2017 menciona que el PC representa el 1,8% de todos los cánceres a nivel mundial (6). Las cifras más elevadas de incidencia se observan en Europa, Nueva Zelanda, América del Norte y Australia (7). En Estados Unidos ocupa el tercer lugar como la causa principal de muerte, donde existen aproximadamente 62.200 diagnósticos nuevos y 48.800 muertes por año (8). El 90% se ven relacionados con el adenocarcinoma ductal de páncreas (9). Un estudio hecho en Ecuador, Quito durante el período 2013-2017 mostró una incidencia del 3.6 en hombres y el 4.3 en mujeres y los índices de mortalidad fueron de 3.4 en varones y 3.7 en mujeres (10).

La detección tardía, el tratamiento y el posterior cuidado paliativo generan un problema económico en el paciente debido al coste y al ausentismo laboral que este genera (11). Los

familiares de primer grado de pacientes con cáncer de páncreas enfrentan un riesgo superior de padecer de adenocarcinoma ductal pancreático, la data de sobrevida es de 1 a 5 años (12). 9

Esta revisión permitirá describir a mejor detalle la utilización de la inteligencia artificial como recurso de apoyo para el diagnóstico del PC en sus etapas tempranas con el fin de ampliar así las alternativas terapéuticas y las probabilidades de supervivencia, esto favorece como fuente de conocimiento para los profesionales o personal involucrado en la atención sanitaria debido a la elevada mortalidad y el diagnóstico tardío de la enfermedad.

MÉTODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica con data del 1 de abril al 14 de abril de 2024, donde se establecieron como base artículos publicados en un rango de tiempo de seis años anteriores al actual divulgados en la plataforma PubMed. Así también, se hizo uso del tesauro DeCS/MESH (Descriptores en Ciencias de la Salud) conforme a las palabras clave: Pancreatic Cancer (Neoplasias Pancreáticas), diagnostic imaging (diagnóstico por imagen). Se manejó el operador lógico de búsqueda AND con el fin de obtener el algoritmo “(Pancreatic Cancer) AND (diagnostic imaging)”.

Donde se obtuvieron un total de 90 artículos, los cuales se analizaron bajo los criterios siguientes.

Criterios de inclusión

- Artículos científicos originales y relevantes para la investigación.
- Artículos con data desde el año 2019 al año 2024.
- Publicaciones disponibles en los idiomas español e inglés.

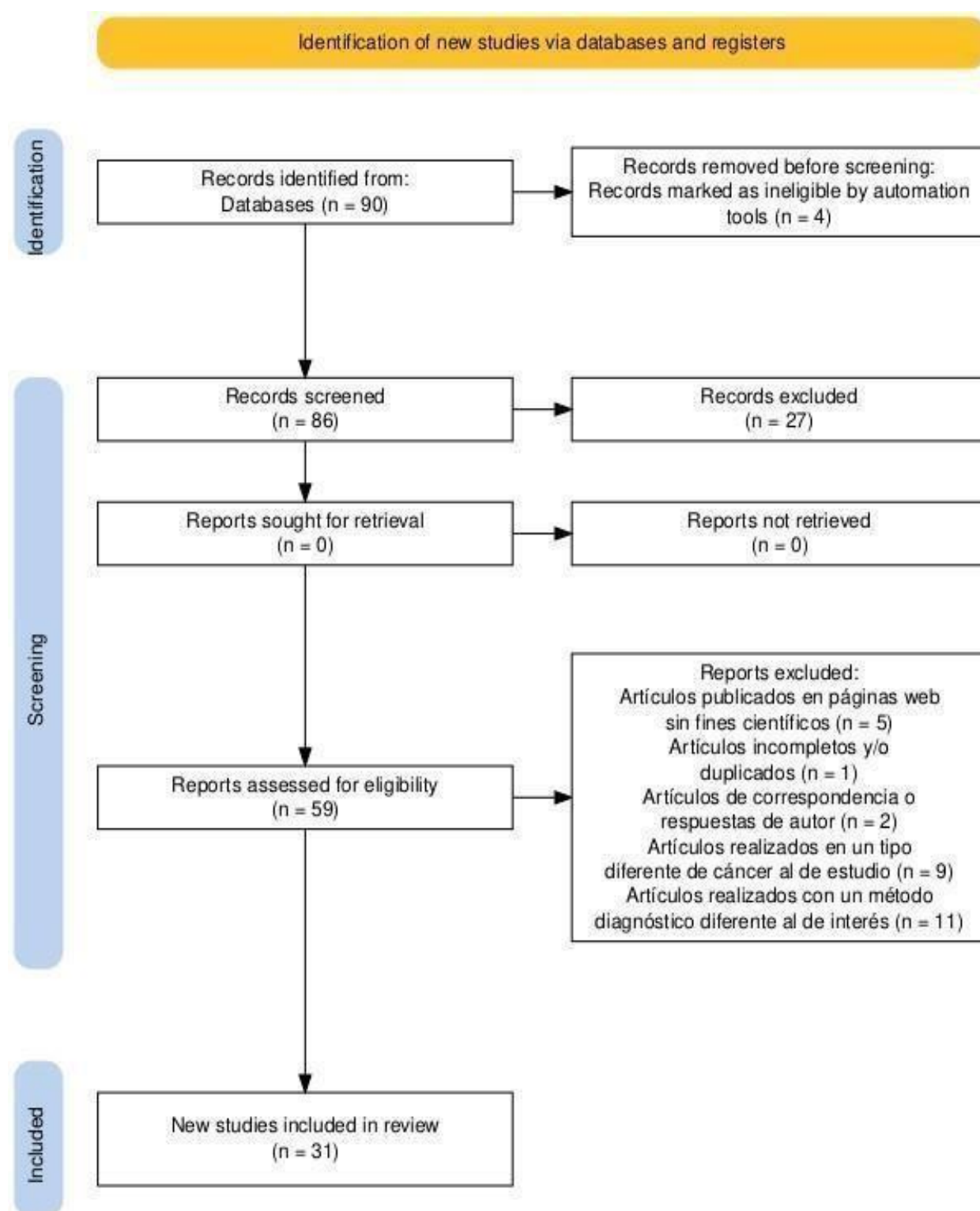
Criterios de exclusión

- Publicaciones dentro de páginas web.
- Artículos sin lectura completa.
- Artículos sin acceso libre.
- Reportes de caso.

Obteniendo un total de 86 artículos, donde se excluyeron 27 artículos por ser de bajo interés. Los 59 restantes se analizaron excluyendo así: artículos publicados en páginas web sin fines científicos (5), artículos incompletos y/o duplicados (1), artículos de correspondencia o respuestas de autor (2), artículos realizados en un tipo diferente de cáncer al de estudio (9) y artículos realizados con un método diagnóstico diferente al de interés (11). Obteniendo un total de 31 artículos de calidad en la revisión bibliográfica.

Figura 1. Algoritmo de búsqueda aplicado en el diagrama de flujo.

Fuente: elaboración propia, a base del programa PRISMA Flow Diagram.



DESARROLLO DEL TRABAJO

Definición

El cáncer de páncreas (PC) consiste en una neoplasia maligna mortal, descrita como uno de los cánceres más agresivos y potencialmente letal; puede tener un origen exocrino, donde el subtipo más común es el adenocarcinoma de las células epiteliales del conducto pancreático (PDAC) que se localiza en la cabeza del páncreas en el 90% de casos o puede ser de origen neuroendocrino que son menos comunes con tasas de ≤ 1 caso por 100.000 personas por año y tienden a ubicarse en el cuerpo o la cola del páncreas (13).

Fisiopatología

La fisiopatología del PDAC se centra principalmente en los cambios genéticos complejos distribuidos en diferentes fases; durante el estado precanceroso se da una alteración acumulativa de las neoplasias intraepiteliales pancreáticas (PanIN) que activarán oncogenes responsables del inicio y mantenimiento del PDAC, donde la variante del gen K- RAS se logra identificar en más del 90% de las personas. Conforme el PanIN evolucionan al grado 2 o 3 aparecen variantes genéticas adicionales como CDKN2A, TP53 y/o SMAD4 que son claros indicativos de mecanismos de inflamación y crecimiento desregulado de genes inhibidores tumorales (14).

Factores de riesgo

Se ven relacionados a la parte hereditaria y ambiental; se destaca que las dos categorías de pacientes con riesgo hereditario más elevado de desarrollar PC son aquellos con síndromes genéticos asociados (síndrome de VonHippel Lindau, síndrome de Peutz- Jeghers y el síndrome de Lynch) y aquellos con antecedentes familiares de PC. Otros posibles factores de riesgo incluyen: tabaquismo, edad mayor de 55 años, grupo sanguíneo ABO, diabetes, obesidad, pancreatitis crónica, cirrosis del hígado, exposición de productos químicos en la industria metalmeccánica y de limpieza en seco (15).

Clasificación

Se clasifica a continuación las neoplasias de origen exocrino puesto que es el tipo de cáncer más común.

Tabla 1. Tipos histológicos de carcinoma pancreático exocrino

Fuente: elaboración propia en base Haeberle L, Esposito I. Pathology of pancreatic cancer. 2019.

Benigno	Cistadenoma de células acinares
	Cistadenoma seroso
	Adenoma de glándula del píloro
Premaligno	Tumor intraepitelial pancreático de alto grado
	Tumor mucinoso papilar intraductal
	Tumor tubulopapilar intraductal
	Tumor quístico mucinoso
Maligno	Neoplasia de células acinares
	Cistadenocarcinoma de células acinares
	Adenocarcinoma ductal
	Tumor mucinoso papilar intraductal con carcinoma invasivo asociado
	Tumor tubulopapilar intraductal con neoplasia invasiva asociada
	Tumor mixto acinar/ductal/neuroendocrino
	Pancreatoblastoma
	Cistadenocarcinoma seroso
	Neoplasia pseudopapilar sólida

Como se ha mencionado con anterioridad el PDAC representa el 90% de todos los tipos histológicos de cáncer pancreático y se subdivide en neoplasia de tipo: adenoescamoso, indiferenciado de osteoclastos, coloide, no diferenciado, hepatoide, de células en anillo de sello y medular (16).

Manifestaciones

Las manifestaciones clínicas del PDAC son inespecíficas y tienen como base las lesiones precursoras precedidas desde hace varios meses o años hasta que evolucionan a una neoplasia maligna invasiva, por lo que identificar la presentación inicial de la patología resulta un reto

por su clínica silenciosa (17). La sintomatología varía mínimamente conforme la localización del tumor y suelen presentarse en un transcurso de cuatro a nueve meses lo que retrasa el diagnóstico precoz de la enfermedad, comúnmente se presenta con: astenia, acolia, pérdida de peso, anorexia, náuseas, epigastralgia con irradiación hacia la espalda o hipocondrios, vómitos, saciedad precoz, esteatorrea o tromboflebitis; mientras que los signos que se hallan son: la ictericia obstructiva (sobre todo en tumores de la cabeza del páncreas), hepatomegalia, masa a nivel del cuadrante superior derecho o en el epigastrio y ascitis (18).

Diagnóstico

Frente a cualquier indicio de sospecha es indispensable realizar una historia clínica completa; es importante hacer hincapié en que los estudios de laboratorio básicos suelen ser inespecíficos o ambiguos, por lo que se recomienda complementar mediante estudios de imagen.

- Examen histológico: considerada el “estándar de oro” para obtener un plan de tratamiento más minucioso, este método incluye la biopsia asistida (ecografía endoscópica o tomografía computarizada) y la biopsia exploratoria bajo laparoscopia o diagnóstico de cirugía abierta. Es importante mencionar que la inmunohistoquímica puede ser útil para distinguir PDAC de otros tumores primarios en caso de metástasis (19).
- Marcadores tumorales: en la actualidad se usan 6 biomarcadores tumorales comunes (CA19-9, antígeno carcinoembrionario o CEA, CA-125, micro-ARN y mutaciones del gen K-RAS); donde su combinación con los métodos de imagen pueden ser una opción viable para la detección temprana puesto que los macrófagos asociados a tumores (TAM) se relacionan a la disminución de neutrófilos y células T (20). El indicador CA19-9 suele ser utilizado para la detección posoperatoria en la recurrencia y el pronóstico del PC (21).

- Ultrasonografía endoscópica: su papel en la estadificación del PDAC y la detección de invasión vascular tumoral es muy significativo, con una capacidad de detección en sensibilidad del 66% al 86% y a nivel de especificidad del 89% al 94% aproximadamente. Suele ser usada como complemento de la tomografía computarizada para evaluar con mayor precisión las dimensiones de la masa, el grado de compromiso vascular y la extensión hacia los ganglios linfáticos. Sin embargo, muestra algunas variaciones según el vaso sanguíneo involucrado puesto que es menos preciso para evaluar la relación de la masa con la arteria celíaca y la arteria y vena mesentéricas superiores (22).
- Tomografía computarizada (TC): proporciona una buena resolución espacial y temporal, apreciada como el mejor método de imagen no invasivo para el cáncer de páncreas, suele ser integrada principalmente en el diagnóstico definitivo, diagnóstico diferencial y estadificación del cáncer de páncreas, sumado a eso, la exploración simple puede mostrar el tamaño y ubicación de la lesión; sin embargo, no puede diagnosticar con precisión la relación entre la lesiones pancreática y un tumor menor a 2 cm; además las estructuras anexas no permiten una buena resolución, presentando una sensibilidad aproximada del 76%-92% y una especificidad del 92%-100% para la detección patológica (23).
- Tomografía por emisión de positrones: comprende el uso del marcador de fluorodesoxiglucosa para evaluar el metabolismo de la glucosa en el tumor y así distinguir lesiones benignas de malignas en el páncreas; no obstante, carece de resolución espacial y puede detectar la absorción de glucosa debido a una infección, la inflamación también confunde la interpretación por lo que no es considerada una herramienta de estadificación de rutina; tiene una capacidad de detección en sensibilidad del 85% y en la especificidad del 61% (24).

- La tomografía computarizada multidetector (TCMD): permite identificar las pequeñas ramas de los vasos y los vasos peripancreáticos, las variaciones anatómicas vasculares, los cambios en la morfología del tumor y los cambios en la densidad de varios tejidos, esto facilita la estadificación del PC y encamina el manejo de si se debe o no realizar la resección quirúrgica (25).
- Imagen de resonancia magnética: permiten realizar una estadificación precisa, logra también reflejar dinámicamente el movimiento y el cambio químico durante la lesión y puede combinar eficazmente la función y morfología. El contraste superior de los tejidos blandos de la resonancia magnética convencional facilita la detección de tumores pequeños que no deforman el contorno ya que algunos pueden estar ocultos en la TC (26).

Detección mediante inteligencia artificial

Si bien el diagnóstico definitivo se realiza mediante la evaluación histopatológica, esta requiere de más tiempo, es costosa y es operadora-dependiente, por lo que los avances recientes en las redes neuronales profundas y la continua demanda de atención médica han cambiado el enfoque de la investigación de la inteligencia artificial (IA) hacia los sistemas CAD (Computer-Aided Design). Se han observado varios avances iniciales en el uso del aprendizaje profundo para evaluar imágenes radiológicas con el fin de coadyuvar como método de diagnóstico para nódulos pulmonares, tumores de piel y algunos tipos de cáncer; la severidad del PC estimula la creación de sistemas CAD con el fin de lograr un diagnóstico precoz no invasivo, mediante la distinción del tejido canceroso del no canceroso y que permita dar como resultado un mecanismo de discriminación sofisticado (27). Las redes neuronales convolucionales o CNN, es un tipo de aprendizaje profundo que permite la extracción de la imagen a través de las correlaciones espaciales locales en una imagen, es decir, permite la construcción de redes neuronales mediante una “pila” de neuronas que están constituidas de funciones y parámetros

de activación con el fin de compilar patrones de las imágenes y reconocer tumores automáticamente (28).

Es importante mencionar que, los algoritmos CNN se han utilizado para la segmentación del páncreas, la estratificación del riesgo, la evaluación del grado de la neoplasia neuroendocrina pancreática, la selección de tratamiento mediante quimioterapia y la clasificación de los quistes pancreáticos (29). En cuanto a la detección de PDAC, la TC tiene una sensibilidad del 76% al 96% mediante detalles sobre la localización, dimensiones y la morfología de la masa, lo que permite también establecer la etapificación y resecabilidad a través de la observación de las estructuras y vasculatura de importancia (30).

Es así que, Li Z y su equipo de investigación demuestran que el uso del modelo predictivo CNN en conjunto con la espectroscopia Raman, que es técnica de análisis químico que busca proporcionar información sobre las moléculas de un tejido y discriminarlo de un tejido pancreático canceroso de uno normal; mediante esta técnica al CNN en la etapa de análisis e interpretación de resultados logró demostrar una alta precisión superior al 95% de la prueba, con una sensibilidad del 97% y una especificidad mayor al 95%, esto se comprueba puesto que en el tejido canceroso se encuentran picos con un alto contenido de proteínas (sobre todo colágeno) a diferencia del tejido normal que contenía más ácido nucleico y lípidos (31).

Etapificación

El cáncer de páncreas se clasifica en 3 grandes grupos.

Tabla 2. Sistema de estadificación TNM del cáncer de páncreas.

Fuente: Elaboración propia, en base al American Joint Committee on Cancer (AJCC).

pTx: neoplasia primaria invalorable

pT0: sin neoplasia primaria

	pTis: carcinoma in situ, PanIN grado 3, tumor mucinoso papilar intraductal y displasia de alto grado, tumor tubulopapilar intraductal con displasia de alto grado y tumor quístico mucinoso con displasia de alto grado
Tumor primario (pT)	pT1: neoplasia ≤ 2 cm pT1a: neoplasia $\leq 0,5$ cm pT1b: neoplasia $>0,5$ cm y <1 cm pT1c: neoplasia de 1 a 2 cm
	pT2: neoplasia >2 cm y ≤ 4 cm
	pT3: neoplasia >4 cm
	pT4: neoplasia que altera el eje celíaco, la arteria mesentérica superior y/o hepática común (considerada irreseccable)
Ganglios linfáticos regionales (pN)	pNx: ganglios linfáticos regionales invalorables pN0: no hay metástasis pN1: metástasis de 1 a 3 ganglios pN2: metástasis en ≥ 4 ganglios
Metástasis (pM)	pM0: no hay metástasis pM1: metástasis a distancia

Tabla 3. Etapificación del cáncer de páncreas.

Fuente: Elaboración propia, en base al AJCC.

	T	N	M
Etapa 0	Tis	N0	M0
Etapa IA	T1	N0	M0
Etapa IB	T2	N0	M0
Etapa IIA	T3	N0	M0
Etapa IIB	T1, T2, T3	N1	M0
	T1, T2, T3	N2	M0
Etapa III	T4	Cualquier N	M0
Etapa IV	Cualquier T	Cualquier N	M1

Influencia dentro del ámbito médico

Ramaekers et al. mencionan como desventajas que uso de la red neuronal convolucional o algoritmo de aprendizaje profundo requiere de grandes cantidades de datos etiquetados de alta calidad y evaluación adecuada del modelo, donde los modelos pueden no funcionar igual en otras poblaciones que no sigan datos específicos con los que fueron entrenados (32).

Con el objetivo de ser más precisos, la segmentación de un órgano como el páncreas es necesaria y contribuye a la detección de aberraciones tumorales de manera más específica y precisa (33).

Chen et al. demuestran en su estudio que el adecuado entrenamiento de la CNN para la segmentación de las imágenes sumado a la integración de la herramienta CAD o detección asistida por computadora logró aumentar la capacidad de sensibilidad hasta un 87,5% lo que contribuye a disminuir la tasa de errores en cuanto al diagnóstico de PC menores a 2 centímetros que no suelen ser encontradas en las tomografías computarizadas de manera regular; adicional, la clasificación CNN permitió identificar los segmentos no tumorales del páncreas y las características de la masa, importantes para la detección de PC ocultas (34). Hong et al. mencionan también que la acumulación excesiva de gotas lipídicas en el tejido adiposo es un alto predictor de neoplasias malignas, como cáncer: colorrectal, de próstata, de mama, de células renales y el hepatocelular, corroborando así que la CNN contribuye a la reconstrucción rápida de las imágenes transmitidas en la tomografía de manera automatizada y consistente, donde dicho estudio demuestra una precisión superior al 94%, es importante agregar que el estudio también recomienda que la clasificación del sistema CAD puede mejorar con la integración y ajustes manuales del tamaño o resolución de la imagen (35).

Estudios previos mencionan que el diagnóstico de PC mediante la TC otorgaba una sensibilidad mayor al 72% y una precisión de más del 73% cuando eran examinados por el personal médico; sin embargo, gracias al desarrollo tecnológico, la aplicación de la CNN ha logrado demostrar una mayor precisión en las exploraciones simples de tumores mayores a dos centímetros, con

resultados del 95,47%, una sensibilidad del 91,58% y la especificidad del 98,27% mejorando así una detección del PC independiente de la experiencia previa y usando como método una recopilación de manuales (36).

Otro punto a recalcar como ventaja es que puede ser usado para el diagnóstico diferencial de la pancreatitis autoinmune (PAI), que es una enfermedad inflamatoria con signos imagenológicos variados, pudiendo presentar una masa focal lo que confundiría su diagnóstico en relación al PC, es así que el uso de la CNN permite aumentar el valor predictivo mediante la visualización de una zona de transición entre el tejido sano y el tejido afectado por el tumor, a diferencia del PAI que únicamente se revela en la estructura interna de la lesión facilitando así la precisión del diagnóstico (37).

El uso de la CNN faster que es otro sistema de IA mediante la utilización de la TC mediante el uso de contraste ha logrado diagnosticar el PC en un tiempo de 0,2 segundos por imagen, con un diagnóstico asistido de 20 segundos por paciente, siendo así un método más rápido y eficaz a diferencia del diagnóstico convencional otorgado por los especialistas de imagen o gastroenterólogos; con esto no se busca sustituir al personal médico sino servir como herramienta de asistencia que permita excluir a los pacientes con lesiones pancreáticas de los pacientes sanos, además de presentar menor riesgo de fatiga, adicionalmente alcanzó una sensibilidad aproximada del 87% en tumores menores de 2 cm y alrededor del 95% en tumores mayores de 2 cm, superando el rendimiento diagnóstico convencional (38).

La identificación de los segmentos afectados en el páncreas representa un gran desafío debido a las limitaciones anatómicas del órgano, así como a las variaciones en el tamaño y forma, en la tomografía computarizada se muestra con márgenes irregulares y mal definidos. Es así que el enfoque de la CNN establece una mejor segmentación y clasificación de imágenes clínicas,

buscando así elevar la exactitud diagnóstica, brindar mayor facilidad en la detección e interpretación de la enfermedad y reducir la carga de trabajo del personal médico (39).

Tratamiento

El PC exocrino no tiene cura por lo que su tasa de supervivencia es muy baja, es por ello que se debe ampliar el manejo con un equipo multidisciplinario integral (40). El tratamiento tradicional de la PC se selecciona en base al estadio de la enfermedad e incluye la cirugía, quimioterapia y cuidados paliativos. Es así que, los estadios I y II son resecables, donde el tratamiento es la resección quirúrgica de la masa sumado a quimioterapia adyuvante y controles debido al riesgo de recurrencia; mientras que el estadio III es local avanzada no resecable y estadio IV con metástasis no resecable, son a base de quimioterapia según el estado funcional del paciente. Se destaca también que la técnica quirúrgica es dependiente de la ubicación y dimensiones del tumor con contraindicaciones absolutas en la presencia de metástasis a distancia a órganos o estructuras arteriales mayores (41).

Pronóstico

El adenocarcinoma de páncreas tiene un pronóstico muy malo, varias literaturas mencionan que cualquier persona con un diagnóstico de cáncer sobrevivirá hasta 5 años; alrededor del 24% de los pacientes sobrevive el primer año y el 9% vive hasta 5 años. Es importante mencionar que el adenocarcinoma de páncreas y otros cánceres exocrinos menos comunes generalmente se diagnostican en estadio III o IV que son las etapas avanzadas de la enfermedad, razón por la que su pronóstico es pobre (42).

Cuidados paliativos

Como se mencionó previamente el pronóstico es muy negativo en el PC por lo que la mayoría de los pacientes tienden a necesitar de cuidados paliativos, destacan principalmente el drenaje percutáneo de la vía biliar en pacientes con ictericia obstructiva realizado por endoscopías y la

gastroeyunostomía quirúrgica en pacientes con obstrucción duodenal junto con síntomas de náuseas y episodios de vómitos; es de suma importancia la valoración multidisciplinaria, puesto que esto permite un mejor manejo del dolor, depresión, desnutrición y evita futuras complicaciones lo cual permite también optimizar el bienestar de los pacientes (43).

CONCLUSIONES

Los recientes progresos de la inteligencia artificial han modificado el enfoque de la investigación en cuanto a la detección de cáncer de páncreas a través de la red neuronal convolucional, esto permite aumentar las posibilidades de realizar un diagnóstico no invasivo al otorgar una precisión superior al 95% que logra discriminar el tejido canceroso del tejido normal. Asimismo, un adecuado entrenamiento de la CNN en la tomografía computarizada permite diagnosticar tumores menores a 2 centímetros con una sensibilidad del 87%, en un tiempo de 0,2 segundos a comparación de la evaluación realizada por el personal médico con el 73%; sin embargo, dicho algoritmo demanda una gran cantidad de información detallada y de alta calidad, por lo que se deben realizar más investigaciones que permitan mejorar la detección temprana y precisa del PC.

BIBLIOGRAFÍA

1. Idachaba S, Dada O, Abimbola O, Olayinka O, Uma A, Olunu E, et al. A Review of Pancreatic Cancer: Epidemiology, Genetics, Screening, and Management. *Open Access Maced J Med Sci.* 2019;7(4):663-671.
2. Asgharian P, Tazehkand A, Soofiyani S, Hosseini K, Martorell M, Tarhriz V, et al. Quercetin Impact in Pancreatic Cancer: An Overview on Its Therapeutic Effects. *Med Cell Longev.* 2024;4393266.
3. Wang S, Chen G, Zhong X, Lin T, Shen Y, Fan X, et al. Global development of artificial intelligence in cancer field: a bibliometric analysis range from 1983 to 2022. *Front Oncol.* 2023;14(13):1215729.
4. *Cáncer. Organización Panamericana de la Salud.* 2023.
5. Sung H, Ferlay J, Siegel R, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: Cancer J. Clinicians.* 2021;71(3):209-249.
6. Lippi G, Mattiuzzi C. The global burden of pancreatic cancer. *Arch Med Sci.* 2020;16(4):820-824.
7. Huët M, Lee C, Rahman S. A review on association of fungi with the development and progression of carcinogenesis in the human body. *Curr Res Microb Sci.* 2021;6(3):100090.
8. Stoffel E, Brand R, Goggins M. Pancreatic Cancer: Changing Epidemiology and New Approaches to Risk Assessment, Early Detection, and Prevention. *Gastroenterology.* 2023; 164(5):752-765.

9. Sarantis P, Koustas E, Papadimitropoulou A, Papavassiliou A, Karamouzis M. Pancreatic ductal adenocarcinoma: Treatment hurdles, tumor microenvironment and immunotherapy. *World J Gastrointest Oncol.* 2020;12(2):173-181.
10. Cueva P, Tarupi W, Caballero H. Cancer incidence and mortality in Quito: information to monitor cancer control policies. *Colomb Med.* 2022; 53(1):e2024929.
11. Fong Z, Teinor J, Yeo T, Rinaldi D, Greer J, Lavu H, et al. Assessment of Caregivers' Burden When Caring for Patients With Pancreatic and Periampullary Cancer. *J Natl Cancer Inst.* 2022;114(11):1468-1475.
12. Wood L, Canto M, Jaffee E, Simeone D. Pancreatic Cancer: Pathogenesis, Screening, Diagnosis, and Treatment. *Gastroenterology.* 2022;163(2):386-402.e1.
13. Hu J, Zhao C, Chen W, Liu Q, Li Q, Lin Y, et al. Pancreatic cancer: A review of epidemiology, trend, and risk factors. *World J Gastroenterol.* 2021;27(27):4298-4321.
14. Park W, Chawla A, O'Reilly E. Pancreatic Cancer: A Review. *JAMA.* 2021; 326(9):851-862.
15. Lilly A, Astsaturov I, Golemis E. Intrapancreatic fat, pancreatitis, and pancreatic cancer. *Cell Mol Life Sci.* 2023;80(8):206.
16. Taherian M, Wang H, Wang H. Pancreatic Ductal Adenocarcinoma: Molecular Pathology and Predictive Biomarkers. *Cells.* 2022;11(19):3068.
17. Puckett Y, Garfield K. Pancreatic Cancer. *StatPearls.* 2023.
18. Gheorghe G, Bungau S, Ilie M, Behl T, Vesa CM, Brisc C, et al. Early Diagnosis of Pancreatic Cancer: The Key for Survival. *Diagnostics (Basel).* 2020;10(11):869.

19. Haeberle L, Esposito I. Pathology of pancreatic cancer. *Transl Gastroenterol Hepatol.* 2019;27(4):50.
20. Zhao Z, Liu W. Pancreatic Cancer: A Review of Risk Factors, Diagnosis, and Treatment. *Technol Cancer Res Treat.* 2020;19:1533033820962117.
21. Søreide K, Ismail W, Roalsø M, Ghotbi J, Zaharia C. Early Diagnosis of Pancreatic Cancer: Clinical Premonitions, Timely Precursor Detection and Increased Curative - Intent Surgery. *Cancer Control.* 2023;30:10732748231154711.
22. Zakaria A, Al-Share B, Klapman J, Dam A. The Role of Endoscopic Ultrasonography in the Diagnosis and Staging of Pancreatic Cancer. *Cancers (Basel).* 2022;14(6):1373.
23. Health Commission Of The People's Republic Of China N. National guidelines for diagnosis and treatment of pancreatic cancer 2022 in China (English version). *Chin J Cancer Res.* 2022;34(3):238-255.
24. Ghidini M, Vuozzo M, Galassi B, Mapelli P, Ceccarossi V, Caccamo L, Picchio M. The Role of Positron Emission Tomography/Computed Tomography (PET/CT) for Staging and Disease Response Assessment in Localized and Locally Advanced Pancreatic Cancer. *Cancers.* 2021;18;13(16).
25. Su J, Wang Y, Shao H, You X, Li S. Value of multi-detector computed tomography combined with serum tumor markers in diagnosis, preoperative, and prognostic evaluation of pancreatic cancer. *World J Surg Oncol.* 2022;20(1):323.
26. Jha P, Yeh BM, Zagoria R, Collisson E, Wang Z. The Role of MR Imaging in Pancreatic Cancer. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2018;26(3):363-373.

27. Dinesh M, Bacanin N, Askar S, Abouhawwash M. Diagnostic ability of deep learning in detection of pancreatic tumour. *Sci Rep.* 2023;13(1):9725.
28. Yasaka K, Abe O. Deep learning and artificial intelligence in radiology: Current applications and future directions. *PLoS Med.* 2018;15(11):e1002707.
29. Faur A, Lazar D, Ghenciu L. Artificial intelligence as a noninvasive tool for pancreatic cancer prediction and diagnosis. *World J Gastroenterol.* 2023; 29(12):1811-1823.
30. Mendoza A, Diehl D. Artificial intelligence for early detection of pancreatic adenocarcinoma: The future is promising. *World J Gastroenterol.* 2021; 27(13):1283-1295.
31. Li Z, Li Z, Chen Q, Ramos A, Zhang J, Boudreaux JP, et al. Detection of pancreatic cancer by convolutional-neural-network-assisted spontaneous Raman spectroscopy with critical feature visualization. *Neural Netw.* 2021;144:455-464.
32. Ramaekers M, Viviers C, Janssen B, Hellström T, Ewals L, van der Wulp K, et al. Computer-Aided Detection for Pancreatic Cancer Diagnosis: Radiological Challenges and Future Directions. *J Clin Med.* 2023;12(13):4209.
33. Lim S, Kim Y, Park Y, Kim D, Kim K, Lee D. Automated pancreas segmentation and volumetry using deep neural network on computed tomography. *Sci Rep.* 2022; 12(1):4075.
34. Chen P, Wu T, Wang P, Chang D, Liu K, Wu M, et al. Pancreatic Cancer Detection on CT Scans with Deep Learning: A Nationwide Population-based Study. *Radiology.* 2023;306(1):172-182.

35. Hong S, Hou J, Chung M, Kang S, Shim B, Lee S, et al. Convolutional neural network model for automatic recognition and classification of pancreatic cancer cell based on analysis of lipid droplet on unlabeled sample by 3D optical diffraction tomography. *Comput Methods Programs Biomed.* 2024;246:108041.
36. Ma H, Liu Z, Zhang J, Wu F, Xu C, Shen Z, et al. Construction of a convolutional neural network classifier developed by computed tomography images for pancreatic cancer diagnosis. *World J Gastroenterol.* 2020;26(34):5156-5168.
37. Ziegelmayr S, Kaissis G, Harder F, Jungmann F, Müller T, Makowski M, et al. Deep Convolutional Neural Network-Assisted Feature Extraction for Diagnostic Discrimination and Feature Visualization in Pancreatic Ductal Adenocarcinoma (PDAC) versus Autoimmune Pancreatitis (AIP). *J Clin Med.* 2020;9(12):4013.
38. Liu S, Li S, Guo Y, Zhou Y, Zhang Z, Li S, et al. Establishment and application of an artificial intelligence diagnosis system for pancreatic cancer with a faster region-based convolutional neural network. *Chin Med J (Engl).* 2019;132(23):2795-2803.
39. Gandikota H. CT scan pancreatic cancer segmentation and classification using deep learning and the tunicate swarm algorithm. *PLoS One.* 2023;18(11):e0292785.
40. Lohse I, Brothers S. Pathogenesis and Treatment of Pancreatic Cancer Related Pain. *Anticancer Res.* 2020; 40(4):1789-1796.
41. Brunner M, Wu Z, Krautz C, Pilarsky C, Grützmann R, Weber G. Current Clinical Strategies of Pancreatic Cancer Treatment and Open Molecular Questions. *Int J Mol Sci.* 2019;20(18):4543.
42. Rawla P, Sunkara T, Gaduputi V. Epidemiology of Pancreatic Cancer: Global Trends, Etiology and Risk Factors. *World J Oncol.* 2019;10(1):10-27.

43. Mazur R, Trna J. Principles of Palliative and Supportive Care in Pancreatic Cancer: A Review. *Biomedicines*. 2023;11(10):2690.

GLOSARIO

Aprendizaje profundo (Deep Learning): Subcampo de la inteligencia artificial basado en redes neuronales multicapa, capaces de reconocer patrones complejos en grandes volúmenes de datos.

Cáncer de páncreas (PC) : Neoplasia maligna originada en el páncreas, caracterizada por alta mortalidad y diagnóstico tardío; el adenocarcinoma ductal es el tipo más frecuente de tipo agresivo y asociado a baja supervivencia global.

Metástasis: Proceso mediante el cual las células cancerosas se diseminan desde el tumor primario hacia otros órganos o tejidos del cuerpo.

Inteligencia artificial (IA): Rama de la informática que desarrolla sistemas capaces de aprender, analizar datos y realizar tareas similares al razonamiento humano.

Red neuronal convolucional (CNN): es un tipo de inteligencia artificial diseñada para analizar imágenes y aprender automáticamente patrones mediante capas de convolución, agrupamiento y conexiones neuronales.

Sensibilidad diagnóstica: Capacidad de una prueba para identificar correctamente a los pacientes que presentan una enfermedad.

Tomografía computarizada (TC): Técnica de imagen diagnóstica que utiliza rayos X para obtener imágenes detalladas del cuerpo y detectar tumores pancreáticos.

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Verónica Samantha Morquecho Solís portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0150343929**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del Proyecto de Titulación **“Detección de cáncer de páncreas mediante una red neuronal convolucional”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 28 de mayo de 2026



F:

Verónica Samantha Morquecho Solís
C.I. 0150343929