

# ANALES DE RADIOLOGÍA MÉXICO. SMRI

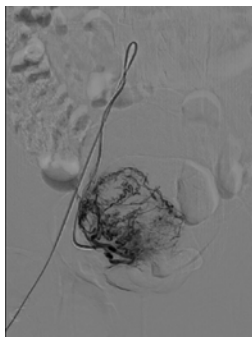
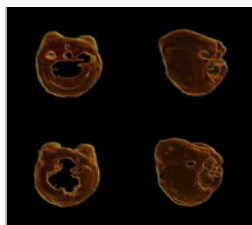
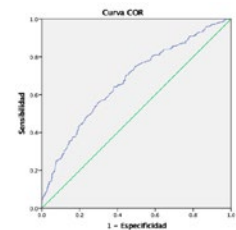
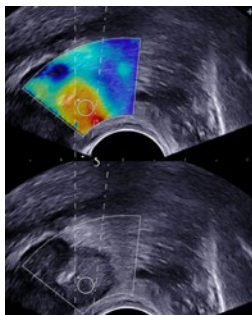
Revista incluida en / Journal indexed in:  
CONAHCYT, IMBIOMED, DOAJ, LATINDEX Catálogo 2.0, ASCI, MIAR,  
EBSCO, MedicLatina, Academic Search Ultimate



Órgano Oficial de la  
Sociedad Mexicana de  
Radiología e Imagen, A.C.

VOLUMEN 24 - NÚMERO 1 / Enero - Marzo 2025 - eISSN: 2604-2053

[www.analesderadiologiamexico.com](http://www.analesderadiologiamexico.com)



## Artículos originales

**Evaluación de la elastografía para el diagnóstico de cáncer de próstata** 1  
*Carlos Paredes-Manjarrez, Fernando B. Reyes-Olhagaray y Jorge Moreno-Palacios*

**Desempeño de la segmentación automática de líquido libre abdominal en tomografía con redes neuronales** 10  
*Blanca A. Acevedo-Ruiz-Esparza, Hermilo Sánchez-Cruz, Blanca O. Murillo-Ortiz, Ángel E. Muñoz-Zavala, Arón Hernández-Trinidad, Rafael Guzmán-Cabrera, Teodoro Córdova-Fraga y María G. Campos-Escoto*

**Calidad de vida posterior a la embolización de arterias uterinas: una experiencia de dos años** 25  
*Alejandro Rosas-Paredes, Luis A. Rodríguez-Palomares, Eduardo A. Domínguez-Méndez, Eduardo Mercado-Cruz y Ann M. Zuñiga-Mueller*

**Utilidad de la cistouretrografía miccional en el estudio de las anomalías del tracto urinario en la población pediátrica. Revisión de imágenes** 35  
*Hillary Y. Uribe-Benítez y Diana I. Hernández-Rivas*

## Artículos de revisión

**La apariencia radiológica de la neumatosis gástrica: enfisema gástrico o gastritis enfisematosa** 43  
*Gaspar A. Motta-Ramírez, Daniel E. Córdova-Galván y Óscar Quiroz-Castro*

**Hallazgos tomográficos e inmunohistoquímicos del tumor del estroma gastrointestinal y extragastrointestinal** 56  
*Daniela Rivera-Zamudio y Diana I. Hernández-Rivas*

## Casos clínicos

**Peliosis hepática: presentación de un caso con correlación radiológica y patológica** 66  
*Carmen K. Márquez-Lozano, David R. García-Huereca, David F. Cuevas-Cueto, David Aguilar-Obeso y Víctor R. de Alba-Ramírez*

**Conexión anómala total de venas pulmonares de tipo infracardiaco. Presentación de un caso y revisión de la literatura** 73  
*José A. Castro-Ibáñez, Rocío G. Cordero-Suárez, Oscar G. García-Ruiz y Martha A. Hernández-González*

**PET/CT con hallazgo incidental de captación de 18F-PSMA en paciente con COVID-19** 81  
*Jhonatan Gómez-Domínguez y Jorge Schalch-Ponce de León*

**Diagnóstico prenatal de síndrome de Jarcho-Levin. Reporte de caso** 91  
*Marcela Velarde-Loya, Julio C. Sáenz-Nieto, Jesús M. Ortega-Flores y Jorge A. Gamboa-Torres*



PERMANYER  
[www.permanyer.com](http://www.permanyer.com)



ARRS 2025 will be held at the Marriott Marquis San Diego Marina, a prime location near the Gaslamp Quarter, the San Diego Zoo, and other popular attractions.

Each year, the Connection Quad provides unique opportunities to connect during complimentary lunch and beverage breaks.

# JOIN US FOR RADIOLOGY'S PREEMINENT EDUCATIONAL EXPERIENCE



Mark your calendars for 2025's top educational meeting for radiologists, taking place **April 27–May 1, 2025 at the Marriott Marquis San Diego Marina.**

There's no substitute for the rich learning and networking opportunities that come with in-person learning. Immerse yourself in the latest advancements, engage in dynamic discussions, and gain insights directly from experts in the field. With one year of on-demand access, you're guaranteed to get the best value for your educational investment.

San Diego's picturesque backdrop sets the stage for an unforgettable meeting experience, offering the perfect blend of education and relaxation.

Oh, and did we mention complimentary lunch and beverage breaks are included with registration? We can't wait to see you in San Diego.

ARRS 2025 | APRIL 27–MAY 1, 2025  
FOR MORE INFO, VISIT [ARRS.ORG/MEETING](https://www.arrs.org/meeting)



# ANALES DE RADIOLOGÍA MÉXICO. SMRI

Revista incluida en / Journal indexed in:  
CONAHCYT, IMBIOMED, DOAJ, LATINDEX Catálogo 2.0, ASCI, MIAR,  
EBSCO, MedicLatina, Academic Search Ultimate



Órgano Oficial de la  
Sociedad Mexicana de  
Radiología e Imagen, A.C.

VOLUMEN 24 - NÚMERO 1 / Enero - Marzo 2025 – eISSN: 2604-2053

[www.analesderadiologiamexico.com](http://www.analesderadiologiamexico.com)

## CONSEJO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

### EDITOR / EDITOR IN CHIEF

**Dr. Benjamin Conde Castro**

*Profesor de Imagenología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM),  
Ciudad de México, México*

### EDITORES HONORARIOS / HONORARY EDITORS

**Dr. Oscar Quiroz Castro**

*Hospital Ángeles Pedregal,  
Ciudad de México, México*

**Dra. Guadalupe Guerrero Avendaño**

*Hospital General de México  
"Dr. Eduardo Liceaga",  
Ciudad de México, México*

**Dr. Gonzalo Salgado Salgado**

*Gabinete privado,  
Ciudad de México, México*

### COMITÉ EDITORIAL NACIONAL / EDITORIAL NATIONAL COMMITTEE

**Dr. Luis Felipe Alva López**

*Médica Sur,  
Ciudad de México, México*

**Dr. Raúl Barreda Escalante**

*Barreda y Asociados,  
Ciudad de México, México*

**Dr. Bernardo Boleaga Durán**

*Gabinete Privado, Mérida,  
Yucatán, México*

**Dr. Arturo Castillo Lima**

*Nuevo Sanatorio Durango,  
Ciudad de México, México*

**Dr. José Luis Criales Cortés**

*CT Scanner del Sur,  
Ciudad de México, México*

**Dr. Sergio Andrés Criales Vera**

*Instituto Nacional de Cardiología  
"Dr. Ignacio Chávez",  
Ciudad de México, México  
CT Scanner Lomas Altas,  
Ciudad de México, México*

**Dra. Susana Elizalde Velásquez**

*Hospital Teletón, Querétaro,  
Querétaro, México*

**Dr. Guillermo Elizondo Riojas**

*Hospital Universitario  
"Dr. José Eleuterio González"  
Monterrey, Nuevo León, México*

**Dra. Ma. Del Carmen Lara Tamburrino**

*CT Scanner del Sur,  
Ciudad de México, México*

**Dr. Ernesto Fernando Martín Biasotti**

*Instituto de Oftalmología FAP Conde de  
Valenciana, Ciudad de México, México*

**Dra. Aloha Meave González**

*Instituto Nacional de Cardiología  
"Dr. Ignacio Chávez",  
Ciudad de México, México*

**Dr. Gaspar Alberto Motta Ramírez**

*Médico Radiólogo Independiente,  
Naucalpan, Estado de México, México*

**Dr. Héctor Murrieta González**

*Hospital ABC,  
Ciudad de México, México*

**Dra. Hilda Palafox Vázquez**

*Gabinete Privado,  
Ciudad de México, México*

**Dr. José A. Pérez Mendizábal**

*Hospital Ángeles Lomas,  
Ciudad de México, México*

**Dr. Gerardo M. Perdigón Castañeda**

*Hospital General "Dr. Manuel Gea González",  
Ciudad de México, México*

**Dr. Miguel Stoopen Rometti**

*Centro de Diagnóstico por Imagen C.T.  
Scanner Lomas Altas,  
Ciudad de México, México*

**Dr. Marco Antonio Zenteno Castellanos**

*Instituto Nacional de Neurología y  
Neurocirugía, Ciudad de México, México*

### COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL / INTERNATIONAL EDITORIAL COMMITTEE

**Dr. Francisco Arredondo Mendoza**

*Práctica Privada,  
Ciudad de Guatemala, Guatemala*

**Dr. William Bradley**

*University of California, San Diego,  
California, Estados Unidos*

**Dr. Carlos R. Giménez**

*Thibodaux Regional Medical Center, Thibodaux,  
Los Angeles, Estado Unidos*

**Dr. Enrique Palacios**

*Tulane University School of Medicine,  
Nueva Orleans, Estados Unidos*

**Dr. Francisco Quiroz y Ferrari**

*Medical College of Wisconsin, Froedtert Memorial Lutheran Hospital,  
Wisconsin, Estados Unidos*

**Dr. Rafael Rojas Jasso**

*Harvard Medical School Beth Israel  
Deaconess Medical Center Massachusetts,  
Estados Unidos*

**Dr. Pablo R. Ros**

*Stony Brook University Stony Brook,  
New York, Estados Unidos*

**Dr. Eric Stern**

*University of Washington,  
Seattle, Estados Unidos*

# Evaluación de la elastografía para el diagnóstico de cáncer de próstata

## *Evaluation of elastography for the diagnosis of prostate cancer*

Carlos Paredes-Manjarrez<sup>1\*</sup>, Fernando B. Reyes-Olhagaray<sup>2</sup> y Jorge Moreno-Palacios<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Imagenología, Hospital de Especialidades, Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI; <sup>2</sup>Departamento de Resonancia Magnética, Hospital Médica Sur; <sup>3</sup>Servicio de Urología, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México; México

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la utilidad de la elastografía en la detección del cáncer de próstata. **Métodos:** Estudio transversal prospectivo, observacional, comparativo. Se realiza biopsia de próstata y elastografía, se comparan los resultados con el reporte histopatológico para obtener sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y la curva ROC. **Resultados:** Se incluyó 62 pacientes, con mediana de 68 años. El rango del antígeno prostático específico con promedio 35.3 ng/ml. El volumen prostático calculado con mediana de 46.6 cc. De los individuos que fueron sometidos a la toma de biopsia de próstata guiada por ultrasonido, 36 (58%) resultaron positivos para cáncer. El número total de cilindros de tejido prostático fue de 732, con rigidez promedio de 70.5 kPa. **Conclusiones:** Nuestra evaluación demostró que el tejido prostático con cáncer tiene mayor rigidez, la elastografía no hace el diagnóstico de cáncer pero mejora el desempeño de la biopsia prostática.

**Palabras clave:** Diagnóstico por imagen de elasticidad. Neoplasias de la próstata. Ultrasonografía.

### ABSTRACT

**Objective:** Evaluate the usefulness of elastography in prostatic biopsy in patients with clinical suspicion of cancer. **Methods:** Cross-sectional study descriptive, observational. Prostate biopsy and elastography were performed, the results are compared with the histopathological report to get sensitivity, specificity, positive predictive value, negative

#### \*Correspondencia:

Carlos Paredes-Manjarrez

E-mail: [pancreaman@gmail.com](mailto:pancreaman@gmail.com)

1665-2118/© 2025 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Recibido: 01-09-2023

Aceptado: 27-01-2025

DOI: 10.24875/ARM.23000062

predictive value, and the ROC curve. **Results:** Sixty-two patients were included, with a median age of 68. The median prostate-specific antigen range was 35.3 ng/ml. The calculated prostate volume has a median of 46.6 cc. Of the individuals who underwent ultrasound-guided prostate biopsy, 36 (58%) were found to be positive for cancer. The number of prostate tissue cylinders was 732 with a median stiffness of 70.5 kPa. **Conclusions:** Our evaluation showed that prostate tissue with cancer is more rigid; elastography does not make the diagnosis of cancer but improves the performance of prostate biopsy.

**Keywords:** Elasticity imaging techniques. Prostatic neoplasms. Ultrasonography.

## INTRODUCCIÓN

En 2018, en nuestro país hubo un total de 190,667 casos nuevos de cáncer en ambos sexos, de los cuales el más frecuente fue el cáncer de mama con 27,283 (14.3%) seguido del cáncer de próstata con 25,049 (13.1%)<sup>1</sup>. La prevalencia en 5 años es de 55,565 casos con una proporción de 91.63. La supervivencia a 5 años en pacientes con cáncer de próstata y detección temprana es del 99%, si el diagnóstico se hace en etapas avanzadas este promedio desciende al 28%<sup>2</sup>.

Las guías americanas refieren el uso del antígeno prostático específico (APE) y el tacto rectal para valorar el abordaje diagnóstico y otorgan un periodo de tiempo<sup>3</sup>; esto se basa en que con niveles entre 4 y 10 ng/ml la probabilidad de cáncer de próstata es del 25%<sup>4</sup>.

El ultrasonido destaca dentro de las técnicas de imagenología al ser una técnica no invasiva de bajo costo y accesible que permite la evaluación del tejido en tiempo real y de forma dinámica sin someter al paciente a radiación ionizante. En los últimos años se han desarrollado más aplicaciones, como

Doppler color, ecorrealzadores y elastografía<sup>5</sup>. El tratamiento del cáncer de próstata no puede iniciar sin la confirmación histopatológica y su clasificación mediante la escala de Gleason<sup>6</sup>. Se utiliza el ultrasonido transrectal de manera sistemática con este fin, sin embargo el rastreo ecográfico en modo B no es sensible por sí solo para el diagnóstico de cáncer de próstata, ya que la mayor parte de las neoplasias en este órgano son isoecoicas.

La elastografía por ultrasonido es una tecnología sensible a la dureza de los tejidos, con la cual es posible obtener registros cuantitativos de la rigidez tisular. Por ejemplo, los tumores sólidos difieren mecánicamente del tejido sano circundante<sup>7</sup>, por lo cual el cáncer prostático tiene una mayor rigidez. Cuando las tomas de biopsias de próstata se combinan con el uso de la elastografía para elegir el lugar donde se obtiene el tejido, el análisis histopatológico arroja tasas de detección casi tres veces mayores que en el procedimiento convencional sistematizado<sup>8</sup>.

Las ondas de corte en ultrasonido se miden por su velocidad de propagación en los tejidos, pero se pueden convertir mediante el

módulo de Young para expresar la rigidez en kilopascales (kPa)<sup>9</sup>. Las zonas con cáncer en la próstata son usualmente más rígidas que el tejido prostático sano, como se ha establecido mediante el tacto rectal, por lo tanto, el ultrasonido con elastografía detecta la zona de mayor dureza prostática mediante un mapa de color que facilita la identificación de tejido anormal y la factibilidad de medir cuantitativamente la dureza tisular<sup>10,11</sup>.

Los pacientes con APE elevado con o sin anomalías en el tacto rectal pueden ser candidatos al ultrasonido transrectal con toma de biopsia. En el ultrasonido transrectal de próstata se establece que la toma de muestra se dirige hacia con dos recolecciones en el ápex, región media y base en ambos lados, en ambos lados con un total de 12 muestras<sup>12,13</sup>. La clasificación Gleason es un método que nos ayuda también a estatificar el cáncer de próstata<sup>14</sup>.

En diversos estudios en los que se comparó el uso de la elastografía con el ultrasonido se ha demostrado el incremento en la sensibilidad del diagnóstico de cáncer de próstata si se correlaciona el uso de elastografía con el APE y los hallazgos clínicos (tacto rectal). En dichos estudios se establecieron puntos de corte de 35 a 50 kPa para el uso de elastografía en las zonas con sospecha de cáncer de próstata<sup>15,16</sup>.

## MÉTODO

Se realizó un estudio transversal observacional, prospectivo y comparativo, realizado en 62 pacientes hombres mayores de 50 años derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social, del Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez, del Centro Médico

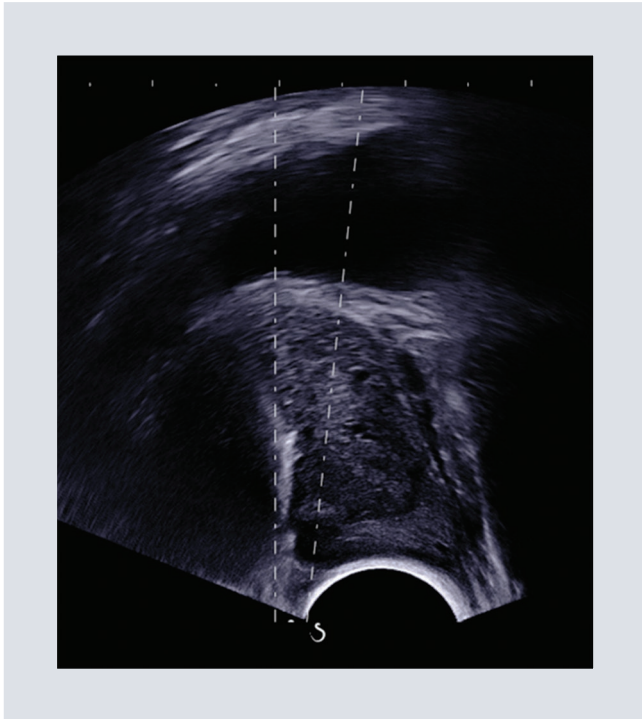
Nacional Siglo XXI, en la Ciudad de México, con la aprobación del Comité Local de Investigación en Salud (R-2018-3601-117). En el periodo de tiempo comprendido entre el primero de julio del 2018 hasta el 31 de junio de 2019, se incluyó a pacientes de sexo masculino con la sospecha diagnóstica de cáncer de próstata basado en la exploración rectal que fue realizada por un médico urólogo y los niveles séricos de APE; se excluyó a aquellos pacientes con cirugía previa de próstata, alteraciones conocidas de la coagulación o aquellos que estuviesen en tratamiento con anticoagulantes.

Los pacientes que aceptaron participar en el protocolo de estudio previamente aprobaron su inclusión de manera voluntaria y autónoma, mediante la firma del consentimiento informado.

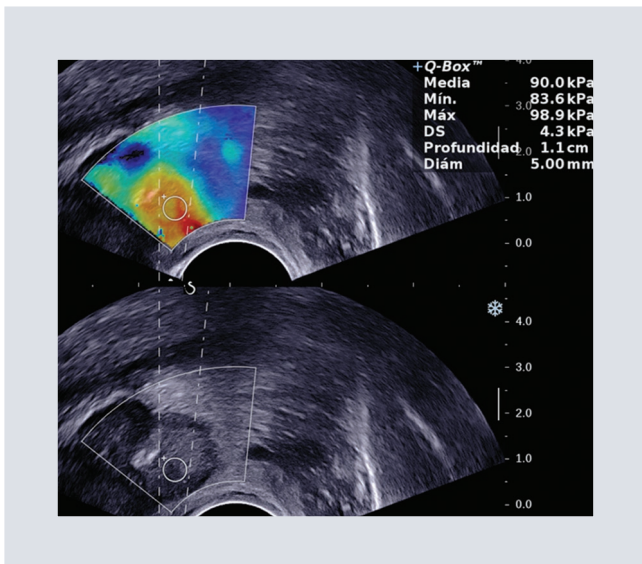
El protocolo que se realizó se encuentra en el manual de procedimientos del Hospital Centro Médico Siglo XXI para la toma de biopsia de próstata para el estudio fue el siguiente: tres días antes del procedimiento se preparó al paciente con un antibiótico por vía oral (ciprofloxacino 500 mg cada 12 horas) y se lo tomo cinco días más tras realizar el estudio.

El día de la cita se aplicó enema transrectal, se pidió al paciente que orinara.

Se hizo examen ecográfico de la próstata por el mismo médico radiólogo adscrito al área de ultrasonido, con más de 20 años experiencia en la toma de biopsia y uso de elastografía. Se usó un equipo de ultrasonido marca Supersonic modelo Aixplorer y transductor endocavitario de frecuencia variable de 3 a 12 MHz obteniendo mediciones en los tres ejes de la próstata para el cálculo de su volumen (Fig. 1).



**FIGURA 1.** Después de la medición de la dureza glandular en KPa se obtiene tejido prostático en el mismo sitio de la medición.



**FIGURA 2.** Se realiza la activación de la elastografía para identificar la zona de mayor rigidez, la cual se planifica antes de proceder con la toma de la biopsia.

Se infiltró 10 cc de lidocaína al 2% en el ángulo vesico-prostático. En el rastreo ecográfico de la próstata se aplicó elastografía

en el sitio previo a la toma de biopsia, obteniendo la rigidez tisular de esta en kPa (sin ejercer presión manual con el transductor y esperando por lo menos 4 segundos con el fin de obtener una muestra óptima) (Fig. 2).

Donde se ubicaron las zonas de más alta resistencia, que se buscaron intencionadamente, se tomó la muestra de tejido prostático (en el mismo sitio donde se aplicó elastografía) con aguja 18 G de 20 cm de longitud marca Bard y mecanismo automático Magnum; se obtuvieron cilindros de 22 mm de longitud.

Este procedimiento se realizó en total 12 veces, tomando dos muestras en la base, dos en la porción media y dos en el ápex del lado derecho e izquierdo de la próstata; en estas tomas ya se incluían la zonas con mayor rigidez a la elastografía. Los cilindros de tejido se colocaron en frascos de formol individualmente, numerados del 1 al 6, especificando a qué lado pertenecían y etiquetados con el nombre y afiliación del paciente. En el control interno se ubicó por la zona de mayor rigidez, así como el número de muestra.

Las muestras se enviaron al departamento de patología, que no conoció los valores obtenidos con la elastografía y reportó cada cilindro por separado marcando si era positivo o negativo para cáncer y en su caso se reportó la escala de Gleason. Al finalizar el procedimiento, el paciente fue dado alta, con las indicaciones por escrito, y se explicaron de manera verbal para la detección y atención oportuna de posibles complicaciones.

## Tratamiento estadístico

Se calculó la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo, el valor predictivo negativo y la curva ROC, se comparó nivel de kPa de las muestras obtenidas por la aplicación en elastografía por ultrasonido en relación con el resultado histopatológico. Se utilizó el programa estadístico SPSS 2018. Se consideró un grado de significación ( $p$ ) < 0.05 como significativo.

## RESULTADOS

En el presente estudio se incluyó un total de 62 pacientes, con mediana de edad 68 (50-85) años. Mediana del APE 35.3 (4.4-502) ng/ml. El volumen prostático calculado con una mediana de 46.6 (11-338). Los datos se encuentran concentrados en la tabla 1.

De los individuos que fueron sometidos a la toma de biopsia de próstata guiada por ultrasonido, 36 (58%) resultaron ser positivos para cáncer. El número de cilindros de tejido prostático fue de 732, con una mediana de la rigidez de 70.5 (Tabla 2) (Fig. 3).

Mediante la curva ROC encontró un área sobre la curva de 0.666 (IC95%: 0.62-0.70), un error estándar de 0.02, significancia asintótica menor a 0.0 para la elastografía en la discriminación de cáncer de próstata (Fig. 1).

En el análisis de los diferentes puntos de corte se encontró, en relación con los puntos de corte, los datos reflejados en la tabla 3, en donde el mejor punto de corte evaluado es el de 70 kPa, por la sensibilidad y especificidad

**TABLA 1.** Características basales de los pacientes con sospecha de cáncer de próstata

Características	n = 62
Edad, mediana (RIQ), años	68 (64-76)
Volumen de la próstata, mediana (RIQ), cc	46.6 (33.2-72.5)
Antígeno prostático, mediana (RIQ), ng/ml	35.4 (10.3-50.0)

RIQ: rango intercuartil 25-75.

**TABLA 2.** Características de las tomas de biopsias

Característica	n = 62
Pacientes con cáncer positivo,%	36 (58)
Pacientes con cáncer negativo,%	26 (42)
Número de biopsias*	732
Número de biopsias positivas,%	295 (40.3)
Número de biopsias negativas,%	437 (59.7)
Rigidez del cilindro, mediana, kPa (RIQ)	70.5 (51.0-89.7)
Rigidez del cilindro positivo, kPa (RIQ)	81.6 (61.7-100.1)
Rigidez del cilindro negativo, kPa (RIQ)	61.5 (47.9-82.0)
Gleason	
1-3, 4-6%	60 (20.4)
7-10,%	235 (79.7)

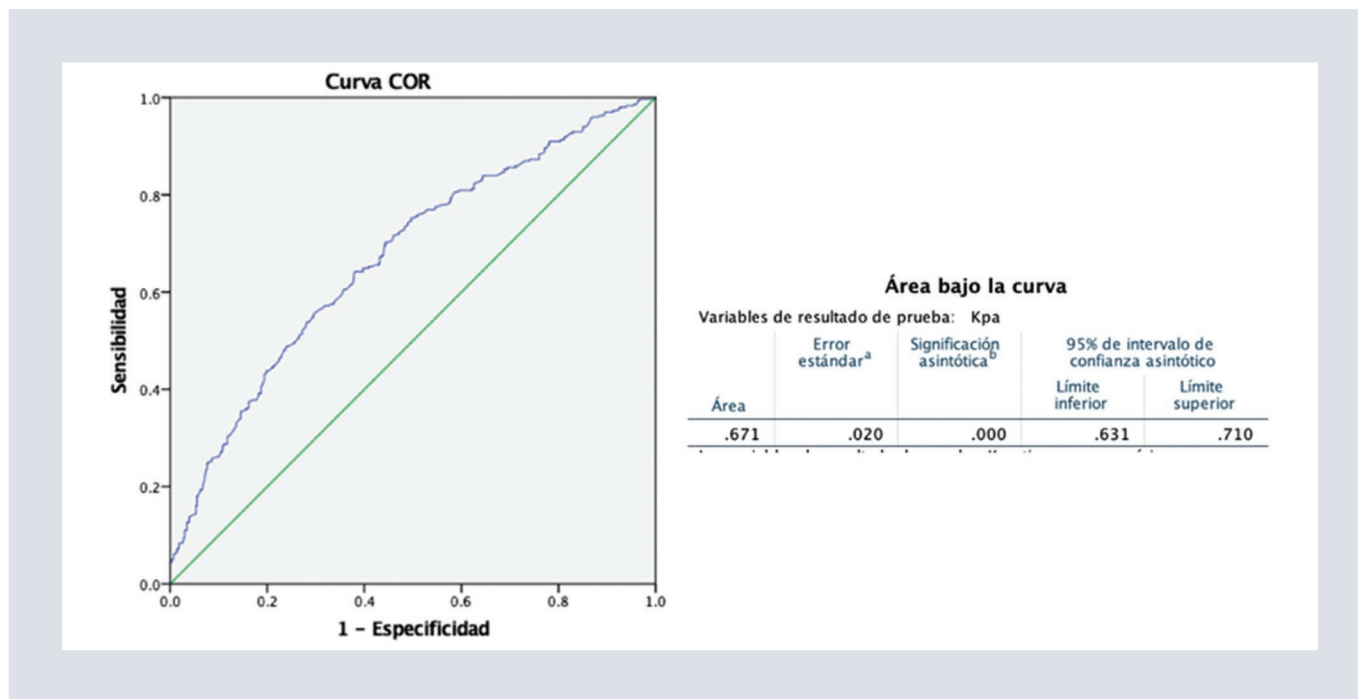
\*Cilindros de tejido prostático.  
RIQ: rango intercuartil.

que maneja, respecto al valor predictivo y la razón de verosimilitud.

## DISCUSIÓN

El estudio indica que la elastografía con un punto de corte de 70 kPa no posee la sensibilidad ni la especificidad necesarias para ser utilizada como prueba diagnóstica, ya que ambas fueron inferiores al 90%. Además, no demostró tener un valor predictivo positivo ni negativo significativo, por lo que no se considera útil en estos casos. Sin embargo, cuando se toma en





**FIGURA 3.** Mediante la curva ROC encontró un área sobre la curva de 0.666 (IC 95% 0.62-0.70), un error estándar de 0.02, significancia asintótica menor a 0.0 para la elastografía en la discriminación de cáncer de próstata, lo anterior indica que la prueba tiene una probabilidad de 66.6% a clasificar correctamente a pacientes sanos de los enfermos.

**TABLA 3.** Representación de los puntos de corte en relación con los kPa

Punto de corte 70 kPa	
Sensibilidad	64.8 (IC 95%: 59.3-70.0)
Especificidad	59.1 (IC 95%: 54.4-63.5)
Valor predictivo positivo	52.2 (IC 95%: 47.2-57.3)
Valor predictivo negativo	70.9 (IC 95%: 66.0-75.3)
Razón de verosimilitud prueba +	1.5 (IC 95%: 1.5-1.6)
Razón de verosimilitud prueba -	0.5 (IC 95%: 0.5-0.6)

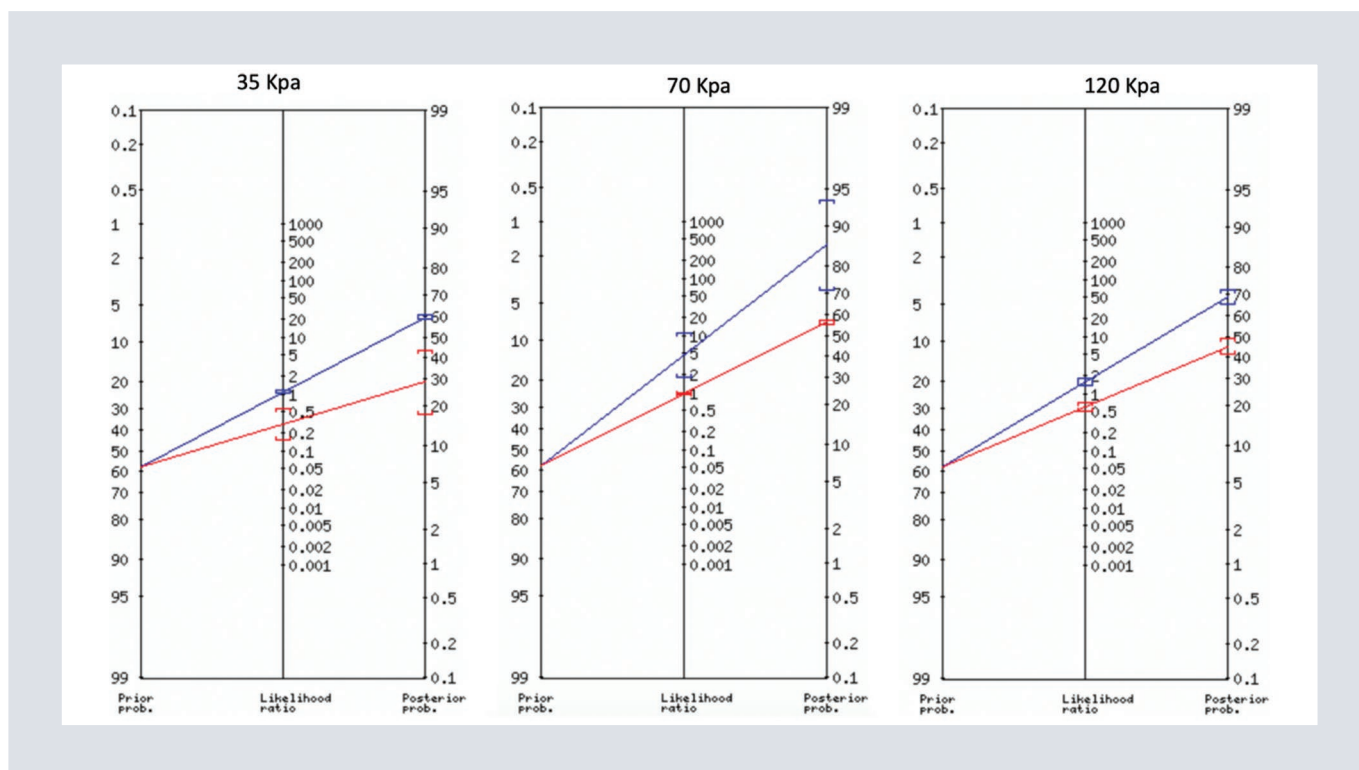
IC 95%: intervalo de confianza del 95%.

cuenta la prevalencia de la enfermedad en nuestra población y la razón de verosimilitud con un punto de corte de 70 kPa, la probabilidad de obtener un resultado positivo es del 85%<sup>17,18</sup>.

La elastografía por sí sola no identifica o descarta un cáncer de próstata, pero mejora

significativamente el desempeño de la toma de biopsia, debido a que los valores altos de kPa (rigidez) están en relación con las zonas que pueden presentar una neoplasia. Por ello consideramos que es de gran utilidad, puesto que si se obtiene el tejido prostático en los 12 sitios más rígidos de la glándula es más probable detectar la enfermedad que si se hace el procedimiento de forma aleatoria<sup>19,20</sup>, ya que se ha descrito la importancia del uso de elastografía para discriminar las áreas que evaluar por patología.

Una característica importante que comparar entre los estudios previos y el nuestro es que utilizamos un punto de corte más alto (70 kPa) en comparación con los valores utilizados por los autores mencionados y revisados en otros metaanálisis (28-50 kPa)<sup>21</sup>. Además, se



**FIGURA 4.** En el análisis de los diferentes puntos de corte se encontró que el mejor rendimiento de la elastografía ocurre cuando la rigidez del tejido prostático es de 34.1 KPa.

menciona que hay una mejor probabilidad de guiar las biopsias hacia las áreas más rígidas de la zona periférica<sup>22</sup> (Fig. 4).

Nuestros resultados son coherentes con la publicación de Porsch et al., quienes concluyeron que un puntaje de Gleason más alto se asocia con valores elevados de elastografía ( $p = 0.35$ ). En su estudio, la sensibilidad y especificidad de la elastografía transrectal fueron del 62 y 35%<sup>23</sup>, respectivamente. Aunque un área bajo la curva de ROC de 0.666 sugiere que la elastografía no es altamente precisa para discriminar el cáncer de próstata, su capacidad discriminadora es estadísticamente significativa y moderadamente efectiva. Por lo tanto, la elastografía puede ser útil como una herramienta complementaria para identificar áreas sospechosas de cáncer en la

próstata, aunque no puede utilizarse de manera independiente para un diagnóstico definitivo<sup>23</sup>.

Una gran limitante de la prueba de imagen es el efecto humano. Aunque es más económica y de mayor disponibilidad, es dependiente del operador, a diferencia de otros métodos más sensibles como el uso de la RM con la clasificación PI-RADS<sup>24,25</sup>.

Otra limitante es que la mayoría de los casos analizados tenían niveles de APE elevado, por lo que la probabilidad diagnóstica es quizá mayor, y la mayor rigidez se observó en los Gleason más elevados; se debe validar este tipo de herramientas en pacientes con niveles más bajo de antígeno, así como Gleason más bajos, se requieren investigaciones en

otros centros para valorar la validez externa de los resultados encontrados<sup>26</sup>.

Se propone también, en un futuro, tener la pauta de este estudio dentro del Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez del Centro Médico Nacional Siglo XXI, para trabajar en otros proyectos donde los pacientes tengan un Gleason bajo o en su defecto un APE bajo y correlacionar los valores de elastografía con los resultados histopatológicos.

## CONCLUSIONES

Nuestra evaluación demostró que el tejido prostático con cáncer tiene una mayor rigidez. La elastografía no diagnostica cáncer directamente, sino que es una herramienta útil para seleccionar las áreas de mayor rigidez en la próstata para realizar biopsias.

## FINANCIAMIENTO

No se requirió financiamiento para la realización de este protocolo de investigación.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los investigadores declaran que no existe conflicto de intereses en el desarrollo del protocolo.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité

de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Los procedimientos fueron autorizados por el Comité de Ética de la institución.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.









## BIBLIOGRAFÍA

1. Wong MCS, Goggins WB, Wang HHX, Fung FDH, Leung C, Wong SYS, et al. Global incidence and mortality for prostate cancer: Analysis of temporal patterns and trends in 36 countries. *Eur Urol*. 2016;70(5): 862-74.
2. Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA2-2017, Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento, vigilancia epidemiológica y promoción de la salud sobre el crecimiento prostático benigno (hiperplasia de la próstata) y cáncer de próstata (tumor maligno de la próstata) [Internet]. México: Diario Oficial de la Federación. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5507972](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5507972)
3. Ohler JL, Antonarakis ES, Armstrong AJ, D'Amico AV, Davis BJ, Dorff T, et al. Prostate cancer, version 2.2019, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J Natl Compr Canc Netw*. 2019;17(5):479-505.
4. Nyame YA, Gore JL. What goes up must come down: identifying truth from global prostate cancer epidemiology. *Eur Urol*. 2020;77(1):53-4.
5. Mousavi SR, Rivaz H, Czarnota GJ, Samani A, Sadeghi-Naini A. Ultrasound elastography of the prostate using an unconstrained modulus reconstruction technique: a pilot clinical study. *Transl Oncol*. 2017;10(5):744-51.
6. CDC Breast Cancer. What is screening for prostate cancer? [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention; 2022. Disponible en: [https://www.cdc.gov/cancer/prostate/basic\\_info/screening.htm](https://www.cdc.gov/cancer/prostate/basic_info/screening.htm)
7. Tangel MR, Rastinehad AR. Advances in prostate cancer imaging. *F1000Res*. 2018;7:F1000 Faculty Rev-1337.
8. Tyloch JF, Wieczorek AP. The standards of an ultrasound examination of the prostate gland. Part 2. *J Ultrason*. 2017;17(68):43-58.
9. Barr RG, Cosgrove D, Brock M, Cantisani V, Correias JM, Postema AW, et al. WFUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography: Part 5. Prostate. *Ultrasound Med Biol*. 2017;43(1):27-48.

10. Ginat DT, Destounis SV, Barr RG, Castaneda B, Strang JG, Rubens DJ. US elastography of breast and prostate lesions. *Radiographics*. 2009;29(7):2007-16.
11. Sigrist RMS, Liao J, Kaffas AE, Chammas MC, Willmann JK. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications. *Theranostics*. 2017;7(5):1303-29.
12. Anbarasan T, Wei C, Bamber JC, Barr RG, Nabi G. Characterisation of prostate lesions using transrectal Shear Wave Elastography (SWE) ultrasound imaging: a systematic review. *Cancers*. 2021;13(1):122.
13. Ji Y, Ruan L, Ren W, Dun G, Liu J, Zhang Y, et al. Stiffness of prostate gland measured by transrectal real-time shear wave elastography for detection of prostate cancer: A feasibility study. *Br J Radiol*. 2019;92(1097):20180970.
14. Gleason DF, Mellinger GT. Prediction for prognosis for prostatic adenocarcinoma by combined histological grade and clinical staging. *J Urol*. 1974;111:58-64.
15. Taljanovic MS, Gimber LH, Becker GW, Latt LD, Klauser AS, Melville DM, et al. Shear-wave elastography: Basic physics and musculoskeletal applications. *Radiographics*. 2017;37(3):855-70.
16. Di Muzio B, Bell D, Jones J, Smith A, Taylor R, Brown P, et al. Transrectal ultrasound-guided prostate biopsy [Internet]. *Radiopaedia* [actualización 23 mar 2023]. Disponible en: <https://radiopaedia.org/articles/transrectal-ultrasound-guided-prostate-biopsy-1?lang=us>
17. Woo S, Suh CH, Kim SY, Cho JY, Kim SH. Shear-wave elastography for detection of prostate cancer: A systematic review and diagnostic meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol*. 2017;209(4):806-14.
18. Wei C, Li C, Szewczyk-Bieda M, Upreti D, Lang S, Huang Z, et al. Performance characteristics of transrectal shear wave elastography imaging in the evaluation of clinically localized prostate cancer: a prospective study. *J Urol*. 2018;200:549-58.
19. Correas JM, Halpern EJ, Barr RG, Ghai S, Walz J, Bodard S, et al. Advanced ultrasound in the diagnosis of prostate cancer. *World J Urol*. 2021;39(3):661-76.
20. Barr RG, Memo R, Schaub CR. Shear wave ultrasound elastography of the prostate. *Ultrasound Q*. 2012;28(1):13-20.
21. Kaneko M, Lenon MSL, Storino Ramacciotti L, Medina LG, Sayegh AS, La Riva Rincon A, et al. Multiparametric ultrasound of prostate: role in prostate cancer diagnosis. *Ther Adv Urol*. 2022;14:17562872221145625.
22. Porch M, Görner C, Wendler JJ, Liehr UB, Lux A, Siedentopf S, et al. Inability of shear-wave elastography to distinguish malignant from benign tissue - a comparison of biopsy, whole-mount sectioning and shear wave elastography. *J Ultrasound*. 2016;16:348-58.
23. Yang Y, Zhao X, Zhao X, Shi J, Huang Y. Value of shear wave elastography for diagnosis of primary prostate cancer: a systematic review and meta-analysis. *Med Ultrason*. 2019;21(4):382-8.
24. Pereira-Arias JG, Sánchez-Vázquez A, Gamarra-Quintanilla M, Alberto J, Felipe Urdaneta-Salegui L, Astobeta-Odrizola A. Ecografía de alta resolución prostática. *Arch Esp Urol*. 2019;72(8):804-15.
25. Woo S, Suh CH, Kim SY, Cho JY, Kim SH. Shear-wave elastography for detection of prostate cancer: a systematic review and diagnostic meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol*. 2017;209(4):806-14.
26. Kanagaraju V, Ashlyin PVK, Elango N, Devanand B. Role of Transrectal Ultrasound Elastography in the Diagnosis of Prostate Carcinoma. *J Med Ultrasound*. 2020 Mar 12;28(3):173-178.

# Desempeño de la segmentación automática de líquido libre abdominal en tomografía con redes neuronales

## *Performance of automatic segmentation of abdominal free fluid in tomography using neural networks*

Blanca A. Acevedo-Ruiz-Esparza<sup>1\*</sup>, Hermilo Sánchez-Cruz<sup>2</sup>, Blanca O. Murillo-Ortiz<sup>3</sup>,  
 Ángel E. Muñoz-Zavala<sup>2</sup>, Arón Hernández-Trinidad<sup>4</sup>, Rafael Guzmán-Cabrera<sup>4</sup>,  
 Teodoro Córdova-Fraga<sup>4</sup> y María G. Campos-Escoto<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Coordinación de Auxiliar Diagnóstico, Hospital General de Zona No. 2, Instituto Mexicano del Seguro Social, Aguascalientes, Ags.; <sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ags.; <sup>3</sup>Unidad de Investigación en Epidemiología No. 1 Bajío, Instituto Mexicano del Seguro Social, León, Gto.; <sup>4</sup>División de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Guanajuato, Campus León, León, Gto.; <sup>5</sup>Coordinación de Auxiliar Diagnóstico, Unidad Médica Familiar No. 7, Instituto Mexicano del Seguro Social, Aguascalientes, Ags. México

### RESUMEN

**Objetivo:** Crear una herramienta automatizada, de segmentación rápida para líquido libre peritoneal usando aprendizaje profundo. **Método:** Se recopiló un conjunto de datos de imágenes de tomografía computarizada de 30 pacientes con líquido libre peritoneal. La segmentación de referencia se realizó manualmente y la automática con 3D U-Net. **Resultados:** Nuestra red tiene un coeficiente de Dice de 0.79 e IoU de 0.68. **Conclusiones:** La red neuronal propuesta es una herramienta útil para la segmentación del líquido libre peritoneal, proporcionando información específica sobre la densidad y volumen del líquido en los pacientes, con una diferencia media de 226 ml, con la arquitectura 3D U-Net, la segmentación automática del líquido libre peritoneal se puede realizar en cuestión de milisegundos. Este esquema de segmentación completamente automática convierte el proceso en una herramienta valiosa para la planificación del tratamiento y el pronóstico de diversas enfermedades.

**Palabras clave:** Líquido ascítico. Ascitis. Inteligencia artificial. Aprendizaje profundo. Redes neuronales de la computación. Imagenología tridimensional.

#### \*Correspondencia:

Blanca A. Acevedo-Ruiz-Esparza  
 E-mail: azul8223@gmail.com

Recibido: 12-09-2024

Aceptado: 26-02-2025

DOI: 10.24875/ARM.240000551

1665-2118/© 2025 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**ABSTRACT**

**Objective:** To create a fully automated and fast-segmentation tool for peritoneal free fluid using deep learning. **Method:** Dataset of CT images of 30 patients with peritoneal free fluid were assembled. Ground truth segmentation of peritoneal free fluid was performed manually. Automatic segmentation was achieved with 3D U-Net. **Results:** Our neural network achieves a dice coefficient of 0.79. **Conclusions:** The proposed neural network helps to segment the peritoneal free fluid accurately, providing information about patient-specific density fluid and volume. With results showing a mean difference of 226 ml, with the help of 3D U-Net fully automatic segmentation of peritoneal free fluid on CT scans can be performed in milliseconds. A fully automatic segmentation system makes peritoneal free fluid segmentation a valuable tool for treatment and prognostic planning.

**Keywords:** Ascitic fluid. Ascites. Artificial intelligence. Deep learning. Neural networks. Computer Imaging. Three-dimensional.

**INTRODUCCIÓN**

En condiciones habituales del cuerpo humano, el líquido libre peritoneal (LLP) se encuentra en escasa cantidad y facilita la lubricación de las asas intestinales, es más común encontrarlo en niños y adolescentes por la permeabilidad en su peritoneo<sup>1,2</sup> y en mujeres en edad reproductiva durante su ciclo menstrual se puede acumular hasta 45 ml<sup>3</sup>.

Puesto que el LLP puede estar presente en condiciones de normalidad, se llega a omitir en informes radiológicos por no considerarse clínicamente relevante, a menos que sea una cantidad considerable, o esté asociado con un incremento de la presión abdominal que denote un proceso patológico importante<sup>4</sup>. El reporte del LLP en sí es problemático, porque puede conducir a falsos positivos<sup>5</sup> y actualmente no se cuenta con un algoritmo que indique los pasos que seguir para un paciente con líquido libre, sin signos de lesión orgánica<sup>5</sup>.

La dificultad de evaluar el LLP recae en su disposición y distribución irregular y a menudo errática, ya que se distribuye en una cavidad virtual y su volumen influye en la separación de los repliegues, ligamentos y órganos peritoneales. Este fluido puede ser atraído hacia el abdomen superior por las presiones negativas subdiafragmáticas y hacia hueco pélvico por la gravedad<sup>6</sup>, también influye la presión intrabdominal, la cual varía según las actividades de los órganos y afecta la distribución del LLP<sup>7</sup>.

Dadas las circunstancias mencionadas y teniendo en cuenta la dificultad de su valoración, la búsqueda intencionada de LLP en tomografía computarizada (TC) se realiza solamente bajo sospecha diagnóstica. Al evaluar el LLP se reportan diferentes características dependiendo de los datos clínicos proporcionados, algunas veces es necesario reportar si se encuentra presente y si es posible calcular el volumen rápidamente como en situaciones de trauma abdominal<sup>8</sup>, en otras lo importante es la localización como en la

evaluación de la pancreatitis aguda<sup>9</sup> y otras más su densidad como en la diverticulitis<sup>10</sup>.

Sin embargo, la extracción de características del LLP mediante métodos de imagen representa un desafío, esto lleva, en ocasiones, a priorizar ciertas características sobre otras, lo que puede generar un sesgo en la información reportada. Actualmente en el ámbito hospitalario para una cuantificación inmediata del volumen se hace uso de la fórmula del elipsoide<sup>1</sup> (ecuación 1), la cual lleva a una subestimación importante del LLP real<sup>3</sup>, puesto que los espacios peritoneales reales no son un elipsoide. Ecuación para calcular volumen de un elipsoide,  $V$  = volumen del elipsoide:

$$V = (\text{largo} * \text{ancho} * \text{alto}) \left( \frac{\pi}{6} \right)$$

La segmentación de imágenes médicas en tomografía es un método asequible para aislar el LLP y extraer características volumétricas<sup>11</sup>, pero consume tiempo y recursos, y es una labor intensiva que no es compatible con el trabajo hospitalario actual<sup>12</sup>, puesto que es tedioso<sup>13</sup> y se requiere un experto para esta labor, sin embargo cuenta con una precisión adecuada para ser la fuente de la verdad en investigaciones que requieran de cuantificación de volumen en TC<sup>14-16</sup>.

La imposibilidad del cálculo exacto es inherente a la naturaleza del comportamiento del líquido. Debido a esta problemática, en el 2020 Dreitz et al. realizaron un estudio comparativo donde crearon un código usando 3DU-Net para la renderización inmediata en 3D de contenido hemático en pacientes de politrauma, comparando la segmentación automática vs. la segmentación manual, con una desviación estándar de 278 ml. Ellos implementaron un

método de aprendizaje profundo multiescala para la segmentación del hemoperitoneo traumático usando redes neuronales.

## Redes neuronales convolucionales

Las redes neuronales convolucionales (RNC) están diseñadas en un principio para el procesamiento de imágenes. Estas redes filtran la imagen, los filtros que usan en el procesamiento de imágenes son nombrados «kernel», los cuales realizan una operación matemática o contienen cierta cifra (Fig. 1). Un conjunto de kernels hace una convolución, un conjunto de convoluciones para obtener características específicas hacen una capa y varias capas hacen una red. Una red neuronal tiene varias capas dependiendo de su objetivo<sup>17</sup>. En estas redes habitualmente la primera capa de convoluciones está diseñada para encontrar características generales como líneas y su disposición, las posteriores dependerán del diseño de la red y el problema que solucionar.

## Topología de la red (3DU-Net)

La 3D U-Net es un tipo de red neuronal convolucional, con características especiales para segmentación de imágenes en tres dimensiones, que toma como fuente de la verdad más caras de la región de interés hecha por expertos. Está basada en la U-Net de Ronneberger, que fue concebida para la segmentación de imágenes médicas<sup>18</sup>. Se compone de un codificador que reduce la resolución espacial de imágenes mientras aumenta el número de características y un descodificador que reconstruye la segmentación, concatenando la información maximizada de características en imágenes

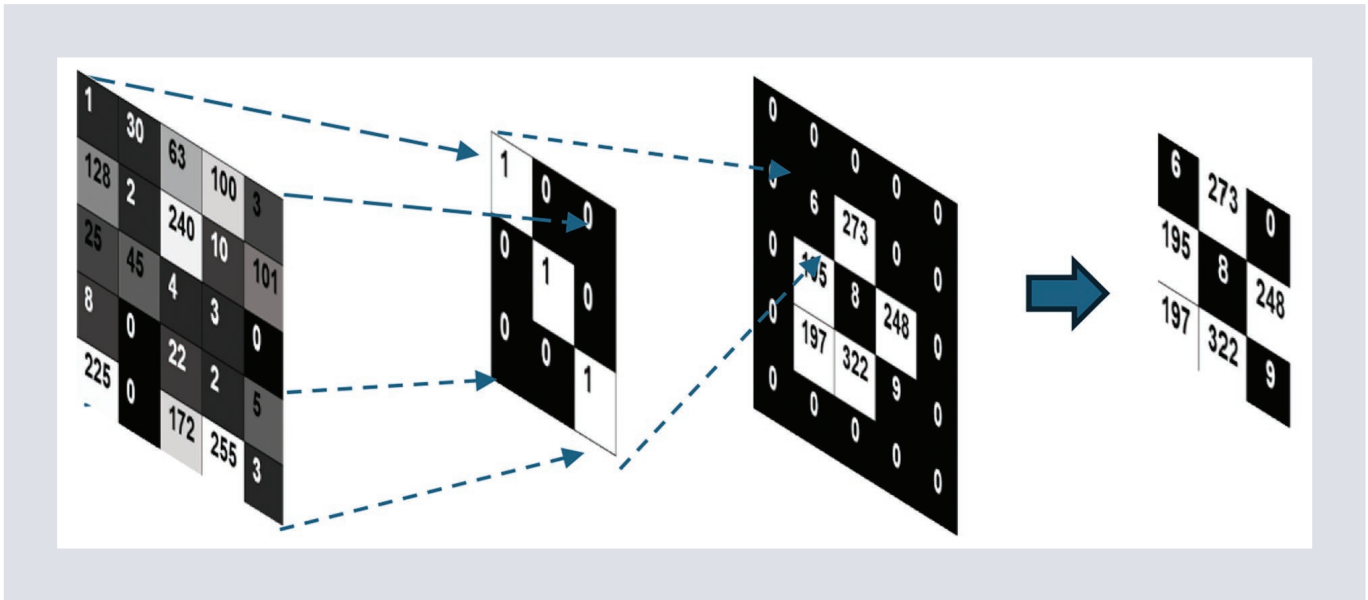


FIGURA 1. Arquitectura de la red neuronal convolucional tridimensional basada en el modelo 3D-UNet.

procesadas con desconvoluciones que «abren» la imagen y permiten la integración otorgando su característica forma de U en el proceso (Fig. 2). Esta arquitectura ha demostrado ser útil para la segmentación de imágenes<sup>14</sup>, usada también para los datos de tres dimensiones como son los vóxeles de la TC.

## Características de la imagen

Las características que evaluar en un volumen de imágenes son diversas<sup>19</sup> y se dividen en:

- Forma. Se refiere a la geometría de las estructuras en la imagen, que puede incluir medidas como el área, el perímetro, la esfericidad y la elongación. Estas medidas ayudan a describir la morfología de los objetos<sup>20</sup>.
- Características de primer orden. Estas características describen la distribución de la intensidad de los píxeles en la imagen. Incluyen estadísticas básicas como la media, la varianza, la desviación estándar, el contraste y la energía<sup>21</sup>.
- GLCM (matrices de coocurrencia de niveles de gris). Esta técnica analiza cómo los píxeles con ciertas intensidades se agrupan en la imagen. Las características derivadas de la GLCM incluyen contraste, correlación, energía y homogeneidad, que proporcionan información sobre la textura<sup>22</sup>.
- GLDM (matrices de coocurrencia de distancias de niveles de gris). Similar a la GLCM, pero enfocado en la distancia entre los píxeles. Permite evaluar cómo varían las intensidades de los píxeles a diferentes distancias.
- GLRLM (matrices de coocurrencia de longitudes de *runs* de niveles de gris). Se centra en la longitud de las «corridas» de píxeles con el mismo nivel de gris. Permite extraer características como la longitud promedio de las corridas y la uniformidad, lo que ayuda a describir patrones de textura en la imagen.
- 6. GLSZM (matrices de coocurrencia de tamaños de zonas de niveles de gris). Evalúa



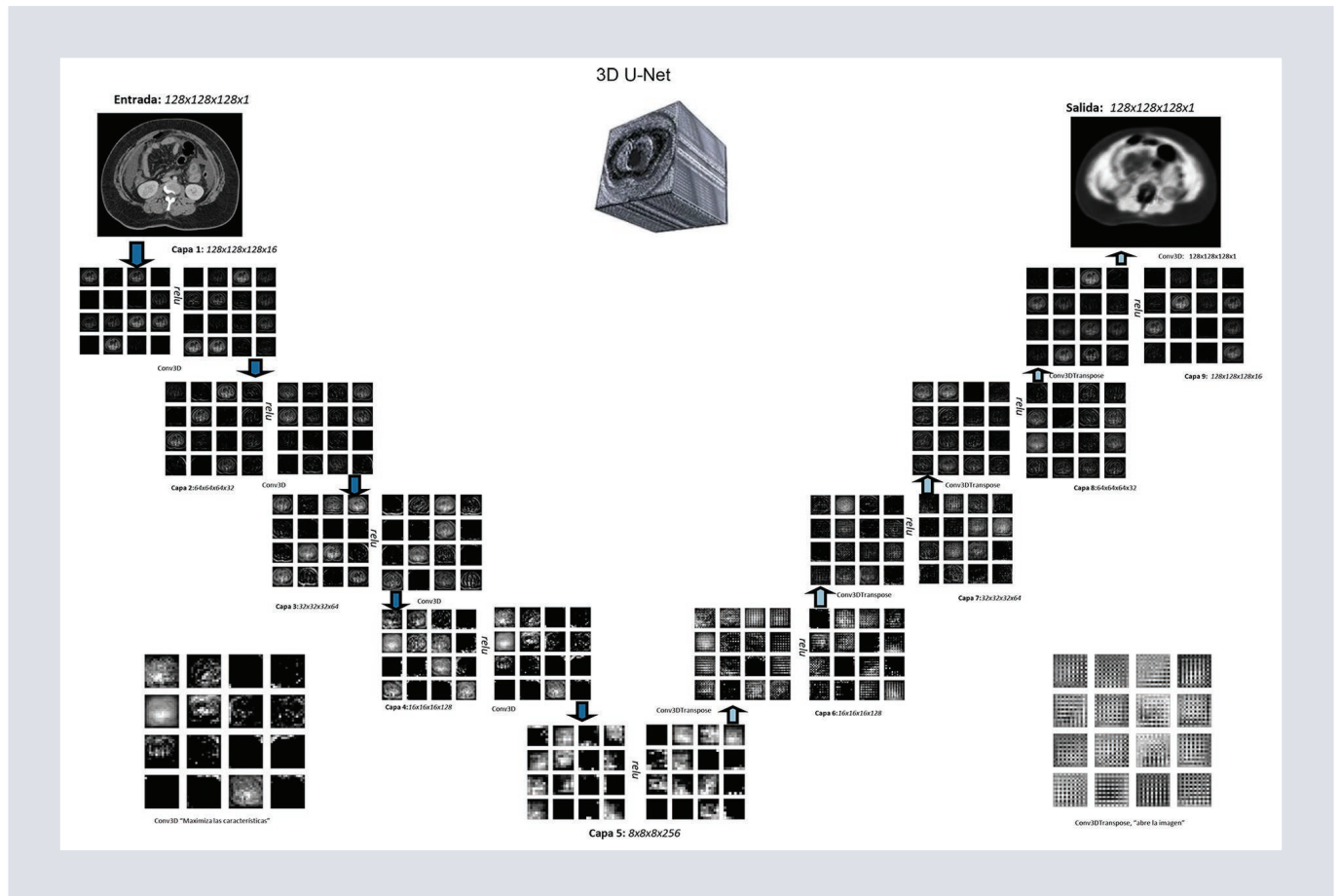


FIGURA 2. Ejemplo de un kernel de  $3 \times 3$  aplicado a una imagen en escala de grises.

la cantidad de zonas que tienen el mismo nivel de gris en la imagen, lo que proporciona información sobre la homogeneidad y la complejidad de la textura.

- NGTDM (matrices de coocurrencia de textura de niveles de gris normalizados). Se enfoca en la textura al evaluar las diferencias de intensidad entre un píxel y sus vecinos, considerando la normalización de las intensidades. Las características incluyen contraste, homogeneidad y el grado de complejidad en la textura<sup>23</sup>.

Estas técnicas se utilizan ampliamente en estudios de radiómica y análisis de imágenes médicas para identificar y asociar patrones.

Nuestra red aprovecha estos patrones y encuentra las asociaciones más frecuentes, lo que le permite generalizar características. De este modo, cuando se presenta una nueva imagen, la red puede identificar la combinación de patrones que indican la presencia de LLP y es posible segmentarlo. La manera en que logra esto se describe a continuación.

## Objetivo general

Desarrollar un algoritmo de segmentación automática de LLP utilizando técnicas de aprendizaje profundo.

## MÉTODO

El comité de ética del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) aprobó este estudio de retrospectivo, observacional, instrumental y de corte transversal correspondiente al número de registro nacional de SIRELCIS: R-2023- 101-026. Se obtuvieron 35 TC con LLP del periodo de febrero a noviembre del 2023.

El muestreo fue no probabilístico, intencional o por juicio, en el caso específico de imágenes volumétricas se puede entrenar una red con solo dos de ellas, para poder generalizar las características en un tercer estudio<sup>13</sup>, por lo que se eligieron TC con presencia de LLP de diferentes densidades y volumen, estas imágenes fueron extraídas del sistema de datos PACS (*Picture Archiving and Communication System*) del IMSS HGZ#2 Aguascalientes.

Se excluyeron los estudios de pacientes menores de edad, con trauma o procedimientos quirúrgicos recientes. Se eliminaron estudios de mala calidad o que no incluyeran la totalidad del abdomen. Quedaron un total de 30 TC, con la meta de la creación de un modelo para segmentar LLP en tomografía automáticamente.

## Análisis de imágenes

La segmentación correspondiente a la fuente de la verdad fue realizada por tres médicos radiólogos certificados con 10 años de experiencia. Esta segmentación fue realizada a mano alzada con las herramientas de segmentación de 3D-slicer<sup>24</sup>, usando el formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*).

Para las variaciones interobservador se usó la técnica STAPLE (*Simultaneous Truth and Performance Level Stimation*) incluida en la librería de SimpleITK de Python. Este enfoque se centra en combinar las tres segmentaciones para estimar un consenso, dando diferentes valores a los verdaderos positivos y negativos dependiendo en cuantas segmentaciones aparezcan. Opera bajo el principio de que cada conjunto de segmentaciones aporta información parcialmente correcta y de la misma manera parcialmente errónea, permitiendo obtener resultados confiables de fuentes imperfectas y arroja una sola máscara de segmentación para entrenamiento<sup>25</sup>.

## Adquisición de imagen

Se seleccionaron tomografías con LLP respaldado por interpretación de medico radiólogo certificado, con protocolo de TC para abdomen<sup>26</sup>, el cual se extiende de cúpula diafragmática a hueso pélvico, realizadas en tomógrafos Toshiba de 16 y 84 cortes, con cortes de 5 mm. Estos son los pasos de pre-procesamiento:

1. Anonimización de estudios de tomografía con 3D slicer (versión 5.2).
2. Recorte de imágenes para seleccionar la región de interés con el módulo «crop».
3. Cambiar el formato de DICOM a Nifty en 3D slicer.
4. Se fusionan las máscaras con la técnica STAPLE de simpleITK Python.
5. Se cambia formato Nifty a numpy en Python (versión 3.11.7).
6. Se normaliza el volumen en una resolución de 128 x 128 x 128 en escala de grises, lo cual corresponde a un solo canal teniendo datos de 128 x 128 x 128 x 1.

Se realizó experimentación y afinación extensa variando los hiperparámetros (*batch*, *dropout* y tasa de aprendizaje), cada red fue validada utilizando el 80% de datos para entrenamiento, el 10% para validación y el 10% para pruebas.

## Funcionamiento de 3D-UNet con LLP

- Entrada: la red recibe imágenes de tomografía en tres dimensiones, con un tamaño de 128 x 128 x 128 vóxeles.
- Extracción de características: a través de varias capas de convolución, la red extrae características importantes, como bordes o texturas que podrían representar el líquido libre. A medida que avanza en estas capas, la resolución de la imagen disminuye, pero la red se enfoca en capturar los detalles más importantes de las áreas relevantes, dejando en negro las partes de la imagen que no poseen esas características, luego se repite este proceso para todas las características; al final de este bloque se obtiene una imagen «hiperrepresentada» de las características del LLP, aunque con una resolución muy baja (Fig. 2).
- Reducción de resolución (*downsampling*): las capas de *pooling* van reduciendo el tamaño de las imágenes, condensando la información para facilitar que la red «entienda» las características clave. Este proceso ayuda a reducir el ruido y enfocar la atención en estructuras más grandes.
- Reconstrucción (*upsampling*) y concatenación: después de extraer las características principales, la red inicia el proceso de restaurar la imagen a su resolución original, pero ahora enriquecida con la información obtenida en las primeras etapas. Durante

este proceso, la red combina (concatena) información de las capas iniciales, que contienen mayor detalle de la imagen original, en cada capa de reconstrucción se «abre» la imagen y se fusionan todas las características anteriormente guardadas, maximizando así la información y generando imágenes de alta resolución con una hiperrepresentación del LLP. Esta combinación permite afinar la segmentación del líquido en general, siendo especialmente útil para detectar áreas difusas, como el LLP (Fig. 3).

- Salida: a final, la red devuelve una imagen segmentada del mismo tamaño que la original, donde ha identificado las áreas que corresponden al líquido libre u otras estructuras según el entrenamiento logrando una generalización más amplia del LLP, ya que lo procesa como un conjunto de características jerárquicas específicas de segmentación de LLP, o una «llave maestra» para predecir la segmentación correspondiente a LLP en un estudio de tomografía desconocido, produciendo una salida dicotómica que resulta en una predicción de segmentación (Fig. 4).

## Entrenamiento de la red

Nuestra red es de aprendizaje supervisado y el problema de clasificación fue binario, cada vóxel estaba descodificado como fondo o máscara correspondiendo a 0 y 1. Como optimizador usamos ADAM (*Adaptive Moment Estimation*), algoritmo usado para optimización estocástica<sup>27</sup>. Realizamos 250 épocas (Fig. 5). La tasa de aprendizaje de 1e-4 fue gradualmente reducida a 1e-5.

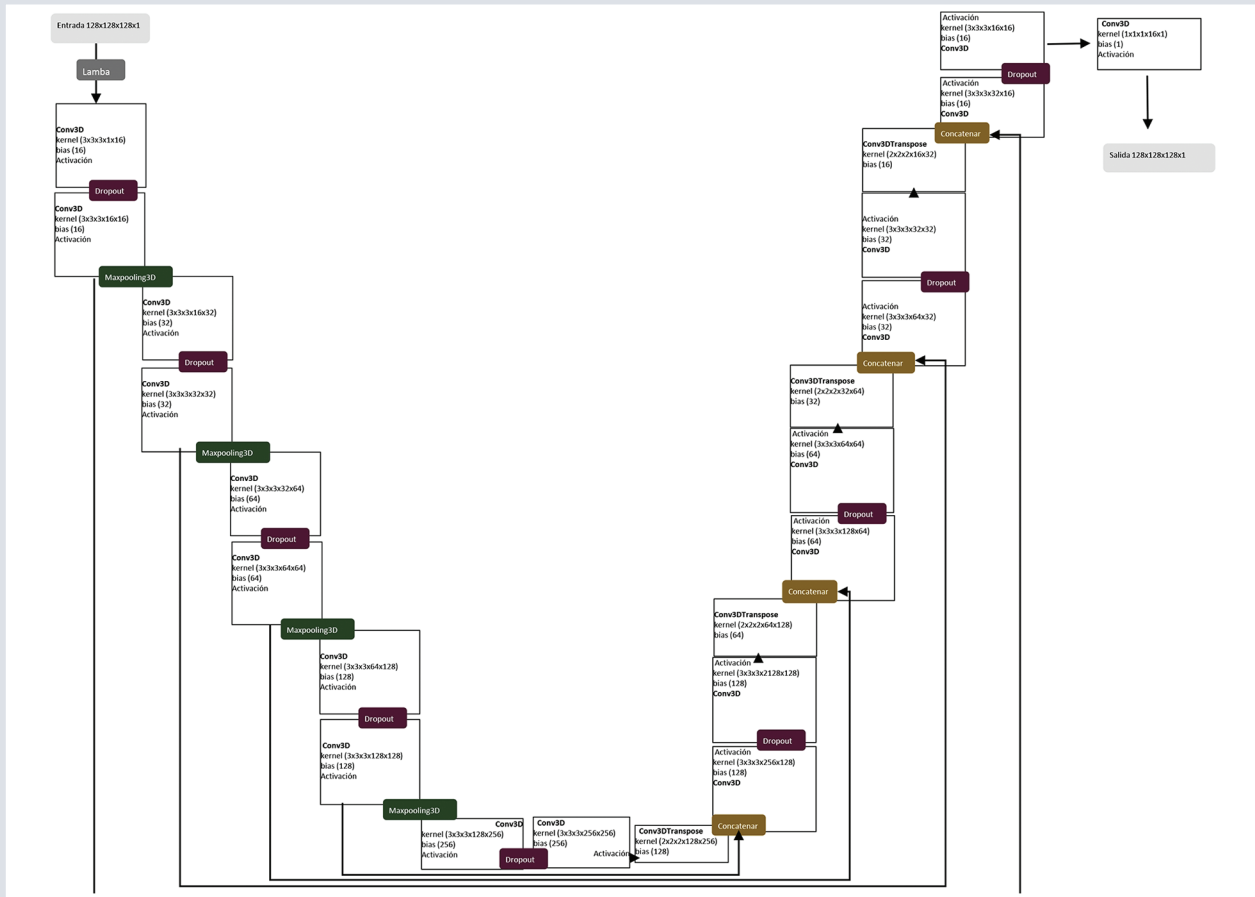


FIGURA 3. Proceso de 3D U-Net.

Para el procesamiento de las imágenes estuvo disponible un equipo con procesador de 11<sup>th</sup> Gen Intel (R) Core (TM) i7-11370H @ 3.30 GHz, 3302 MHz, con 32 GB de RAM y tarjeta gráfica NVIDIA GForce RTX 3060 Laptop GPU con 6023 MB de VRAM.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico fue realizado en Python 3.11.7, las medidas estadísticas están reportadas en formato  $\mu \pm \sigma$ , donde  $\mu$  es el promedio y  $\sigma$  la desviación estándar en porcentaje. En

nuestro caso la predicción se realiza por cada vóxel, siendo la totalidad de  $128^3$  vóxeles por estudio. Los vóxeles de la máscara o positivos son blancos y el fondo o negativos son negros (Tabla 1).

Las métricas de segmentación de clasificación binaria se basan en la superposición o en la distancia, deben evaluar la localización exacta de los límites y el número de segmentaciones<sup>28</sup>. El desempeño se reportó con dos métricas, el coeficiente de superposición (Dice), que es la métrica mayormente usada en publicaciones científicas de segmentación<sup>29</sup>, y la

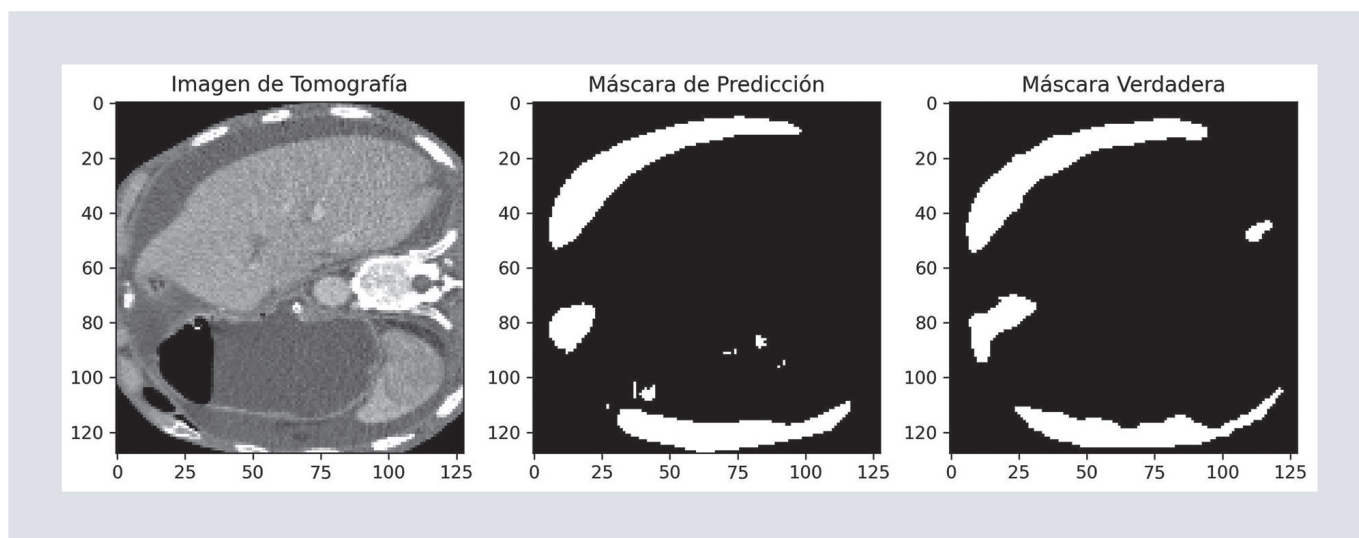


FIGURA 4. Imagen de tomografía computarizada, máscara verdadera y máscara de predicción.

TABLA 1. Matriz de confusión de vóxeles

Matriz de confusión de vóxeles		Predicción vóxeles			
		+		-	
Referencia vóxeles	+	1	1	1	0
	-	0	1	0	0

intersección sobre la unión (IoU), las cuales reportan similitud entre dos conjuntos de clases desequilibradas, el fondo de nuestros datos es más del 90% de la información del volumen, codificados como 0 y 1, siendo el más cercano a 1 el más similar<sup>30</sup>.

La diferencia entre las dos métricas es que la IoU penaliza la subsegmentación y la sobresegmentación más que el coeficiente de Dice<sup>29</sup> y aunque las dos se correlacionan por un factor de dos, arrojan diferentes resultados, ya que el coeficiente de Dice nos informa del rendimiento promedio del código, y la IOU nos informa del resultado del rendimiento en el peor de los casos y ambas pueden ser apropiadas.

## RESULTADOS

Nuestra población se caracterizó por edad promedio de  $53.2 \pm 18.56$  años, con una mínima de 18 y máxima de 84 años, una proporción de hombres del 56.2% y de mujeres del 43.8%. El grupo de edad más numeroso fue de 46 a 56 años, tanto para hombres como para mujeres.

### Características de la segmentación automática.

El tiempo calculado que le lleva arrojar información para cada estudio es de aproximadamente  $532 \pm 22$  milisegundos.

Posterior a la segmentación automática, cuantificamos la intensidad promedio de los vóxeles usando la librería de «numpy» de Python, así como el cálculo del volumen; posteriormente se realizaron renderizaciones con la librería «mayavi» y mapas de color.

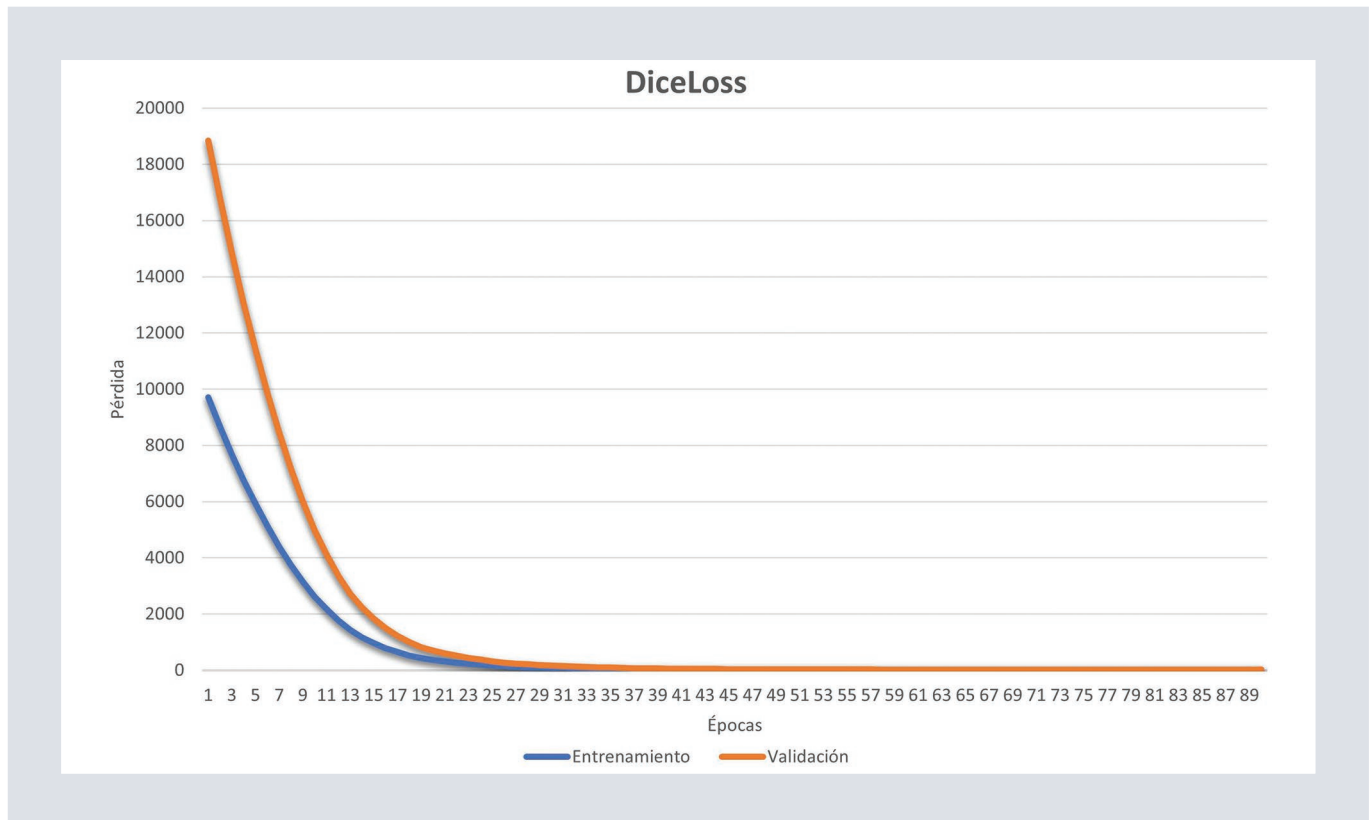


FIGURA 5. Pérdida de Dice en el entrenamiento.

El coeficiente de Dice fue de  $0.79 \pm 0.11$  y una IoU de  $0.68 \pm 0.12$

Para reportar características observadas en esta segmentación usamos el análisis de Bland Altman o el análisis de diferencias, el cual es basado en la cuantificación del acuerdo entre dos cantidades medidas, estudiando el promedio, la diferencia y construyendo límites de acuerdo<sup>31</sup>.

## Volumen e intensidad

Comparamos los volúmenes de la segmentación manual y el modelo propuesto, obteniendo una media de diferencia en las mediciones de  $229 \pm 261$  ml (Fig. 6).

Las diferencias de las intensidades de la segmentación manual y el modelo propuesto también fueron reportadas con el análisis de Bland-Altman, obteniendo una media de diferencia en las mediciones de  $0 \pm 32$  unidades (Fig. 7).

## Resultados colaterales

A lo largo del desarrollo de la investigación se obtuvieron algunos resultados colaterales con varios modelos, estas segmentaciones «fallidas» no lograban segmentar en su totalidad el LLP, pero hiperrepresentaban el líquido presente en los tejidos, estos modelos arrojaron imágenes similares a las presentadas en resonancia magnética (Fig. 8),

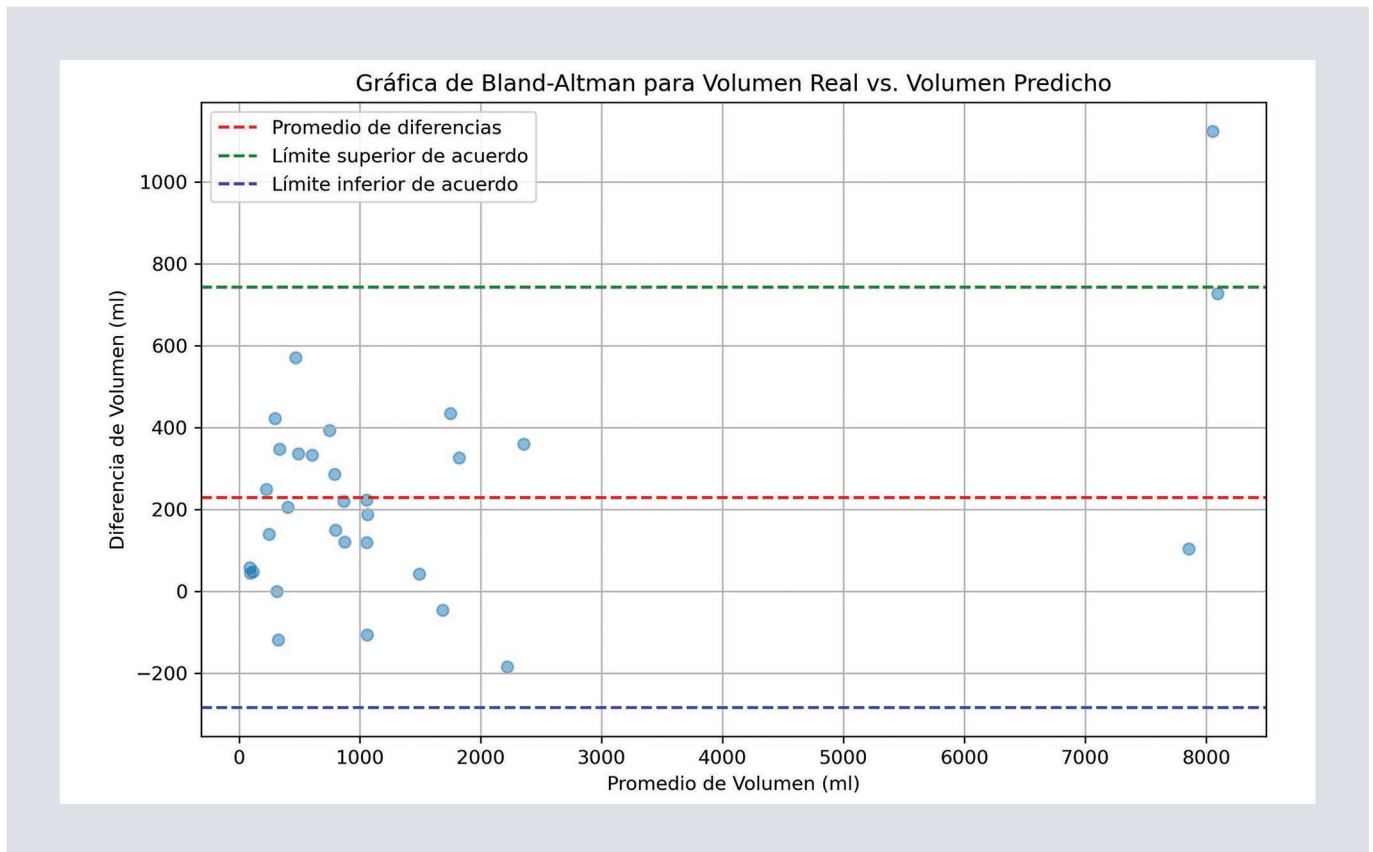


FIGURA 6. Gráfica Bland-Altman de volumen.

si bien no cumplieron con el objetivo principal del estudio, presentan un valor significativo para otros ámbitos de análisis. Estos hallazgos adicionales podrían ser útiles en futuras investigaciones enfocadas en áreas relacionadas, ofreciendo nuevas perspectivas y oportunidades para la exploración de temas complementarios y se reportarán en otro manuscrito.

## DISCUSIÓN

Un coeficiente de Dice de 0.79 indica un buen desempeño del modelo<sup>32</sup>. En la figura 9 se aprecia visualmente la similitud entre la segmentación automática y la

manual, siendo esta última un proceso que requiere un tiempo mínimo estimado de 30 minutos, en comparación con el medio segundo que toma la segmentación automática. Para evaluar de un manera más objetiva la dificultad de segmentación, ya se ha propuesto un índice para medir la dificultad de la segmentación manual llamado índice de facilidad de reparación<sup>33</sup>, aun no reportado en artículos de segmentación pero con futuro prometedor para las segmentaciones de imagen. Así, mientras el desarrollo de la segmentación siga avanzando será posible esperar redefinir la interacción de los médicos radiólogos con sus plataformas y adecuar o afinar las métricas precisas para el fin determinado.

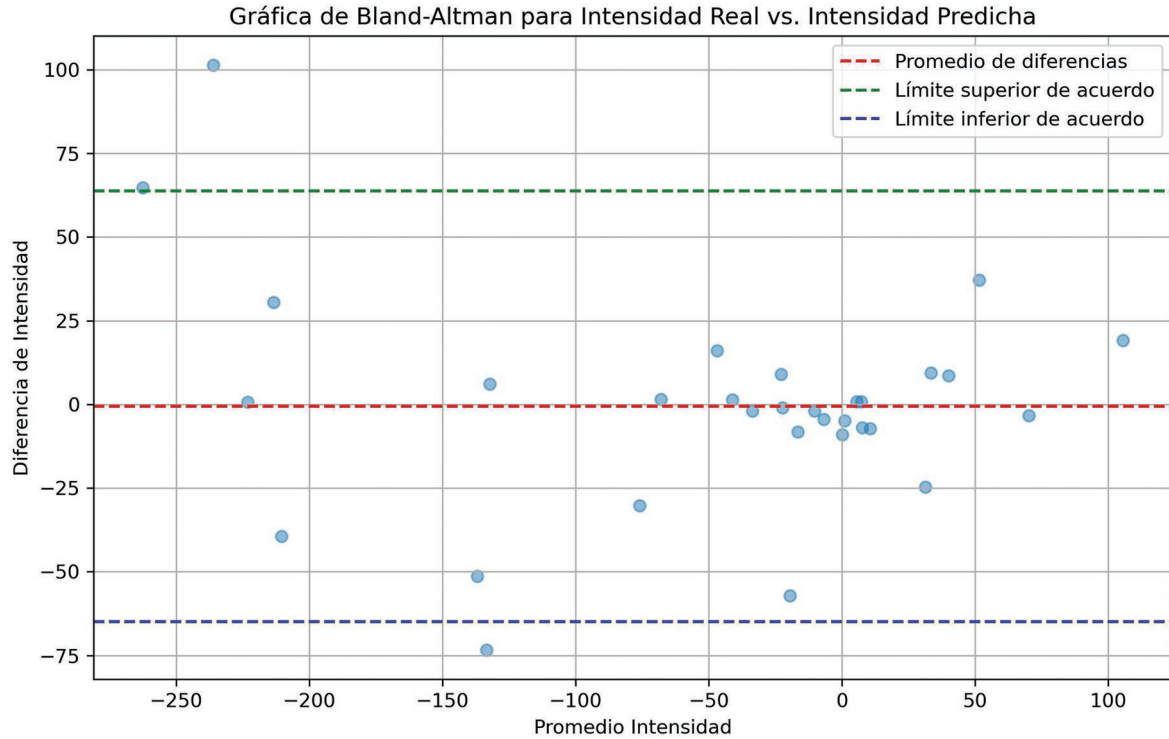


FIGURA 7. Gráfica Bland-Altman de intensidad.

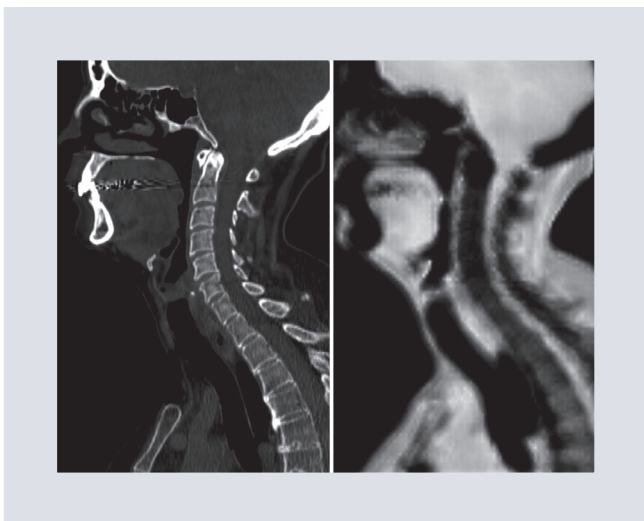


FIGURA 8. Imagen de tomografía hiperrepresentada parcialmente, nótese la supresión de densidades altas y realce de las similares a líquido libre peritoneal.

La transición hacia métodos completamente automatizados para la segmentación de órganos, en lugar de depender de técnicas manuales o semiautomatizadas, representa un avance significativo en la práctica clínica. Dado que una segmentación automática se realiza en aproximadamente medio segundo, es factible implementar esta tecnología en escenarios de urgencias, permitiendo un reporte cuantitativo inmediato del volumen y la densidad del LLP total en politrauma, e incluso proponer estudios para determinar cronicidad del LLP en diferentes escenarios. La cuantificación del volumen y la densidad



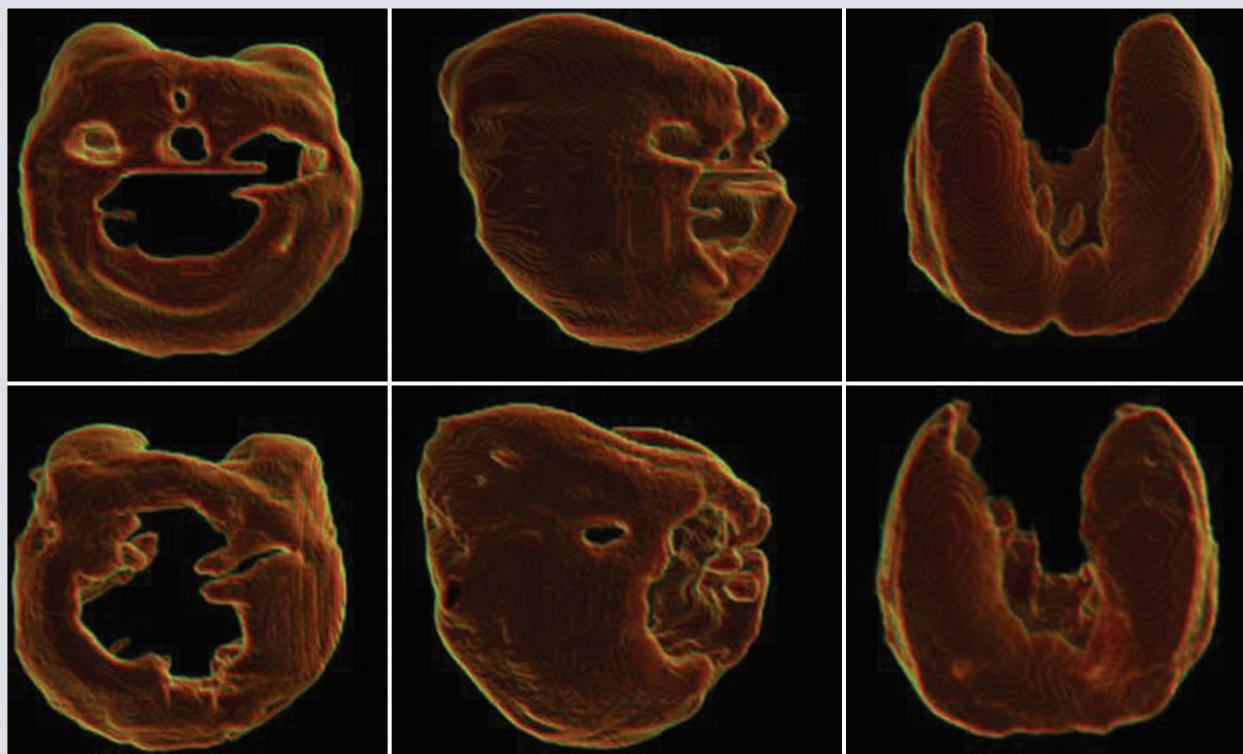


FIGURA 9. Ejemplo de renderizaciones volumétricas de fuente de la verdad (arriba) y predicción (abajo).

del líquido libre abdominal habían sido objeto de ambigüedad, ya que se calculan de una manera aproximada en la práctica diaria, sin embargo con la segmentación propuesta es posible pasar de una medicina de aproximación a medicina de precisión respecto al líquido libre abdominal y encontrar vacíos del conocimiento no abordados por su difícil adquisición, la diferencia de media de 229 ml es inferior a 300 ml reportados en otros métodos similares<sup>34</sup>.

La segmentación automática sigue siendo un desafío debido a la falta de marcos bien establecidos, o la creencia de que solo los computadores de alta capacidad podrían arrojar este tipo de segmentaciones, en este proyecto

comprobamos que es posible realizarlo con un computador personal habitual al alcance del personal médico.

En cuanto al volumen estimado, las figuras 6 y 9 muestran que las segmentaciones automáticas contienen un volumen ligeramente mayor que las manuales, esto podría estar sugiriendo más que un error o cálculo inadecuado en el modelo, podría indicar una limitación humana. El modelo podría arrojar una generalización más acertada por parte de la red, ya que el ojo experto tiene errores de búsqueda, reconocimiento y decisión de errores<sup>35</sup>, error que el computador no presenta, y aquí es donde las métricas de segmentación difieren en su cálculo, ya que es posible

valorar la predicción de vóxel en vóxel, medirlos conjunto o incluso medir el propósito diagnóstico o pronóstico de la segmentación, ciertamente las métricas continúan evolucionando e incluso los métodos auxiliares para el cálculo de métricas.

Cabe mencionar que un buen desempeño no garantiza mejores resultados para los pacientes<sup>36</sup>. Esto depende de las decisiones clínicas y prevalencia del problema. Son necesarios estudios controlados que midan puntos finales del diagnóstico o pronóstico clínico para comprender el valor de los resultados del aprendizaje profundo.

## CONCLUSIÓN

El desarrollo de un algoritmo automático para segmentación de LLP utilizando técnicas de aprendizaje profundo representa un paso significativo hacia la automatización de la segmentación en TC y su consecuente reporte de mayor número de características en la interpretación de imágenes, proponiendo una herramienta rápida y confiable que podría transformar la planificación del tratamiento y el pronóstico de pacientes que cuenten con LLP. Abre el camino para el diseño de hiperrepresentaciones de varios tejidos difíciles de valorar en tomografía como grasa, músculo, globo ocular, etc.

## Agradecimientos

A la Coordinación de Investigación del IMSS, delegación Aguascalientes, cuyo apoyo, guía y validación fueron fundamentales para la realización de este trabajo.

## CONFLICTO DE INTERESES

Todos los autores han aprobado su envío y no existe conflicto de intereses que declarar.

## Financiamiento

La presente investigación recibió apoyo del Instituto de Ciencias y Tecnología del Estado de Aguascalientes (INCyTEA) y del IMSS por medio de sus programas de becas para posgrado. Este financiamiento no se destinó específicamente al desarrollo de este proyecto, contribuyendo solamente a la formación académica del primer autor durante este.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Los procedimientos fueron autorizados por el Comité de Ética de la institución.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial


generativa para la redacción de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Tadayoni A, Farhadi F, Mirmomen SM, Shafiei A, Berman KF, Bagheri M, et al. Evaluation of incidental pelvic fluid in relation to physiological changes in healthy pubescent children using pelvic magnetic resonance imaging. *Pediatr Radiol*. 2019;49(6):784-90.
- Simanovsky N, Hiller N, Lubashevsky N, Rozovsky K. Ultrasonographic evaluation of the free intraperitoneal fluid in asymptomatic children. *Pediatr Radiol*. 2011;41(6):732-5.
- Verguts J, Timmerman D, Bourne T, Lewi P, Koninckx P. Accuracy of peritoneal fluid measurements by transvaginal ultrasonography. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2010;35(5):589-92.
- Yang E, Nguyen NH, Kwong WT. Abdominal free fluid in acute pancreatitis predicts necrotizing pancreatitis and organ failure. *Ann Gastroenterol*. 2021;34(6):872-8.
- Banz VM, Butt MU, Zimmermann H, Jeger V, Exadaktylos AK. Free abdominal fluid without obvious solid organ injury upon CT imaging: an actual problem or simply over-diagnosing? *J Trauma Manag Outcomes*. 2009 Dec;3:10.
- Pannu HK, Oliphant M. The subperitoneal space and peritoneal cavity: basic concepts. *Abdom Imaging*. 2015;40(7):2710-22.
- Malbrain MLNG, Cheatham ML, Kirkpatrick A, Sugrue M, Parr M, De Waele J, et al. Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. I. Definitions. *Intensive Care Med*. 2006;32(11):1722-32.
- Joshi AR, Komwad AL, Joshi SA. Role of CT in abdominal and pelvic trauma. *Curr Radiol Rep*. 2014;2:67.
- Yang E, Nguyen NH, Kwong WT. Abdominal free fluid in acute pancreatitis predicts necrotizing pancreatitis and organ failure. *Ann Gastroenterol*. 2021;34(6):872-8.
- Roccatagliata ND, Rodríguez LD, Guardo L, Larrañaga VN, Espil G, Vallejos J. Hinchey's (Diverticulitis) Classification Review and its Therapeutic Implications. *Rev Argent Radiol*. 2020;84:123-9.
- Chowdhary CL, Acharjya DP. Segmentation and feature extraction in medical imaging: a systematic review. *Procedia Computer Science*. 2020;167:26-36.
- Yang Y, Jiang H, Sun Q. A Multiorgan segmentation model for CT volumes via full convolution-deconvolution network. *Biomed Res Int*. 2017;2017:6941306.
- Çiçek Ö, Abdulkadir A, Lienkamp SS, Brox T, Ronneberger O. 3D U-Net: learning dense volumetric segmentation from sparse annotation [Internet]. arXiv, Ornell University; 21 jun 2016. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1606.06650>
- Azad R, Aghdam EK, Rauland A, Jia Y, Avval AH, Bozorgpour A, et al. Medical image segmentation review: the success of U-Net [Internet]. arXiv, Ornell University; 27 nov 2022. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/2211.14830>
- Aapkes SE, Barten TRM, Coudyzer W, Drenth JPH, Geijselaers IMA, Ter Grote SAM, et al. Validation of a semi-automatic method to measure total liver volumes in polycystic liver disease on computed tomography - high speed and accuracy. *Eur Radiol*. 2023;33(5):3222-31.
- Seppelt D, Kromrey ML, Ittermann T, Kolb C, Haubold A, Kampfrath N, et al. Reliability and accuracy of straightforward measurements for liver volume determination in ultrasound and computed tomography compared to real volumetry. *Sci Rep*. 2022;12(1):12465.
- Khan A, Sohail A, Zahoora U, Qureshi AS. A survey of the recent architectures of deep convolutional neural networks. *Artif Intell Rev*. 2020;53(8):5455-516.
- Ronneberger O, Fischer P, Brox T. U-net: convolutional networks for biomedical image segmentation [Internet]. arXiv, Ornell University; 18 may 2015. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1505.04597>
- Zhou P, Han X, Morariu VI, Davis LS. Learning rich features for image manipulation detection [Internet]. arXiv, Ornell University; 13 may 2018. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1805.04953>
- Zhang D, Lu G. Review of shape representation and description techniques. *Pattern Recognit*. 2004;37(1):1-19.
- Shur JD, Doran SJ, Kumar S, Dafydd D, Downey K, O'Connor JPB, et al. Radiomics in oncology: a practical guide. *RadioGraphics*. 2021;41(6):1717-32.
- Chen Y, Jiang H, Li C, Jia X, Ghamisi P. Deep feature extraction and classification of hyperspectral images based on convolutional neural networks. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 2016;54(10):6232-51.
- van Griethuysen JJM, Fedorov A, Parmar C, Hosny A, Aucoin N, Narayan V, et al. Computational radiomics system to decode the radiographic phenotype. *Cancer Res*. 2017;77(21):e104-7.
- Pinter C, Lasso A, Fichtinger G. Polymorph segmentation representation for medical image computing. *Comput Methods Programs Biomed*. 2019;171:19-26.
- Warfield SK, Zou KH, Wells WM. Simultaneous truth and performance level estimation (STAPLE): An algorithm for the validation of image segmentation. *IEEE Trans Med Imaging*. 2004 Jul;23(7):903-21.
- American College of Radiology. Practice Parameter for the performance of computed tomography (CT) of the abdomen and computed tomography (CT) of the pelvis. American College of Radiology; 2021.
- Kingma DP, Ba J. Adam: A Method for Stochastic Optimization [Internet]. arXiv, Ornell University; 22 dic 2014. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1412.6980>
- Monteiro FC, Campilho AC. Performance evaluation of image segmentation. En: Campilho A, Kamel MS (editores). *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2006. pp. 248-59.
- Müller D, Soto-Rey I, Kramer F. Towards a guideline for evaluation metrics in medical image segmentation. *BMC Res Notes*. 2022;15(1):210.
- Cheng B, Girshick R, Dollár P, Berg AC, Kirillov A. Boundary IoU: improving object-centric image segmentation evaluation [Internet]. arXiv, Ornell University; 30 mar 2021. Disponible en: 2021 <http://arxiv.org/abs/2103.16562>
- Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis. *Biochem Med (Zagreb)*. 2015;25(2):141-51.
- Dice LR. Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology [Internet]*. 1945;26(3):297-302.
- He D, Udupa JK, Tong Y, Torigian DA. Mendability Index: a new metric for estimating the effort required for manually editing auto-segmentations of objects of interest. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng*. 2023;12469:1246905.
- Dreizin D, Zhou Y, Fu S, Wang Y, Li G, Champ K, et al. A multiscale deep learning method for quantitative visualization of traumatic hemoperitoneum at ct: Assessment of feasibility and comparison with subjective categorical estimation. *Radiol Artif Intell*. 2020;2(6):1-9.
- Alexander RG, Waite S, Macknik SL, Martinez-Conde S. What do radiologists look for? Advances and limitations of perceptual learning in radiologic search. *J Vis*. 2020;20(10):1-13.
- Cheng PM, Montagnon E, Yamashita R, Pan I, Cadrin-Chênevert A, Romero FP, et al. Deep learning: An update for radiologists. *Radiographics*. 2021;41(5):1427-45.

# Calidad de vida posterior a la embolización de arterias uterinas: una experiencia de dos años

## *Quality of life after uterine artery embolization: a two-year experience*

Alejandro Rosas-Paredes<sup>1,2\*</sup> , Luis A. Rodríguez-Palomares<sup>2</sup> , Eduardo A. Domínguez-Méndez<sup>3</sup> , Eduardo Mercado-Cruz<sup>4</sup>  y Ann M. Zuñiga-Mueller<sup>5</sup> 

<sup>1</sup>Departamento de Imagenología, Centro Médico Dalinde; <sup>2</sup>Departamento de Radiología Intervencionista, Instituto Nacional de Cancerología; <sup>3</sup>Servicio de Radiología Intervencionista, Instituto Nacional de Cancerología; <sup>4</sup>Departamento de Enseñanza Médica, Centro Médico Dalinde; <sup>5</sup>Servicio Social, Universidad Westhill. Ciudad de México, México

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la calidad de vida después de la embolización selectiva de arterias uterinas por miomatosis. **Método:** Se realizó un estudio observacional y transversal. Se envió el cuestionario SF-36 en línea a las pacientes que fueron sometidas a embolización selectiva de arterias uterinas de enero de 2020 a marzo de 2023 en un hospital de tercer nivel de atención. El muestreo fue no probabilístico, se incluyó a las pacientes que de manera voluntaria y anónima aceptaron responder el cuestionario. Se utilizaron estadísticos descriptivos e inferenciales. Se cuenta con consentimiento informado de las participantes y aprobación del comité local de investigación y ética en investigación. **Resultados:** En total, 48 pacientes contestaron el cuestionario, esto representó un índice de respuesta del 77%. La edad fue de  $44 \pm 5.9$  años. El tiempo transcurrido desde la embolización hasta la aplicación del cuestionario fue  $22 \pm 8.9$  meses. En escala de 0 a 100, el componente de salud física fue  $82.8 \pm 13.9$ . El 87.5% refirió estar satisfecha o muy satisfecha con los resultados de la embolización. **Conclusión:** La calidad de vida posterior a la embolización selectiva de arterias uterinas es adecuada.

**Palabras clave:** Embolización de arterias uterinas. Calidad de vida. Miomatosis uterina.

### ABSTRACT

**Objective:** Evaluate the quality of life after selective embolization of uterine arteries due to myomatosis. **Method:** An observational and cross-sectional study was carried out.

#### \*Correspondencia:

Alejandro Rosas-Paredes

E-mail: alexrosasp.95@gmail.com

Recibido: 24-02-2024

Aceptado: 29-06-2024

DOI: 10.24875/ARM.24000015

1665-2118/© 2024 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

The SF-36 questionnaire was sent online to patients who underwent selective uterine artery embolization from January 2020 to March 2023 in a tertiary care hospital. The sampling was non-probabilistic, it included patients who voluntarily and anonymously agreed to answer the questionnaire. Descriptive and inferential statistics were used. There were obtained the informed consent from the participants and the approval from the local research and research ethics committee. **Results:** In total, 48 patients answered the questionnaire, this represented a response rate of 77%. Age was  $44 \pm 5.9$  years. The time elapsed from embolization to the application of the questionnaire was  $22 \pm 8.9$  months. On a scale from 0 to 100, the physical health component was  $82.8 \pm 13.9$ . Eighty-seven-point five percent reported being satisfied or very satisfied with the results of embolization. **Conclusion:** The quality of life after selective uterine artery embolization is adequate.

**Keywords:** Uterine artery embolization. Quality of life. Uterine myomatosis

## INTRODUCCIÓN

Los miomas uterinos, también llamados leiomiomas, son neoplasias benignas compuestas por células de músculo liso y fibroblastos<sup>1</sup>. En el mundo son el tumor benigno más frecuente en mujeres en edad reproductiva, se estima que una de cada cuatro mujeres puede padecer miomatosis uterina<sup>2</sup>.

Los principales factores de riesgo conocidos son obesidad, grupo étnico, edad, paridad, deficiencia de vitamina D y exposición a EDC (*endocrine disrupting chemical*). Aunque son tumores benignos y en ocasiones asintomáticos, los miomas uterinos se asocian con una morbilidad significativa porque representan la principal indicación de histerectomía; además, pueden generar disfunción ginecológica y reproductiva (menorragia, dolor pélvico, abortos espontáneos, abortos recurrentes, parto prematuro e infertilidad, entre otras manifestaciones)<sup>3</sup>.

Existen diferentes opciones de tratamiento (manejo médico, quirúrgico o por radiología intervencionista). La estrategia terapéutica se

determina en función de las características individuales de la paciente (edad, síntomas, deseos de preservar la fertilidad, deseos de preservación uterina, comorbilidades, etc.) y de los miomas (tamaño, número, ubicación, riesgo de malignidad y clasificación según la Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia)<sup>4,5</sup>.

La indicación más común para la histerectomía es la miomatosis uterina<sup>6</sup>. Sin embargo es un procedimiento que se asocia a distintas complicaciones perioperatorias (hemorragia, lesión vesical, intestinal y uretral) y tardías (infección de herida quirúrgica, seroma, hematoma, linfocèle y dehiscencia de la cúpula vaginal); además, requiere de mayor tiempo de estancia intrahospitalaria en comparación con otras alternativas terapéuticas<sup>7</sup>.

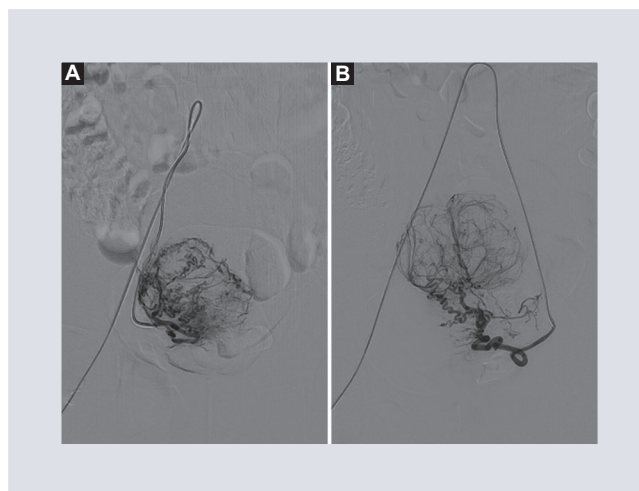
En los EE.UU. anualmente se realizan alrededor de 200,000 histerectomías y 30,000 miomectomías y, mientras que otros tipos de neoplasias son la indicación del 8% de las histerectomías realizadas, los miomas representan al menos un tercio de las causas de histerectomías realizadas en todo el mundo<sup>1,8</sup>.

En México, del 30 al 50% de las mujeres entre 30 y 40 años con miomatosis uterina se someten a una histerectomía<sup>9</sup>.

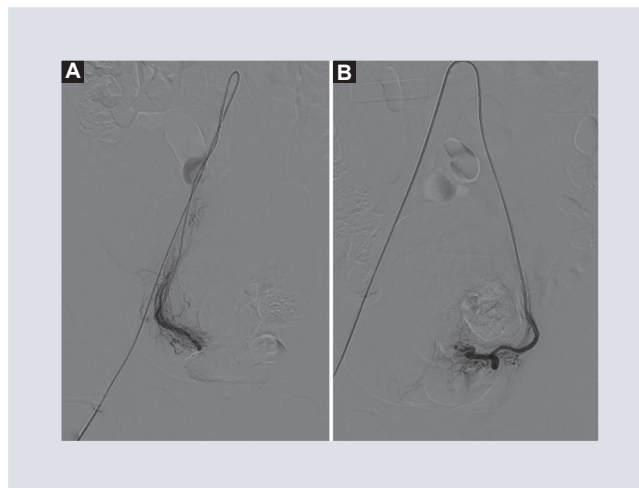
En los últimos años, la radiología intervencionista ha cobrado relevancia como una alternativa terapéutica para la miomatosis uterina porque es mínimamente invasiva y tiene una baja tasa de complicaciones<sup>10</sup>. Además de la eliminación de esta neoplasia, el objetivo primordial de los tratamientos realizados con radiología intervencionista es la preservación del útero. Los principales procedimientos que se realizan para este fin son la embolización selectiva de arterias uterinas (EAU), la ablación por ondas de ultrasonido guiado por resonancia magnética y la ablación por radiofrecuencia guiada por ultrasonido, entre otros<sup>5</sup>.

La EAU como tratamiento de la miomatosis uterina sintomática fue reportada por primera vez por Ravina et al. en 1995<sup>11</sup>. Consiste en la oclusión completa y permanente de ambas arterias uterinas con algún tipo de material embolizante (partículas de alcohol polivinílico, microesferas de gelatinas o *coils*, entre otros). El material embolizante utilizado bloquea por completo el aporte sanguíneo hacia los miomas y causa su necrosis, pero no genera daño al tejido miometrial sano ni a las ramas arteriales secundarias que aportan la irrigación sanguínea necesaria (Figs. 1 y 2)<sup>12</sup>.

De acuerdo con los datos obtenidos por la Sociedad de Radiología Intervencionista, para el año 2000 se habían realizado más de 10,000 EAU<sup>13</sup>. Desde entonces, la EAU se ha convertido en una alternativa aceptada para el tratamiento de la miomatosis uterina. Cuenta con el respaldo de múltiples estudios prospectivos y retrospectivos, los cuales han evidenciado



**FIGURA 1.** Angiografía de ambas arterias uterinas, previa a la embolización con micropartículas de alcohol polivinílico. **A:** angiografía de arteria uterina derecha. **B:** angiografía de arteria uterina izquierda.



**FIGURA 2.** Angiografía de arterias uterinas posterior a la embolización con micropartículas de alcohol polivinílico. **A:** angiografía postembolización de arteria uterina derecha. **B:** angiografía postembolización de arteria uterina izquierda.

que esta estrategia terapéutica es segura y eficaz en la reducción o eliminación del sangrado, síntomas compresivos y dolor<sup>10</sup>.

La EAU se asocia a una baja morbilidad, su tasa de complicaciones es aproximadamente del 8.5%; de las cuales, solo el 1.2% se consideran

graves (necesidad de histerectomía de urgencia, leiomiomas no detectados, tromboembolia pulmonar, infección, hemorragia, etc.). Otras complicaciones más comunes y con menor grado de gravedad son el síndrome postembolización (52%), la secreción transvaginal prolongada (16 al 20%), la falla en la embolización de ambas arterias uterinas (hasta un 5%) y la expulsión del mioma (1.7-50%)<sup>8,14</sup>. El embarazo, la sospecha de malignidad y las infecciones pélvicas activas, entre otros, son contraindicaciones para este procedimiento<sup>15</sup>. Existen diversos estudios que respaldan la seguridad y eficacia de la EAU, uno de los más relevantes es un ensayo clínico multicéntrico realizado en ocho hospitales de Ontario; en dicho trabajo se evaluó prospectivamente una cohorte de 538 mujeres a quienes se les realizó una EAU. Después de 8.2 meses de seguimiento, los autores concluyeron que las pacientes presentaron reducción relevante en el volumen de los miomas, mejoría en los síntomas y satisfacción con los resultados del procedimiento<sup>16</sup>.

Existen pocos trabajos sobre la calidad de vida y la satisfacción de las pacientes a quienes se les realizó una EAU.

La calidad de vida es un concepto multidimensional y complejo que puede concentrarse en tres dimensiones: vitalidad, función social y salud mental<sup>17,18</sup>. El concepto de calidad de vida relacionado con la salud se define como la capacidad que tiene el individuo para realizar aquellas actividades importantes del componente funcional, afectivo y social, las cuales están influenciadas por la percepción subjetiva<sup>19</sup>. Por otro lado, se puede decir que la satisfacción es la resultante de un proceso que se inicia en el sujeto concreto y real, culmina

en este, y en tal sentido es un fenómeno esencialmente subjetivo desde su naturaleza hasta la propia medición e interpretación de su presencia o no<sup>20</sup>.

Este trabajo exploró la calidad de vida de las pacientes que fueron sometidas a una EAU por miomatosis uterina y su satisfacción hacia dicho procedimiento.

## MÉTODO

### Contexto

Este estudio se realizó en un hospital de tercer nivel de atención médica, el cual es una institución particular que cuenta con la infraestructura necesaria para la EAU y otros procedimientos de radiología intervencionista.

### Descripción general del estudio

Se trata de un estudio descriptivo y transversal. Se utilizó un enfoque cuantitativo. El cuestionario *Short Form-36 Health Survey* (SF-36) se envió por medio de la plataforma Google Forms<sup>MR</sup> a las pacientes a quienes, de enero de 2020 a marzo de 2023, se les realizó EAU uterina como tratamiento para la miomatosis uterina. Google Forms<sup>MR</sup> se seleccionó debido a su accesibilidad, facilidad de uso y capacidad para recopilar respuestas de manera segura y eficiente.

### Instrumento

El cuestionario SF-36 se utiliza ampliamente en las ciencias de la salud para evaluar la calidad

de vida. Actualmente es uno de los cuestionarios genéricos más utilizados para medir la percepción de la salud y el bienestar de los individuos. El SF-36 se ha validado en una amplia gama de poblaciones y se ha traducido a varios idiomas, entre ellos el español. Consta de 36 ítems y evalúa ocho dimensiones: función física, rol físico (limitaciones debidas a problemas físicos), dolor corporal, salud general, vitalidad, función social, rol emocional (limitaciones debidas a problemas emocionales) y salud mental. Cada dimensión se evalúa mediante un conjunto de preguntas específicas, los puntajes obtenidos se suman para calcular el puntaje total por cada dimensión y un resultado final. Los valores finales se expresan en escala de 0 a 100, donde 0 es mínimo y 100 es máximo. Valores cercanos a 0 se asocian con una mala calidad de vida y valores cercanos a 100, con una calidad de vida excelente<sup>21</sup>.

Además del SF-36, se exploró la satisfacción de las participantes con un ítem (¿cuál es su grado de satisfacción sobre la EAU y los resultados obtenidos?) en escala tipo Likert de cinco opciones (totalmente insatisfecha, insatisfecha, ni insatisfecha ni satisfecha, satisfecha, totalmente satisfecha).

El instrumento final para este estudio contiene cuatro secciones: la primera corresponde al consentimiento informado, la segunda explora los datos sociodemográficos, la tercera contiene la versión en español del cuestionario SF-36, y la cuarta, el ítem sobre la satisfacción. El instrumento final se envió a un grupo de ocho mujeres que no fueron incluidas en el estudio, el tiempo promedio de respuesta fue de 5 minutos y no se manifestaron problemas con el uso de la plataforma ni con la comprensión del cuestionario.

## Muestreo y análisis estadístico

El instrumento se envió por medio de Google Forms<sup>MR</sup> a las pacientes a quienes, de enero de 2020 a marzo de 2023, se les realizó la EAU como tratamiento de leiomiomas uterinos. Se excluyeron las pacientes que presentaron alguna comorbilidad al momento de realizar este estudio. Con la herramienta *sample size calculator* de Calculator Net<sup>MR</sup> se estableció la  $n$  en 54 de una población de 62 pacientes, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error  $\alpha$  del 5%.

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia e incluyó a todas las pacientes que de manera voluntaria y anónima aceptaron responder el cuestionario. La encuesta se mantuvo abierta por un periodo de tres meses. Se contactó por vía telefónica con todas las pacientes y, sin ejercer influencia indebida sobre sus respuestas, se las informó sobre el propósito de este estudio.

Las respuestas se recuperaron de la plataforma Google Forms<sup>MR</sup> en formato Microsoft Excel 2019 para Windows. Los datos se analizaron con el programa SPSS 29.0.2.0 (20) para Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Se realizó una exploración descriptiva y se formaron grupos de comparación en función del tiempo transcurrido desde la EAU y la realización de este estudio.

Se utilizaron estadísticos paramétricos y no paramétricos, según el análisis de normalidad de las variables. Se consideró un valor de  $p$  inferior a 0.05 como un resultado estadísticamente significativo para todas las pruebas estadísticas.



## RESULTADOS

Se realizaron 100 EAU de enero de 2020 a marzo de 2023 en el centro donde se llevó a cabo este estudio. Sesenta y dos pacientes cumplieron con los criterios de inclusión y se las contactó por vía telefónica para enviarles el cuestionario en línea. En total, 48 pacientes contestaron la encuesta, lo cual representó un índice de respuesta del 77.4%. La media de la edad fue de  $44 \pm 5.9$  años. En promedio, el tiempo transcurrido desde la embolización hasta la aplicación del cuestionario SF-36 fue de  $22 \pm 8.9$  meses.

Los 36 ítems evaluados en el cuestionario SF-36 se agruparon en ocho categorías de acuerdo con el SF-36 *Health Survey-Manual & Interpretation Guide*<sup>21</sup>. En escala de 0 a 100, donde valores cercanos al 0 se asocian con una mala calidad de vida y valores cercanos al 100 con una calidad de vida excelente, las categorías de función física ( $\bar{x}$   $92.50 \pm 10.31$ ), rol físico ( $\bar{x}$   $86.45 \pm 32.18$ ) y dolor ( $\bar{x}$   $81.87 \pm 19.74$ ) obtuvieron los valores más elevados. Los resultados de estas categorías presentaron una asimetría negativa hacia la derecha, lo cual indica que la calidad de vida de las pacientes encuestadas se encuentra en el lado positivo del espectro de salud (Tabla 1).

Se utilizaron dos medidas de resumen para las ocho categorías del SF-36, el componente de salud física (CSF) y el componente de salud emocional (CSE); la media y desviación estándar de cada componente fueron  $82.81 \pm 13.95$  y  $69.03 \pm 14.08$ , respectivamente (Tabla 2).

Los grupos de comparación se formaron en función de la edad de las pacientes y el tiempo transcurrido desde la embolización hasta la

**TABLA 1.** Calidad de vida en mujeres posterior a la embolización de arterias uterinas\*

Dimensión	Media $\pm$ DE	IC 95%
Función física	92.50 $\pm$ 10.31	89.50-95.49
Rol físico	86.45 $\pm$ 32.18	77.11-95.80
Rol emocional	78.47 $\pm$ 37.34	67.62-89.63
Vitalidad	61.97 $\pm$ 15.04	57.61-66.34
Salud mental	71.83 $\pm$ 12.43	68.22-75.44
Función social	63.87 $\pm$ 22.98	57.20-70.54
Dolor	81.87 $\pm$ 19.74	76.14-87.60
Salud general	70.41 $\pm$ 14.68	66.15-74.68

\*Se muestra la media de las ocho dimensiones de la calidad de vida evaluadas en el cuestionario SF-36.  
DE: desviación estándar; IC 95%: intervalo de confianza del 95%.

**TABLA 2.** Componente de salud física y emocional posterior a la embolización de arterias uterinas\*

Medida de resumen	Media $\pm$ DE	IC 95%
CSF	82.81 $\pm$ 13.95	78.76-86.86
CSE	69.03 $\pm$ 14.08	64.95-73.12

\*Se muestran los resultados de las ocho dimensiones del SF-36 agrupados en dos medidas de resumen.  
CSE: coeficiente de salud emocional; CSF: coeficiente de salud física;  
DE: desviación estándar; IC 95%: intervalo de confianza del 95%.

aplicación del cuestionario SF-36. De las 48 pacientes que respondieron la encuesta, el 20.8% ( $n = 10$ ) eran menores de 40 años y el 79.2% ( $n = 38$ ) mayores de 40 años. En relación con el tiempo transcurrido desde la EAU hasta la aplicación del SF-36, el 25% ( $n = 12$ ) tenía más de dos años desde la embolización y el 75% ( $n = 36$ ) menos de 2 años.

Las pacientes menores de 40 años presentaron resultados superiores en el CSF ( $\bar{x}$   $89.68 \pm 5.93$ ) en comparación con el grupo de pacientes mayores de 40 años ( $\bar{x}$   $81.00 \pm 14.92$ ), esta diferencia fue estadísticamente significativa

**TABLA 3.** Componente de salud física y emocional según el tiempo transcurrido desde la embolización de arterias uterinas\*

Medida de resumen	Tiempo	n	Media ± DE	IC 95%	p
CSF	> 2 años	12	93.85 ± 3.88	91.38-96.32	0.003
	< 2 años	36	79.13 ± 14.17	74.33-83.92	
CSE	> 2 años	12	68.63 ± 14.29	59.55-77.72	0.721
	< 2 años	36	69.17 ± 14.21	64.36-73.98	

\*Se muestran las diferencias entre los resultados de aquellas pacientes en las que había transcurrido un tiempo mayor y menor a 2 años desde la embolización de arterias uterinas hasta la aplicación del cuestionario. Los resultados están agrupados en las dos medidas de resumen del cuestionario SF-36. CSE: coeficiente de salud emocional; CSF: coeficiente de salud física; DE: desviación estándar; IC95%: intervalo de confianza del 95%.

**TABLA 4.** Componente de salud física y emocional según la edad de las pacientes\*

Medida de resumen	Variable	n	Media ± DE	IC 95%	p
CSF	> 40 años	38	81.00 ± 14.92	76.09-85.90	0.003
	< 40 años	10	89.68 ± 5.93	85.44-93.93	
CSE	> 40 años	38	67.28 ± 14.45	62.53-72.03	0.721
	< 40 años	10	75.70 ± 10.69	68.04-83.35	

\*Se muestran las diferencias por grupo de edad de las pacientes a quienes se les realizó la embolización de arterias uterinas por miomatosis. CSE: coeficiente de salud emocional; CSF: coeficiente de salud física; DE: desviación estándar; IC95%: intervalo de confianza del 95%.

( $p = 0.003$ ). El CSF en las pacientes que tenían más de 2 años desde que se les realizó la EAU ( $\bar{x} 93.85 \pm 3.88$ ) en comparación con el grupo de pacientes que tenía menos de 2 años desde el procedimiento ( $\bar{x} 79.13 \pm 14.17$ ) fue sustancialmente superior ( $p = 0.003$ ). El CSE no evidenció diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las comparaciones (Tabla 3 y 4).

El ítem de transición, que establece la comparación del estado de salud actual con el de hace un año según la perspectiva de las pacientes,

**TABLA 5.** Satisfacción de las pacientes con la embolización de arterias uterinas\*

Grado de satisfacción	Frecuencia	Porcentaje
Muy insatisfecha	1	2.1
Insatisfecha	2	4.2
Ni satisfecha ni insatisfecha	3	6.3
Satisfecha	22	45.8
Muy satisfecha	20	41.7
Total	48	100

\*Se observa el resumen de los resultados de la pregunta que alude al grado de satisfacción de las pacientes en relación con la embolización de las arterias uterinas.

obtuvo una media de  $82.81 \pm 17.98$ . El grupo de pacientes que tenía menos de 2 años desde la embolización hasta la aplicación del SF-36 reportó que su estado de salud actual respecto al de hace un año era de  $85.42 \pm 17.29$ .

Por último, se aplicó un ítem en escala tipo Likert para explorar el grado de satisfacción de las pacientes con el procedimiento realizado. En una escala de 1 a 5, donde 1 es totalmente insatisfecha y 5 totalmente satisfecha, la media fue de  $4.2 \pm 0.89$ . Además, el 87.5% de las pacientes manifestaron que se encontraban satisfechas o muy satisfechas con los resultados obtenidos en la EAU (Tabla 5).

## DISCUSIÓN

Este trabajo exploró la calidad de vida posterior a la EAU por miomatosis y la satisfacción de las pacientes. Los resultados documentaron que el CSF de la calidad de vida de las pacientes encuestadas es bueno y su satisfacción con esta intervención terapéutica es elevada.

En general, la calidad de vida de las pacientes es regular, sin embargo vale la pena destacar que se documentaron resultados elevados en las categorías de función física, rol físico y dolor, los cuales pueden verse afectados en pacientes con miomatosis uterina debido a que los síntomas más comunes son sangrado irregular y excesivo, dolor, disfunción intestinal y vesical, sensación de presión en la parte inferior del abdomen, dispareunia, infertilidad y aborto recurrente<sup>22</sup>. Los estudios que evalúan la calidad de vida en ginecología están principalmente realizados en pacientes con endometriosis o tumores malignos; sin embargo, poco se sabe sobre la calidad de vida después de la EAU como tratamiento de los miomas. Hasta donde tenemos conocimiento, este es el primer estudio que se realiza en México con este fin.

En este estudio utilizamos el cuestionario SF-36 debido a que cuenta con suficiente evidencia de validez y confiabilidad para explorar calidad de vida, tanto en ginecología como en otros campos del conocimiento. Este instrumento se ha utilizado en diversos estudios que exploran calidad de vida y cuenta con una versión disponible en español.

Observamos que el CSF en las pacientes encuestadas fue mayor a 80 en escala de 0 a 100, lo cual traduce una adecuada calidad de vida posterior a la embolización, especialmente si se toma como referencia la calidad de vida posterior a una histerectomía. Algunos estudios han documentado que después de una histerectomía las pacientes pueden tener un impacto negativo en su calidad de vida, tanto en aspectos físicos como intelectuales y emocionales<sup>20,23,24</sup>. Si bien este trabajo no comparó el resultado sobre la calidad de

vida de la embolización con otras estrategias de tratamiento para miomas uterinos, con base en la literatura podemos afirmar que nuestros resultados son similares a los obtenidos en otras intervenciones terapéuticas de mínima invasión para esta patología.

Los miomas uterinos son los tumores sólidos benignos más comunes en mujeres en edad reproductiva<sup>25</sup>. Se pueden detectar hasta en el 80% de las mujeres a los 50 años<sup>26</sup>. En México, del 30 al 50% de las histerectomías realizadas son por patologías no malignas, como los miomas<sup>9</sup>. Actualmente, las opciones de tratamiento más utilizadas son farmacológicas y quirúrgicas; sin embargo, la EAU es una alternativa eficaz y segura para la miomatosis.

Durante mucho tiempo la histerectomía ha sido el tratamiento quirúrgico estándar para los miomas intramurales y submucosos sintomáticos, en particular para las mujeres que no desean preservar su útero; sin embargo está asociada con una elevada morbilidad y tiene consecuencias económicas sustanciales en los sistemas de salud<sup>27</sup>. Por ejemplo, se estima que su costo anual en EE.UU. supera los tres mil millones de dólares al año<sup>28</sup>.

En este sentido, la EAU es una alternativa viable para el tratamiento de los miomas porque además de eficaz es una estrategia mínimamente invasiva, segura y, en comparación con la histerectomía, las pacientes tienen un periodo de recuperación más corto<sup>5,10,29</sup>.

Las comparaciones por grupo de edad evidenciaron que la calidad de vida fue mayor en el grupo menor de 40 años, sin embargo inferimos que esta diferencia está asociada

principalmente con el envejecimiento y no tiene relación con la embolización. Llama la atención que encontramos una relación positiva entre la calidad de vida y el tiempo transcurrido desde la EAU hasta la aplicación del cuestionario. Las pacientes con más de dos años transcurridos presentaron valores más altos en el CSF en comparación con las pacientes que tenían menos de 2 años desde dicho procedimiento; sin embargo, este resultado deberá confirmarse en investigaciones futuras.

Reconocemos que en este trabajo no se exploró la calidad de vida de las pacientes antes de la embolización, por lo cual no tenemos conocimiento sobre el estado de las pacientes antes del procedimiento. Existen reportes que documentan que la miomatosis uterina, cuando es sintomática, tiene efectos físicos y emocionales en las mujeres, y genera temores sobre su salud general y su capacidad para controlar las manifestaciones y sus vidas<sup>30</sup>. Aunque no tenemos un dato para realizar la comparación global, uno de los ítems del SF-36 explora la percepción de la calidad de vida con respecto al año anterior, en este rubro, el resultado global fue superior a 85 en escala de 0 a 100, lo cual nos permite afirmar que la calidad de vida de las pacientes es mejor al menos en comparación con el año anterior.

Finalmente, este estudio evidenció una elevada satisfacción de las pacientes en relación con el resultado de la EAU. Este resultado es congruente con los resultados esperados de dicho procedimiento, ya que además de reducir la sintomatología, la EAU es un procedimiento mínimamente invasivo que ha demostrado tener periodos cortos de recuperación, lo cual permite que las pacientes se

integren de manera temprana a su vida cotidiana.

## CONCLUSIONES

El CSF de la calidad de vida de las mujeres a quienes se les realizó la embolización de arterias uterinas es bueno o muy bueno. La satisfacción de las pacientes en relación con este procedimiento es elevada.

## FINANCIAMIENTO

No hubo financiamiento para el presente estudio.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declara que no existe conflicto de intereses

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Stewart EA, Laughlin-Tommaso SK, Catherino WH, Lalitkumar S, Gupta D, Vollenhoven B. Uterine fibroids. *Nat Rev Dis Primers*. 2016;2:1-18.
2. Islam MS, Protic O, Giannubilo SR, Toti P, Tranquilli AL, Petraglia F, et al. Uterine leiomyoma: available medical treatments and new possible therapeutic options. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(3):921-34.
3. Yang Q, Ciebiera M, Bariani MV, Ali M, Elkafas H, Boyer TG, et al. Comprehensive review of uterine fibroids: developmental origin, pathogenesis, and treatment. *Endocr Rev*. 2022;43(4):678-719.
4. Alliende RI, Carrasco AM, Levancini M, Kovoor E, Guzmán-Rojas RA, Miranda-Mendoza I. 5,926 hysterectomies: complications described by Clavien-Dindo classification. *J Obstet Gynaecol*. 2021;41(7):1102-6.
5. Giuliani E, As-Sanie S, Marsh EE. Epidemiology and management of uterine fibroids. *Int J Gynaecol Obstet*. 2020;149(1):3-9.
6. Barker MA. Current issues with hysterectomy. *Obstet Gynecol Clin North Am*. 2016;43(3):591-601.
7. Ramdhan RC, Loukas M, Tubbs RS. Anatomical complications of hysterectomy: A review. *Clin Anat*. 2017;30(7):946-52.
8. Kim A, Arabkhaaeli M, Ulrich A, Lerner V, Shin JH. Updates in uterine artery embolization for leiomyomas. *Curr Opin Obstet Gynecol*. 2020;32(4):269-76.
9. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Guía de Práctica Clínica para Diagnóstico y Tratamiento de Miomatosis Uterina [internet]. Ciudad de México: Instituto Mexicano del Seguro Social [actualizado en 2011; acceso 10 de octubre del 2023]. Disponible en: [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/082\\_GPC\\_Miomatosisuterina/miomatosis\\_evr\\_cenetec.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/082_GPC_Miomatosisuterina/miomatosis_evr_cenetec.pdf)
10. Ghai S, Rajan DK, Benjamin MS, Asch MR, Ghai S. Uterine artery embolization for leiomyomas: pre- and postprocedural evaluation with US. *Radiographics*. 2005;25(5):1159-72.
11. Ravina JH, Herbreteau D, Ciraru-Vigneron N, Bouret JM, Houdart E, Aymard A, et al. Arterial embolisation to treat uterine myomata. *Lancet*. 1995;346(8976):671-2.
12. Hirst A, Dutton S, Wu O, Briggs A, Edwards C, Waldenmaier L, et al. A multi-centre retrospective cohort study comparing the efficacy, safety and cost-effectiveness of hysterectomy and uterine artery embolisation for the treatment of symptomatic uterine fibroids. The HOPEFUL study. *Health Technol Assess*. 2008;12(5):1-248.
13. Hovsepian DM, Siskin GP, Bonn J, Cardella JF, Clark TWI, Lampmann LE, et al. Quality improvement guidelines for uterine artery embolization for symptomatic leiomyomata. *J Vasc Interv Radiol*. 2009;20(7):193-9.
14. Spies JB, Spector A, Roth AR, Baker CM, Mauro L, Murphy-Skrzynarz K. Complications after uterine artery embolization for leiomyomas. *Obstet Gynecol*. 2002;100(5):873-80.
15. Firouznia K, Ghanaati H, Jalali AH, Shakiba M. Uterine artery embolization for treatment of symptomatic fibroids: a review of the evidence. *Iran Red Crescent Med J*. 2013;15(12):16699.
16. Pron G, Bennett J, Common A, Wall J, Asch M, Sniderman K; Ontario Uterine Fibroid Embolization Collaboration Group. The Ontario Uterine Fibroid Embolization Trial. Part 2. Uterine fibroid reduction and symptom relief after uterine artery embolization for fibroids. *Fertil Steril*. 2003;79(1):120-7.
17. Fernández-Ballesteros R, Zamarrón M, Macía A. Calidad de vida en la vejez en los distintos contextos. España: Instituto Nacional de Servicios Sociales (Insero); 1996.
18. Durán LA, Gallegos CK, Salinas EG, Martínez SH. Hacia una base normativa mexicana en la medición de calidad de vida relacionada con la salud, mediante el Formato Corto 36. *Salud Publica Mex*. 2004;46(4):306-15.
19. Botero de Mejía BE, Pico-Merchan ME. Calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) en adultos mayores de 60 años: una aproximación teórica. *Hacia la Promoción de la Salud*. 2007;12(1):11-24.
20. Zas B. La satisfacción como indicador de excelencia en la calidad de los servicios de salud. *Revista Psicología Científica*. 2002;26:541-60.
21. Ware JE, Snow KK, Kosinski M, Gandek B. SF-36 Health Survey Manual and Interpretation Guide. Boston, EE.UU.: New England Medical Center, the Health Institute; 1993.
22. Evans P, Brunzell S. Uterine fibroid tumors: diagnosis and treatment. *Am Fam Physician*. 2007;75(10):1503-8.
23. Liu M, Cheng Z, Zhu Y, Dai H, Hu L, Xu L. Prospective comparison of laparoscopic uterine artery occlusion plus myomectomy with classic intrafascial supracervical hysterectomy for symptomatic fibroid treatment: differences in post-operative quality-of-life measures. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2011;155(1):79-84.
24. Lonky NM, Mohan Y, Chiu VY, Park J, Kivnick S, Hong C, et al. Hysterectomy for benign conditions: Complications relative to surgical approach and other variables that lead to post-operative readmission within 90 days of surgery. *Womens Health (Lond)*. 2017;13(2):17-26.
25. Whiteman MK, Kuklina E, Jamieson DJ, Hillis SD, Marchbanks PA. Inpatient hospitalization for gynecologic disorders in the United States. *Am J Obstet Gynecol*. 2010;202(6):541e-541e.
26. De La Cruz MS, Buchanan EM. Uterine fibroids: diagnosis and treatment. *Am Fam Physician*. 2017;95(2):100-7.
27. De Bruijn AM, Ankum WM, Reekers JA, Birnie E, van der Kooij SM, Volkers NA, et al. Uterine artery embolization vs hysterectomy in the treatment of symptomatic uterine fibroids: 10-year outcomes from the randomized EMMY trial. *Am J Obstet Gynecol*. 2016;215(6):745.
28. Cardozo ER, Clark AD, Banks NK, Henne MB, Stegmann BJ, Segars JH. The estimated annual cost of uterine leiomyomata in the United States. *Am J Obstet Gynecol*. 2012;206(3):211-9.
29. Donnez J, Dolmans MM. Uterine fibroid management: from the present to the future. *Hum Reprod Update*. 2016;22(6):665-86.
30. Ghant MS, Sengoba KS, Recht H, Cameron KA, Lawson AK, Marsh EE. Beyond the physical: a qualitative assessment of the burden of symptomatic uterine fibroids on women's emotional and psychosocial health. *J Psychosom Res*. 2015;78(5):499-503.

# Utilidad de la cistouretrografía miccional en el estudio de las anomalías del tracto urinario en la población pediátrica. Revisión de imágenes

## *Usefulness of voiding cystourethrography in the study of urinary tract anomalies in the pediatric population. Images review*

Hillary Y. Uribe-Benítez<sup>1\*</sup> y Diana I. Hernández-Rivas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica; <sup>2</sup>Servicio de Radiología e Imagen. Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, Ciudad de México, México

### RESUMEN

**Objetivo:** Establecer la utilidad de la CUGM en el estudio de las anomalías del tracto urinario en la población pediátrica atendida en el Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga y describir la frecuencia de presentación. **Método:** Estudio descriptivo y retrospectivo, incluyendo pacientes desde 0 a 17 años de edad. Se revisaron por medio del sistema PACS-RIS del hospital los estudios desde enero de 2021 hasta diciembre de 2023, valorando edad, sexo, antecedentes de enfermedades renales, del tracto urinario y motivo de consulta. **Resultados:** Se analizaron 143 cistouretrografías, de 86 mujeres y 57 hombres; encontrando que el reflujo vesicoureteral fue el más prevalente. **Conclusión:** La CUGM es un estudio elemental en el abordaje de la patología urinaria en la población pediátrica, ya que aporta información fundamental para la toma de decisiones terapéuticas y en el seguimiento de los pacientes.

**Palabras clave:** Cistouretrografía miccional. Tracto urinario inferior. Variantes anatómicas. Reflujo vesicoureteral.

#### \*Correspondencia:

Hillary Y. Uribe-Benítez

E-mail: dra.uribe.benitez@gmail.com

Recibido: 13-04-2024

Aceptado: 27-01-2025

DOI: 10.24875/ARM.24000024

1665-2118/© 2025 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**ABSTRACT**

**Objective:** Establish the usefulness of voiding cystourethrography in the study of urinary tract anomalies in the pediatric population treated at the Hospital General de Mexico Dr. Eduardo Liceaga and describe the frequency of presentation. **Method:** Descriptive and retrospective study, including patients from 0 to 17 years of age. The studies from January 2021 to December 2023 were reviewed through the hospital's PACS-RIS system, assessing age, sex, history of kidney and urinary tract diseases, and reason for consultation. **Results:** One-hundred forty-three cystourethrographs were analyzed, from 86 women and 57 men. Vesicoureteral reflux was the most prevalent. **Conclusion:** VCUG is an elementary study in the approach to urinary pathology in the pediatric population since it provides fundamental information for making therapeutic decisions and monitoring patients.

**Keywords:** Voiding cystourethrography. Lower urinary tract. Anatomical variations. Vesicoureteral reflux.

**INTRODUCCIÓN**

Las infecciones del tracto urinario inferior en la población pediátrica están asociadas con anomalías congénitas, variantes anatómicas y/o alteraciones funcionales<sup>1-3</sup>; siete de cada 10 niñas y dos de cada 10 niños antes de los 6 años han presentado infección del tracto urinario inferior, con una alta morbilidad y mortalidad a corto plazo<sup>4</sup>, por lo que el diagnóstico temprano es fundamental. Diversos métodos diagnósticos pueden ayudar en la evaluación del tracto urinario, como la historia clínica, el examen físico, el análisis de orina, el ultrasonido, la uroflujometría y la cistouretrografía miccional (CUGM)<sup>5</sup>; esta última es uno de los métodos radiológicos esencial para el estudio y detección de estas alteraciones por su capacidad para proporcionar una evaluación detallada de la anatomía, función<sup>6-8</sup> y coordinación del sistema

urinario inferior, utilizando bajas dosis de radiación<sup>9,10</sup>. Por ello contribuye a la detección temprana y con ello permite orientar el tratamiento oportuno<sup>11,12</sup>. La familiaridad del médico radiológico con los hallazgos de la CUGM permitirá un diagnóstico más acertado, lo que contribuye en el manejo y tratamiento de pacientes pediátricos con riesgo de daño renal<sup>13</sup>.

El objetivo de este estudio es establecer la utilidad de la CUGM en el estudio de la anomalías del tracto urinario en la población pediátrica atendida en el Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, así como describir la frecuencia de presentación y realizar una revisión pictórica de los casos más relevantes.

**MÉTODO**

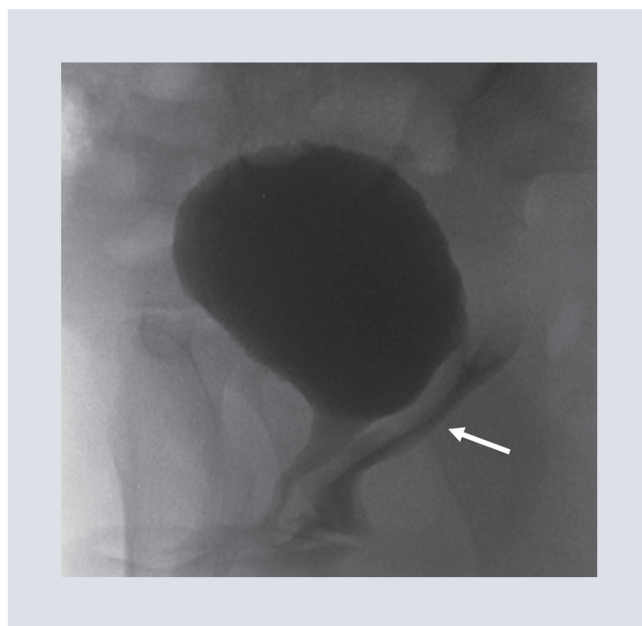
Se realizó un estudio retrospectivo, el cual fue autorizado por el comité de investigación

y ética de nuestro hospital. De acuerdo con el diseño del estudio no se exigió el consentimiento informado por escrito. Se mantuvo la confidencialidad de la información y los datos obtenidos se anonimizaron para proteger la identidad de los pacientes.

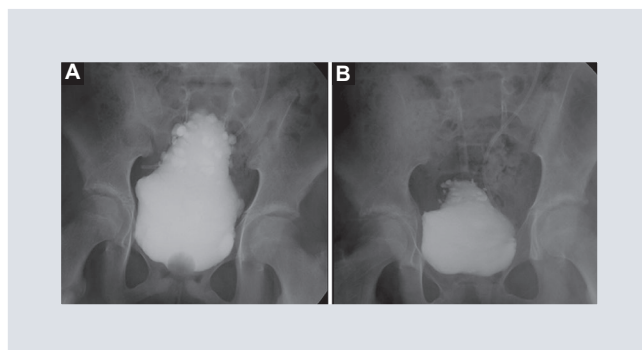
Se llevó a cabo una revisión de las CUGM en el sistema PACS y RIS del Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, de pacientes de 0 a 17 años, realizadas en el periodo comprendido entre enero de 2021 y diciembre de 2023. Se analizaron un total de 151 cistouretrografías, de las cuales se excluyeron ocho pacientes por presentar datos clínicos o fluoroscópicos incompletos, por lo que quedaron un total de 143 (86 sexo femenino y 57 sexo masculino). De estos pacientes se recopilaron los siguientes datos: edad, sexo, motivo de consulta y hallazgos fluoroscópicos.

## RESULTADOS

Se analizaron un total de 143 cistouretrografías, el 67.8% de los pacientes fueron referidos con el diagnóstico clínico de infección de vías urinarias de repetición (97 pacientes), al 28.6% (41 pacientes) los enviaban por trastorno funcional del tracto inferior (vejiga neurogénica, enuresis y vejiga hiperactiva) y en un menor porcentaje, el 3.4%, por el diagnóstico de hidronefrosis prenatal (5 pacientes). El diagnóstico más frecuentemente encontrado fue el reflujo vesicoureteral (RVU), con 38 pacientes (26.57% del total), seguido de la cistitis crónica en 27 pacientes (18.8%), reflujo vesicovaginal en 19 pacientes (13.2% del total) (Fig. 1), vejiga neurogénica en 13 pacientes (9%) (Fig. 2), divertículo vesical en cinco pacientes (3.4%), litiasis vesical



**FIGURA 1.** Reflujo vesicovaginal. Femenino de 18 meses de edad, con antecedente de infección de vías urinarias en repetición. Se demuestra en fase miccional la presencia de reflujo hacia cavidad vaginal (flecha blanca).



**FIGURA 2.** Paciente femenino de 9 años, con antecedente de mielomeningocele, hidrocefalia e IVU de repetición. **A:** se muestra gran capacidad vesical con aumento de tamaño, así como múltiples divertículos vesicales hacia su domo. **B:** vaciamiento vesical incompleto.

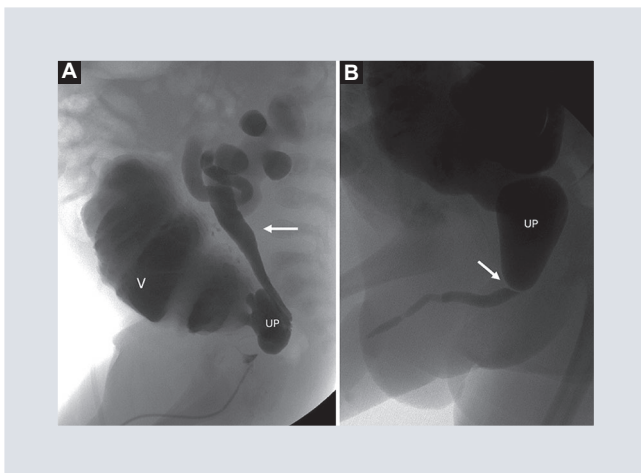
en dos pacientes (1.39%), valvas uretrales posteriores en dos pacientes (1.39%) (Fig. 3), divertículo uretral en dos pacientes (1.39%), divertículo de Hutch en dos pacientes (1.39%) (Fig. 4), ureteroceles en dos pacientes asociado a doble sistema colector (1.39%) (Fig. 5), hipospadias en dos pacientes (1.39%),



**TABLA 1.** Distribución por sexo de las afecciones urológicas diagnosticadas por cistouretrografía miccional\*

	Mujeres	%	Hombres	%
Reflujo vesicoureteral	27	18.8	11	7.69
Cistitis crónica	19	13.2	8	5.59
Reflujo vesicovaginal	19	13.2	0	0
Vejiga neurogénica	6	4.1	7	4.8
Divertículo vesical	2	1.39	3	2
Litiasis vesical	2	1.39	0	0
Valvas uretrales posteriores	0	0	2	1.39
Divertículo uretral	0	0	2	1.39
Divertículo de Hutch	2	1.39	0	0
Ureterocele asociado a doble sistema colector	1	0.69	1	0.69
Hipospadias	0	0	2	1.39
Estenosis uretral	0	0	2	1.39
Quieste del utrículo prostático	0	0	1	0.69
Fimosis	0	0	1	0.69
Cistografías normales	8	5.59	17	11.8

\*El porcentaje está en relación con el número total de pacientes.



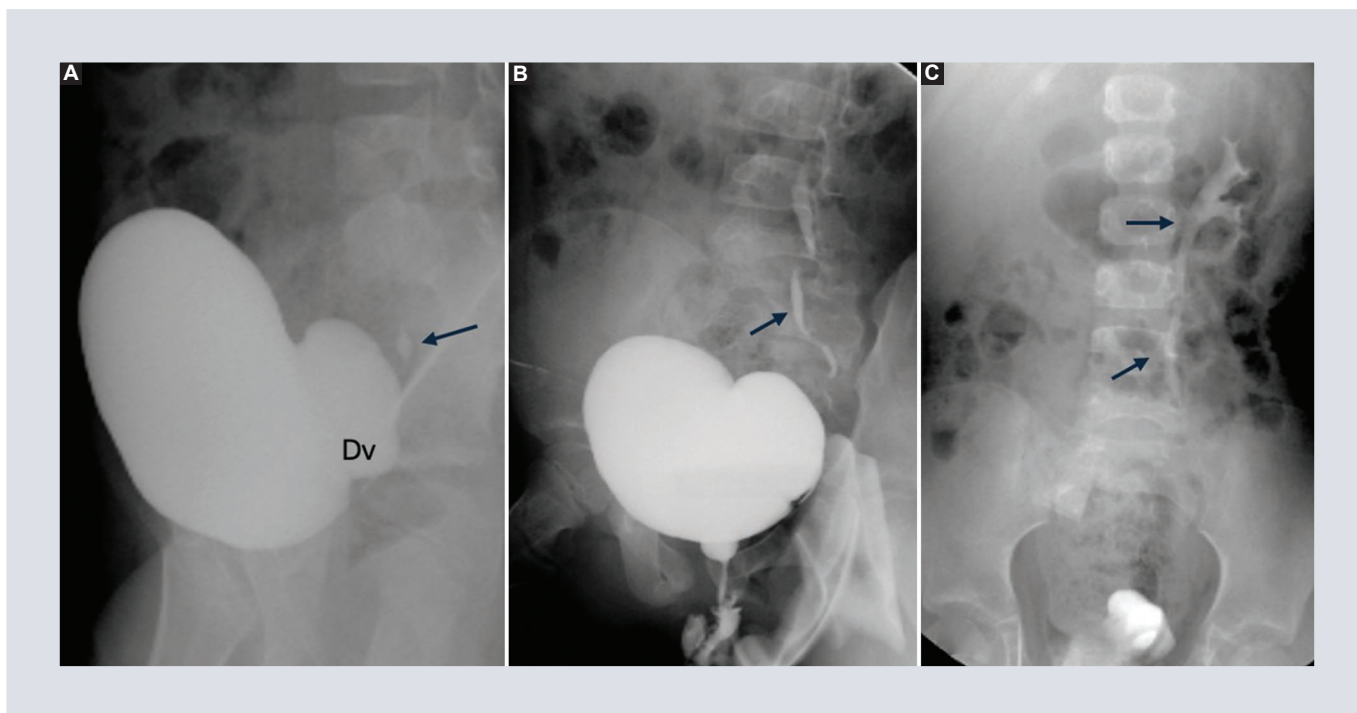
**FIGURA 3.** Valvas uretrales. Recién nacido masculino con antecedente de hidronefrosis prenatal bilateral. **A:** distensión y trabeculación vesical (V) asociada a reflujo vesico-ureteral derecho, grado V. (Flecha blanca). **B:** fase miccional con magnificación de la imagen se documenta dilatación y elongación de la uretra posterior (UP) y la presencia de banda radiolúcida correspondiente a la válvula.

estenosis uretral en dos pacientes (1.39%), quiste del utrículo prostático en un paciente

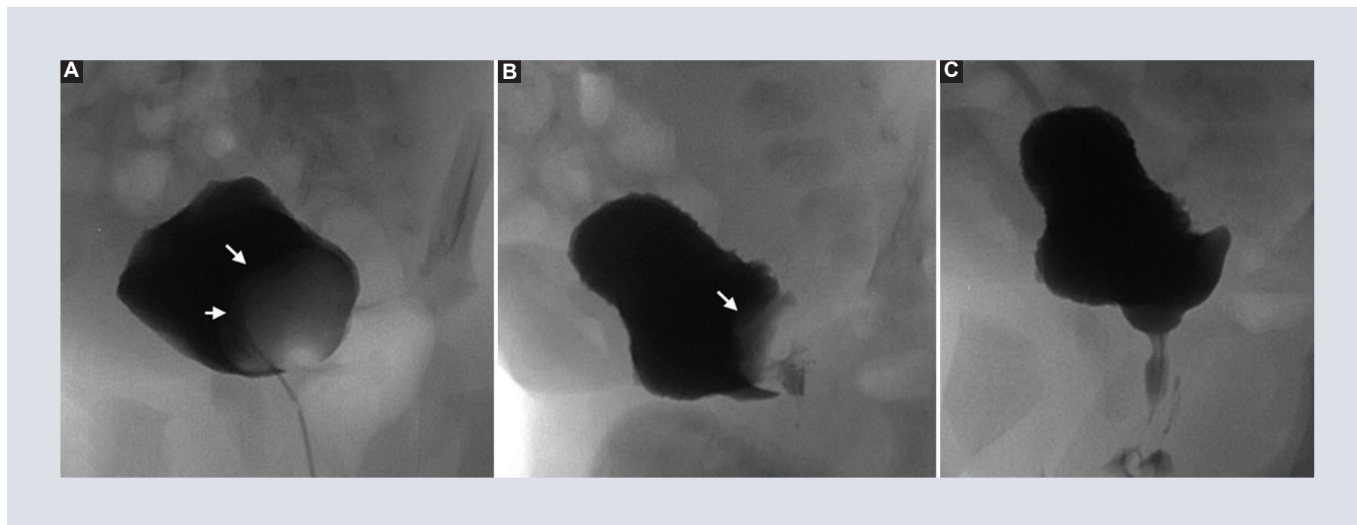
(0.69%) (Fig. 6) y fimosis en un paciente (1.39%) (Tabla 1). El número de cistouretrografías reportadas como normales fue de 25 (17.48% del total de pacientes).

En relación con los pacientes que presentaron RVU, este fue unilateral en 21 pacientes y 17 pacientes tuvieron una presentación bilateral (Fig. 7); a su vez a nueve pacientes se les otorgó grado I (23.6%), 12 pacientes con grado II (31.57%), seis pacientes con grado III (15.7%), cinco pacientes con grado IV (13.15%) y seis pacientes con grado V (15.7%).

Cabe mencionar que el 29% de las cistouretrografía evaluadas (41 pacientes del total) presentaron al menos dos hallazgos fluoroscópicos de importancia como la relación de divertículos vesicales y datos de cistitis crónica, vaciamiento vesical incompleto y cistitis



**FIGURA 4.** Divertículo de Hutch. Femenino de 7 años de edad. **A:** se observa en fase de llenado divertículo paraureteral izquierdo (Dv) con mínimo RVU (flecha). **B:** se hace evidente en fase miccional llegando hasta los cálices. **C:** se conserva aún las impresiones papilares.

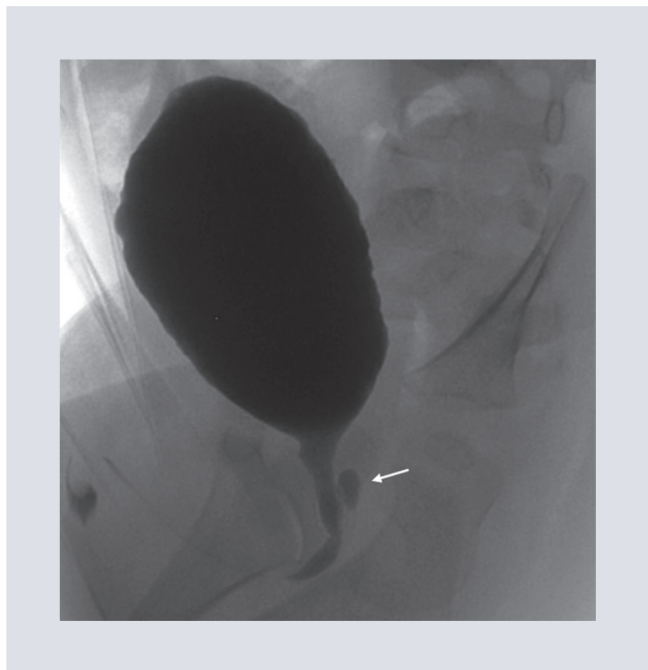


**FIGURA 5.** Ureterocele asociado a doble sistema colector. Recién nacido prematuro de 36.5 semanas de gestación. Referido por hidronefrosis izquierda. **A:** se observa defecto de repleción inferior izquierdo (flecha) en la fase de llenado en relación con ureterocele. **B:** persiste en la fase de repleción vesical. **C:** desaparece en la fase miccional.

crónica, RVU y doble sistema colector, doble sistema colector y ureterocele, vejiga de esfuerzo y RVU, valvas uretrales posteriores y RVU.

## DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio son consistentes con lo reportado en la literatura, ya que el

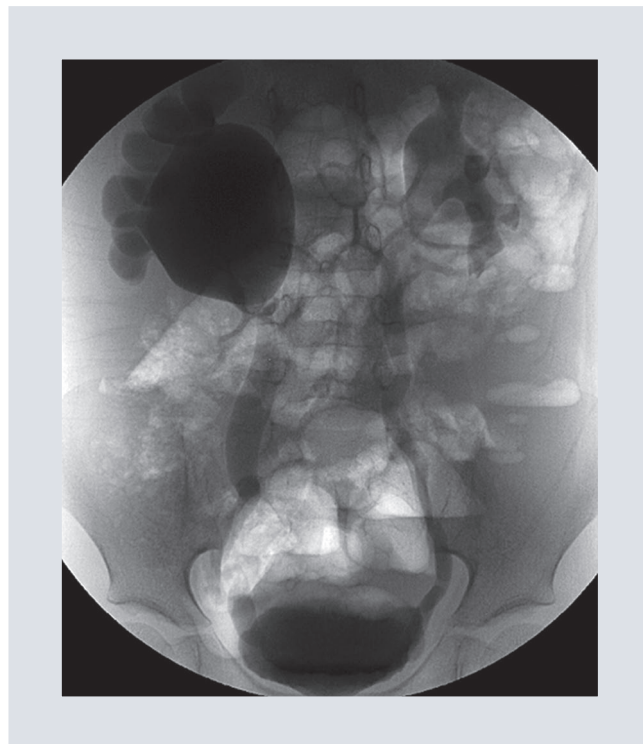


**FIGURA 6.** Quiste del utrículo prostático.

diagnóstico más común fue el RVU, que es la patología que se presenta con mayor frecuencia en la población pediátrica<sup>1,3,12,14,15</sup> con franco predominio en el sexo femenino<sup>16,17</sup>, la cual puede presentarse de forma aislada o puede asociarse a otras anomalías, mismas que se pueden documentar con la CUGM; así mismo nos permite graduar el reflujo de acuerdo con la clasificación del RVU de las guías del International Reflux Study Committee.

Otros de los hallazgos frecuentemente encontrado fue la existencia del reflujo vesicovaginal o reflujo vaginal en el 13.2% de los casos, muy similar a lo reportado por Mattsons et al.<sup>18</sup> en el abordaje de la incontinencia urinaria en niñas, documentándose en el 12 a 15% de las niñas prepúberes.

También se documentaron en nuestro estudio trastornos aislados y con baja frecuencia de presentación, como valvas uretrales



**FIGURA 7.** Reflujo vesicoureteral, presentación bilateral.

posteriores, divertículo del uraco y quiste del utrículo prostático. Es necesario conocerlos para elaborar un diagnóstico preciso.

El uso de la CUGM se prefiere sobre el ultrasonido en situaciones en las cuales hay que evaluar la dinámica del tracto urinario, ya que nos permite la evaluación en tiempo real y retrospectiva.

Las indicaciones para realizar una CUGM de acuerdo con las guías del American College of Radiology (ACR) y de la Society for Pediatric Radiology (SPR)<sup>19</sup> se describen en la tabla 2, pero la más relevante es la valoración de la presencia del RVU<sup>17,20</sup>. No existen contraindicaciones absolutas para realizar una CUGM, ya que el beneficio puede superar los riesgos menores del procedimiento; en algunas circunstancias como el traumatismo

**TABLA 2.** Indicaciones para la realización de la cistouretrografía miccional

1. Anomalías del tracto urinario	Malformación anorrectal Mielodisplasia Síndrome de Prune Belly
2. Infección febril del tracto urinario, especialmente si es recurrente	
3. Hidronefrosis o hidrouréter	
4. Ultrasonido anormal	
5. Anormalidades miccionales	Disuria Micción disfuncional (vejiga neurogénica) Incontinencia
6. Ascitis neonatal	
7. Trauma	
8. Hematuria	
9. Obstrucción del tracto de salida vesical	
10. Evaluación postoperatoria del tracto urinario	

*Adaptada de American College of Radiology, 1995<sup>19</sup>.*

puede preferirse una uretrografía retrógrada a una CUGM; sin embargo se deben de tomar precauciones en el caso de antecedente a reacción adversa al medio de contraste yodado o al látex, en infección urinaria aguda, cirugía reciente de uretra o vejiga, o posible traumatismo uretral o vesical. Así mismo se debe conocer que el riesgo de una infección de vías urinarias (IVU) es muy baja y no se recomienda una profilaxis antibiótica de forma sistemática, pero sí se justifica una vigilancia estrecha en niños con anomalías anatómicas significativas como el RVU de alto grado o en los bebés pequeños con riesgo de IVU, donde se puede considerar la profilaxis con antibióticos antes y después del estudio<sup>19</sup>.

## CONCLUSIÓN

La CUGM sigue siendo uno de los pilares diagnósticos para evaluar la anatomía y la

dinámica del tracto urinario inferior, incluyendo la capacidad y vaciamiento vesical en la población pediátrica. Su importancia radica en la detección temprana de anomalías que puedan evolucionar a nefropatía e insuficiencia renal, así como en el seguimiento después de tratamiento, por lo que los radiólogos debemos de estar familiarizados con la técnica para su realización, así como de los hallazgos obtenidos.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal técnico del área de estudios especiales del Hospital General de México, TR. Olivia Lugo Soto y TR. Mitzy Flores Ruiz, cuyo apoyo resulta fundamental para lograr los resultados obtenidos.

## FINANCIAMIENTO

El presente caso clínico no recibió financiamiento por parte de ninguna institución pública o privada para su realización.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Fernbach SK, Feinstein KA, Schmidt B. Pediatric voiding cystourethrography: a pictorial guide. *RadioGraphics*. 2000;20(1):155-68.
2. Frimberger D, Mercado D, McKenna PH, Austin JC, Austin PF, Cooper CS, et al. Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography. *Pediatrics*. 2016;138(5):e20162590.
3. Roberts KB, Downs SM, Finnell SME, Hellerstein S, Shortliffe LD, Wald ER, et al. Urinary tract infection: Clinical practice guideline for the diagnosis and management of the initial UTI in febrile infants and children 2 to 24 months. *Pediatrics*. 2011;128(1):595-610.
4. Veauthier B, Miller V. Urinary tract infections in young children and infants: common questions and answers. *Am Fam Physician*. 2020;102:279-85.
5. de Jong T, Klijn A. Urodynamic studies in pediatric urology. *Nat Rev Urol*. 2009;6:585-94.
6. Damasio MB, Donati F, Bruno C, Darge K, Mentzel HJ, Ključevšek D, et al. Update on imaging recommendations in paediatric urology: the European Society of Paediatric Radiology workgroup session on voiding cystourethrography. *Pediatr Radiol* 2024;54:606-19.
7. Feinstein KA. Abnormalities of the bladder in children: irrigating findings. *AJR Am J Roentgenol*. 1994;162(5):1143-50.
8. Berrocal T, López-P, Arjonilla A, Gutierrez J. Anomalies of the distal ureter, bladder, and urethra in children: embryologic, radiologic, and pathologic features. *Radiographics*. 2002;22(5):1139-64.
9. Ward VL. Patient dose reduction during voiding cystourethrography. *Pediatr Radiol*. 2006;36(2):168-72.
10. Lee RS, Diamond DA, Chow JS. Applying the ALARA concept to the evaluation of vesicoureteric reflux. *Pediatr Radiol*. 2006;36:185-91.
11. Schaeffer AJ, Greenfield SP, Ivanova A, Cui G, Zerín JM, Chow JS, et al. Reliability of grading of vesicoureteral reflux and other findings on voiding cystourethrography. *J Pediatr Urol*. 2017;13(2):192-8.
12. Guía de Práctica Clínica. Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Infección de Vías Urinarias no Complicada en Menores de 18 años en el Primero y Segundo Nivel de Atención, México [Internet]. México: Instituto Mexicano del Seguro Social; 2009. Disponible en: <http://www.imss.gob.mx/profesionales/guiasclinicas/Pages/guias.aspx>
13. Kim YJ, Cho BS, Lee J, Ryu H, Byun H, Yeon M, et al. The ABCs of voiding cystourethrography. *Taehan Yongsang Uihakhoe Chi*. 2020;81(1):101-18.
14. Sargent1 MA, Stringer DA. Voiding cystourethrography in children with urinary tract infection: the frequency of vesicoureteric reflux is independent of the specialty of the physician requesting the study. *AJR Am J Roentgenol*. 1995;164(5):1237-41.
15. Nakai H, Hyuga T, Kawai S, Kubo T, Nakamura S. Aggressive diagnosis, and treatment for posterior urethral valve as an etiology for vesicoureteral reflux or urge incontinence in children. *Investig Clin Urol*. 2017;58(Suppl 1):S46-S53.
16. Caggiani DM, Farías S, Migliónico G, Gamio L, Oliari A. Cistouretrografía precoz en niños hospitalizados con infección urinaria. Primera experiencia nacional. *Arch Pediatr Urug*. 2005;76(2):115-12.
17. Ramírez J, Ruz L, Maldonado G, Herrera M. Cistouretrografía miccional: revisión del método diagnóstico y su utilidad en el estudio de afecciones comunes. *Anal Radiol Mex*. 2017;16(1):20-30.
18. Mattsson S, Gladh G. Urethrovaginal reflux-A common cause of daytime incontinence in girls. *Pediatrics*. 2003;111(1):136-9.
19. American College of Radiology. ACR-SPR practice parameter for the performance of voiding cystourethrography in children [Internet]. American College of Radiology; 1995. Disponible en: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/VoidingCysto.pdf>
20. Barnewolt C, Paltiel HL, Kirks D. Aparato genitourinario. En: Kirks D, editor. *Imagenología pediátrica práctica: radiología diagnóstica de lactantes y niños*. 3ª ed. Filadelfia: Lippincott-Raven; 1998. p. 1009-60.

# La apariencia radiológica de la neumatosis gástrica: enfisema gástrico o gastritis enfisematosa

## *The radiological appearance of gastric pneumatosis: gastric emphysema or emphysematous gastritis*

Gaspar A. Motta-Ramírez\*<sup>ORCID</sup>, Daniel E. Córdova-Galván<sup>ORCID</sup> y Óscar Quiroz-Castro<sup>ORCID</sup>

Departamento de Radiología e Imagen, Hospital Ángeles del Pedregal, Ciudad de México, México

### RESUMEN

Se realizó una revisión bibliográfica usando las siguientes palabras clave: enfisema gástrico/emphysema gastric; pneumatosis gástrica/gastric pneumatosis; gastritis enfisematosa/emphysematous gastritis, así como sobre el método de evaluación, tal como la tomografía computarizada (TC). En el archivo personal del autor se identifican seis casos de pacientes en los que la neumatosis gástrica (NG) se identificó y que, con base en los hallazgos por imagen, se caracterizaron como secundarios a enfisema gástrico (EG) o a gastritis enfisematosa (GE). La clave está en el aire. Una vez que se identifica la NG, se debe buscar y definir la fuente de gas. La TC identifica la neumatosis y cambios en la pared como engrosamiento o adelgazamiento e hiperatenuación o hipoatenuación, dependiendo del tipo de isquemia. El EG y la GE son dos diagnósticos diferenciales importantes del aire gástrico intramural que difieren en su presentación clínica, hallazgos radiológicos, manejo y pronóstico. Por tanto, es esencial alcanzar un diagnóstico clínico preciso.

**Palabras clave:** Abdomen y pelvis. Estómago. Gas. Gastritis enfisematosa. Neumatosis gástrica. Tratamiento conservador.

### ABSTRACT

A bibliographic review was carried out, using the following key words: enfisema gástrico/emphysema gastric; pneumatosis gástrica/gastric pneumatosis; gastritis enfisematosa/emphysematous gastritis, as well as the evaluation method such as computed tomography (CT).

#### \*Correspondencia:

Gaspar A. Motta-Ramírez

E-mail: radbody2013@yahoo.com.mx

1665-2118/© 2025 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permalyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Recibido: 28-04-2024

Aceptado: 26-02-2025

DOI: 10.24875/ARM.24000033

In the author's personal file, six cases of patients in whom gastric pneumatosis (GN) was identified and who, based on imaging findings, were characterized as secondary to gastric emphysema (GE) or emphysematous gastritis (EG) are identified. The key is in the air. Once the GN is identified, the gas source must be sought and defined. CT identifies pneumatosis and wall changes such as thickening or thinning and hyper- or hypoattenuation, depending on the type of ischemia. GE and EG are two important differential diagnoses of intramural gastric air that differ in their clinical presentation, radiological findings, management and prognosis. Therefore, it is essential to achieve an accurate clinical diagnosis.

**Keywords:** Abdomen and pelvis. Stomach. Gas. Emphysematous gastritis. Gastric pneumatosis. Conservative treatment.

## INTRODUCCIÓN

La densidad del gas es de 1/775 la del agua o las partes blandas<sup>1</sup>. Es por ello que en situaciones patológicas, la identificación del gas en topografía anormal facilita la identificación de situaciones, muchas de las veces ominosas, permitiendo el rápido establecimiento de medidas terapéuticas<sup>2</sup>. El gas es un contenido normal dentro de la luz de las asas intestinales en la cavidad abdominopélvica. Sin embargo, el gas dentro del parénquima de los órganos sólidos y las paredes de las vísceras huecas es anormal, patológico. Es prudente identificar las infecciones enfisematosas graves que se asocian con un pronóstico sombrío y diferenciarlas de las causas benignas y autolimitadas de la identificación del gas en situación anormal (Tabla 1). La necrosis tisular por infarto, la formación de una fístula con una víscera hueca y el traumatismo son causas patológicas que pueden simular una infección enfisematosa. Los organismos más comúnmente implicados en las infecciones enfisematosas son *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Clostridium welchii* y *Staphylococcus aureus*; estos organismos producen dióxido de carbono y gas nitrógeno al

fermentar la glucosa en los tejidos necróticos<sup>3-6</sup>. El estómago es la parte del tracto gastrointestinal menos comúnmente afectada en términos de acumulación de gas<sup>7</sup>. El término pneumatosis se utiliza para referirse a focos de gas en la pared intestinal, desde el esófago hasta el recto, ya sea asociado con condiciones clínicas extremas como isquemia intestinal y necrosis o descubierto incidentalmente en condiciones como inmunosupresión, enfermedad u obstrucción de la mucosa intestinal, enfermedad del tejido conectivo o posterior a un estudio endoscópico. Cuando se identifica pneumatosis, el pronóstico puede ser incierto, ya que la pneumatosis es un hallazgo de imágenes en lugar de un diagnóstico definitivo que dicta un tratamiento específico. La pneumatosis gástrica (NG) constituye la forma menos frecuente de gas en la pared del tracto gastrointestinal (9%)<sup>8</sup>. Se diferencian dos grupos: la gastritis enfisematosa (GE), afección rara, relacionada con la infección por gérmenes anaerobios, de peor pronóstico, y la no infecciosa o enfisema gástrico (EG), asociada generalmente a procesos gástricos<sup>8-10</sup>. Su espectro clínico varía desde formas benignas y autolimitadas, hasta otras con un pronóstico reservado, sobre todo las secundarias a eventos isquémicos y la forma enfisematosa<sup>11,12</sup>.

TABLA 1. EG y GE, entidades aparentemente similares pero con diferentes etiología, clínica, tratamiento y pronóstico

NG, hallazgo por imagen que está en ambas entidades, lo que condiciona similitud						
	Patógeno	Localización	Factores de riesgo	Afección	Hallazgos por TC	Tratamiento
EG	Asociada a procesos gástricos: traumatismo iatrogénico instrumental de la mucosa (intubación o endoscopia)	Gas en la pared secundaria a la disrupción de la mucosa y la subsecuente disección parcial neumática	Incremento presión intraluminal por efecto del vómito; ingesta de sustancias cáusticas, asociada a la perforación de úlcera péptica	Asintomática, paucisintomática	NG, burbujas de aire redondas; focos de aire en la pared del estómago o pliegues mucosos; algunos muestran un patrón lineal a lo largo de los pliegues mucosos del estómago	Autolimitado, conservador (dieta absoluta, descompresión gástrica con sonda nasogástrica, analgesia e hidratación parenteral)
GE	Infección grave inducida por microorganismos productores de gas, gérmenes anaerobios, a través de un punto de entrada, una úlcera, por ejemplo	Invasión de la pared, condicionando un cuadro inflamatorio con desarrollo de necrosis, abscesos e invasión leucocitaria	Ingesta de cáusticos, tratamiento con AINE, corticosteroides o quimioterapia/cáncer, cirugía reciente, etc.	Sistémica, síndrome febril, más frecuente Síndrome doloroso abdominal, sepsis	NG: la pared tiene aire de una apariencia lineal y veteada, estriada Engrosamiento de la pared gástrica, neumatosis portal La identificación de aire extragástrico (venoso, intestinal o intraperitoneal libre) puede sugerir una perforación visceral, una isquemia intestinal o una GE	Un porcentaje importante de las GE se resuelven con medidas conservadoras (antibióticos de amplio espectro, antiácidos, hidratación y nutrición parenteral). Sin embargo es necesario establecer un tratamiento agresivo y una vigilancia estrecha, ya que tiene un curso devastador, elevada mortalidad, la aplicación de las citadas medidas conservadoras y en ocasiones, cirugía urgente: en aquellos casos de fracaso del tratamiento médico conservador o sospecha de complicaciones, como necrosis transmural/infarto gástrico, signos peritoneales que indiquen perforación y afectación extensa de órganos viscerales

AINE: antiinflamatorios no esteroideos; EG: enfisema gástrico; GE: gastritis enfisematosa; NG: neumatosis gástrica; TC: tomografía computerizada.

Adaptada de Nepal et al., 2021<sup>3</sup>, Huang et al., 2009<sup>13</sup>, Reyes et al., 2020<sup>16</sup> y Shami et al., 2021<sup>23</sup>.

Aunque no hay datos clínicos o de imagen definitivos para diferenciar las dos entidades englobadas en la NG, los hallazgos de la tomografía computerizada (TC) abdominal, además de demostrar mínimas cantidades de aire en la pared gástrica, contribuyen a orientar el diagnóstico etiológico<sup>8</sup>. La determinación de factores pronósticos en pacientes con NG se ha visto limitada, porque la mayoría de los casos en la literatura corresponde a informes de casos o a

estudios generalizados principalmente pacientes con neumatosis intestinal (solo una minoría tiene NG). Por ello es importante reconocer los factores asociados con la mortalidad en pacientes con NG<sup>13</sup> (Tabla 1). El gas luminal puede diseccionar la pared gástrica a través de una úlcera: esta condición se conoce correctamente como EG, y no parece que pueda diferenciarse radiológicamente de manera confiable de la GE. La identificación de aire extragástrico



(venoso, intestinal o intraperitoneal libre) sugiere la posibilidad de perforación visceral, isquemia intestinal o de corresponder a GE, en ocasiones su pronóstico es ominoso, sobre todo las formas secundarias a isquemia. La GE es una entidad compleja que involucra un proceso reactivo inflamatorio de la pared gastrointestinal y la identificación de aire sistémico. La barrera de la mucosa gástrica tiene un rico suministro de sangre y ácido, pH que lo hace bastante resistente a las infecciones. Sin embargo, la ingestión de agentes corrosivos<sup>14</sup>, antiinflamatorios no esteroideos, drogas y abuso de alcohol lesionan la mucosa, o bien, diabetes, traumatismo, instrumentación reciente, cirugía gastroduodenal reciente y malignidad la debilitan<sup>3</sup>. El gas puede entrar en la pared del estómago por tos violenta, vómitos intensos (prolongados, asociados con cetoacidosis diabética)<sup>7</sup> y disección de aire del mediastino debido a la ruptura de bullas o neumotórax<sup>3</sup> (Tabla 2). Tiene una presentación clínica inespecífica variable como síndrome doloroso abdominal, vómitos, hematemesis y toxicidad sistémica, sepsis y si hay la sospecha de la formación de gas subyacente por microorganismos, la condición se conoce como GE, por lo tanto, el diagnóstico suele ser radiológico. Un factor de predisposición importante para la GE es la diabetes *mellitus*. Esta condición se caracteriza por toxicidad sistémica y conlleva un alto riesgo de mortalidad<sup>7</sup>. El diagnóstico precoz es crucial dada su alta mortalidad junto con los trastornos isquémicos y el beneficio potencial del tratamiento precoz. En la GE, a través de una mucosa gástrica comprometida en los tejidos murales, hay invasión de bacterias patológicas productoras de gas (que además de las ya citadas, hay otras tales como, por ejemplo, *Pseudomonas aeruginosa*, *Lactobacillus jensenii*<sup>15</sup>, *Streptococcus* spp., *Streptococcus*

TABLA 2. Causas de la neumatosis gástrica

Causas	Entidades
Gástricas	Infección por anaerobios (gastritis enfisematosa) Gastritis Isquemia Ingesta de cáusticos Aumento de la presión intraluminal Perforación de la úlcera gástrica Iatrogénicas: cirugía reciente, posbiopsia endoscópica, instrumentación reciente como por poscolocación de sonda nasogástrica, pospolipectomía, ablación de tejidos Trauma Otras: bezoar, estenosis hipertrófica en niños Idiopática, espontánea
Extragástricas	Isquemia o infarto del intestino delgado/grueso Vólvulo intestinal Colecistitis gangrenosa Apendicitis Colangiocarcinoma Síndrome de la arteria mesentérica superior Poli quimioterapia Enfermedades sistémicas: esclerosis sistémica, fibrosis quística Disección de gas pulmonar

Adaptada de Nepal et al., 2021<sup>3</sup>.

*viridans*<sup>4</sup>, *Enterobacter* spp., *Enterococcus* spp.<sup>4,16</sup>, *Candida* spp.<sup>17</sup>, *Bacillus subtilis* y *Bacillus proteus*<sup>5</sup>). Hasta en un 42.4% de los casos no es posible aislar el causante<sup>18</sup>. El antecedente inicial es más comúnmente la ingestión de una sustancia corrosiva o el abuso de etanol, pero la condición también puede ocurrir después de la ruptura de la mucosa secundaria a un traumatismo, isquemia o ulceración. Hay un alto grado de mortalidad asociada (60-80%) y los sobrevivientes llegan a desarrollar estenosis.

## OBJETIVO

La inquietud clínico-radiológica del presente manuscrito es mostrar los resultados de la investigación clínica básica original de una

serie de casos, así como precisar el papel que tiene hoy en día el médico radiólogo al identificar y evaluar gas extraluminal en una víscera hueca, como lo es el estómago. El médico radiólogo debe contar con la información clínica suficiente y, de no contar con ella en la realización del estudio que se trate, debe generar un informe radiológico que integre y defina la entidad que corresponda, de la NG, EG o GE, reconociendo los factores asociados con la mortalidad en tales pacientes.

## MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica en la base de datos PubMed, donde se indagó sobre información bibliográfica reciente, usando las siguientes palabras clave: enfisema gástrico/*emphysema gastric*; pneumatosis gástrica/*gastric pneumatosis*; gastritis enfisematosa/*emphysematous gastritis*, así como sobre el método de evaluación tal como la TC, incluyendo reporte de casos, estudios originales y revisiones bibliográficas. Se incluyeron publicaciones originales en el periodo de 1986 al 2023 y únicamente se analizaron artículos en los idiomas español e inglés. En el archivo personal del autor principal se identifican seis casos de pacientes en los que la NG se identificó y que, con base en los hallazgos por imagen, se caracterizaron como secundarios a EG o a GE.

## RESULTADOS

En esta serie de seis casos de pacientes se identificó la NG y, con base en los hallazgos por imagen, se caracterizaron como secundarios a EG o a GE (Tablas 3 y 4, Figs. 1-10). En

esta serie de casos, el sexo femenino representó el 50% de la NG, y se definió como GE en un 66.6 de los eventos. La evolución resultó no favorable, toda vez que un desenlace fatal ocurrió en el 66.6% de las veces aun si se tratase de EG y/o de GE. El factor predisponente más común en la serie de casos fue la diabetes *mellitus* (50%), que resultó estar mal controlada en dos de tres de las pacientes. La sospecha clínica no orientó a la problemática y los estudios de imagen, específicamente la TC, fue la que permitió precisar el diagnóstico en el 100% de los casos. En la información clínica disponible no se informó del aislamiento de ningún microorganismo. El estudio de esófago-gastro-duodenoscopia se le realizó a dos (33.3%) de los pacientes y se informó de una probable gastropatía ulcerativa vs. gastropatía isquémica. En los dos (33.3%) casos identificados y caracterizados de EG no se definieron hallazgos radiológicos que orientaran otras causas (sin datos de afectación de otros órganos, ni de isquemia), así como tampoco signos ni síntomas de infección por anaerobios, delimitándose dilatación gástrica con nivel hidroaéreo y pneumatosis de la pared, sin datos de engrosamiento de pared, sin evidencia de pneumatosis en otras localizaciones ni aire libre intraperitoneal. En los cuatro (66.6%) casos identificados y caracterizados de GE se definieron hallazgos radiológicos de NG, engrosamiento de la pared gástrica, sospecha de perforación gástrica, pneumatosis portal y de otras estructuras vasculares y pneumatosis intestinal con síndrome de obstrucción intestinal (Tabla 3, Figs. 1-10). Con respecto al protocolo de abordaje de la serie de casos, en tres de los seis casos (50%) abordados por TC se utilizó medio de contraste positivo yodado; en los tres restantes, dos de ellos fueron estudiados en fase simple

TABLA 3. Serie de casos de NG: EG y GE

Sexo	Edad	Evolución	Cuadro clínico	Factores de riesgo	Hallazgos por TC	Afección/patología adyacente	Caracterización, NG: EG vs. GE	Manejo/desenlace
Masc.	74	3 días	Síndrome doloroso abdominal con evacuaciones diarreicas y distensión abdominal	Diabetes <i>mellitus</i> mal controlada, con hiperglucemia a su ingreso	NG, líquido libre intrabdominal	No se encontró	EG	Médico, conservador SIN COMPLICACIONES
Masc.	68	24 horas	GRAVE, síndrome doloroso abdominal con evacuaciones diarreicas y distensión abdominal	Diabetes <i>mellitus</i> mal controlada, con hiperglucemia a su ingreso, así como leucocitosis	NG, engrosamiento de la pared gástrica, sospecha de perforación gástrica	Neumatosis portal, con síndrome de obstrucción intestinal	GE	Médico, conservador DEFUNCIÓN
Fem.	79	Crónica	GRAVE, síndrome doloroso abdominal con hernia hiatal gigante	No se establecieron	Vólvulo gástrico órgano axial, NG	Neumatosis portal	GE	Médico, conservador DEFUNCIÓN
Fem.	83	24 horas	GRAVE, síndrome doloroso abdominal con hemorragia GI: hematemesis <sup>2</sup> ; datos de irritación peritoneal	Hipertensa, diabetes <i>mellitus</i> , estatus 1. <sup>er</sup> día PO de plastia umbilical	NG, sospecha de perforación gástrica	No se encontró	EG	Médico, conservador DEFUNCIÓN
Fem.	44	7 días	GRAVE, síndrome doloroso abdominal con panserositis: derrame pleural bilateral, pericárdico y ascitis	Sospecha clínica de colitis pseudo-membranosa	NG con pseudoengrosamiento de la pared gástrica	Síndrome de obstrucción intestinal con neumatosis intestinal	GE	Médico, conservador DEFUNCIÓN
Masc.	54	3 días	Síndrome doloroso abdominal con distensión abdominal	No se establecieron	NG	Neumatosis portal y de otras ramas venosas tal y como la vena esplénica, mesentérica superior y venas perigástricas	GE	Médico, conservador SIN COMPLICACIONES

EG: enfisema gástrico; GE: gastritis enfisematosa; GI: gastrointestinal; NG: neumatosis gástrica; PO: postoperatorio; TC: tomografía computarizada.

TABLA 4. Serie de casos de NG: EG y GE

Sospecha clínica de NG: EG vs. GE	Caracterización, NG: EG vs. GE	Estudio de imagen realizado: protocolo, técnica y evaluación	Agente aislado	Esofago-gastro-duodenoscopia
No, en ningún caso se consideró clínicamente la posibilidad diagnóstica. El hallazgo fue identificado en los estudios de imagen, específicamente, TC	EG	TC abdominopélvica bifásica con medios de contraste oral positivo e intravenoso. El contraste oral progresa y opacifica hasta el colon	En la información clínica disponible, no se informó del aislamiento de ningún microorganismo	No se les realizó
	GE	TC abdominopélvica bifásica con medios de contraste oral negativo (agua) e intravenoso		
	GE	TC abdominopélvica bifásica con medios de contraste oral positivo e intravenoso. El contraste oral opacifica el estómago y se diluye con el contenido líquido intragástrico		
	EG	TC abdominopélvica en fase simple		Se le realizó: se informó de una probable gastropatía ulcerativa vs. gastropatía isquémica
	GE	TC abdominopélvica bifásica con medios de contraste oral positivo e intravenoso. El contraste oral opacifica el estómago y progresa hacia asas de delgado		Se le realizó: se informó de una probable gastropatía ulcerativa
	GE	TC abdominopélvica en fase simple		No se le realizó

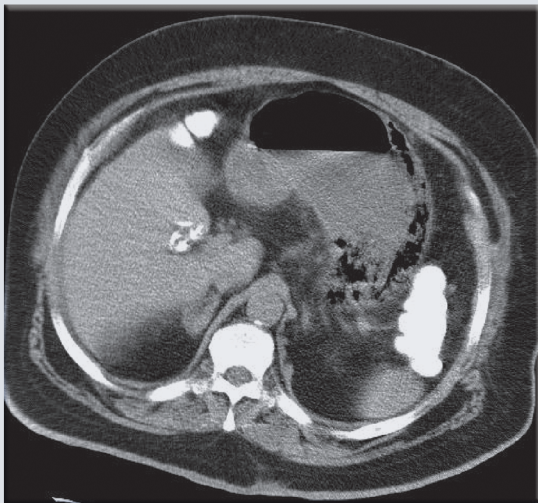
EG: enfisema gástrico; GE: gastritis enfisematosa; NG: neumatosis gástrica; TC: tomografía computarizada.

y el otro con medio de contraste oral, agua (Tabla 3, Figs. 1-10).

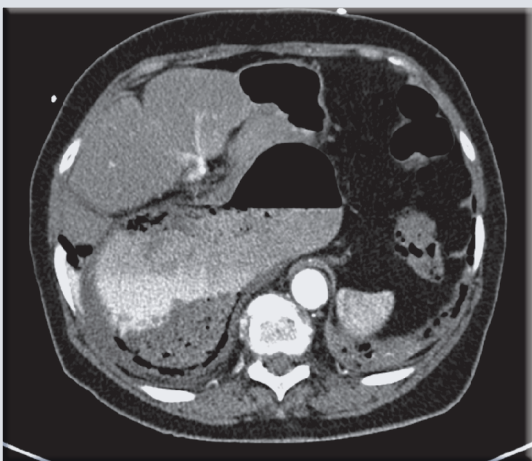
La radiología simple puede evidenciar zonas translúcidas de aire curvilíneas o moteadas que delimitan el estómago.

La TC es más sensible y específica para detectar gas en topografía anormal y para delimitar la ubicación anatómica y la extensión del gas con mayor precisión, definir el grado de afectación y complicaciones como neumoperitoneo por perforación gástrica. Los hallazgos característicos incluyen «bolsas quísticas» o «vetas» (faja de gas interpuesta) dentro de la pared gástrica con pliegues mucosos

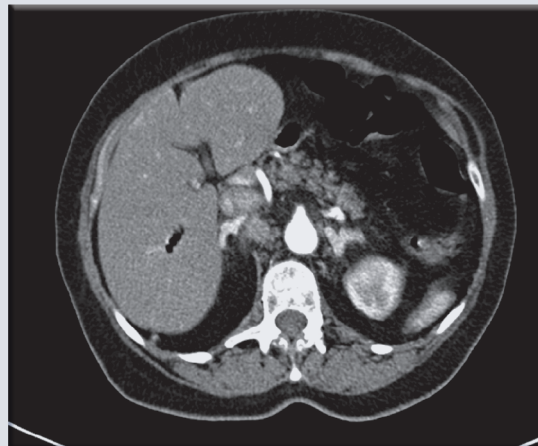
engrosados y neumoperitoneo, neumatosis portal o de otras estructuras vasculares y ocasionalmente se observa neumatosis intestinal<sup>3,4</sup>. La TC facilita la evaluación de la luz y la pared del estómago, así como las estructuras adyacentes. La TC apoya el diagnóstico definitivo de NG al confirmar la ubicación intramural del gas. Es importante diferenciar la GE, entidad siniestra y potencialmente mortal, del EG, que es una afección no infecciosa y autolimitada. En la GE, la TC muestra engrosamiento irregular de los pliegues gástricos, acumulación de líquido en la grasa perigástrica debido a la respuesta inflamatoria, todo lo cual no ocurre en el EG. En el EG, el grosor de la pared gástrica es normal



**FIGURA 1.** Caso 1: hombre, 74 años, con síndrome doloroso abdominal con evacuaciones diarreas y distensión abdominal, con diabetes *mellitus* mal controlada. Imagen axial de la tomografía computarizada sin contraste del abdomen, que muestra acumulaciones «moteadas» de aire dentro de la pared del estómago hacia el fondo y a lo largo de la curvatura mayor. Los hallazgos orientaron al diagnóstico de neumatosis gástrica, del tipo enfisema gástrico.



**FIGURA 2.** Caso 3: mujer, 79 años, con síndrome doloroso abdominal con hernia hiatal gigante. La selección de imágenes axiales de la tomografía computarizada abdominopélvica bifásica con medios de contraste oral positivo e intravenoso demostró vólvulo gástrico órgano axial, neumatosis gástrica. Los hallazgos orientaron al diagnóstico de neumatosis gástrica, del tipo gastritis enfisematosa.

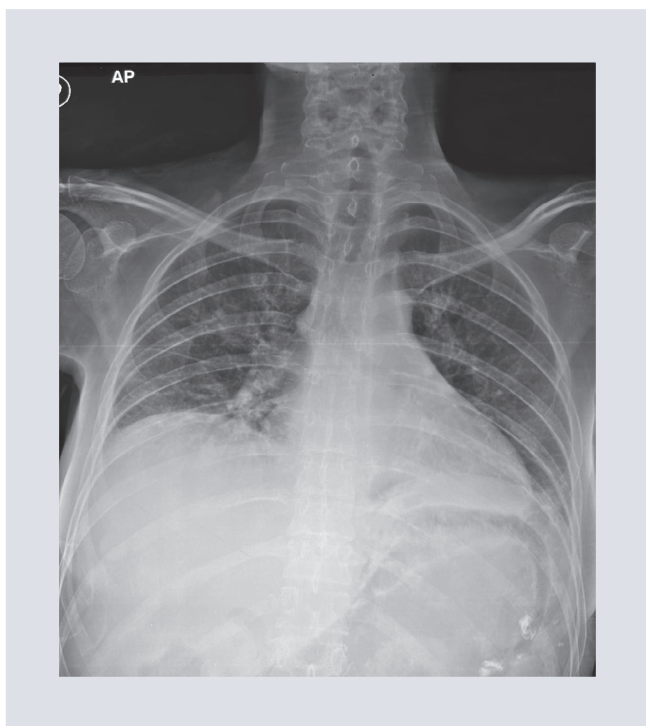


**FIGURA 3.** Caso 3: mujer, 79 años, con síndrome doloroso abdominal con hernia hiatal gigante. La selección de imágenes axiales de la tomografía computarizada abdominopélvica bifásica con medios de contraste oral positivo e intravenoso demostró neumatosis portal. Los hallazgos orientaron al diagnóstico de neumatosis gástrica, del tipo gastritis enfisematosa.

(< 3 mm) y el gas intramural se distribuye de forma lineal<sup>3</sup>. La GE conlleva una alta tasa de mortalidad, de hasta el 60-80%. El diagnóstico rápido y el manejo intensivo con hidratación parenteral y antibióticos de amplio espectro son obligatorios. La neumatosis portal concomitante aumenta la tasa de mortalidad<sup>3</sup> (Figs. 1-10).

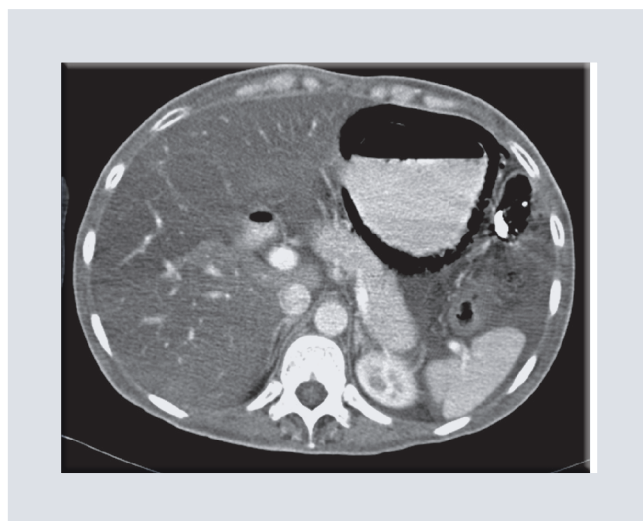
## DISCUSIÓN

En total se recopilaron y se utilizaron 25 artículos para esta revisión. Para la realización de estudios de TC abdominopélvica, los requisitos previos para un examen satisfactorio es ayuno de 6 h antes, así como el alcanzar una distensión completa del estómago con la consiguiente opacificación de la luz con contraste. Esto se puede lograr mediante la administración de un medio de contraste oral yodado



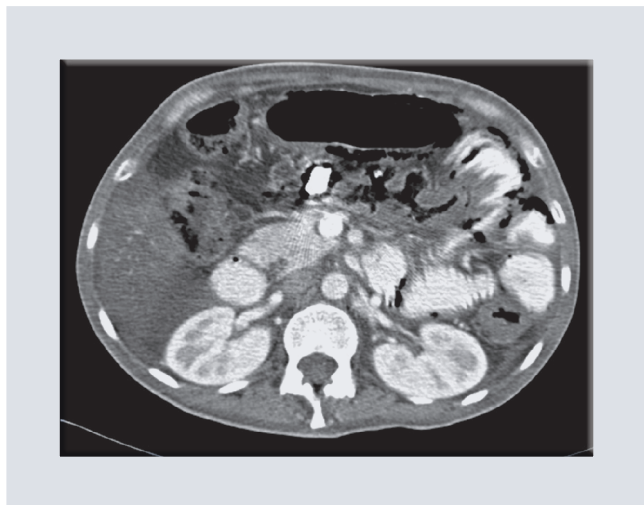
**FIGURA 4.** Caso 5: mujer, 44 años, con síndrome doloroso abdominal con panserositis (ascitis, derrame pleural bilateral, pericárdico y síndrome de obstrucción intestinal con sospecha clínica de colitis pseudomembranosa). En la proyección de tórax (4) se definen las radiolucencias en forma de media luna que prácticamente definen el grosor de la mucosa y pared gástrica.

antes del inicio del examen. El estudio también puede incluir el uso de medio de contraste intravenoso que puede hacer que las lesiones sean más difíciles de identificar si la luz también tiene contraste positivo en su interior. También se ha recomendado el doble contraste con el uso de agua como medio de contraste oral y medio de contraste intravenoso en bolo. La posición específica del paciente a veces puede mejorar la visualización de ciertas partes del estómago<sup>19</sup>. Así entonces, en los casos de GE es posible que el estómago esté distendido por material necrótico tisular gástrico, sangre y/o retención por residuo alimenticio, y ello ocasiona que si se utiliza medio de contraste yodado, este se entremezcle y ocasione artificios de imagen. Es opinión del autor que es



**FIGURA 5.** Caso 5: mujer, 44 años, con síndrome doloroso abdominal con panserositis (ascitis, derrame pleural bilateral, pericárdico y síndrome de obstrucción intestinal con sospecha clínica de colitis pseudomembranosa). Imagen axial de la tomografía computarizada abdominopélvica bifásica con contraste oral positivo e intravenoso; se demuestra la neumatosis gástrica, caracterizada como gastritis enfisematosa, el contraste distiende la cámara gástrica y define la neumatosis gástrica.

factible definir la NG en cualquiera de sus presentaciones (EG vs. GE) sin que se sea necesario el contraste oral y, si se indica, que sea agua. El contraste intravenoso facilita la definición de las estructuras adyacentes que sean el origen primario del gas. También es un tema objeto de discusión si se debe colocar la sonda nasogástrica en estas situaciones, ya que se señala el riesgo de perforación gástrica, lo que condiciona su contraindicación<sup>16</sup>. La evaluación por cirugía general es indispensable para precisar la necesidad de una intervención quirúrgica aguda y reconocer el origen de la NG, que puede ser secundario al aumento de las presiones intragástricas, como, por ejemplo, por los vómitos prolongados. Es preponderante destacar la importancia de un diagnóstico preciso y la generación de estrategias de manejo adecuadas adaptadas a la patología subyacente para optimizar los resultados de los pacientes en



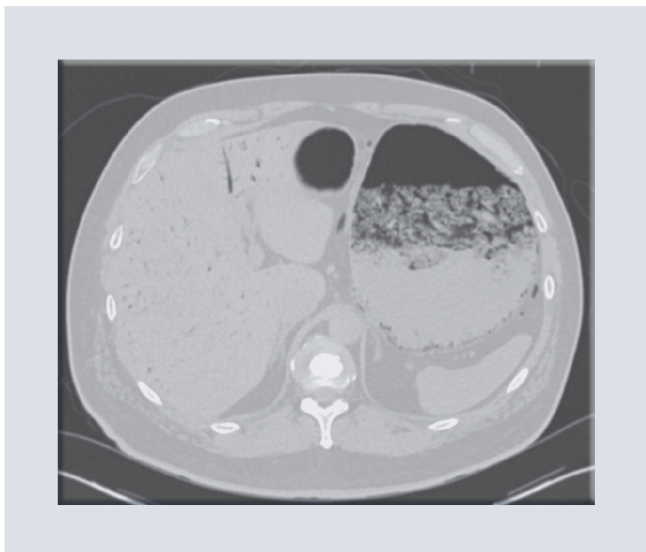
**FIGURA 6.** Caso 5: mujer, 44 años, con síndrome doloroso abdominal con panserositis (ascitis, derrame pleural bilateral, pericárdico y síndrome de obstrucción intestinal y síndrome de obstrucción intestinal con sospecha clínica de colitis pseudomembranosa). Imagen axial de la tomografía computarizada abdominopélvica bifásica con contraste oral positivo e intravenoso en la cual se demuestra la neumatosis gástrica, caracterizada como gastritis enfisematosa; el contraste progresa hacia asas de delgado y define la pneumatosis intestinal.

casos de NG<sup>7</sup>. En la actualidad, el uso de la tomografía computarizada multidetector (TCMD) con protocolo estándar incluye una exploración inicial en fase simple seguida de las fases arterial y portal después de la inyección de contraste intravenoso. La angiografía por TC (angio-TC) con reconstrucciones selectivas de volumen del sistema arterial y venoso abdominal e imágenes tridimensionales proporciona una evaluación completa y no invasiva del árbol vascular, lo que permitirá definir cualquier entidad que condicione NG como, por ejemplo, el caso reportado de EG por Sempere-Ortega et al.<sup>20</sup> y en el que la combinación de los hallazgos radiológicos (EG, configuración en gancho característica de la estenosis e hipertrofia de la arteria gastroduodenal) y las manifestaciones clínicas dejaban como explicación más probable la opción de una isquemia

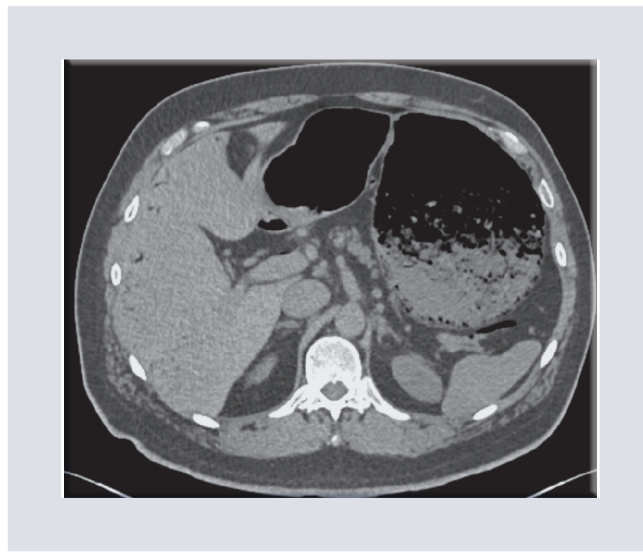


**FIGURA 7.** Caso 6: hombre, 54 años, con síndrome doloroso abdominal con distensión abdominal. En el topograma inicial de la tomografía computarizada, se delimita un patrón gaseoso inespecífico.

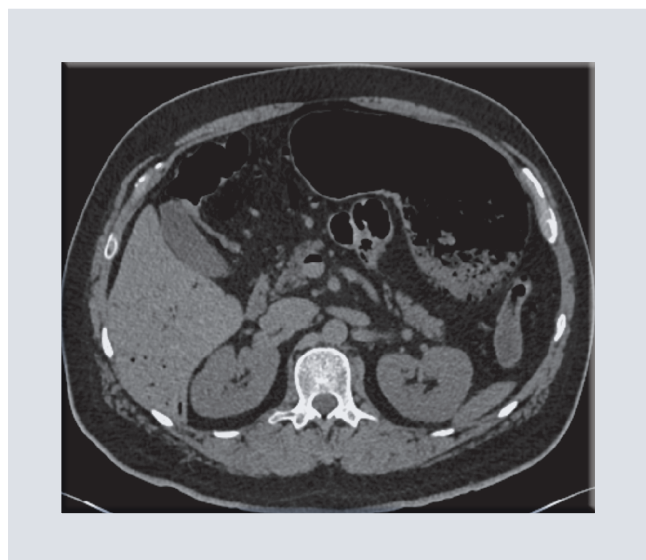
gástrica en un contexto de síndrome de compresión del ligamento arcuato mediano. El principal diagnóstico diferencial del gas intramural de la GE es el EG y la neumatosis quística. En el caso de la neumatosis quística, el paciente suele estar clínicamente asintomático. En pacientes con EG, la aparición del gas intramural tiende a ser claramente definida y lineal<sup>21</sup>. La TC identifica la neumatosis y cambios en la pared como engrosamiento o adelgazamiento e hiperatenuación o hipoatenuación, dependiendo del tipo de isquemia. La identificación de necrosis transmural gástrica o defecto de perfusión mucosa en la TC poscontraste se asoció con un mal pronóstico (con o sin cirugía), mientras que la presencia de hemorragia



**FIGURA 8.** Caso 6: hombre, 54 años, con síndrome doloroso abdominal con distensión abdominal. Imagen axial de la tomografía computarizada abdominopélvica en fase simple, se demuestra en la ventana pulmonar, neumatosis hepática portal y gas en la pared gástrica, así como neumatosis en los vasos perigástricos, caracterizada como gastritis enfisematosa.



**FIGURA 10.** Caso 6: hombre, 54 años, con síndrome doloroso abdominal con distensión abdominal. Imagen axial de la tomografía computarizada abdominopélvica en fase simple que define la pneumatosis gástrica y las neumatosis portal y en los vasos perigástricos.



**FIGURA 9.** Caso 6: hombre, 54 años, con síndrome doloroso abdominal con distensión abdominal. Imagen axial de la tomografía computarizada abdominopélvica en fase simple que define la pneumatosis en la vena porta.

gástrica o NG, de forma aislada, podrían tratarse de forma conservadora<sup>22</sup>. También facilita la evaluación de otras causas intraabdominales y evaluar si hay condiciones predisponentes. La clave está en el aire. Una vez que se

identifica la NG, se debe buscar y definir la fuente de gas. La NG se define como aire dentro de la pared de la mucosa gástrica y puede ocurrir con o sin gas venoso portal. El hallazgo en las imágenes de neumatosis portal a menudo se considera un hallazgo siniestro que predice una alta mortalidad del paciente y en más del 75% de los casos es secundario a alguna forma de isquemia intestinal. La NG representa un espectro de enfermedades con etiologías tanto infecciosas como no infecciosas, cada una con cursos clínicos y tratamiento marcadamente diferentes. Por lo tanto, un diagnóstico temprano en el entorno de atención de urgencia es primordial y puede afectar enormemente la puntualidad y adecuación del manejo clínico para el paciente involucrado<sup>22</sup>. La GE con gas venoso portal, aunque es un hallazgo radiológico raro y clásicamente siniestro, siempre debe interpretarse prestando especial atención a la presentación clínica y los hallazgos objetivos asociados. El reconocimiento rápido y preciso



de los patrones clínicos que delimitan el EG y la GE en el ámbito de la atención de urgencias tiene el potencial de afectar en gran medida el resultado del paciente, especialmente dada la polaridad en la morbilidad, la mortalidad y el tratamiento de estas dos entidades<sup>22</sup> (Tabla 1). El uso de esófago-gastro-duodenoscopia para identificar la necesidad de una intervención quirúrgica ha reducido la mortalidad en comparación con el inicio directo de la intervención quirúrgica<sup>4</sup>. Los resultados sugieren que al elegir antimicrobianos empíricos para el tratamiento de la GE se deben utilizar agentes eficaces contra organismos grampositivos, gramnegativos y anaeróbicos. En determinadas circunstancias, como en un huésped inmunocomprometido, también puede estar indicado un fármaco antimicótico<sup>4</sup>.

## CONCLUSIONES

La NG constituye la forma menos frecuente de gas en la pared del tracto gastrointestinal. Si bien en la mayoría de los casos su curso es benigno, en ocasiones su pronóstico es ominoso, sobre todo las formas secundarias a isquemia y la forma enfisematosa, GE. El diagnóstico y manejo requiere un equipo multidisciplinario y los médicos radiólogos deben definir la apariencia radiológica de la NG: EG o GE. El aspecto más importante de la identificación de gas extraluminal es determinar si representa una urgencia quirúrgica o deberá instalarse un manejo conservador. Se debe realizar una evaluación clínica cuidadosa en cualquier paciente en el que se descubra este hallazgo radiológico raro. Aunque lo más probable es una causa gastrointestinal superior, se deben considerar otras condiciones a la luz de nuestra experiencia<sup>23</sup>. Cuando el hallazgo

de imágenes de NG se asoció con ácido láctico sérico elevado, creatinina sérica elevada o neumatosis colónica o del intestino delgado concomitante, se observó una asociación con la mortalidad. Estos hallazgos sugieren que se puede justificar un tratamiento más agresivo en pacientes con estas anomalías de laboratorio o de imagen<sup>13</sup>. La NG se diagnostica con mayor frecuencia debido a la combinación de mayor uso y mayor sensibilidad de la TC. La GE es una forma rara, grave, de gastritis flemmonosa generalizada<sup>21</sup>. La identificación de aire en la pared gástrica, en conjunción, concomitante con neumatosis portal o de otras estructuras vasculares, la leucocitosis, la afectación sistémica que puede representarse por la hipotensión, la hematemesis, la sepsis y una fuente de infección apoyan el diagnóstico de GE. La TC es la prueba diagnóstica de elección, siendo fundamental el diagnóstico precoz y el establecimiento de un tratamiento de soporte vital con antibioterapia de amplio espectro<sup>15</sup>. Se reserva la cirugía cuando no hay respuesta al tratamiento conservador, hay sepsis grave o bien ocurre la perforación gástrica<sup>16</sup>. Varios informes de casos de tratamiento médico exitoso con reposo intestinal, nutrición parenteral total (NPT), antibióticos y endoscopia seriada sugieren que el tratamiento médico en un entorno cuidadosamente monitorizado puede considerarse como terapia inicial<sup>6,24,25</sup>.

## FINANCIAMIENTO

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria y anonimizados, por lo que no fue necesario el consentimiento informado. Se han seguido las recomendaciones pertinentes.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Pedrosa CS, Casanova R. Diagnóstico por imagen. 2.<sup>a</sup> Edición. McGrawHill-Interamericana; 2000;55-75.
- Motta-Ramírez GA. El aire: medio de contraste radiológico por excelencia. *An Radiol Mex.* 2003;2:87-100.
- Nepal P, Ojili V, Kaur N, Tirumani SH, Nagar A. Gas where it shouldn't be! Imaging spectrum of emphysematous infections in the abdomen and pelvis. *AJR Am J Roentgenol.* 2021;216(3):812-23.
- Huang CT, Liao WY. Emphysematous gastritis: a deadly infectious disease. *Scand J Infect Dis.* 2009;41(4):317-9.
- Reyes JV, Alluri RS, Al-Khazraji A, Seen T, Walfish A. A case of gastric emphysema: incidental findings or serious illness. *Cureus.* 2020;12(11):e11568.
- Shami A, Singhanian R. Emphysematous gastritis: a case series and review of the current trend favoring conservative management. *Clin J Gastroenterol.* 2021;14(4):1042-5.
- Shaik MR, Ranabhat C, Shaik NA, Duddu A, Bilgrami Z, Xie G. Gastric pneumatosis in the setting of diabetic ketoacidosis. *Case Rep Gastrointest Med.* 2023;2023:6655536.
- Johnson PT, Horton KM, Edil BH, Fishman EK, Scott WW. Gastric pneumatosis: the role of CT in diagnosis and patient management. *Emerg Radiol.* 2011;18(1):65-73.
- Robertson MB, Choe KA, Joseph PM. Review of the abdominal manifestations of cystic fibrosis in the adult patient. *Radiographics.* 2006;26(3):679-90.
- Ebert EC. Gastric and enteric involvement in progressive systemic sclerosis. *J Clin Gastroenterol.* 2008;42(1):5-12.
- Lopez-Monclus J, Garcia-Ureña MA, Blazquez LA, Aguilera LF, Melero DA. Diffuse intestinal pneumatosis and massive hepatic portal gas. *Emerg Med J.* 2011;28(12):1003.
- Heemskerck J, de Hingh IH. Pneumatosis intestinalis, mesenteric venous gas and portal venous gas. *Dig Surg.* 2008;25(2):85-6.
- Spektor M, Chernyak V, McCann TE, Scheinfeld MH. Gastric pneumatosis: Laboratory and imaging findings with mortality in adults. *Clin Radiol.* 2014;69:e445-e449.
- Khan HK, Rathi V, Shreshtha S, Tandon A, Gupta A. CT appearances of gastric injury due to caustic ingestion and associated findings (a study of 30 cases). *Emerg Radiol.* 2023;30(4):539-53.
- Roa-Colomo, Caballero-Mateos AM, Martínez-Tirado P. La importancia de reconocer la gastritis enfisematosa a tiempo. *Rev Gastroenterol México.* 2020;85(4):475-6.
- Nemakayala DR, Rai MP, Rayamajhi S, Jafri SM. Role of conservative management in emphysematous gastritis. *BMJ Case Rep.* 2018;2018:bcr2017222118.
- Garrosa-Muñoz S, López-Sánchez J, Muñoz-Bellvis L. Enfisema gástrico y gastritis enfisematosa, entidades aparentemente similares con tratamiento muy diferente. *Gastroenterol Hepatol.* 2021;44:366-79.
- Nasser H, Ivanics T, Leonard-Murali S, Shakaroun D, Woodward A. Emphysematous gastritis: A case series of three patients managed conservatively. *Int J Surg Case Rep.* 2019;64:80-4.
- Merino S, Saiz A, Moreno MJ, Parlorio E, Pedrosa I, Yus M. CT evaluation of gastric wall pathology. *Br J Radiol.* 1999;72:1124-31.
- Sempere-Ortega C, Gallego-Rivera I, Shahin M. Gastric ischaemia as an unusual presentation of median arcuate ligament compression syndrome. *Br J Radiol.* 2017;2:20160005.
- Wong YY, Chu WCW. Emphysematous gastritis associated with gastric infarction in a patient with adult polycystic renal disease: CT Diagnosis. *AJR Am J Roentgenol.* 2002;178:1291.
- Ansari MM, Mushtaq N, Pateria V, Ahmad I, Kulshreshtha N. Gas in hepatic portal veins with gastric massive dilatation and pneumatosis in acute pancreatitis. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(10):PD05-7.
- Tuck JS, Boobis LH. Case report: Interstitial emphysema of the stomach due to perforated appendicitis. *Clin Radiol.* 1987;38:315-7.
- Bak MA, Rajagopalan A, Ooi G, Sriharan M. Conservative management of emphysematous gastritis with gastric mucosal ischaemia: a case report. *Cureus.* 2023;15(2):e34656.
- Mackay TG, Phan DH, Mantha PS, Ibrahim HS, Burstow MJ. Conservative management of suspected emphysematous gastritis. *Cureus.* 2022;14(11):e31995.

# Hallazgos tomográficos e inmunohistoquímicos del tumor del estroma gastrointestinal y extragastrointestinal

## *Tomographic and immunohistochemical findings of gastrointestinal and extragastrointestinal stromal tumor*

Daniela Rivera-Zamudio\*<sup>id</sup> y Diana I. Hernández-Rivas<sup>id</sup>

*Departamento de Imagenología diagnóstica y terapéutica, Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, Ciudad de México, México*

### RESUMEN

Presentamos los hallazgos tomográficos y su correlación citopatológica observados en tumores del estroma gastrointestinal (GIST) y del estroma extragastrointestinal (EGIST). El objetivo es reconocer oportunamente las características imagenológicas para brindar un diagnóstico certero. Se realizó una revisión retrospectiva en la base de datos del Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga sobre pacientes con diagnóstico histopatológico de GIST, EGIST y su correlación con la literatura. Los GIST pueden originarse principalmente en el sistema gastrointestinal, sin embargo también pueden desarrollarse como tumores primarios del omento, mesenterio o retroperitoneo. Se identificó que la gran parte de estos tumores presentaron un realce heterogéneo en fase portal y la mayoría pueden presentar marcador inmunohistoquímico positivo para CD117 y algunos de ellos presentan el marcador CD34.

**Palabras clave:** Neoplasias gastrointestinales. Hallazgos radiológicos. Estroma. Inmunohistoquímica. Histopatología.

### ABSTRACT

We present the tomographic findings and their cytopathological correlation observed in gastrointestinal stroma (GIST) and extragastrointestinal stroma (EGIST) tumors. The objective is to recognize the imaging characteristics in a timely manner and provide an

**\*Correspondencia:**

Daniela Rivera-Zamudio

E-mail: riveraz.daniela@gmail.com

1665-2118/© 2025 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permnyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Recibido: 10-10-2024

Aceptado: 26-02-2025

DOI: 10.24875/ARM.24000061

accurate diagnosis. A retrospective review was carried out in the database of the General Hospital of Mexico Dr. Eduardo Liceaga on patients with histopathological diagnosis of GIST, EGIST and their correlation with the literature. GIST may originate primarily in the gastrointestinal system, however they can also develop as primary tumors of the omentum, mesentery or retroperitoneum. It was identified that the majority of these tumors presented a heterogeneous portal phase enhancement, and most may present an immunohistochemical marker positive for CD117 and some of them have the marker CD34.

**Keywords:** Gastrointestinal neoplasms. Radiological findings. Stroma. Immunohistochemistry. Histopathology.

## INTRODUCCIÓN

El tumor del estroma gastrointestinal (GIST) es la neoplasia mesenquimal más común del tracto gastrointestinal de las células intersticiales de Cajal<sup>1,2</sup>, encargadas de la inervación autonómica intestinal o célula marcapasos, responsables del peristaltismo; en 1983 Mazur y Clark acuñaron el término «tumor estromal»<sup>3</sup>. Epidemiológicamente se presentan en 1.1 casos/100,000 habitantes/año<sup>4</sup>, entre la 5.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> década de la vida; se localizan en cualquier parte del tracto gastrointestinal y se caracterizan por mutaciones del protooncogén c-KIT, que actúa como un receptor con actividad tirosina cinasa, cruciales en la proliferación celular, adhesión, apoptosis y diferenciación de células precursoras hacia células intersticiales de Cajal<sup>5</sup>. La expresión de CD117 localizado en la oncoproteína KIT es un epítipo específico de los GIST que permite diferenciarlos de otros tumores mesenquimales morfológicamente similares, así como la expresión de CD34, más frecuente en tumores de colon y esófago de la actina de músculo liso en tumores de intestino delgado. El índice mitótico (tasa mitótica > 5 mm<sup>2</sup>) y el diámetro tumoral (> 5 cm) se han utilizado para

estratificar el riesgo de recurrencia y el grado de malignidad<sup>6,7</sup>. Macroscópicamente se observan masas entre los 0.8 y 38 cm, de crecimiento exofítico, endofítico o en forma de mancuerna; las lesiones de mayor tamaño pueden sufrir degeneración quística<sup>8</sup>, necrótica y ulceración con hemorragia, dando lugar a fístulas y calcificaciones<sup>8,9</sup>. Clínicamente suelen ser asintomáticos o presentarse por dolor abdominal<sup>10</sup>, hematemesis, melena, hematoquecia, anemia, ulceraciones de la mucosa y raramente masas palpables, o complicarse por hemoperitoneo o peritonitis<sup>11,12</sup>. Histopatológicamente no muestran cápsula, se clasifican morfológicamente mediante tinción con hematoxilina-eosina en: fusiforme (77%), epiteloide (8%) o mixto (15%)<sup>13</sup>. Imageológicamente el método de elección es la tomografía computarizada para diagnóstico, estadificación y seguimiento, observando masas bien delimitadas, endoluminales, polipoides, isodenso al músculo o al tejido blando en fase simple, tras la administración de medio de contraste con realce heterogéneo o ávido por hipervascularidad. El tratamiento es dependiente del tamaño, localización y diseminación<sup>14,15</sup>.

## MÉTODO

Se llevó a cabo una revisión retrospectiva en la base de datos del Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga sobre pacientes con diagnóstico histopatológico de GIST y EGIST durante el periodo de enero de 2018 a junio de 2024 y que contaran con expediente radiológico disponible en sistema PACS. Los criterios de exclusión fueron estudios tomográficos incompletos. Se obtuvieron un total de 23 pacientes que contaban con los criterios de inclusión. Se revisaron los datos clínicos y demográficos de la historia clínica; de la histopatología se registró el índice mitótico, patrón histológico e inmunorreactividad para CD117 y CD34; del estudio tomográfico se evaluó la localización, tamaño de la lesión tomando en cuenta su eje mayor, compromiso vascular, tipo de realce, áreas de menor atenuación con una región circular de interés de 10 mm de diámetro, presencia de calcificaciones y zonas de sangrado, así como hallazgos extratumorales como sitios de metástasis y complicaciones secundarias.

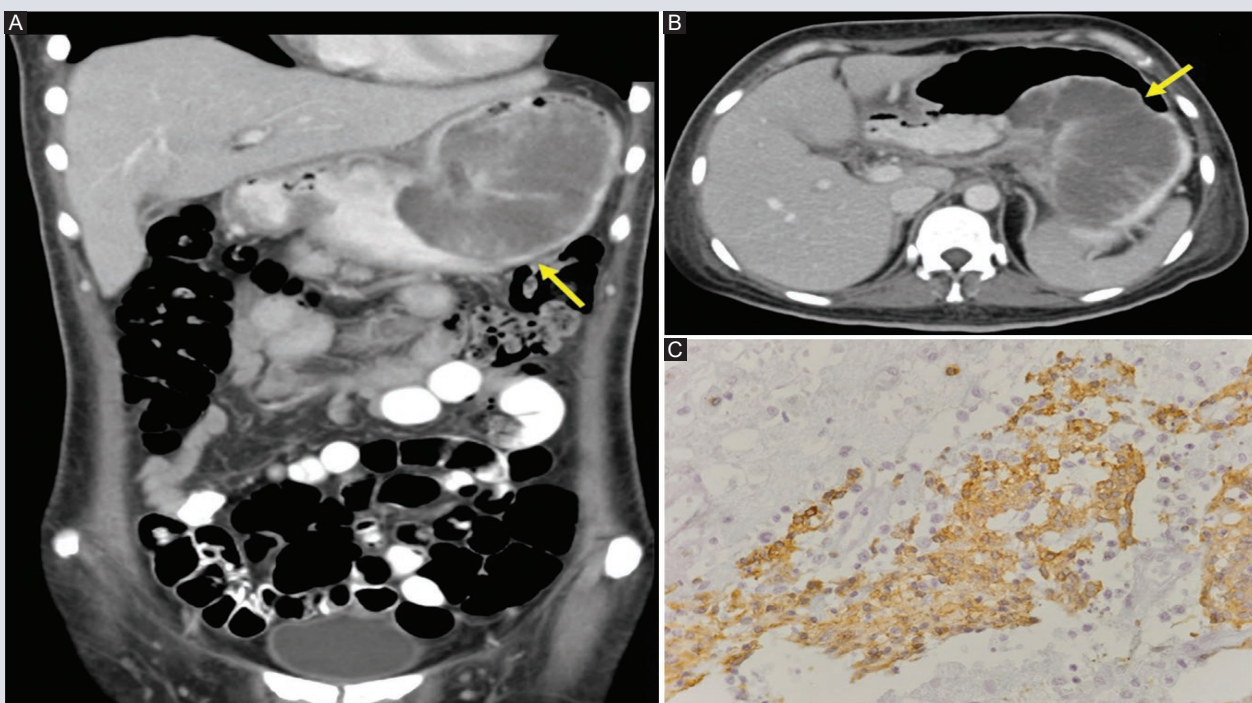
## RESULTADOS

La población del estudio consistió en 15 pacientes mujeres y 8 pacientes hombres que tenían un rango de edad de 41 a 67 años; mostrando que el síntoma clínico de dolor abdominal fue el más frecuente ( $n = 12$ ), seguido de distensión abdominal ( $n = 4$ ), malestar abdominal ( $n = 3$ ) pérdida de peso ( $n = 2$ ) y masa abdominal ( $n = 2$ ). De acuerdo con las características tomográficas el sitio de origen tumoral más frecuente fue el estómago con 10 casos (Fig. 1), intestino delgado ( $n = 6$ ), recto ( $n = 4$ ) y mesenterio ( $n = 3$ ) (Fig. 2).

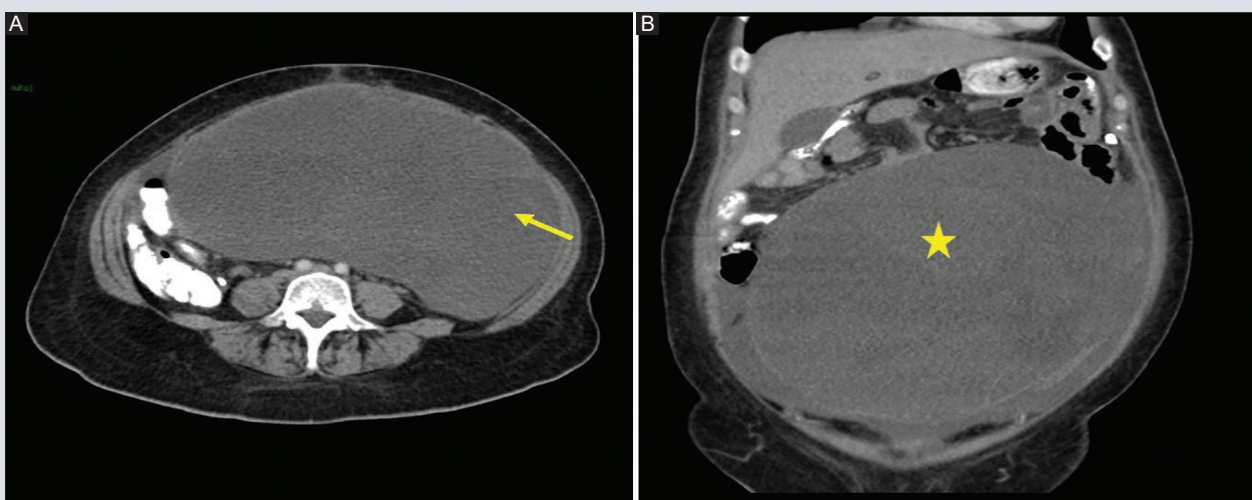
El tamaño del tumor fue variable, el menor tamaño fue de 1.3 cm y el de mayor tamaño de 32 cm. Gran parte de las lesiones mostraron márgenes lobulados, sin compromiso vascular y realce leve-periférico, sin embargo la mayoría de estos tumores son heterogéneos y presentan distintas características al momento del diagnóstico (Tabla 1). En relación con el sitio de metástasis, 15 de los tumores no presentaron metástasis; el sitio de mayor frecuencia fue el hígado, en tres de los casos, seguido de actividad ganglionar ( $n = 2$ ) (Fig. 3), pulmón ( $n = 2$ ) y en tejidos blandos ( $n = 1$ ). El patrón histológico más frecuente en nuestros casos estudiados fue el fusiforme, que se presentó en 13 de los casos, seguido del patrón mixto ( $n = 6$ ) y epiteloide ( $n = 4$ ). En relación con la expresión del CD117 en los tumores estudiados, fue positivo en 21 casos estudiados y negativo en dos casos. Con respecto al CD34, en 18 de los casos fue positivo, mientras que en cinco casos fue negativo (Fig. 4). En relación con el índice de mitosis: 17 tumores presentaron un índice mitótico  $< 5 \text{ mm}^2$  (Fig. 5) y solo seis tumores presentaron un índice mitótico  $> 5 \text{ mm}^2$ , lo que sugiere un mayor grado de malignidad. La invasión vascular únicamente se presentó en 11 casos (Tabla 2). Finalmente se realizó una correlación de Spearman para determinar la relación entre el número de mitosis y el tamaño del tumor, resultando en un grado de significación ( $p$ ) = 0.83, con una correlación positiva fuerte y una correlación entre el número de mitosis y un mayor realce.

## DISCUSIÓN

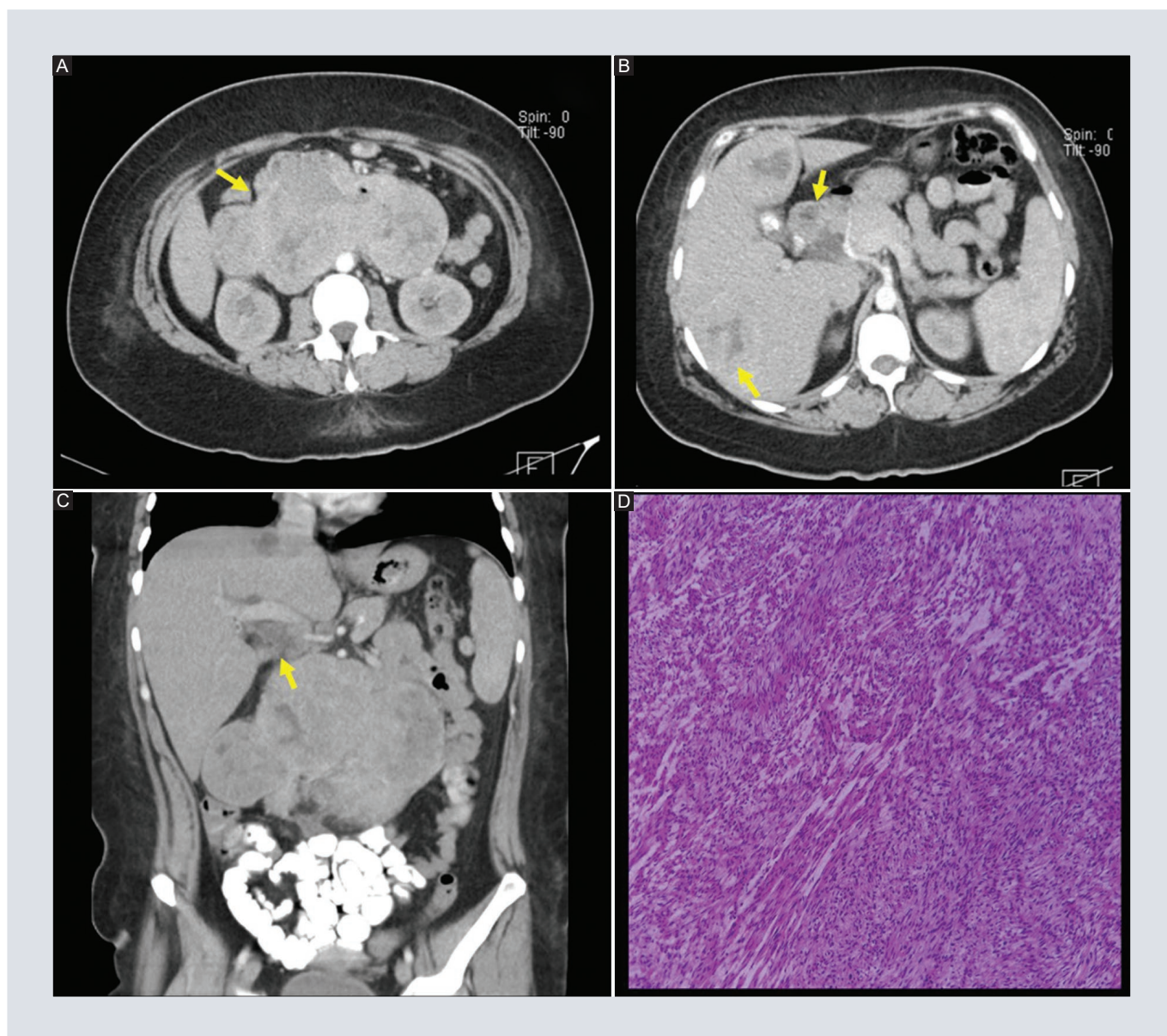
Anteriormente a los GIST se les conocía como leiomioma, leiomioma celular, leiomioblastomas



**FIGURA 1.** Tumor del estroma gastrointestinal gástrico. Tomografía pélvica con contraste oral e intravenoso. **A:** plano coronal. **B:** planoaxial. Se observa lesión dependiente de la curvatura menor del estómago, con crecimiento endoluminal, predominantemente sólida e hipodensa con realce moderado de septos internos; el reporte histopatológico refirió tumor del estroma gastrointestinal. **C:** inmunohistoquímica con DOG1 que muestra células de fusiformes a ovoides con expresión en citoplasma para los anticuerpos CD117 (C-kit) y DOG1.



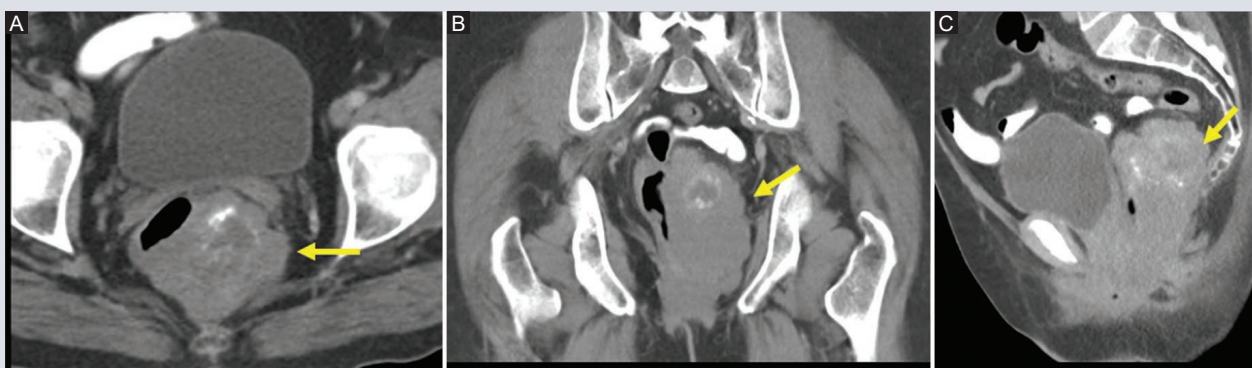
**FIGURA 2.** Estroma extragastrointestinal peritoneal. Tomografía abdominopélvica con contraste oral e intravenoso. **A:** plano axial. **B:** plano coronal. Lesión dependiente del mesenterio, condicionando efecto de volumen con áreas de hemorragia (estrella); el reporte histopatológico confirmó tumor del estroma gastrointestinal, con invasión vascular y expresión de CD117 y CD34.



**FIGURA 3.** Estroma extragastrointestinal peritoneal. **A-B:** tomografía abdominopélvica con contraste oral e intravenoso en cortes axiales. **C:** reconstrucción coronal. **D:** se observa lesión peritoneal, de márgenes lobulados, heterogénea con componente hipodenso central y realce moderado; además muestra lesiones metastásicas hepáticas y ganglios infiltrativos en hilio hepático patrón histológico fusocelular dispuesto en fascículos, moderadamente celular.

y leiomioma, actualmente se sabe que surgen de las células intersticiales de Cajal y son tumores mesenquimales gastrointestinales, siendo el estómago el sitio más común de afectación. Se presentan en personas de mediana edad, lo observado en nuestro estudio se presentaron en un rango de edad de 41-67 años.

Se conoce que los GIST son más frecuentes en mujeres que en hombres, este hallazgo fue confirmado en nuestro estudio y las características que principalmente presentaron fueron su aspecto hipervasculoso y necrótico, con márgenes bien definidos y realce moderado. Los GIST tienen un comportamiento incierto



**FIGURA 4.** Tomografía abdominopélvica con contraste oral e intravenoso. **A:** axial. **B:** coronal. **C:** sagital. Paciente con rectorragia ocasional. Se identifica lesión dependiente de la pared posterolateral izquierda del recto inferior y medio, con zona central hipodensa, bordes lobulados y realce leve, presentando inmunohistoquímica positiva para CD117 y negativa para CD34.

**TABLA 1.** Características tomográficas de las lesiones estudiadas

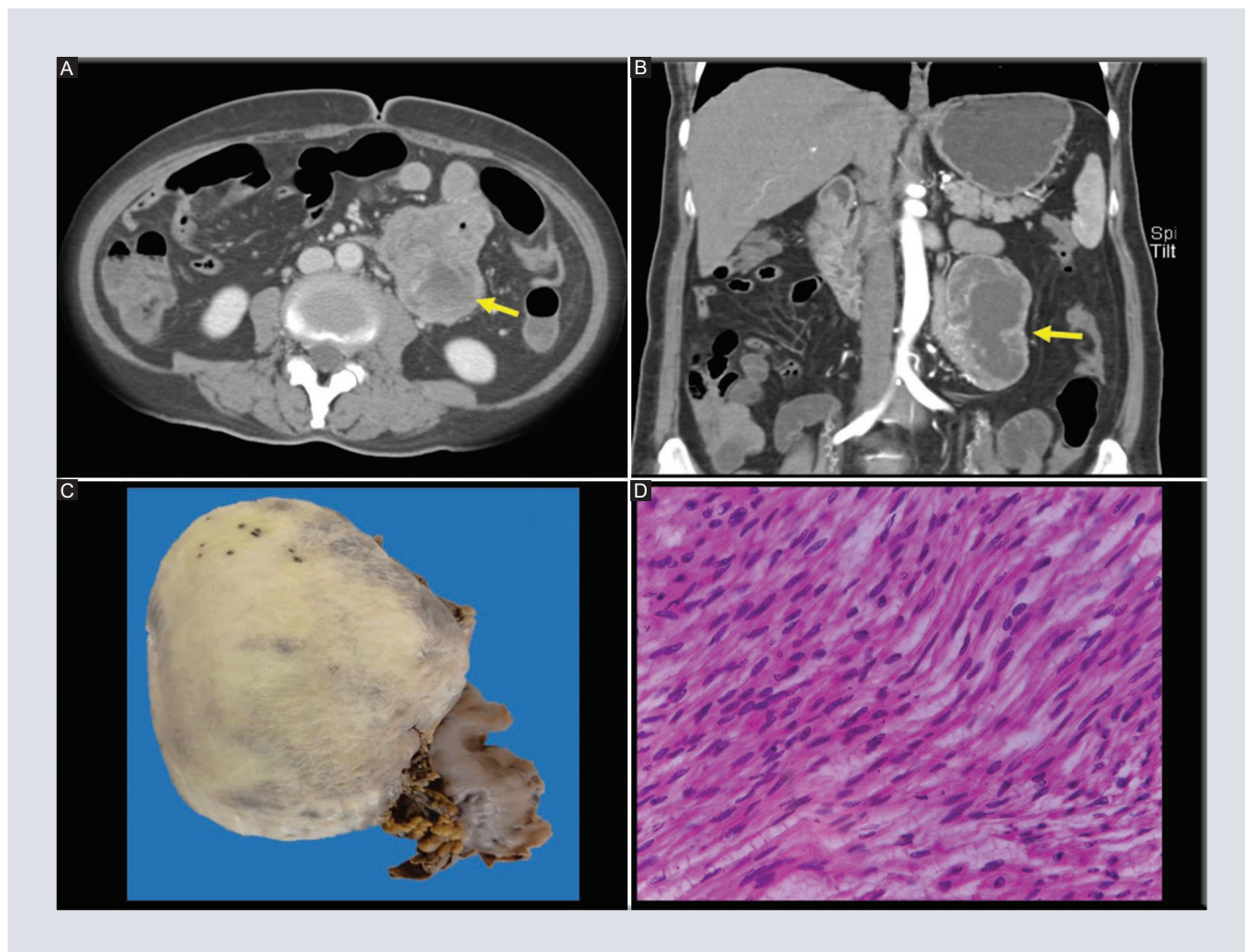
Variable	Frecuencia	Porcentaje (%)*
Márgenes		
Lisos	7	30.43
Lobulados	12	52.17
Irregulares	4	17.39
Infiltración vascular		
Positivo	2	8.69
Negativo	21	91.30
Tamaño de la lesión		
< 2 cm	4	17.39
> 2 a < 5 cm	7	30.43
> 5 a < 10 cm	8	34.78
> 10 cm	4	17.39
Tipo de realce		
Leve	11	47.82
Moderado	7	30.43
Intenso	5	21.73
En parche	4	17.39
Periférico	16	69.56
Homogéneo	3	13.04
Características del tumor		
Hipervascular	4	17.39
Hipodensidad central	7	30.43
Hipervascular e hipodensidades	4	17.39
Hipervascular, hipodensidades y calcificaciones	2	8.69
Hipodensidades y septos	2	8.69
Hipodensidad y pseudocápsula	1	4.34
Cambios quísticos, septos y pseudocápsula	3	13.04

\*Porcentaje que representa en la población estudiada.

Fuente: Departamento de Radiología e Imagen del Hospital de General de México Dr. Eduardo Liceaga.

y aún no existe un sistema de estadificación aceptado<sup>16</sup>. La tomografía computarizada (TC) se considera el método diagnóstico de elección, ya que permite caracterizar y valorar la respuesta al tratamiento; es importante reconocer las características para el diagnóstico, observándose como lesiones bien delimitadas, heterogéneas<sup>17</sup>, exofíticas o polipoideas intraluminales, isodensas al tejido blando (45 a 50 UH), realce heterogéneo por componente central hipodenso asociado a degeneración necrótica con valores menores de 30 UH y observarse hiperdensidad en rango de calcio, siendo estas últimas las menos usuales, gas intratumoral que sugiere comunicación con la luz gastrointestinal por fístula y en caso de hemorragia activa hiperdenso con más de 90 UH<sup>18,19</sup>. Según Mertens, se reporta con mayor frecuencia en el estómago, lo cual se corrobora con un hallazgo del 52.9% en los estudios presentados, concordando con lo descrito en la literatura de las localizaciones más frecuentes, estómago (50-60%), intestino delgado (25-30%), colon/recto (10%), esófago





**FIGURA 5.** Tumor del estroma gastrointestinal gástrico yeyunal. Tomografía abdominopélvica con contraste oral e intravenoso. En plano axial. **A:** fase venosa. **B:** coronal, fase arterial. Lesión de crecimiento exofítico del yeyuno con zona central hipodensa (flechas), presentando un mayor realce en la fase venosa. **C:** aspecto macroscópico del tumor como una lesión submucosa, bien delimitada blanca-amarillenta con áreas sangrado, presentando un número de mitosis < 5 por campo y expresión de CD117 y CD34 en la inmunohistoquímica. **D:** biopsia con resultado histopatológico con células ahusadas con núcleos ovales sin atipia.

(25%) y otros sitios omento, mesenterio, páncreas, vesícula biliar y retroperitoneo (menos del 5%)<sup>20</sup>. El patrón histológico más frecuente es el fusiforme, en nuestro estudio con un 52.9%, así como la positividad para el CD117 del 94.1% y CD34 del 82.4%, hallazgos similares a los reportados en la literatura<sup>21,22</sup>. Ambos receptores en condiciones normales fisiológicas son esenciales en controlar el desarrollo y mantenimiento de diferentes tipos celulares y tejidos, por ejemplo,

células germinales, tejido hematopoyético, mastocitos, melanocitos y células intersticiales de Cajal. Un 70% de los GIST presentan mutaciones primarias en el exón 11 de KIT que codifica la región transmembrana (lo definido como *hotspot* o región de alta incidencia de mutaciones), las mutaciones en el exón 9 aparecen con más frecuencia en intestino delgado, usualmente clasificados de alto riesgo<sup>23</sup>. Desde el reconocimiento de los GIST como entidad clinicopatológica en 2002 se

TABLA 2. Características histopatológicas de las lesiones estudiadas

Variable	Indice mitótico			
	< 5 mm <sup>2</sup>		> 5 mm <sup>2</sup>	
	Frecuencia	%*	Frecuencia	%*
Característica macroscópica predominante				
Necrosis	8	34.78	3	13.04
Hemorragia	5	21.73	2	8.69
Quistes	3	13.04	0	0
Calcificaciones	1	4.34	1	4.34
Patrón histológico				
Fusocelular	10	43.47	3	13.04
Epiteloide	3	13.04	1	4.34
Mixto	4	17.39	2	8.69
Invasión vascular				
Positivo	7	30.43	4	17.39
Negativo	10	43.47	2	8.69
Expresión CD117				
Positivo	15	65.21	6	13.04
Negativo	2	8.69	0	0
Expresión CD34				
Positivo	14	60.86	4	17.39
Negativo	3	13.04	2	8.69
Tamaño del tumor				
< 2 cm	4	17.39	0	0
> 2 a < 5 cm	6	26.08	1	4.34
> 5 a < 10 cm	4	17.39	4	17.39
> 10 cm	1	4.34	3	13.04

\*Porcentaje que representa en la población estudiada.

Fuente: Departamento de Radiología e Imagen del Hospital de General de México Dr. Eduardo Liceaga.

han publicado numerosos estudios en los que se tenían en cuenta diferentes variables, desarrollándose diferentes esquemas y clasificaciones que tratan de establecer y predecir el potencial maligno. Así mismo observamos una correlación positiva fuerte entre el número de mitosis y el tamaño del tumor, descrito de acuerdo con la Clasificación de riesgo del Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de los EE.UU. y a los criterios de Fletcher, que clasifican los GIST en función al riesgo de malignidad. Los tumores malignos tienden a ser de gran tamaño, > 10 cm, más celulares, con mayor actividad mitótica, de 5 o más mitosis por 50 campos

de alto aumento (CGA), en comparación con sus contrapartes benignas, ya que los < 5 cm, 5 o menos actividad mitótica por 50 CGA, tienen un riesgo bajo de metástasis y probablemente sean benignos, los que se encuentran entre estas categorías tienen un potencial maligno incierto o un riesgo intermedio de metástasis o recurrencia<sup>23,24</sup>. En nuestro estudio observamos que los tumores con mayor tasa mitótica y mayor tamaño tiene mayor riesgo de malignidad. El tratamiento de elección es la resección quirúrgica completa del tumor, en etapas tempranas tiene potencial curativo si se consiguen márgenes negativos<sup>25</sup>. Cuando se encuentra un GIST en

pacientes obesos sometidos a *bypass* gástrico se debe prestar especial atención al estudio, ya que puede quedar enfermedad no diagnosticada en el estómago excluido<sup>26</sup>. En la evaluación de la respuesta al tratamiento se debe considerar la disminución o aumento del tamaño, degeneración necrótica, quística/mixoide o aparición de nuevas lesiones de acuerdo con los criterios de Choi<sup>27,28</sup>. Se sugiere evaluar sistemáticamente cada 3 a 6 meses durante la terapia adyuvante en el primer año y de forma anual en los siguientes 5 años. Los pacientes con tumores de bajo riesgo pueden evaluarse cada 6 o 12 meses durante 5 años<sup>29,30</sup>. Las lesiones menores de 2 cm pueden seguirse con control endosonográfico anual<sup>31</sup> y deben researse si se determinan cambios en el tamaño<sup>32,33</sup>.

## CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se ilustran las características imagenológicas de los GIST y EGIST primarios, algunos de ellos se diagnosticaron de forma incidental, ya que la gran mayoría de estos tumores presentan una sintomatología inespecífica, sobre todo cuando son tumores pequeños. Las características tomográficas típicas son lesiones bien circunscritas, hipervasculares que se originan de la submucosa del tracto digestivo, presentando crecimiento tanto endofítico como exofítico, predominando este último.

Algunos tumores pueden ser difíciles de diferenciar, sobre todo lesiones de gran tamaño, por lo que las características internas del tumor como áreas de baja atenuación, hemorragia, realce (mayor realce en la fase portal de sus porciones sólidas periféricas) y

hallazgos extratumorales (ectasia vascular y ausencia de adenopatías infiltrativas) pueden ayudar al diagnóstico.

En relación con los tumores primarios del EGIST (epiplón o mesenterio), a menudo suelen ser lesiones grandes, heterogéneas con menor atenuación central y apariencia menos invasiva al desplazar estructuras adyacentes. Lo que puede ayudar con el diagnóstico diferencial de sarcomas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dra. B. Romero Martínez, médico residente de Imagenología diagnóstica y terapéutica del Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, Ciudad de México, México, por su aportación para la realización de este artículo.

Al Dr. J. R. Murillo Eloísa, médico adscrito del Departamento de Patología y a la Dra. K. A. Alvarado López, médico residente del Departamento de Patología del Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, por su colaboración.

## FINANCIAMIENTO

Los autores declaran que no se recibió financiamiento por parte de ninguna institución pública o privada para su realización.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Sayyoub M, Agarwal P, Lee E. Carney triad. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2020;2(4):e200029.
- Inoue A, Ota S, Yamasaki M, Batsaikhan B, Furukawa A, Watanabe Y. Gastrointestinal stromal tumors: a comprehensive radiological review. *Jpn J Radiol*. 2022;40(11):1105-20.
- Jiménez Fuertes M, Costa Navarro D, López-Andújar R, Mir Pallardó J, Velasco Medina JA. GIST retroperitoneal: una extraña localización para un tumor poco frecuente. *Cir Esp*. 2010;87(4):263-4.
- González-Cámpora R, Ramos Asensio R, Vallejo-Benítez A, Marcilla-Plaza D, Biscuola M, Martínez-Marín V, et al. Tumores del estroma gastrointestinal: breve actualización y consenso de la SEAP-SEOM sobre diagnóstico patológico y molecular. *Rev Esp Patol*. 2017;50(2):89-99.
- Bodega Quiroga I, Tejedor Togores P, Sáez García MA, Peraza Casajús JM, Gutiérrez Ortega C, Rosado Dawid N, et al. Tumores del estroma gastrointestinal (GIST): serie del Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. *Sanid Mil*. 2013;69(3):173-81.
- Sarlomo-Rikala M, Kovatich AJ, Barusevicius A, Miettinen M. CD117: a sensitive marker for gastrointestinal stromal tumors that is more specific than CD34. *Mod Pathol*. 1998;11(8):728-34.
- Fresno Forcelledo MF. Determinación inmunohistoquímica de CD117/c-kit en el GIST (tumor estromal gastrointestinal). *Oncol (Barc)*. 2004; 27(4): 114-7.
- Levy AD, Remotti HE, Thompson WM, Sobin LH, Miettinen M. From the archives of the AFIP: Gastrointestinal stromal tumors: Radiologic features with pathologic correlation. *Radiographics*. 2003;23(2):283-304.
- Saini VK, Markam K, Ora M. Gastrointestinal stromal tumor with extensive lymph node and skeletal metastases. *Radiol Imaging Cancer*. 2022;4(5):220-83.
- Murphy AN, Kearns C. Gastrointestinal stromal tumors and their appearance in patients with neurofibromatosis type 1. *Radiographics*. 2022;42(4):E111-2.
- Oliveros Wilches R, Pinilla Morales R, Sánchez Pedraza R, Contreras Ramos HF. Tumores estromales gastrointestinales (GIST) gástricos, serie de casos. *Rev Colomb Gastroenterol*. 2021;36(2):172-9.
- Duguma YM, Seid TA, Shumiye YG, Dinagde TA, Kejela S. Giant gastric GIST with fast-growing mass after intra-tumoral bleeding. *J Surg Case Rep*. 2023;2023(7):1-3.
- Serrano C, Martín-Broto J, Asencio-Pascual JM, López-Guerrero JA, Rubi6-Casadevall J, Bagu6 S, et al. 2023 GEIS Guidelines for gastrointestinal stromal tumors. *Ther Adv Med Oncol*. 2023;15:1-18.
- Akahoshi K, Oya M, Koga T, Shiratsuchi Y. Current clinical management of gastrointestinal stromal tumor. *World J Gastroenterol*. 2018;24(26):2806-17.
- Mantese G. Gastrointestinal stromal tumor: Epidemiology, diagnosis, and treatment. *Curr Opin Gastroenterol*. 2019;35(6):555-9.
- Antonopoulos P, Leonardou P, Barbogiannis N, Alexiou K, Demonakou M, Economou N. Gastrointestinal and extragastrointestinal stromal tumors: Report of two cases and review of the literature. *Case Rep Gastroenterol*. 2014;8(1):61-6.
- Beltrán SMA. Tumores del estroma gastrointestinal (GIST) del duodeno: presentación clínica, estudio diagnóstico y tratamiento actual. *Rev Chil Cir*. 2014;66(4):381-93.
- Shetty AS, Bhattacharya A, Konstantinoff K, Wilson-Flewelling S, Ballard DH, Hoegger MJ, et al. Fundamentals of small bowel imaging: what radiology residents should know. *Radiographics*. 2023;43(2):e220094.
- Hounsfield GN. Computed medical imaging. Nobel lecture, December 8, 1979. *J Comput Assist Tomogr*. 1980;4(5):665-74.
- Gomes MM, Torres US, Shetty AS, Pacheco EO, Azzolini A, Bezerra FM, et al. Cross-sectional imaging of the duodenum: spectrum of disease. *Radiographics*. 2022;42(5):E154-5.
- Becerra E, Ríos JL, Rodríguez MR, Terrón RM. Embolización en sangrado digestivo bajo por radiología intervencionista. *Acta med. Grupo Ángeles*. 2019;17(3):243-51.
- Jasti R, Carucci LR. Small bowel neoplasms: a pictorial review. *Radiographics*. 2020;40(4):1020-38.
- Martín-Lorenzo JG, Luis Aguayo-Albasini J, Antonio Torralba-Martínez J, Lir6n-Ruiz R, Gim6nez-Bascu6ana A, Miquel-Perell6 J, et al. Tumores g6stricos estromales. Diagn6stico, pron6stico y tratamiento quir6rgico actual. Seguimiento de 18 pacientes tratados. *Cir Esp*. 2006;79(1):22-7.
- Fletcher CDM, Berman JJ, Corless C, Gorstein F, Lasota J, Longley BJ, et al. Diagnosis of gastrointestinal stromal tumors: a consensus approach. *Hum Pathol*. 2002;33(5):459-65.
- Kim M-C, Yook J-H, Yang H-K, Lee H-J, Sohn T-S, Hyung W-J, et al. Long-term surgical outcome of 1057 gastric GISTs according to 7<sup>th</sup> UICC/AJCC TNM system: multicenter observational study from Korea and Japan. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(41):e1526.
- Barros F de, Nahoum GP, Almeida BJ de. Treatment of gastrointestinal stromal tumor (GIST) during bariatric surgery. *Rev Col Bras Cir*. 2015;42(1):67-8.
- Miettinen M, Lasota J. Gastrointestinal stromal tumors: pathology and prognosis at different sites. *Semin Diagn Pathol*. 2006;23(2):70-83.
- Blanco-Sixtos E, Conde-Castro B, Cacho-González A, Jaime-Suárez BM, Martínez-Sánchez JL. Tumores del estroma gastrointestinal: evaluación por tomografía mediante los criterios de Choi. *An Radiol Mex*. 2014;13(3):181-7.
- Toyokawa T, Yamashita Y, Yamamoto A, Shimizu S, Inoue T, Kanazawa A, et al. Clinical experience of imatinib mesylate for metastatic or recurrent gastrointestinal stromal tumor. *Gan To Kagaku Ryoho*. 2014;41(1):55-8.
- Woodall CE. An evaluation of 2537 gastrointestinal stromal tumors for a proposed clinical staging system. *Arch Surg*. 2009;144(7):670.
- Kim HH. Endoscopic treatment for gastrointestinal stromal tumor: Advantages and hurdles. *World J Gastrointest Endosc*. 2015;7(3):192.
- Choi H, Chamsangavej C, Faria SC, Macapinlac HA, Burgess MA, Patel SR, et al. Correlation of computed tomography and positron emission tomography in patients with metastatic gastrointestinal stromal tumor treated at a single institution with imatinib mesylate: proposal of new computed tomography response criteria. *J Clin Oncol*. 2007;25(13):1753-9.
- Loureiro M de P, Almeida RAA de, Claus cmP, Bonin EA, Cury-Filho AM, Dimbarre D, et al. Laparoscopic resection of gastrointestinal stromal tumors (gist). *Arq Bras Cir Dig*. 2016;29(1):1-4.

# Peliosis hepática: presentación de un caso con correlación radiológica y patológica

## *Hepatic peliosis: case presentation with radiology-pathology correlation*

Carmen K. Márquez-Lozano<sup>1\*</sup>, David R. García-Huereca<sup>1</sup>, David F. Cuevas-Cueto<sup>2</sup>, David Aguilar-Obeso<sup>2</sup> y Víctor R. de Alba-Ramírez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Radiología e Imagen; <sup>2</sup>Departamento en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica; <sup>3</sup>Departamento de Patología. Hospital General Regional No. 1, Instituto Mexicano del Seguro Social, Tijuana, B.C., México

### RESUMEN

La peliosis hepática es un trastorno benigno poco común caracterizado por la presencia de dilatación y ocupación por sangre de los sinusoides hepáticos. Aunque su etiología es incierta existen diversos factores asociados para el desarrollo de la enfermedad como el uso de terapia hormonal, inmunomoduladores, uso de esteroides y también suele asociarse a múltiples enfermedades y trastornos de predominio hematológico y neoplasias, así como infecciones (tuberculosis y VIH). El diagnóstico es desafiante, ya que el paciente afectado cursa con un cuadro asintomático o presenta síntomas generales, cuya evolución lleva a la insuficiencia hepática. Las modalidades de imagen como el ultrasonido y la tomografía de abdomen contrastada trifásica son de gran utilidad diagnóstica mostrando hallazgos específicos aunados al contexto y antecedentes clínicos de la paciente, los cuales serán confirmados por el servicio de patología. En el presente documento se aborda el caso de una paciente de 34 años con antecedente personal de uso de anticonceptivos hormonales de forma crónica como método de planificación familiar, quien se presenta en el servicio de urgencias con signos y síntomas de insuficiencia hepática. Se exponen las imágenes obtenidas en los estudios realizados en las diferentes modalidades de imagen, así como muestra de pieza patológica que fueron de utilidad en el abordaje diagnóstico de la paciente.

**Palabras clave:** Peliosis. Ictericia. Telangiectasias. Colestasis.

#### \*Correspondencia:

Carmen K. Márquez-Lozano

E-mail: dramarquezrx@hotmail.com

Recibido: 29-03-2021

Aceptado: 20-05-2023

DOI: 10.24875/ARM.21000057

1665-2118/© 2023 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permalyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**ABSTRACT**

Hepatic peliosis is a rare benign disorder characterized by the presence of dilation and blood filling of the hepatic sinusoids. Although its etiology is uncertain, there are several agents associated with the development of the disease, such as the use of hormonal therapy, immunomodulators, steroid use, and it is also associated with multiple diseases and disorders, predominantly hematological and neoplasms, as well as infections (tuberculosis and HIV). The diagnosis is challenging, since the affected patient is asymptomatic or presents general symptoms, whose evolution leads to liver failure. Imaging modalities such as ultrasound and triphasic contrast-enhanced tomography of the abdomen are highly diagnostic, showing specific findings coupled with the context and clinical history of the patient, which will be confirmed by the pathology service. This document addresses the case of a 34-year-old female patient with a personal history of chronic use of hormonal contraceptives as a method of family planning, who presented to the emergency department with signs and symptoms of liver failure. The images exposed off the different imaging modalities, as well as a sample of the pathological piece that were useful in the diagnostic approach of the patient.

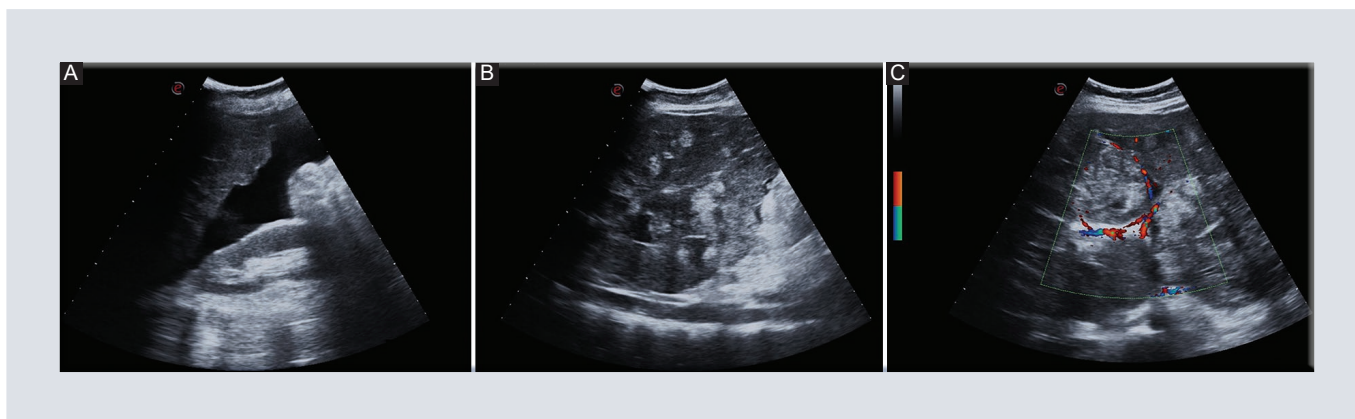
**Keywords:** Peliosis. Jaundice. Telangiectasia. Cholestasis.

**PRESENTACIÓN DEL CASO CLÍNICO**

Presentamos el caso de una paciente de 34 años oriunda del municipio de Tecate, Baja California. Niega padecimientos crónico-degenerativos, dos gestaciones, dos partos, con fecha de último parto hace 9 años, usuaria de anticonceptivos hormonales de forma crónica como método de planificación familiar. Inicia su padecimiento actual un mes antes de su ingreso con ictericia de escleróticas de curso progresivo hasta ser generalizado al que se añaden coluria, acolia, astenia, adinamia, gingivorragias y aumento del perímetro abdominal. A la exploración física se identifican telangiectasias en cara, «signo de la ola» y matidez cambiante del abdomen aunadas a la ictericia ya mencionada, las constantes vitales son normales.

Durante su estancia hospitalaria los laboratorios demuestran anemia normocítica-normocrómica, patrón colestásico y de lesión hepatocelular (hiperbilirrubinemia a expensas de la directa, elevación de transaminasas y gamma-glutamil transferasa). Se realizan además marcadores tumorales: alfa-fetoproteína, antígeno carcinoembrionario y gonadotropina coriónica humana en rangos dentro de la normalidad, panel viral negativo.

Al realizar la ecografía hepatobiliar en escala de grises y modo Doppler color se advierten múltiples lesiones hepáticas de morfología y tamaño variable, la mayoría de ellas hiperecogénicas, circunscritas, con discreto flujo vascular periférico, así mismo se identifica gran cantidad de líquido libre intraabdominal (Fig. 1). Se llevó a cabo tomografía abdominal



**FIGURA 1.** **A:** ecografía abdominal que muestra bordes hepáticos lobulados. **B:** el parénquima hepático es heterogéneo con múltiples lesiones nodulares no circunscritas de ecogenicidad variable predominantemente ecogénicas. **C:** flujo vascular periférico a la aplicación de caja Doppler color. Se observa además líquido libre intraabdominal.

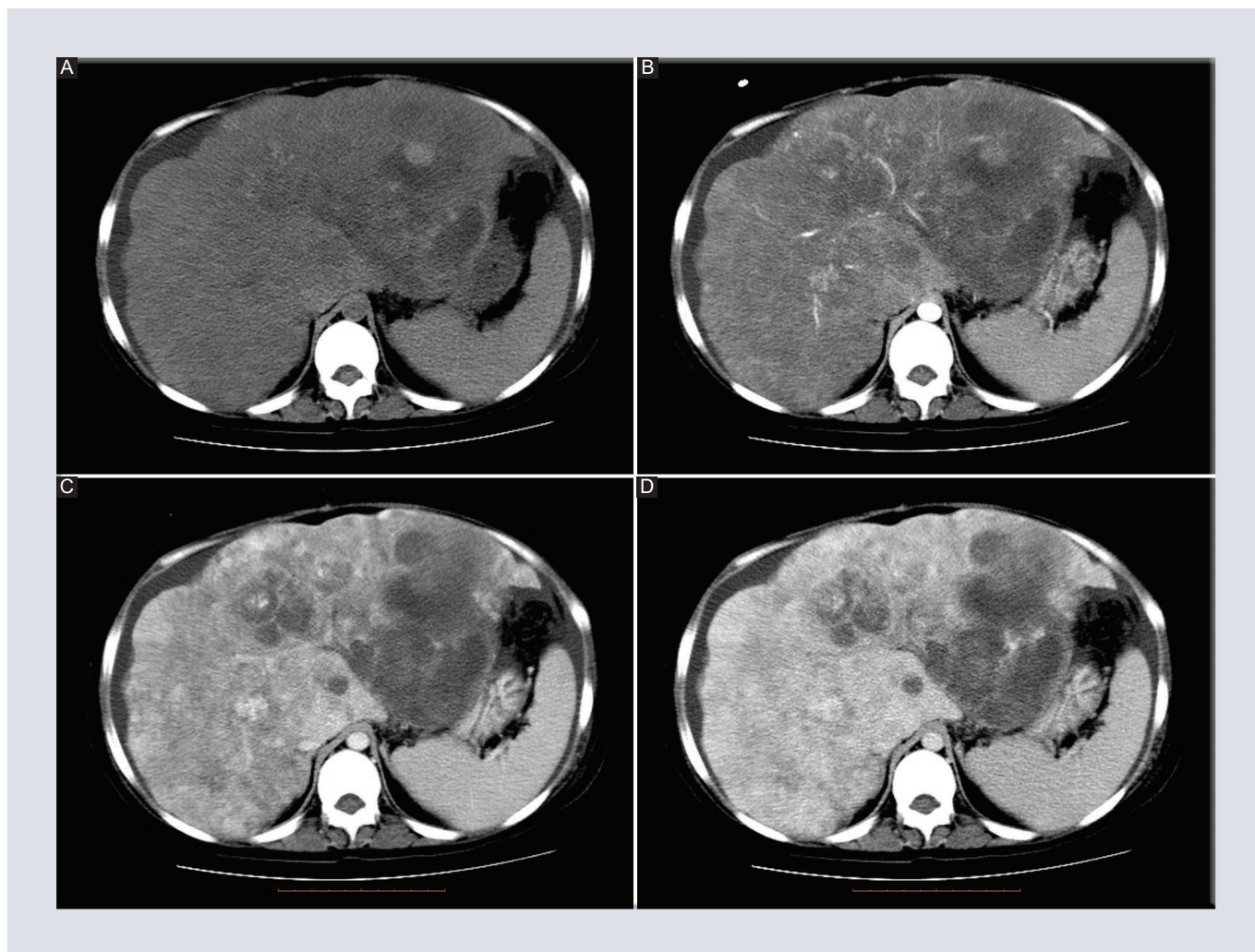
con protocolo trifásico de hígado para caracterización de las lesiones, las cuales se distribuyen de forma aleatoria en el parénquima hepático, son de densidad hemática, presentan realce leve y heterogéneo en la fase arterial, presencia de focos hemorrágicos, así como otros de baja atenuación en lóbulo izquierdo en fase simple, en fase arterial muestran realce periférico, con opacificación progresiva en fase venosa portal y de equilibrio (Fig. 2). Las cualidades radiológicas de las lesiones nos orientan hacia el diagnóstico presuntivo de peliosis hepática, misma que es confirmada en el estudio histopatológico, en este último se identifica dilatación e irregularidad de los sinusoides hepáticos con abundantes eritrocitos en su interior (Fig. 3). La paciente fue estabilizada, egresada a su domicilio y actualmente se encuentra en espera de trasplante hepático.

## DISCUSIÓN

La peliosis es un trastorno benigno poco común que condiciona dilatación de los

sinusoides hepáticos u otros órganos del sistema reticuloendotelial y por consiguiente múltiples espacios lacunares ocupados por sangre en el parénquima del órgano afectado. «Peliosis» es un término derivado del griego *pelios*, que significa «oscuro» o «púrpura», refiriéndose al color que adquieren los órganos afectados por dicha patología<sup>1</sup>. El hígado es el órgano mayormente afectado, sin embargo la peliosis se ha identificado en bazo, ganglios linfáticos y otros órganos (incluida médula ósea, pulmones, pleura, riñones, glándulas suprarrenales, estómago e íleon). El tamaño de las lesiones puede variar desde 1 mm a varios centímetros. Puede ocurrir a cualquier edad y generalmente se desarrolla en adultos sin tener predominio de sexo<sup>1,2</sup>.

Los esteroides, los anticonceptivos hormonales y otras fuentes de estrógenos exógenos, el tamoxifeno, la terapia con inmunoglobulinas y la azatioprina suelen estar asociados con la peliosis hepática<sup>2,3</sup>. También se ha informado en pacientes con neoplasias malignas, trastornos hematológicos (p. ej., enfermedad de



**FIGURA 2.** Tomografía abdominal trifásica. Hígado de bordes lobulados, heterogéneo con múltiples lesiones amorfas de distribución difusa, las de mayor tamaño muestran áreas hipodensas centrales que sugieren necrosis, de predominio en el lóbulo izquierdo. **A:** presencia de focos hiperdensos que representan hemorragia, visibles en fase simple. **B:** realce heterogéneo de predominio periférico desde la fase arterial. **C:** fase portal. **D:** fase de equilibrio con realce progresivo centrípeto característico de estas lesiones.

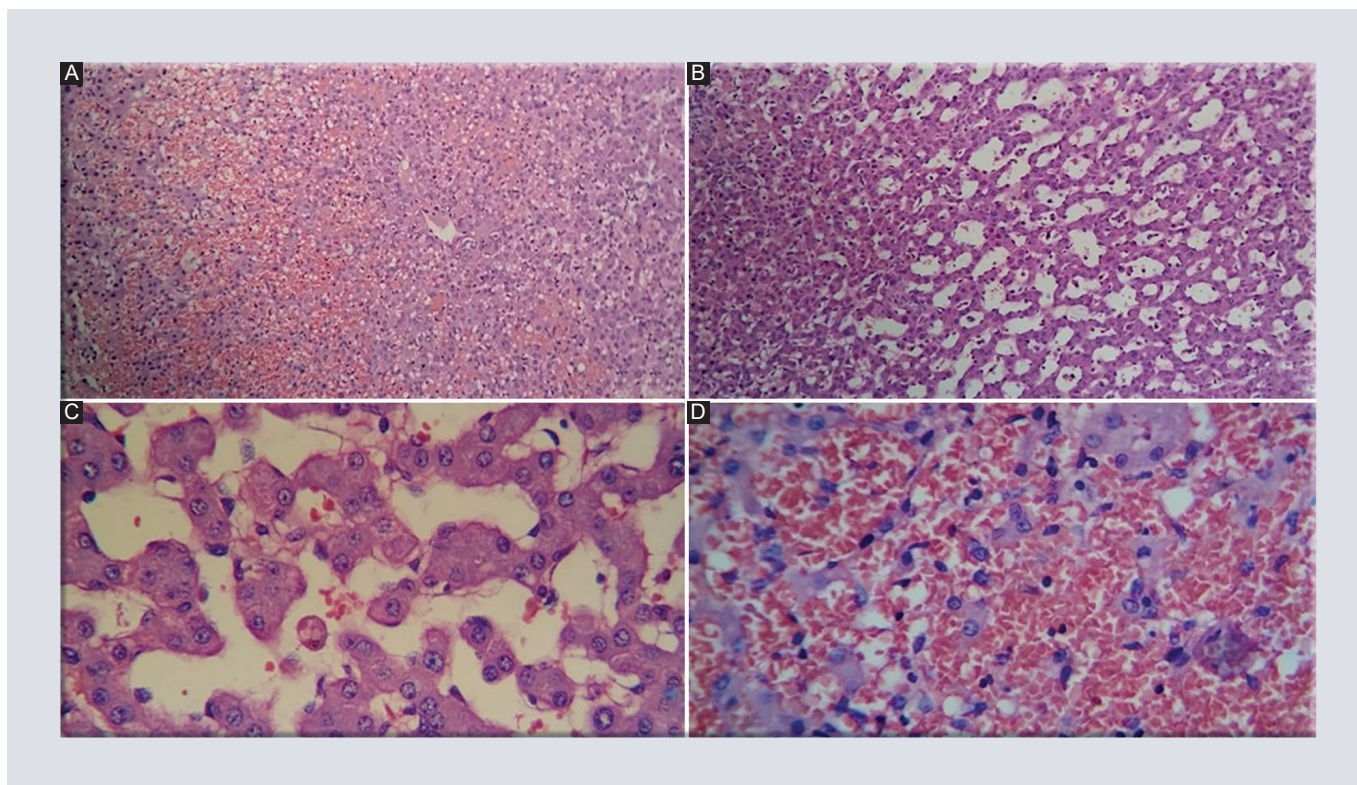
Hodgkin y mieloma múltiple), trasplantes e infecciones crónicas (especialmente tuberculosis pulmonar e infecciones por VIH)<sup>3,4</sup>.

La peliosis hepática a menudo es asintomática y, por lo tanto, se diagnostica de manera incidental durante la necropsia. En caso de presentar lesiones extensas o múltiples el paciente puede cursar con hepatomegalia, ascitis, hipertensión portal, colestasis e insuficiencia hepática. El dolor abdominal intenso se produce

como resultado de una ruptura de víscera sólida y/o una hemorragia intraperitoneal<sup>4</sup>.

Los hallazgos de imagen de la peliosis hepática varían de acuerdo con las diversas etapas del componente sanguíneo de las lesiones: hemorragia activa o bien los estados de degradación de la hemoglobina, así como de otros hallazgos como esteatosis hepática u otras lesiones benignas (p. ej., hemangiomas) o malignas (p. ej., hepatocarcinoma).





**FIGURA 3.** Cortes histológicos teñidos con hematoxilina-eosina, que muestran los sinusoides hepáticos dilatados e irregulares con presencia de eritrocitos intraluminales. **A:** imagen con aumento 10x. **B:** imagen con aumento 20x. **C-D:** imagen con aumento 40x.

## Hallazgos ecográficos

La ecografía convencional en escala de grises muestra lesiones hipoecoicas y homogéneas en pacientes con esteatosis, lesiones hiperecoicas en pacientes al no asociarse con esteatosis y lesiones heterogéneas de predominio hipoecoicas al existir hemorragia crónica<sup>5</sup>. Con la exploración en el modo Doppler color es posible evidenciar flujo vascular tanto periférico como intralesional.

## Hallazgos tomográficos

En la tomografía computarizada (TC) sin contraste, las lesiones peliósicas suelen aparecer como múltiples áreas de baja

atenuación (sangrado crónico). Los hallazgos de la TC varían con el tamaño de las lesiones, la presencia o ausencia de trombo dentro de las cavidades y la presencia de hemorragia activa, en este caso en particular las lesiones mostrarán un importante aumento de la densidad radiológica. Es difícil diferenciar las lesiones menores de 1 cm de diámetro del tejido sano, dada la densidad propia del tejido hepático considerado normal, en el rango de 40-60 UH<sup>5,6</sup>. Las calcificaciones en las lesiones pelióticas son infrecuentes.

En la TC con contraste, las lesiones pelióticas pueden hipoatenuar el parénquima hepático en las primeras adquisiciones y tienden a aislarse progresivamente con el

tiempo. Además, algunas lesiones también pueden mostrar áreas de mayor atenuación. En particular, las cavidades más grandes que se comunican con los sinusoides sanos muestran la misma atenuación de los vasos sanguíneos, mientras que las cavidades trombosadas tienen el mismo aspecto que los nódulos sin realce. Durante la fase arterial las lesiones pelióticas suelen mostrar un realce nodular temprano y múltiples acumulaciones pequeñas de material de contraste en el centro de las lesiones (el llamado signo diana)<sup>6</sup>. En la fase venosa portal se observa progresión centrífuga de realce sin efecto de masa sobre los vasos hepáticos, sin embargo el realce puede presentar patrón centrípeto también<sup>7,8</sup>. En la fase venosa tardía los hallazgos son similares a la fase venosa portal de forma difusa tardía en el tipo flebectásico de peliosis hepática (debido a la falta de necrosis parenquimatosa hemorrágica). Esta acumulación de material de contraste en la fase tardía es útil en el diagnóstico diferencial con otras lesiones hepáticas focales que no muestran acumulación de sangre. En algunos casos, las lesiones pelióticas pequeñas (< 2 cm) muestran hiperatenuación en las imágenes tanto en la fase arterial como en la fase portal<sup>8</sup>.

## CONCLUSIÓN

La peliosis hepática es una condición infrecuente en nuestro medio cuya etiología no ha sido establecida, no obstante, se han identificado múltiples factores asociados a esta patología. En el caso expuesto previamente el agente causal más probable es el uso prolongado de anticonceptivos hormonales

(6 años aproximadamente). Dicho factor aunado a la terapia de reemplazo hormonal por múltiples situaciones (ya sea por condiciones fisiológicas como el climaterio, contracepción, terapia hormonal por transiciones de sexo, o bien los utilizados para el rendimiento físico) se presentan cada vez con mayor frecuencia en nuestro entorno debido a la accesibilidad de los fármacos y la poca regulación de estos. A pesar de ello no se ha dilucidado la causa específica de la peliosis y continúa siendo asociada con otras afecciones hepáticas benignas como adenoma e hiperplasia nodular, y malignas, por ejemplo las metástasis. Todas estas patologías se presentan de forma similar en los estudios de imagen con algunas variaciones en el patrón de realce en tomografía trifásica de acuerdo con las etapas de la degradación de la hemoglobina, así como la presencia de trombos o hemorragia activa, por lo tanto el estudio histológico de las lesiones es fundamental para establecer un correcto diagnóstico.

## FINANCIAMIENTO

Los autores declaran que no hubo financiamiento.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se

han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Choi HH, Manning MA, Mehrotra AK, Wagner S, Jha RC. Primary hepatic neoplasms of vascular origin: key imaging features and differential diagnoses with radiology-pathology correlation. *AJR Am J Roentgenol.* 2017;209(6):350-9.
2. Iannaccone R, Federle MP, Brancatelli G, Matsui O, Fishman EK, Narra VR, et al. Peliosis hepatis: spectrum of imaging findings. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;187(1):43-52.
3. Savastano S, San Bortolo O, Velo E, Rettore C, Altavilla G. Pseudotumoral appearance of peliosis hepatis. *AJR Am J Roentgenol.* 2005;185(2):558-9.
4. Perkocha LA, Geaghan SM, Yen TS, Nishimura SL, Chan SP, Garcia-Kennedy R, et al. Clinical and pathological features of bacillary peliosis hepatis in association with human immunodeficiency virus infection. *N Engl J Med.* 1990;323(23):1581-6.
5. Elsayes KM, Shaaban AM, Rothan SM, Javadi S, Madrazo BL, Castillo RP, et al. A comprehensive approach to hepatic vascular disease. *Radiographics.* 2017;37(3):813-36.
6. Murakami T, Tsurusaki M. Hypervascular benign and malignant liver tumors that require differentiation from hepatocellular carcinoma: key points of imaging diagnosis. *Liver Cancer.* 2014;3(2):85-96.
7. Ianora AA, Memeo M, Sabba C, Cirulli A, Rotondo A, Angelelli G. Hereditary hemorrhagic telangiectasia: multi-detector row helical CT assessment of hepatic involvement. *Radiology.* 2004;230(1):250-9.
8. Gouya H, Vignaux O, Legmann P, de Pigneux G, Bonnin A. Peliosis hepatis: triphasic helical CT and dynamic MRI findings. *Abdom Imaging.* 2001;26(5):507-9.

# Conexión anómala total de venas pulmonares de tipo infracardiaco. Presentación de un caso y revisión de la literatura

*Infracardiac type total anomalous pulmonary venous connection.*

*A clinical case presentation and literature review*

José A. Castro-Ibáñez<sup>1\*</sup>, Rocío G. Cordero-Suárez<sup>2</sup>, Oscar G. García-Ruiz<sup>2</sup> y Martha A. Hernández-González<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica, Hospital de Especialidades No. 1; <sup>2</sup>Servicio de Cardiología Pediátrica, Hospital de Especialidades No. 48;

<sup>3</sup>División de Investigación en Salud, Hospital de Especialidades No. 1, Unidad Médica de Alta Especialidad, Centro Médico Nacional del Bajío, Instituto Mexicano del Seguro Social. León de los Aldama, Gto., México

## RESUMEN

La conexión anómala total de venas pulmonares de tipo infracardiaco es una patología rara cuyo diagnóstico se realiza por ecocardiografía transtorácica (ETT). Sin embargo, debido a sus limitaciones, la angiotomografía computarizada de tórax (ATCT) surgió como modalidad complementaria preferida por su alta resolución, así como la capacidad de reconstrucción multiplanar y 3D, que son indispensables para una correcta evaluación anatómica y planificación quirúrgica. Se presenta el caso clínico de un paciente pediátrico en el que se realizó ATCT complementaria a un estudio de ETT para determinar el tamaño, número y conexión de las venas pulmonares.

**Palabras clave:** Conexión anómala total de venas pulmonares de tipo infracardiaco. Ecocardiografía transtorácica. Cardiopatía congénita. Angiotomografía computarizada de tórax.

## ABSTRACT

Infracardiac type total anomalous pulmonary venous connection is a rare congenital vascular malformation. It is diagnosed with transthoracic echocardiogram (TTE). However, due to its limitations, computed tomography angiography of thorax (CTAT) has been used

### \*Correspondencia:

José A. Castro-Ibáñez

E-mail: alfredoimagen91@gmail.com

1665-2118/© 2023 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permalyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Recibido: 15-01-2021

Aceptado: 16-05-2023

DOI: 10.24875/ARM.21000010

as a complementary modality and is preferred since it has a higher resolution and 3D multiplane reconstruction, which are necessary for a complete anatomical evaluation and surgical planning. This clinical presentation is of a pediatric patient; a CTAT was performed complementary to a TTE to determine the size, number and pulmonary vein connections.

**Keywords:** Infracardiac type total anomalous pulmonary venous connection Transthoracic echocardiogram. Congenital heart defect. Computed tomography angiography of thorax.

## INTRODUCCIÓN

La conexión anómala total de venas pulmonares (CATVP) es una enfermedad cardíaca congénita caracterizada por la ausencia de unión entre las venas pulmonares y la aurícula izquierda del corazón<sup>1-5</sup>. Las venas de ambos pulmones se conectan detrás de la aurícula izquierda en una confluencia y a través de un canal venoso se unen a la aurícula derecha, alguna de sus tributarias sistémicas o de forma mixta<sup>6-8</sup>.

Darling et al.<sup>7</sup> clasificaron la CATVP en cuatro tipos: supracardiaco, cardíaco, infracardiaco y mixto, dependiendo de si el sitio o sitios de conexión de la vena de drenaje es con las venas sistémicas, la aurícula derecha o una combinación<sup>6,9,10</sup>.

En la CATVP de tipo infracardiaco se encuentra un colector venoso retropericárdico en el que las venas pulmonares de ambos pulmones confluyen y drenan a través de una «vena vertical» que viaja con el esófago, atraviesa el diafragma y se une a alguna vena suprahepática, conducto venoso, vena cava inferior, sistema ácigos, vena esplénica, vena mesentérica superior o a la vena porta. En esta patología se puede encontrar el cuerpo de la aurícula izquierda hipoplásico, con una

válvula mitral y ventrículo izquierdo morfológicamente normales o con cierto grado de hipoplasia. Este tipo de CATVP presenta una alta incidencia de obstrucción venosa pulmonar que puede llevar a la muerte prematura si no se realiza un diagnóstico correcto y una corrección quirúrgica temprana<sup>2,8</sup>.

El propósito de este estudio es presentar el caso de un paciente de dos meses de edad con diagnóstico de CATVP de tipo infracardiaco, ya que es una cardiopatía congénita rara y con un alto porcentaje de complicaciones y mortalidad, lo que hace importante tener un amplio conocimiento para poder de interpretar los hallazgos con precisión. También se pretende destacar la utilidad e importancia la de angiotomografía computarizada de tórax (ATCT) como un estudio de imagen complementario a la ecocardiografía transtorácica (ETT), en la cual se puede realizar una evaluación concreta de los detalles anatómicos de esta patología, ya que son cruciales para guiar la toma de decisiones y planeación quirúrgica.

## PRESENTACIÓN DEL CASO

Paciente de 2 meses de edad, que nace de un embarazo normoevolutivo a las 40 semanas

de gestación por parto eutócico con un peso de 3,050 g, el cual respiró y lloró al nacer.

Inicia un mes posterior al nacimiento con fallo de medro, dificultad respiratoria, cianosis central progresiva y alteración en el estado de alerta, por lo que acuden a urgencias.

A la exploración física se encuentra con dificultad respiratoria, hipoactivo, con mala perfusión tisular y cianosis central, por lo que requiere apoyo mecánico ventilatorio. El precordio se encuentra rítmico, hipodinámico, con soplo sistólico en el cuarto espacio intercostal, grado III/VI, con segundo ruido reforzado. Presencia de hepatomegalia, pulsos periféricos filiformes y llenado capilar retardado.

Es valorado por el servicio de cardiopediatría, encontrando en la ETT CATVP de tipo infracardiaco, por lo que se solicitó ATCT, para establecer el tamaño, número y conexión de venas pulmonares, donde se reportó como hallazgos positivos: CATVP tipo infracardiaco con conexión portal, persistencia del conducto arterioso (PCA), comunicación interauricular (CIA) y atelectasias en lóbulos inferiores bilaterales (Figs. 1-4).

El plan de manejo sugerido fue la corrección quirúrgica a la mayor brevedad posible.

## DISCUSIÓN

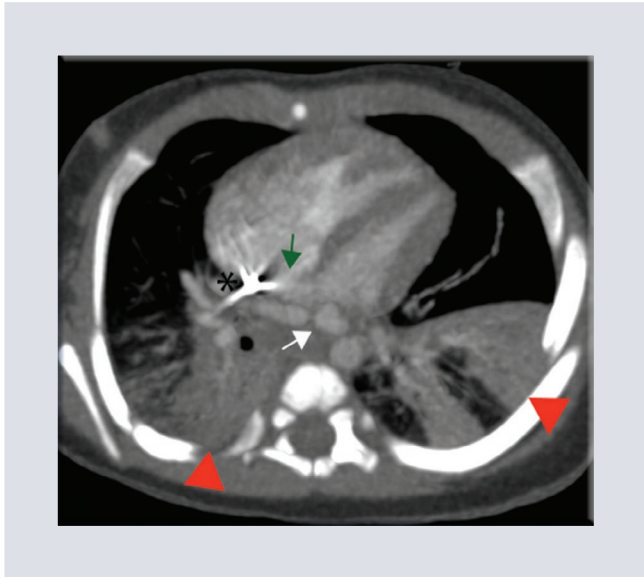
La CATVP resulta de la falla de la vena pulmonar común para fusionarse con la aurícula izquierda o la atresia de la vena pulmonar común, con persistencia de las conexiones de venas esplácnicas primitivas de las venas



**FIGURA 1.** Reconstrucción 3D. Vista posteroanterior de la confluencia de las cuatro venas pulmonares (puntas de flecha blanca) al colector (flecha blanca), el cual drena en la vena porta (punta de flecha gris) a través de la vena vertical (flecha gris).

pulmonares a las venas sistémicas cardinales y/o umbilicovitelinas, llegando el flujo de esa forma a la aurícula derecha. La CATVP de tipo infracardiaco (como en el caso de nuestro paciente) es el resultado de la conexión persistente con las venas umbilicovitelinas<sup>4,5,11-14</sup>.

La CATVP es una cardiopatía con cortocircuito mixto, que en corazones con concordancia ariculoventricular y ventriculoarterial representa el 1-3% de las cardiopatías congénitas<sup>2</sup>, con una incidencia reportada de 7 por 100,000 nacidos vivos<sup>5</sup>. Es una condición cianótica con la tasa de detección prenatal más baja<sup>5,11</sup>, como en nuestro paciente, en el que el diagnóstico se realizó hasta dos meses

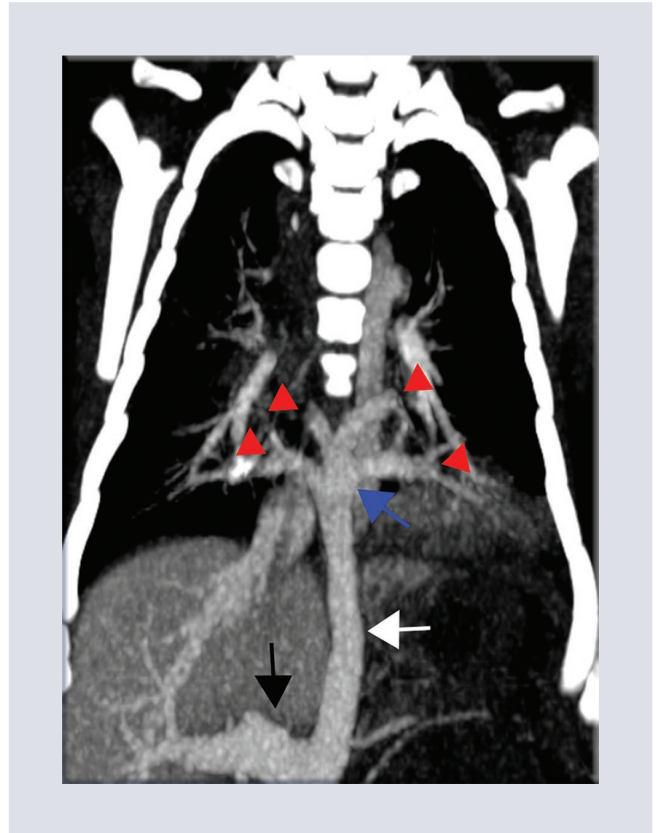


**FIGURA 2.** ATCT con MIP. Se observa CIA (flecha verde), colector retroauricular izquierdo (flecha blanca) y atelectasias en lóbulos inferiores de ambos pulmones (puntas de flecha roja). Artefacto por endurecimiento de rayo de catéter venoso central (asterisco).  
ATCT: angiotomografía computarizada de tórax;  
CIA: comunicación interauricular; MIP: proyección de máxima intensidad.

después del nacimiento. En el 40% de los pacientes se suele asociar con síndrome de heterotaxia, isomerismo derecho y poliesplenia o asplenia<sup>7</sup>.

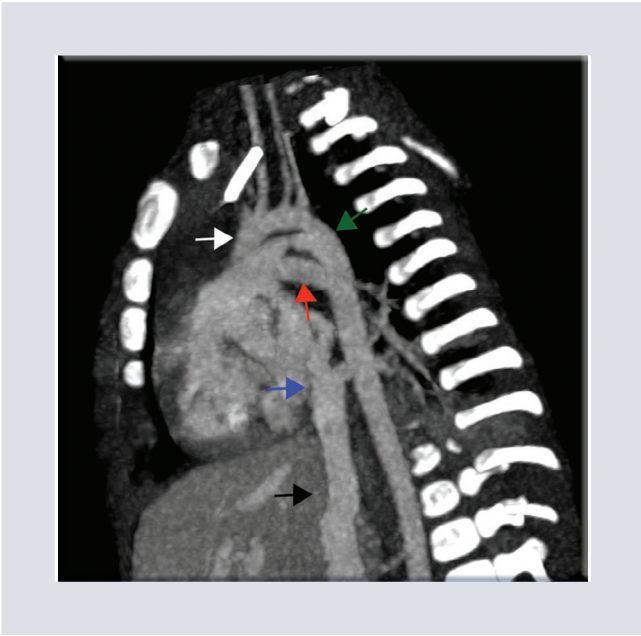
En general, la CAVTP puede ocurrir aislada (con CIA, PCA o ambas, como en el caso de nuestro paciente) o asociada con otras malformaciones cardíacas<sup>15</sup>. Para la supervivencia posparto de los pacientes es necesaria la presencia de un cortocircuito derecha-izquierda, que puede ser a través de una CIA de tamaño variable. Cuando el tabique interauricular raramente está íntegro, no existe derivación de la sangre del lado derecho al izquierdo del corazón, lo que produce la muerte de forma instantánea<sup>1,3,7,13</sup>.

De los cuatro tipos de CATVP, el infracardiaco (como en el caso presentado) representa el



**FIGURA 3.** ATCT, reconstrucción coronal oblicua con MIP. Vista anteroposterior de la confluencia de las cuatro venas pulmonares (puntas de flecha roja) al colector retroauricular izquierdo (flecha azul), el cual drena en la vena porta (flecha negra) a través de la vena vertical (flecha blanca).  
ATCT: angiotomografía computarizada de tórax; MIP: proyección de máxima intensidad.

25%<sup>1,2</sup>. Las cuatro venas pulmonares drenan en una confluencia posterior a la aurícula izquierda y una vena vertical, originada en este sitio, desciende anterior al esófago y pasa a través del hiato esofágico del diafragma, para drenar en la vena porta, que es el sitio más frecuente, como en este paciente (Figs. 3 y 4); con menor medida puede drenar en las venas suprahepáticas, conducto venoso, vena cava inferior, sistema ácigos, vena esplénica o vena mesentérica superior<sup>3,6,12,13</sup>. En este tipo se describe un patrón en árbol de navidad invertido, formado por la orientación vertical de la confluencia de las venas pulmonares superiores e



**FIGURA 4.** ATCT, reconstrucción sagital oblicua con MIP. Se identifica arco aórtico (flecha blanca), PCA (flecha verde) y arteria pulmonar izquierda (flecha roja). Se observa el colector retroauricular izquierdo (flecha azul) y la vena vertical (flecha negra).

ATCT: angiotomografía computarizada de tórax; MIP: proyección de máxima intensidad; PCA: persistencia del conducto arterioso.

inferiores, las cuales se unen por separado a lo largo de la vena vertical (Fig. 3)<sup>5</sup>. La obstrucción venosa se presenta aproximadamente con una incidencia del 95-100%<sup>8,16</sup>. La obstrucción de la vena vertical puede ser anatómica de tipo extrínseca (al pasar por el hiato esofágico del diafragma) o intrínseca (por estenosis del colector). La obstrucción de tipo funcional se produce cuando la conexión anómala es en la vena porta y la alta resistencia del flujo sanguíneo intrahepático impide el paso del flujo sanguíneo venoso del drenaje pulmonar hacia el corazón<sup>3,11,12,14</sup>, como lo que sucedió con nuestro paciente. Los neonatos con obstrucción del flujo venoso pulmonar suelen presentarse con dificultad respiratoria y cianosis, así como con insuficiencia cardiaca congestiva, que son hallazgos predictores de mortalidad<sup>1</sup>, como lo que pasó en nuestro caso.

El método de referencia durante muchos años para la evaluación de CATVP ha sido la angiografía cardiaca<sup>17</sup>. Sin embargo, a pesar de que se puede combinar una evaluación hemodinámica y anatómica durante el procedimiento, tiene desventajas como la dosis de radiación ionizante, la dificultad para observar el sistema vascular pulmonar y sistémico al mismo tiempo, la superposición de estructuras vasculares adyacentes, el no poder valorar enfermedades asociadas de la vía aérea y complicaciones como la disección vascular<sup>6,9,15,17</sup>. Por lo tanto resulta necesario que para la evaluación de la CATVP de tipo infracardiaco se emplee otro método de imagen eficaz y no invasivo.

La ETT se considera la modalidad inicial, ya que posee una sensibilidad y especificidad del 97 y 99% para su detección y diagnóstico, con una concordancia con la cirugía del 61%<sup>4,6,8,12,15</sup>. Por este método se ha demostrado una evaluación anatómica completa y fiable de todas las venas pulmonares y defectos cardiacos<sup>4,13</sup>. Además, es posible observar el tipo de CATVP, la presencia de compresión de la vena vertical, la existencia de CIA restrictiva y se puede evaluar la velocidad de la sangre de la vena pulmonar estenótica para determinar la gravedad de la obstrucción<sup>2,8</sup>. Entre las desventajas encontramos que es una modalidad dependiente del operador, la ventana acústica puede ser deficiente y el pequeño campo de visión. Estos pueden condicionar la mala visualización de las estructuras vasculares extracardiacas como la aorta distal, troncos supraaórticos, porción distal de arterias pulmonares, venas pulmonares y en el caso especial de la CATVP de tipo infracardiaco, el sitio de drenaje y la obstrucción de la vena vertical<sup>6,12,13,15-17</sup>.



La ETT puede permitir la planificación quirúrgica del cirujano. Sin embargo, cuando esto no es suficiente, como en el caso de no encontrar el sitio de drenaje de la vena vertical en la CATVP de tipo infracardiaco, en algunos pacientes se necesitan estudios de imagen complementarios como la ATCT o angiorrsonancia magnética de tórax<sup>5,8,13</sup>.

La resonancia magnética posee una gran capacidad para proporcionar información anatómica y fisiológica, por lo que sumado a que no utiliza radiación ionizante, podría ser considerada la mejor técnica no invasiva para el diagnóstico de CATVP de tipo infracardiaco. Sin embargo, debido al gran porcentaje de pacientes que se presentan con datos de obstrucción y mal estado clínico en esta patología, la prolongada duración del estudio es uno de los mayores inconvenientes<sup>4,8,15,16</sup>.

Tras realizarle a nuestro paciente la ETT y no poder observar de manera adecuada el sitio de conexión de la vena vertical, se solicitó una ATCT, que es la modalidad de imagen complementaria preferida en este tipo de patologías, puesto que es una técnica de imagen no invasiva con alta resolución espacial, lo que permite la valoración de estructuras cardiovasculares y extravasculares, superando ampliamente las limitaciones de la ETT y proporcionando a los cirujanos la mayor información requerida para la valoración quirúrgica<sup>6,8,12,14-17</sup>. La ATCT se encuentra disponible en muchos departamentos de radiología del país, cuyas principales ventajas son la capacidad de reconstrucción multiplanar y 3D. Además, los rápidos tiempos de adquisición permiten la definición urgente de la anatomía venosa pulmonar en pacientes con obstrucción gravemente enfermos y el uso de sedación a corto o nulo plazo<sup>2,4-6,9,11,15-17</sup>.

Entre las desventajas encontramos la visualización deficiente de las estructuras intracardiacas, las reacciones adversas por utilizar medio de contraste yodado y la elevada exposición a la radiación<sup>4,15,16</sup>, aunque en los últimos años se han introducido técnicas de reducción de dosis<sup>17</sup>. Se ha encontrado una sensibilidad y especificidad del 100% en la ATCT para la descripción correcta de la estenosis, el curso y sitio de drenaje de la vena vertical, lo que la hace superior a la ETT<sup>8</sup>.

En nuestro paciente se utilizó un tomógrafo de 64 detectores, lo que permitió un alto volumen de cobertura, que hizo posible una evaluación más precisa y rápida de la anatomía, así como menor exposición a la radiación. Se logró localizar el sitio de conexión anómala, la obstrucción del colector y la comunicación interatrial, que son los tres aspectos centrales de interés clínico y quirúrgico<sup>3</sup>.

El objetivo de la cirugía es integrar el colector con la aurícula izquierda, cuya tasa de supervivencia después de la corrección ha mejorado. Se ha reportado una mortalidad temprana inferior al 10% y las incidencias informadas de obstrucción venosa después de la reparación son del 5-10%<sup>3,10</sup>.

## CONCLUSIÓN

La CATVP de tipo infracardiaco es una malformación poco frecuente con una alta incidencia de obstrucción venosa que puede condicionar deterioro crítico del estado clínico del paciente e incluso la muerte si no se llega a un diagnóstico y corrección quirúrgica inmediata. Aunque se puede sospechar de esta cardiopatía por ETT, en ocasiones la falta de ventanas acústicas

puede limitar la visualización de las venas pulmonares en especial del sitio de conexión de la vena vertical y de los sitios de obstrucción. Es por eso que las imágenes de ATCT se deben utilizar de forma complementaria, pues el corto tiempo de adquisición de imágenes, la alta resolución de los detalles anatómicos, la capacidad de reconstrucción multiplanar y 3D la convierten en una modalidad de imagen imprescindible. Por ello, el médico radiólogo debe estar familiarizado con la compleja anatomía y morfología de esta patología, para poder proporcionar una detallada descripción de los hallazgos en el reporte, lo cual ayudará a planear una adecuada corrección quirúrgica.

## FINANCIAMIENTO

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las autoridades de su institución.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se

han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ferguson EC, Krishnamurthy R, Oldham SAA. Classic imaging signs of congenital cardiovascular abnormalities. *RadioGraphics*. 2007;27(5):1323-34.
2. Aroca Á, Polo L, Bret M, López-Ortego P, González Á, Villagrà F. Drenaje venoso pulmonar anómalo total. Técnicas y resultados. *Cir Cardio*. 2014;21(2):90-6.
3. Muñoz Castellanos L, Sánchez Vargas CA, Kuri Nivon M. Estudio morfológico de la conexión anómala total de venas pulmonares. *Arch Caldiol Méx*. 2007;77:265-74.
4. Porres DV, Morenza ÓP, Pallisa E, Roque A, Andreu J, Martínez M. Learning from the pulmonary veins. *RadioGraphics*. 2013;33(4):999-1022.
5. Files MD, Morray B. Total anomalous pulmonary venous connection: preoperative anatomy, physiology, imaging, and interventional management of postoperative pulmonary venous obstruction. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2017;21(2):123-31.
6. Goo HW, Park I-S, Ko JK, Kim YH, Seo D-M, Yun T-J, et al. CT of congenital heart disease: normal anatomy and typical pathologic conditions. *RadioGraphics*. 2003;23(suppl\_1):S147-S65.
7. Bernal Garnes N, Méndez Díaz C, Soler Fernández R, Rodríguez García E. Resonancia magnética en la valoración de las conexiones venosas pulmonares anómalas. *Radiología*. 2016;58(2):111-9.
8. Shen Q, Pa M, Hu X, Wang J. Role of plain radiography and CT angiography in the evaluation of obstructed total anomalous pulmonary venous connection. *Pediatr Radiol*. 2013;43(7):827-35.
9. Cheng C, Kuang L-Q, Jiang M-R, Hu Y-J, Wang Y. Mixed supra- and intracardiac totally anomalous pulmonary venous connection in an adult female: pre- and postoperative evaluation with emphasis on MDCT angiographic advantages. *Heart Lung Circ*. 2015;24(11):e188-e92.
10. Ando M, Takahashi Y, Kikuchi T. Total anomalous pulmonary venous connection with dysmorphic pulmonary vein: a risk for postoperative pulmonary venous obstruction. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2004;3(4):557-61.

11. Hassani C, Saremi F. Comprehensive cross-sectional imaging of the pulmonary veins. *RadioGraphics*. 2017;37(7):1928-54.
12. Dyer KT, Hlavacek AM, Meinel FG, De Cecco CN, McQuiston AD, Schoepf UJ, et al. Imaging in congenital pulmonary vein anomalies: the role of computed tomography. *Pediatr Radiol*. 2014;44(9):1158-68.
13. Vyas HV, Greenberg SB, Krishnamurthy R. MR imaging and CT evaluation of congenital pulmonary vein abnormalities in neonates and infants. *RadioGraphics*. 2012;32(1):87-98.
14. Türkvatan A, Güzeltaş A, Tola HT, Ergül Y. Multidetector computed tomographic angiography imaging of congenital pulmonary venous anomalies: a pictorial review. *Can Assoc Radiol J*. 2017;68(1):66-76.
15. Liu J, Wu Q, Xu Y, Bai Y, Liu Z, Li H, et al. Role of MDCT angiography in the preoperative evaluation of anomalous pulmonary venous connection associated with complex cardiac abnormality. *Eur J Radiol*. 2012;81(5):1050-6.
16. Leschka S, Oechslin E, Husmann L, Desbiolles L, Marincek B, Genoni M, et al. Pre- and postoperative evaluation of congenital heart disease in children and adults with 64-section CT. *RadioGraphics*. 2007;27(3):829-46.
17. Raimondi F, Warin-Fresse K. Computed tomography imaging in children with congenital heart disease: indications and radiation dose optimization. *Arch Cardiovasc Dis*. 2016;109(2):150-7.

# PET/CT con hallazgo incidental de captación de $^{18}\text{F}$ -PSMA en paciente con COVID-19

## *PET/CT with incidental finding of $^{18}\text{F}$ -PSMA uptake in a patient with COVID-19*

Jhonatan Gómez-Domínguez\* y Jorge Schalch-Ponce de León

Departamento de PET/CT, Grupo CT Scanner San Ángel/Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México

### RESUMEN

Presentamos el caso de un paciente de sexo masculino referido a tomografía por emisión de positrones/tomografía computarizada (PET/CT) con antígeno de membrana específico de próstata marcado con flúor-18 por elevación progresiva del antígeno prostático específico con biopsias transrectales negativas. Además, cuenta con el antecedente de hospitalización debido a neumonía por coronavirus 2019 (COVID-19). Los hallazgos en PET/CT muestran captación focal del radiofármaco en ambos lóbulos prostáticos y las opacidades en vidrio deslustrado en ambos parénquimas pulmonares. A continuación, se revisará con más detalle el caso, así como la literatura sobre COVID-19 y captaciones de origen no prostático.

**Palabras clave:** PET/CT.  $^{18}\text{F}$ -PSMA. Tumores no prostáticos.

### ABSTRACT

We present the case of a male patient referred to positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) with fluor-18 labeled prostate-specific antigen due to progressive elevation of prostate-specific antigen with negative transrectal biopsies. Also, he has a history of hospitalization for coronavirus 2019 disease (COVID-19). PET/CT findings

**\*Correspondencia:**

Jhonatan Gómez-Domínguez

E-mail: jhonatangomdom@gmail.com

1665-2118/© 2023 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Recibido: 02-02-2021

Aceptado: 16-05-2023

DOI: 10.24875/ARM.21000017

show focal uptake of the radiopharmaceutical in both prostate lobes and ground-glass opacities in both lung parenchyma. Next, the case will be reviewed in more detail, as well as the literature on COVID-19 and uptakes of non-prostate.

**Keywords:** PET/CT.  $^{18}\text{F}$ -PSMA. Nonprostatic tumors.

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) está producida por el coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2). Los primeros casos en humanos de COVID-19 fueron reportados en Wuhan, China, en diciembre de 2019. Debido a la repentina y rápida progresión en el mundo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la pandemia el 12 de marzo del 2020<sup>1</sup>. El SARS-CoV-2 afecta principalmente al sistema respiratorio. En la serie de casos iniciales, los síntomas relacionados con la infección son fiebre, tos seca, disnea, cefalea, vómitos, diarrea y debilidad generalizada. La mortalidad de la enfermedad es mayor en la población adulta y la incidencia es menor en niños<sup>1,2</sup>.

## ROL DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE TÓRAX EN PACIENTES CON NEUMONÍA POR COVID-19

A pesar de que la cadena de la polimerasa con transcripción reversa (PCR-Tr) es la prueba de laboratorio necesaria para confirmar el diagnóstico de COVID-19, la tomografía computarizada (TC) de tórax simple es una herramienta valiosa en la evaluación inicial del paciente<sup>3</sup>. La sociedad de

Fleischner identifica tres escenarios donde la TC puede utilizarse como una herramienta en el diagnóstico inicial: a) pacientes con características respiratorias leves compatibles con COVID-19 pero con factores de riesgo para la progresión de la enfermedad; b) pacientes con características moderadas a graves de COVID-19, independientemente de los resultados de la prueba de PCR-Tr, y c) pacientes que presentan síntomas de moderados a graves dentro de una alta prevalencia del entorno de la enfermedad y con recursos de prueba limitados<sup>4</sup>.

La característica en TC más típica de la neumonía por COVID-19 son las opacidades en vidrio deslustrado bilaterales y multifocales. Generalmente predominan en la periferia posterior y basal de los pulmones, además se pueden encontrar otros hallazgos como opacidades lineales y patrón en *crazy paving*; por otra parte, no es común encontrar linfadenopatías, derrames pleurales y cavitación pulmonar<sup>5,6</sup>.

En aproximadamente el 10% de los pacientes con infección por SARS-CoV-2, el involucro pulmonar puede presentarse como consolidación arciforme o pseudonodular, lo que sugiere un patrón de neumonía organizada, en algunas ocasiones con signo de halo inverso similar al observado en otras enfermedades infecciosas. Los casos de

presentación unilateral se pueden observar en una etapa temprana de la infección<sup>5</sup>.

## Evolución de los hallazgos de la tomografía computarizada

En los pacientes en un estadio 1 de la enfermedad (0-4 días) la TC no muestran anomalías. En los casos que presentan anomalías, las opacidades en vidrio deslustrado periféricas son la manifestación más común, lo que indica que la enfermedad está invadiendo los bronquios terminales o los alveolos. En el caso de presentar patrón de atenuación en *crazy paving*, consolidaciones u opacidades lineales en esta etapa, indica una progresión rápida de la enfermedad con mal pronóstico. En la progresión de los días 5-8 (estadio 2) el patrón de atenuación en *crazy paving*, las consolidaciones y las opacidades lineales tienden a aumentar, lo que indica edema intersticial y exudado alveolar. En los días 9-13 (estadio 3) el involucro de las áreas pulmonares aumenta lentamente hasta alcanzar un pico y la consolidación se hace más evidente. Posterior a los 14 días (estadio 4) de haber iniciado la TC se caracteriza por una disminución gradual de la consolidación y las opacidades en vidrio esmerilado, mientras que los signos de fibrosis (incluidas bandas parenquimatosas, distorsión de la arquitectura y bronquiectasias por tracción) pueden manifestarse<sup>6-8</sup>.

En marzo del 2020, la sociedad radiológica holandesa inició una red para facilitar el desarrollo, disseminación de información y herramientas relacionadas con la COVID-19. Los autores desarrollaron un esquema de evaluación estandarizado para la afectación pulmonar que permitiría comparar datos

TABLA 1. CO-RADS (*COVID-19 Reporting and Data System*)

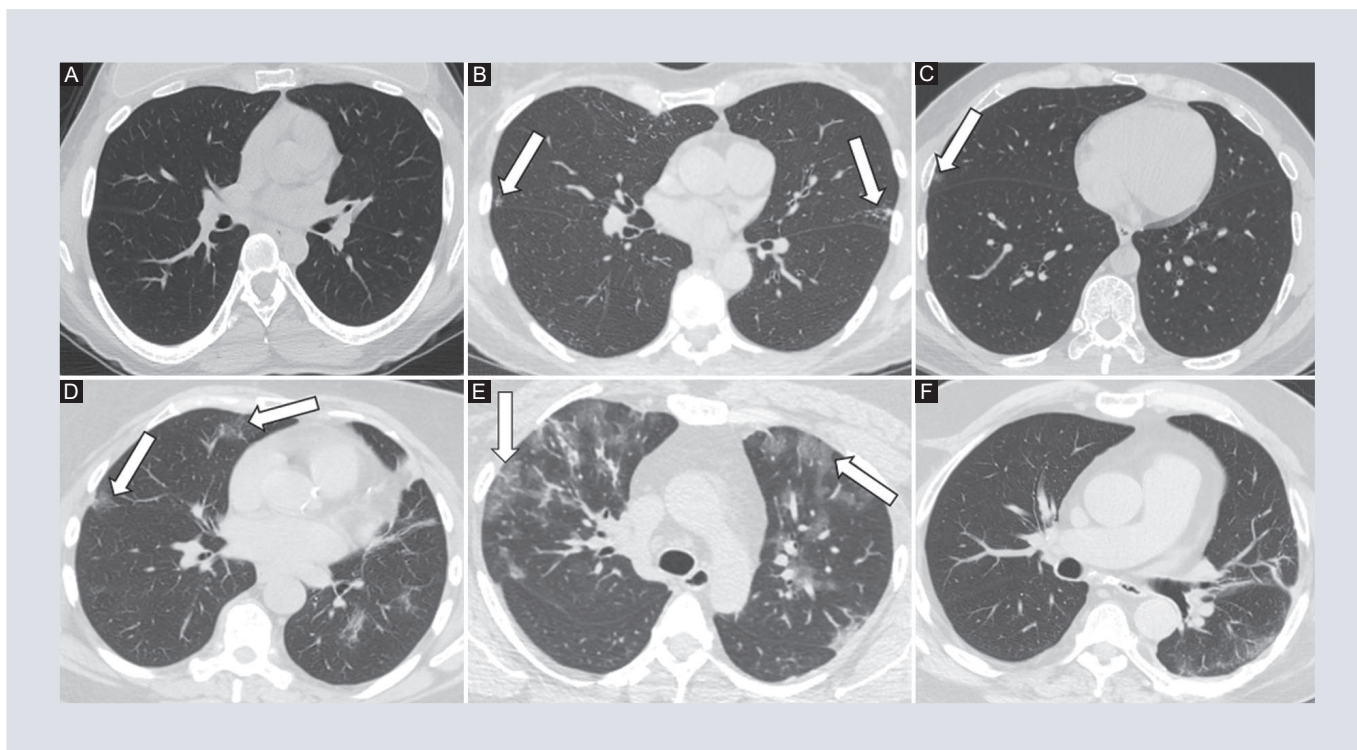
	Probabilidad de COVID-19	Hallazgos tomográficos
CO-RADS 1	No	La TC es normal o existen hallazgos que indican patología no infecciosa
CO-RADS 2	Bajo	Hallazgos consistentes con otras infecciones (no hay signos típicos de COVID-19)
CO-RADS 3	Moderado	Anomalías en la TC indican infección, pero no se sabe si la COVID-19 está involucrada
CO-RADS 4	Alto	Hallazgos sospechosos para COVID-19
CO-RADS 5	Muy alto	COVID-19 típica
CO-RADS 6	PCR +	

COVID-19: enfermedad por coronavirus 2019; TC: tomografía computarizada.

entre instituciones y poblaciones, por lo tanto, proporcionaría una base para recopilar evidencia científica y mejorar la comunicación con los médicos. Los autores eligieron el término sistema de informes y datos COVID-19 (CO-RADS, *COVID-19 Reporting and Data System*).

El CO-RADS proporciona un nivel de sospecha de afectación pulmonar de COVID-19 según las características observadas en la TC de tórax simple. El nivel de sospecha aumenta de muy bajo (CO-RADS categoría 1) a muy alto (CO-RADS categoría 5) (Tabla 1) (Fig. 1):

- CO-RADS categoría 1: la infección por SARS-CoV-2 es muy poco probable. La TC es normal o hay hallazgos que indican una enfermedad no infecciosa como insuficiencia cardiaca congestiva, sarcoide, histoplasmosis, malignidad, neumonía intersticial usual o neumonía intersticial no específica fibrótica (si no ha cambiado con respecto al examen anterior). Se debe



**FIGURA 1.** Imágenes TC de tórax en fase simple, corte axial con ventana para parénquima pulmonar. **A:** la TC no muestra anomalías que sugieran infección por SARS-CoV-2 (CO-RADS 1). **B:** parénquima pulmonar con presencia de nódulos centrilobulillares con tendencia a confluir en árbol de gemación localizadas en el lóbulo medio (flechas blancas), hallazgos compatibles con infección diferente a SARS-CoV-2 (CO-RADS 2). **C:** opacidad en vidrio deslustrado unilateral, periférica en el lóbulo medio (flecha blanca), dato que indica infección; sin embargo no se puede determinar involucro por COVID-19 (CO-RADS 3). **D:** opacidades en vidrio deslustrado con distribución periférica (flechas blancas), hallazgos sospechosos para COVID-19 (CO-RADS 4). **E:** opacidades en vidrio deslustrado con tendencia a la consolidación (flechas blancas), hallazgos típicos de COVID-19 (CORADS-5). **F:** opacidades en vidrio deslustrado en el lóbulo superior izquierdo, paciente con prueba PCR positiva (CORADS-6).

CO-RADS: *COVID-19 Reporting and Data System*; COVID-19: enfermedad por coronavirus 2019; PCR: reacción en cadena de la polimerasa; SARS-CoV-2: coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave; TC: tomografía computarizada.

- hacer una excepción durante los primeros días de una infección leve.
- CO-RADS categoría 2: implica una baja sospecha de involucro por COVID-19, encontrando hallazgos tomográficos que se puedan encontrar en otras infecciones respiratorias.
- CO-RADS categoría 3: las anomalías en la TC indican infección, pero no se sabe si la infección por COVID-19 está involucrada, como bronconeumonía generalizada, neumonía lobular, émbolos sépticos con opacidades en vidrio esmerilado.
- CO-RADS categoría 4: implica un alto nivel de sospecha de afectación pulmonar por COVID-19 según los hallazgos de la TC que son típicos, pero que también muestran cierta superposición con otras neumonías.
- CO-RADS categoría 5: implica un nivel muy alto de sospecha de afectación pulmonar por COVID-19 según los hallazgos en la TC. Las características son opacidades en vidrio esmerilado con o sin consolidaciones en las regiones pulmonares periféricas, incluidas las cisuras y una distribución bilateral multifocal<sup>9</sup>.

## PET/CT en los tiempos de COVID-19

La emergencia sanitaria por COVID-19 en el año 2020 determinó la reorganización de los sistemas de salud. Las medidas preventivas para limitar la propagación de la infección han determinado una disminución en el número de estudios de imagen diferentes a la COVID-19. Los pacientes con cáncer tienen un mayor riesgo de adquirir la infección y un peor pronóstico, ya que deben asistir a visitas médicas en diferentes centros hospitalarios, reciben tratamientos médicos y quirúrgicos, además deben someterse a estudios diagnósticos como la tomografía por emisión de positrones/tomografía computarizada (PET/CT), lo que ha condicionado hallazgos incidentales de la infección.

## ANTÍGENO DE MEMBRANA ESPECÍFICO DE LA PRÓSTATA

Es una proteína transmembrana de tipo II que actúa como una enzima glutamato carboxipeptidasa<sup>10</sup>, la expresión y localización del antígeno de membrana prostático específico (PSMA) en la próstata humana se asocia con el citoplasma y el lado apical del epitelio que rodea a los conductos, pero no en el epitelio basal, células neuroendocrinas o estromales. La transformación neoplásica del tejido prostático da como resultado la concentración del PSMA desde la membrana apical a la membrana luminal de los conductos<sup>11</sup>, lo que aumenta la sobreexpresión con el grado y el estadio del tumor<sup>12</sup>.

En el año 2012 Afshar-Oromieh et al., en el Hospital Universitario de Heidelberg

(Alemania), presentaron por primera vez imágenes de PET/CT con PSMA marcado con galio-68 ( $^{68}\text{Ga}$ -PSMA)<sup>13</sup>. El PSMA no tiene una expresión exclusiva en el cáncer de próstata, se ha documentado su expresión en glándulas lagrimales, salivales, submandibulares, hígado, bazo, intestino delgado y riñones formando parte de la biodistribución fisiológica del  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA<sup>10</sup>.

Sin embargo, entre las desventajas del  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA se encuentra su intensa acumulación en la vejiga, lo que puede dificultar la visualización en la próstata/lecho prostático. Otro desafío del  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA es que los generadores de  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$  solo pueden proporcionar una o dos eluciones por día, motivo por el cual se requiere de síntesis en diferentes momentos del día en una sola radiofarmacia. Estos resultados llevaron a la búsqueda de otros radioisótopos para marcar al PSMA, encontrando en el flúor 18 ( $^{18}\text{F}$ )-PSMA una menor excreción renal, una vida media más larga ( $^{68}\text{Ga}$ : 68 min vs.  $^{18}\text{F}$ : 110 min), lo que le permite una mejor disponibilidad, y finalmente la energía del  $^{18}\text{F}$  (0.65 MeV) es menor en comparación con la del  $^{68}\text{Ga}$  (1.90 MeV), lo que mejora la resolución espacial<sup>14</sup>.

## Indicaciones para PET/CT con PSMA

### LOCALIZACIÓN DE RECURRENCIA BIOQUÍMICA

Especialmente se recomienda para localizar el sitio de recurrencia en pacientes con niveles de entre 0.2 y 10 ng/dl de antígeno prostático específico (APE) y guiar potencialmente la terapia de rescate. La sensibilidad es más alta en pacientes que duplican el valor de APE en un periodo



corto de tiempo y en pacientes con el antecedente de un puntaje de Gleason alto (> 7).

### **ESTADIFICACIÓN PRIMARIA O PLANIFICACIÓN DE RADIACIÓN CON HAZ EXTERNO**

La posibilidad de metástasis en ganglios linfáticos y hueso aumenta en pacientes con enfermedad de alto riesgo (Gleason > 7, APE > 20 y estadio clínico T2c-3 a). La PET/CT con PSMA muestra superioridad en comparación con la TC, la resonancia magnética (RM) o la gammagrafía ósea en la detección de metástasis en la estadificación inicial.

### **ESTADIFICACIÓN ANTES Y DURANTE LA RADIOTERAPIA DIRIGIDA POR PSMA**

Antes de iniciar tratamiento con lutecio  $^{177}\text{Lu}$ -PSMA es necesario determinar la presencia e intensidad de la expresión de las lesiones al PSMA. La baja expresión de PSMA en las lesiones diana plantea una contraindicación para la terapia con radioligandos. En este sentido, los tumores avanzados (cáncer de próstata metastásico resistente a la castración) pueden presentar metástasis (fundamentalmente en el hígado) que sufren desdiferenciación y pierden la expresión de los ligandos para el PSMA.

### **BIOPSIAS PREVIAS NEGATIVAS Y ELEVACIONES PERSISTENTES DEL APE**

La biopsia por ecografía transrectal es actualmente la técnica principal para el diagnóstico de cáncer de próstata, sin embargo al no tener un enfoque dirigido aumentan la detección de enfermedades de bajo grado y

aproximadamente el 18% de los cánceres significativos se pasan por alto. La PET/CT con PSMA ha demostrado ser útil para guiar las biopsias en pacientes con alta sospecha de cáncer de próstata y biopsias previas negativas, ya que contribuye a la localización de las lesiones en próstata. Es preferible fusionar la PET con RM para proporcionar una mejor definición anatómica de las lesiones<sup>15</sup>. Utilizando información anatómica (RM) y funcional (PET) se mejora el rendimiento para el diagnóstico de cáncer de próstata<sup>16</sup>.

### **PATOLOGÍAS NO PROSTÁTICAS CON CAPTACIÓN DE PSMA. EXPRESIÓN ENDOTELIAL**

La expresión del PSMA se encuentra en diversas patologías no prostáticas tanto malignas como benignas, que han conducido a dificultades en la interpretación de las imágenes<sup>12</sup> para diferenciar las metástasis del cáncer de próstata de otras neoplasias malignas primarias<sup>17</sup>. Esto es debido a que el PSMA se expresa y reproduce en las células endoteliales de las neovasculaturas de los tumores sólidos, pero no en las células endoteliales de los vasos normales<sup>18</sup> (Tabla 2).

El parénquima pulmonar con afectación o secuelas por neumonía por COVID-19 presenta cambios vasculares a nivel del tejido intersticial, debido a trombosis generalizada, microngiopatías y oclusión de los capilares alveolares, lo cual condiciona un crecimiento significativo de nuevos vasos a través de un mecanismo de angiogénesis intusceptiva<sup>19-21</sup>. Como hemos mencionado previamente, el PSMA se expresa en el endotelio de la neovasculatura, motivo por el cual existe captación del radiofármaco.

TABLA 2. Lista de patologías no prostáticas que presentan captación de PSMA divididas por etiología

	Origen óseo	Inflamatorio o infeccioso	Neoplasias benignas	Neoplasias malignas
Sistema nervioso central		Neurocisticercosis	Meningioma schwannomas Tumor de la vaina periférica Neurofibroma	Gliomas
Cuello			Adenoma tiroideo	Carcinoma papilar y folicular de tiroides
Tórax		Opacidades y bronquiectasias Sarcoidosis Tuberculosis Silicosis Beriliosis	<i>Elastofibrosis dorsii</i> <i>Timoma</i> Hiperplasia de la mama Pseudohemangioma estromal	Cáncer pulmonar de células no pequeñas
Abdomen			Adenoma adrenal Cambios posquirúrgicos Sarcoidosis Diverticulosis Amiloidosis en vesículas seminales	Carcinoma de células renales Cáncer colorrectal
Estructuras óseas, tejidos blandos y vascular	Osteomielitis Fracturas Enfermedad de Paget Hemangioma Osteodegenerativos Defecto óseo fibroso Osteocondroma Displasia fibrosa Cambios por radioterapia Mieloma múltiple Policitemia vera Mielodisplasia	Fascitis nodular	Dermatofibroma Fibromatosis Tumor desmoide Mixoma intramuscular Angiofibroma nasal Angiomiolipoma Acrocordón Fibromatosis	Linfoma Osteosarcoma Sarcoma de Ewing Melanoma Mieloma múltiple

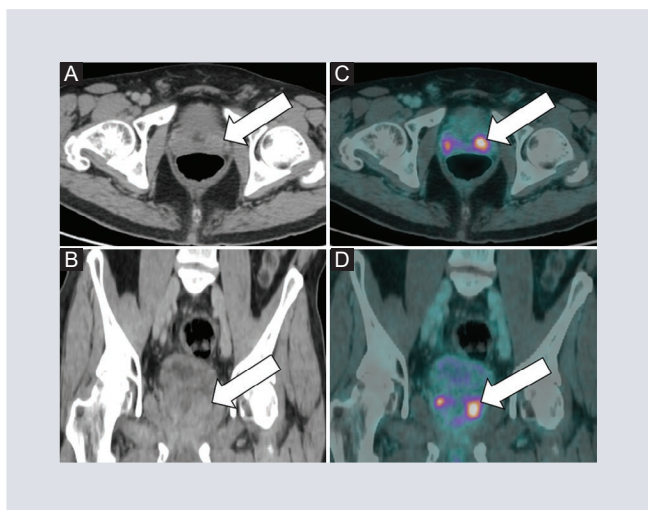
PSMA: antígeno de membrana específico de próstata.

Recientemente existe un creciente número de publicaciones con detección incidental de COVID-19 en los estudios de PET/CT. Estos hallazgos son importantes debido a que los pacientes oncológicos constituyen una población más susceptible a las complicaciones de la enfermedad, como admisión a la unidad de cuidados intensivos (UCI), necesidad de intubación endotraqueal con ventilación mecánica o muerte. En una infección aguda por SARS-CoV-2 se activan las células inflamatorias, lo que da como resultado la liberación de quimiocinas inflamatorias locales. En

consecuencia, los neutrófilos activados que dependen de la glucólisis se infiltran en el parénquima pulmonar, que se manifiestan como una intensa captación de fluorodesoxiglucosa en las opacidades de vidrio deslustrado<sup>22</sup>.

## PRESENTACIÓN DEL CASO

Paciente de sexo masculino de 66 años de edad con APE de 6 ng/ml, motivo por el cual su médico tratante solicita biopsia



**FIGURA 2.** **A y B:** TC en corte axial y coronal a nivel de pelvis en donde se muestra próstata aumentada de volumen con densidad heterogénea y cambios en la morfología por el antecedente de RTUP (flechas blancas). **C y D:** fusión PET/CT en corte axial a nivel de pelvis con dos zonas de captación focal del radiofármaco en próstata, la de mayor intensidad se encuentra del lado izquierdo (flechas blancas).

PET/CT: tomografía por emisión de positrones/tomografía computarizada; RTUP: resección transuretral de la próstata; TC: tomografía computarizada.

transrectal en abril de 2018 con resultado negativo para malignidad, sin embargo el paciente continúa con elevación progresiva del APE, realizando otras dos biopsias transrectales en mayo del 2019 y marzo del 2020, cuyos resultados persistieron negativos. Además, en noviembre del 2019 ameritó hospitalización de 13 días en UCI debido a neumonía por COVID-19. Acude a nuestra institución en enero del 2021 con APE de 17.2 ng/ml para realizar PET/CT con  $^{18}\text{F}$ -PSMA con el motivo de localización de tumor dado la alta sospecha bioquímica; las imágenes mostraron una próstata agrandada con densidad heterogénea, cambios por resección transuretral de la próstata (RTUP) y con dos zonas de captación focal

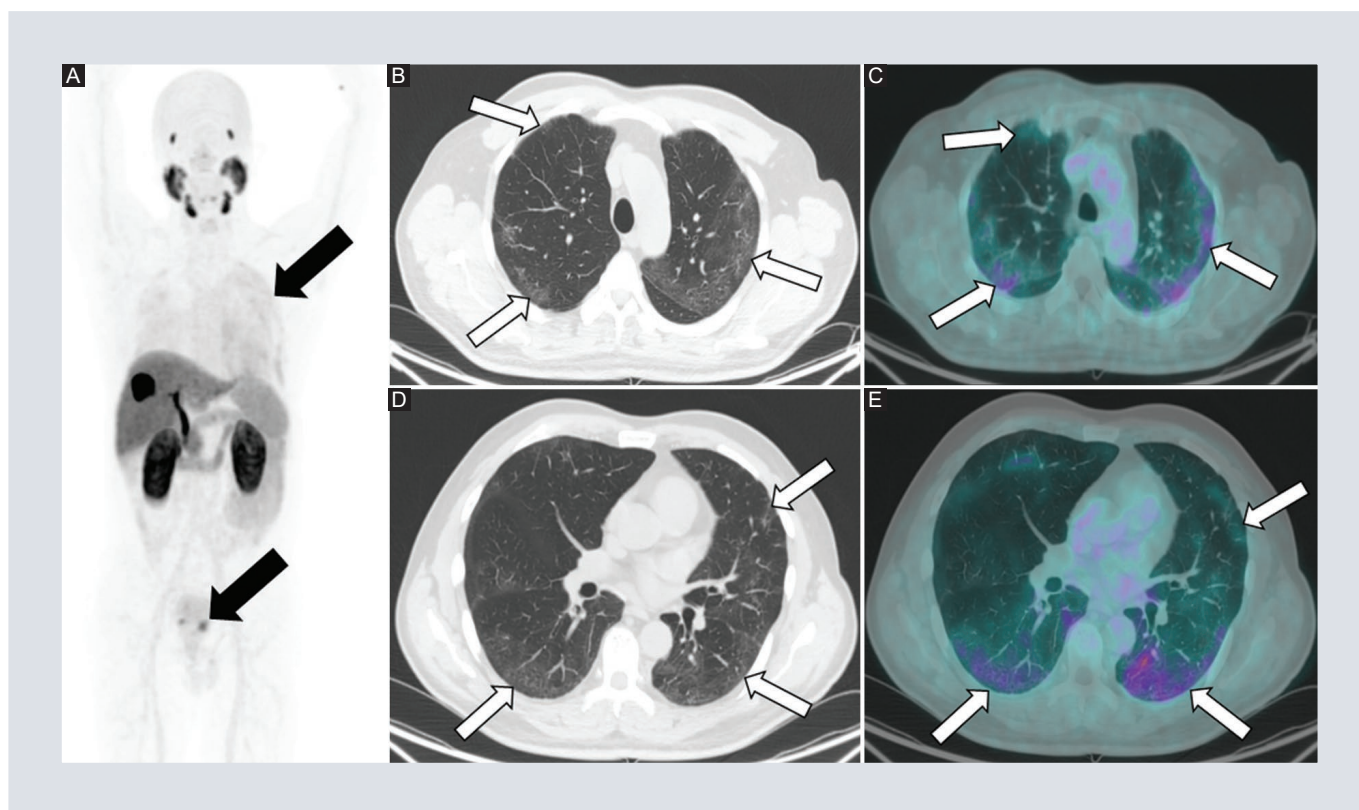
del radiofármaco en ambos lóbulos (Fig. 2). Otro hallazgo fueron las opacidades en vidrio deslustrado en ambos parénquimas pulmonares con captación difusa y leve del radiofármaco (Fig. 3). Con el resultado de la PET/CT, se decide realizar un nuevo intento de biopsias, con resultado de adenocarcinoma de próstata Gleason 6.

## DISCUSIÓN

Hasta nuestro conocimiento este es el primer caso reportado de hallazgo incidental de opacidades en vidrio deslustrado por COVID-19 con captación de  $^{18}\text{F}$ -PSMA. Existe escasa literatura donde se reporten casos con  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA. A pesar de que la PET/CT con  $^{18}\text{F}$ -PSMA se considera altamente específica para el cáncer de próstata, la sobreexpresión de PSMA no es exclusiva de células prostáticas malignas, como se describió anteriormente, existe un número creciente de patologías benignas y malignas no prostáticas que también tienen captación de PSMA; a esta lista y ante la pandemia actual, podemos sumar a la neumonía por COVID-19 dentro de las patologías que presentan expresión de PSMA, por lo que el médico que revisa el estudio debe tener este conocimiento para poder hacer una correcta interpretación y evitar falsos positivos.

## FINANCIAMIENTO

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades de lucro.



**FIGURA 3.** A: MIP en proyección anterior, con captación periférica y difusa de <sup>18</sup>F-PSMA en ambos parénquimas pulmonares y captación multifocal en próstata (flechas negras). B y C: TC y fusión PET/CT con ventana para parénquima pulmonar en corte axial donde se aprecian opacidades en vidrio deslustrado bilaterales de predominio en el lóbulo superior izquierdo, segmento ápico-posterior con leve captación del radiofármaco. D y E: CT y fusión PET/CT con ventana para parénquima pulmonar corte axial en donde se muestran opacidades en vidrio deslustrado periféricas en el segmento superior bilateral y el segmento anterior izquierdo con leve captación difusa del radiofármaco (flechas blancas).

<sup>18</sup>F-PSMA: radiotrazador 18 flúor-antígeno de membrana específico de próstata; MIP: proyección de máxima intensidad; PET/CT: tomografía por emisión de positrones/tomografía computarizada; TC: tomografía computarizada.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. J. Schalch-Ponce de León por la dedicación y el apoyo brindado en este trabajo, por el respeto a las sugerencias e ideas del autor principal. A la Dra. M.C. Herrera-Zarza por la oportunidad de cursar el diplomado de PET/CT y TC de cuerpo completo.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las

guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kwee TC, Kwee RM. Chest CT in COVID-19: what the radiologist needs to know. *Radiographics*. 2020;40(7):1848-65.
2. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S. COVID-19 pathophysiology: A review. *Clin Immunol*. 2020;215:108427.
3. González-Vergara C, Arias-Marin RE, Villalón-De la Rosa J, Delgado-Nava M, Saucedo-Moreno EM, Rodríguez-Ortiz CV, et al. Correlación de carga viral con prueba RT-PCR en infección por SARS-CoV-2 y hallazgos en tomografía computarizada de tórax. *Acta méd. Grupo Ángeles*. 2020;18(4):382-9.
4. Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, Sverzellati N, Kanne JP, Raoof S, et al. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: A multinational consensus statement from the Fleischner Society. *Chest*. 2020;158(1):106-16.
5. Jalaber C, Lapotre T, Morcet-Delattre T, Ribet F, Jouneau S, Lederlin M, et al. Chest CT in COVID-19 pneumonia: a review of current knowledge. *Diagn Interv Imaging*. 2020;101(7-8):431-7.
6. Cai W, Liu T, Xue X, Luo G, Wang X, Shen Y, et al. Chest CT findings of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *J Coll Physicians Surg Pak*. 2020;30(Suppl 1):S53-S55.
7. Ding X, Xu J, Zhou J, Long Q. Chest CT findings of COVID-19 pneumonia by duration of symptoms. *Eur J Radiol*. 2020;127:109009.
8. Xiong Y, Sun D, Liu Y, Fan Y, Zhao L, Li X, et al. Clinical and high-resolution CT features of the COVID-19 infection. *Invest Radiol*. 2020;55(6):332-9.
9. Prokop M, van Everdingen W, van Rees Vellinga T, Quarles van Ufford H, Stöger L, Beenen L, et al. CO-RADS: A categorical CT assessment scheme for patients suspected of having COVID-19-definition and evaluation. *Radiology*. 2020;296(2):E97-E104.
10. Demirci E, Sahin OE, Ocak M, Arslan E, Akgun E, Kabasakal L, et al. Normal distribution pattern and physiological variants of 68Ga-PSMA-11 PET/CT imaging. *Nucl Med Commun*. 2016;37(11):1169-79.
11. Foss CA, Mease RC, Cho SY, Kim JH, Pomper MG. GCPII imaging and cancer. *Curr Med Chem*. 2012;19(9):1346-59.
12. Malik D, Sood A, Mittal BR, Singh H, Basher RK, Shukla J, et al. Nonspecific uptake of 68Ga-prostate-specific membrane antigen in diseases other than prostate malignancy on positron emission tomography/computed tomography imaging: a pictorial assay and review of literature. *Indian J Nucl Med*. 2018;33(4):317-25.
13. Afshar-Oromieh A, Haberkorn U, Eder M, Eisenhut M, Zechmann CM. [68Ga]Gallium-labelled PSMA ligand as superior PET tracer for the diagnosis of prostate cancer: comparison with 18F-FECH. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2012;39(7):1085-6.
14. Giesel FL, Hadaschik B, Cardinale J, Radtke JP, Vinsensia M, Lehnert W, et al. F-18 labelled PSMA-1007: biodistribution, radiation dosimetry and histopathological validation of tumor lesions in prostate cancer patients. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;44(4):678-88.
15. Fendler WP, Calais J, Eiber M, Flavell RR, Mishoe A, Feng FY, et al. 68Ga-PSMA PET/CT: Joint EANM and SNMMI procedure guideline for prostate cancer imaging: Version 1.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;44(6):1014-24.
16. Eiber M, Maurer T, Souvatzoglou M, Beer AJ, Ruffani A, Haller B, et al. Simultaneous 68Ga-PSMA HBED-CC PET/MRI improves the localization of primary prostate cancer. *Eur Urol*. 2016;70(5):829-36.
17. Backhaus P, Noto B, Avramovic N, Grubert LS, Huss S, Bögemann M, et al. Targeting PSMA by radioligands in non-prostate disease—Current status and future perspectives. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2018;45(5):860-77.
18. Chang SS, Reuter VE, Heston WD, Bander NH, Grauer LS, Gaudin PB, et al. Prostate-specific membrane antigen is produced in tumor-associated neovasculature. *Clin Cancer Res*. 1999;5(10):2674-81.
19. Kalantari F, Vali R, Kalantari E, Divband G. Pulmonary Tc-99m PSMA uptake in asymptomatic COVID-19 patient: incidental finding in SPECT/CT study. *Egypt J Radiol Nucl Med*. 2022;53(1):70.
20. Fang H, Younis MH, Cai W, Lan X, Jiang D. New wine in old bottles: 68Ga-PSMA-11 PET/CT reveals COVID-19 in patients with prostate cancer. *Am J Nucl Med Mol Imaging*. 2021;11(4):332-6.
21. Farolfi A, Gafita A, Calais J, Giesel FL, Ceci F, Weber M, et al. Lung uptake detected by 68Ga-PSMA-11 PET/CT in prostate cancer patients with SARS-CoV-2: a case series. *Am J Nucl Med Mol Imaging*. 2021;11(3):300-6.
22. Dadgar H, Norouzbegi N, Gholamrezaezhad A, Assadi M. Incidental detections suggestive of COVID-19 in asymptomatic patients undergoing 68Ga-DOTATATE and 68Ga-PSMA-11 PET-CT scan for oncological indications. *Nuklearmedizin*. 2020;39(1):17-20.

# Diagnóstico prenatal de síndrome de Jarcho-Levin. Reporte de caso

## *Jarcho-Levin syndrome prenatal diagnosis. Case report*

Marcela Velarde-Loya<sup>1\*</sup> , Julio C. Sáenz-Nieto<sup>2</sup>, Jesús M. Ortega-Flores<sup>3</sup> y Jorge A. Gamboa-Torres<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Interna del Hospital General Presidente Lázaro Cárdenas del Río, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado; <sup>2</sup>Departamento de Ginecología y Obstetricia del Hospital General Dr. Salvador Zubirán; <sup>3</sup>Departamento de Perinatología del Hospital General Dr. Salvador Zubirán; <sup>4</sup>Departamento de Ginecología y Obstetricia del Hospital de Gineco-Obstetricia, Parral. Chihuahua, Chih., México

### RESUMEN

El síndrome de Jarcho-Levin es una entidad rara de difícil diagnóstico prenatal, que se caracteriza por alteraciones en la morfogénesis vertebral y en la segmentación costal. Su diagnóstico se realiza por ecografía obstétrica durante el segundo trimestre, encontrando múltiples hemivértabras, escoliosis grave y tórax en cangrejo. Una valoración integral se puede llevar a cabo con la reconstrucción de volúmenes en 3D, con la visualización de la columna, asimetrías y fusiones costales. Se presenta un caso de síndrome Jarcho-Levin diagnosticado durante el tercer trimestre.

**Palabras clave:** Síndrome de Jarcho-Levin. Displasia espondilocostal. Disostosis espondilotorácica. Diagnóstico prenatal.

### ABSTRACT

Jarcho-Levin Syndrome is a rare entity with difficult prenatal diagnosis, characterized by alterations in vertebral morphogenesis and rib segmentation. Its diagnosis is made by obstetric ultrasound during the second trimester, finding multiple hemivertebrae, severe scoliosis and a “crab-like” rib cage. A comprehensive assessment can be carried out with 3D volume reconstruction, with the visualization of the spine, asymmetries and rib fusions. A case report of Jarcho-Levin Syndrome diagnosed during the third trimester is presented.

**Keywords:** Jarcho-Levin Syndrome. Spondylocostal dysplasia. Spondylothoracic dysostosis. Prenatal diagnosis.

#### \*Correspondencia:

Marcela Velarde-Loya

E-mail: marcela\_170895@hotmail.com

1665-2118/© 2023 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Recibido: 15-01-2022

Aceptado: 24-05-2023

DOI: 10.24875/ARM.22000007

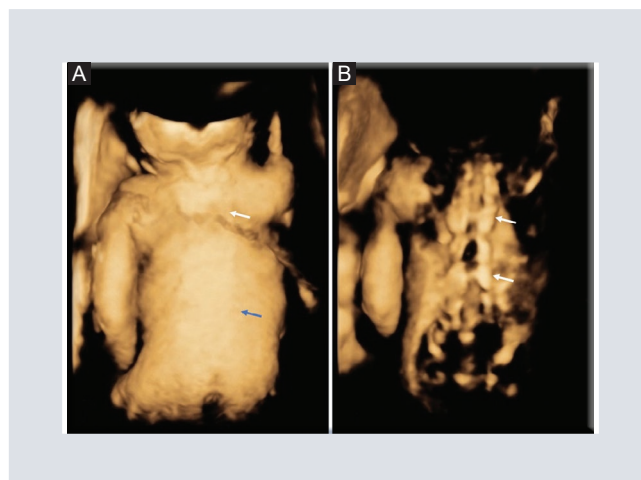
## INTRODUCCIÓN

El síndrome fue nombrado por Saul Jarcho y Paul Levin, ya que fueron los primeros en describirlo en 1938<sup>1</sup>, y también recibe el nombre de disostosis o displasia espondilocostal y disostosis espondilotorácica<sup>2</sup>. Este síndrome es más común en mujeres y se ha encontrado una frecuencia de 1 por 40,000 nacidos vivos<sup>3</sup>. Dada su baja incidencia (solo se han reportado en la literatura arriba de 135 casos), solo unos pocos de los casos se diagnosticaron prenatalmente<sup>4</sup>.

El diagnóstico del síndrome de Jarcho-Levin reportado de manera más temprana de forma prenatal fue por medio de ultrasonografía endovaginal a las 12 semanas, sin embargo la paciente contaba con el antecedente de esta entidad en embarazos previos<sup>5</sup>. Los hallazgos ultrasonográficos para su diagnóstico son anomalías de la caja torácica en abanico o en forma de cangrejo debido a la fusión posterior y el desplegamiento en su parte anterior, así como múltiples defectos de la segmentación vertebral. Algunas anomalías que se han encontrado asociadas son espina bífida, atresia anal, paladar hendido, y malformaciones de tracto urinario y renal<sup>2,6</sup>.

## PRESENTACIÓN DE CASO

Paciente de sexo femenino de 21 años de edad, primigesta, con antecedentes heredofamiliares de defectos de tubo neural (tipo anencefalia), resto interrogado y negado. Referida al servicio de embarazo de alto riesgo para su valoración por presentar anomalías estructurales. En ese momento presenta un embarazo de 28.4 semanas por fecha de última menstruación, con una biometría fetal adecuada para edad



**FIGURA 1. A:** reconstrucción volumétrica de tórax y abdomen fetal donde se muestra tórax corto y con morfología en abanico (flecha blanca). En comparación con abdomen prominente (flecha azul), se observa tórax restrictivo. **B:** reconstrucción volumétrica de columna vertebral fetal donde se observan múltiples áreas de defectos de segmentación, así como varias áreas de fusión de las vértebras (flechas blancas).

gestacional. Se encuentra columna vertebral fetal corta, con alteración en las curvaturas de esta, dando datos sugestivos de defecto tipo fusión o de segmentación vertebral de predominio en región toraco-lumbar, parte sacra y el canal medular sin compromiso. Se aprecia a nivel cervical cuello corto, así como tórax corto de morfología en abanico por sus costillas cortas y fusionadas en la parte posterior, la cual es la forma clásica de un tórax en cangrejo. Sus huesos largos se encuentran de adecuada ecogenicidad, forma, tamaño y con presencia de movimientos adecuados (Fig. 1). No se encuentran demás alteraciones estructurales en sistema cardíaco y renal. Líquido amniótico compatible con polihidramnios. Placenta normal. Se realiza estudio invasivo prenatal tipo microarreglos en líquido amniótico con resultado normal (Fig. 2). Por mal apego a valoraciones subsecuentes, la paciente no vuelve a ser revalorada hasta la semana 41 de gestación, por lo que se ingresa para resolución del

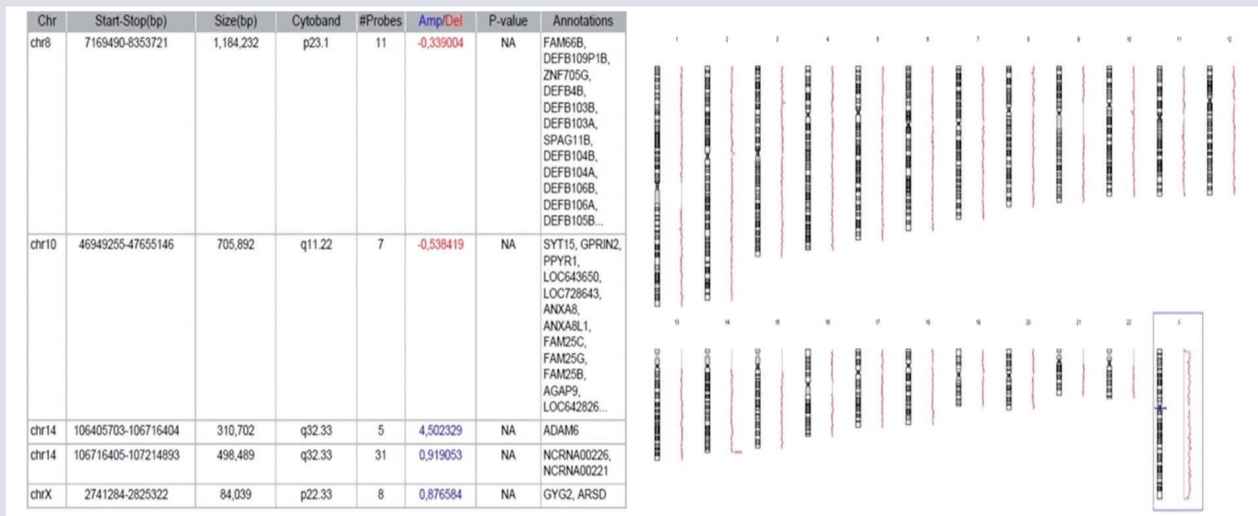


FIGURA 2. Resultado de estudio invasivo prenatal tipo microarreglos con resultado de cariotipo molecular femenino normal.

embarazo, indicando al servicio de pediatría el riesgo de complicaciones de tipo respiratorio neonatales por la morfología del tórax.

Se obtiene un recién nacido de sexo femenino de 2,640 gramos, Apgar 8 al minuto y 8 a los cinco minutos, Silverman Anderson de 2 puntos, por presencia de tiraje intercostal y aleteo nasal. Con la presencia de tórax corto, abdomen abombado y ligera escoliosis (Fig. 3).

## DISCUSIÓN

El síndrome de Jarcho-Levin es un trastorno muy raro en nuestro medio, sin embargo es más frecuente en áreas como Puerto Rico<sup>6</sup>. Se caracteriza por múltiples defectos vertebrales y costales asociadas o no a algún otro defecto, pudiendo mencionar las malformaciones genitourinarias como el útero didelfo e hidronefrosis, defectos de pared, arteria umbilical única y defectos de tubo neural<sup>7</sup>.

Se describen en la literatura dos fenotipos diferentes de este padecimiento: displasia espondilocostal, que se caracteriza por un desorden congénito con múltiples anomalías vertebrales y costales que causan asimetría del tórax, cuello corto y talla pequeña; y displasia espondilotorácica caracterizada por la deformación de tórax en cangrejo, sin ninguna otra anomalía intrínseca (Tabla 1)<sup>8-10</sup>.

La patología se presenta en la vida intrauterina con el desarrollo de hemivértebra o vértebras con apariencia de mariposa, que se localizan más frecuentemente en la curvatura escoliótica y provocan las anomalías en el desarrollo costal<sup>11</sup>.

La prueba genética molecular es de gran ayuda para su diagnóstico, siendo los genes *DLL3* y *MESP2* los que se encuentran más frecuentemente afectados. Ya que en nuestro medio no contamos con este tipo de análisis, la alternativa más factible para su diagnóstico





**FIGURA 3.** Recién nacido en sus primeras horas posnatales. Se observa talla, cuello y tórax cortos, abdomen prominente y extremidades normales.

**TABLA 1.** Características clínicas y genéticas del espectro del síndrome de Jarcho-Levine

Hallazgos sonográficos	Displasia o disostosis espondilotorácica	Displasia o disostosis espondilocostal
Costillas	Fusionadas posteriormente, creando una apariencia de «cangrejo» o en «abanico»; sin malformaciones intrínsecas	Con malformaciones intrínsecas
Columna vertebral	Hemivértebras Vértebras fusionadas Lordosis	Hemivértebras Vértebras fusionadas Escoliosis
Huesos largos	Normales	Normales
Patrón de herencia	Autosómico recesivo	Autosómico dominante o recesivo
Gen causante	Desconocido, probablemente en cromosoma 2q32.1	Gen <i>DLL3</i> en cromosoma 19q13

prenatal es identificar las anomalías estructurales mediante ultrasonografía durante el segundo o tercer trimestre<sup>8,12,13</sup>.

El diagnóstico definitivo es clínico y radiográfico, con la presencia del tórax con aspecto de cangrejo o las malformaciones vertebrales y costales características en una radiografía de tórax<sup>12</sup>.

En el caso previamente reportado se llevó a cabo el diagnóstico a la semana 28, al identificar las alteraciones vertebrales y morfología del tórax principalmente. Lo ideal es realizar el diagnóstico temprano en un ultrasonido entre las 11-13.6 semanas de gestación (ultrasonido genético), sin embargo, ante el mal apego en su inicio de un control prenatal temprano, su baja

incidencia en la mayor parte del mundo y su difícil diagnóstico, hay solo unos pocos casos reportados de manera prenatal, la mayoría se diagnostican en la etapa posnatal, con entorpecimiento de su manejo en la vida extraútero.

El pronóstico depende de la gravedad del cuadro y de la asociación con otras anomalías. Se consideraba letal, hasta que Cornier et al. siguieron de manera prospectiva 27 casos y encontraron una supervivencia del 56% en la variedad displasia espondilotorácica. Por lo general cursan con un patrón respiratorio restrictivo y múltiples procesos infecciosos. Su transmisión más común es mediante un proceso autosómico recesivo, por lo que es sumamente importante la asesoría genética por el riesgo de presentarse posteriormente hasta en un 25%, y en zonas donde la incidencia es mayor debido a consanguinidad puede llegar a presentarse hasta en el 43%<sup>13</sup>.

## FINANCIAMIENTO

El financiamiento del presente trabajo corrió por cuenta de los autores.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en relación con este artículo.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Jarcho S, Levin P. Hereditary malformations of the vertebral bodies. *Bull Johns Hopkins Hosp.* 1938;62:216-26.
2. Jain N, Mathur P, Verma P, Khare A. Anaesthetic management of a patient with Jarcho Levin syndrome. *Indian J Anaesth.* 2015;59:322-3.
3. Vázquez-López ME, López-Conde MI, Somoza-Rubio C, Pérez-Pacín R, Morales-Redondo R, González-Gay M. Anomalies of vertebrae and ribs: Jarcho Levin syndrome. Description of a case and literature review. *Joint Bone Spine.* 2005;72:275-7.
4. Kauffmann E, Roman H, Barau G, Dumas H, Laffitte A, Fourmaintraux A, et al. Case report: a prenatal case of Jarcho-Levin syndrome diagnosed during the first trimester of pregnancy. *Prenat Diagn.* 2003;23:163-5.
5. Eliyahu S, Weiner E, Lahav D, Shalev E. Early sonographic diagnosis of Jarcho-Levin syndrome: a prospective screening in one family. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1997;9:314-8.
6. Dane B, Dane C, Aksoy F, Cetin A, Yayla M. Jarcho-Levin syndrome presenting as neural tube defect: report of four cases and pitfalls of diagnosis. *Fetal Diagn Ther.* 2007;22:416-9.
7. Turnpenny PD, Sloman M, Dunwoodie S. Spondylocostal dysostosis, autosomal recessive [Internet]. *GeneReviews®*; 25 ago 2009 [última actualización 21 dic 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8828>
8. Ranes M, Carlan SJ, Perez J, Attia S. Three-dimensional computed tomography of fetal spondylothoracic dysostosis at 23 weeks' gestation. *Prenat Diagn.* 2012;32:604-6.
9. Cornier AS, Staehling-Hampton K, Delventhal KM, Saga Y, Caubet JF, Sasaki N, et al. Mutations in the MESP2 gene cause spondylothoracic dysostosis/Jarcho-Levin syndrome. *Am J Hum Genet.* 2008;82:1334-41.
10. Guerrero-González M, Fernández del Campo-Chenque M, Ortiz-Trejo JM. Síndrome de Jarcho-Levin. Caso asociado con hipotiroidismo materno. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2011;49:541-6.
11. Lutke T. Sonographic criteria for diagnosing Jarcho-Levin syndrome. *J Diagn Med Sonogr.* 2018;34:53-7.
12. Wong G, Levine D. Jarcho-Levine syndrome: two consecutive pregnancies in a Puerto Rican couple. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1998;12:70-3.
13. Cornier AS, Ramirez N, Arroyo S, Acevedo J, Garcia L, Carlo S, et al. Phenotype characterization and natural history of spondylothoracic dysplasia syndrome: a serie of 27 new cases. *Am J Med Genet A.* 2004;128A(2):120-6.