



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,  
Volumen 9, Número 4.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i2](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2)

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS AVANCES EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD POR REFLUJO GASTROESOFÁGICO**

**OVERVIEW OF ADVANCES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR  
THE DIAGNOSIS OF GASTROESOPHAGEAL REFLUX DISEASE**

**José Luis Rodríguez Chavez**

Punto Gastro Núcleo Médico, Guadalajara 44680, México.

**Javier Esteban Rodríguez Chávez**

School of Health Sciences, Campus Zapopan, Universidad del Valle de México

**David Pérez-Granados**

Department of Engineering, CIIDETEC-Coyoacán, Universidad del Valle de México

**Rocío Elizabeth Duarte-Ayala**

School of Health Sciences, Campus Lomas Verdes, Universidad del Valle de México

**Monserrat Moreno-Carrasco**

School of Health Sciences, Campus Lomas Verdes, Universidad del Valle de México

**Carlos Alberto González Gutiérrez**

Department of Engineering, CIIDETEC-Querétaro, Universidad del Valle de México

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i4.19593](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19593)

## Descripción general de los avances en inteligencia artificial para el diagnóstico de la enfermedad por reflujo gastroesofágico

**José Luis Rodríguez Chavez<sup>1</sup>**

[drjlrodriguez@hotmail.com](mailto:drjlrodriguez@hotmail.com)

Punto Gastro Núcleo Médico, Guadalajara  
44680, México.  
País México

**Javier Esteban Rodríguez Chávez**

[A460270328@my.uvm.edu.mx](mailto:A460270328@my.uvm.edu.mx)

School of Health Sciences, Campus Zapopan,  
Universidad del Valle de México, Guadalajara  
45010, Mexico.  
País México

**David Pérez-Granados**

[a340348289@my.uvm.edu.mx](mailto:a340348289@my.uvm.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-0204-9508>

Department of Engineering, CIIDETEC-  
Coyoacán, Universidad del Valle de México,  
Coyoacán 04910, Mexico.  
País México

**Rocío Elizabeth Duarte-Ayala**

[rocio.duarte@uvmnet.edu](mailto:rocio.duarte@uvmnet.edu)

<https://orcid.org/0000-0002-7775-5204>

School of Health Sciences, Campus Lomas  
Verdes, Universidad del Valle de México,  
Lomas Verdes 53220, Mexico.  
País México

**Monserrat Moreno-Carrasco**

[A100248124@my.uvm.edu.mx](mailto:A100248124@my.uvm.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-7775-5204>

School of Health Sciences, Campus Lomas  
Verdes, Universidad del Valle de México,  
Lomas Verdes 53220, Mexico.  
País México

**Carlos Alberto González Gutiérrez**

[calberto.gonzalez@uvmnet.edu](mailto:calberto.gonzalez@uvmnet.edu)

<https://orcid.org/0000-0003-3338-5464>

Department of Engineering, CIIDETEC-  
Querétaro, Universidad del Valle de México,  
Querétaro 76230, Mexico  
País México

### RESUMEN

La enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) es una patología multifactorial caracterizada por el ascenso del contenido gástrico hacia el esófago, afectando significativamente la calidad de vida. Su fisiopatología implica mecanismos como relajaciones transitorias del esfínter esofágico inferior, hernia hiatal, acid pocket, obesidad y trastornos de motilidad gastrointestinal. El diagnóstico se realiza mediante estudios como la pHmetría esofágica de 24 horas. Aunque no existe una cura definitiva, se ha observado que terapias no farmacológicas, como las respiraciones diafragmáticas y el entrenamiento de músculos respiratorios, pueden reducir los síntomas. Este estudio revisa el papel emergente de la inteligencia artificial (IA) en el diagnóstico de la ERGE. Modelos como Yolov5, DeepLabV3+ y GERD-VGGNet han demostrado alta precisión en la segmentación de imágenes endoscópicas y la clasificación de la gravedad de la enfermedad. Otros enfoques, como los sistemas de machine learning aplicados a la pHmetría y los modelos de deep learning, han mejorado la identificación de episodios de reflujo. Sin embargo, limitaciones como tamaños muestrales reducidos, baja interpretabilidad clínica y escasa validación externa restringen su implementación generalizada. Se concluye que la IA tiene un potencial significativo en el diagnóstico y monitoreo de la ERGE, pero su adopción clínica requiere validaciones rigurosas y desarrollos centrados en la práctica médica real.

**Palabras clave:** ERGE, Inteligencia artificial, Machine learning, Deep Learning, pHmetría Esofágica

---

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [drjlrodriguez@hotmail.com](mailto:drjlrodriguez@hotmail.com)

# Overview of advances in artificial intelligence for the diagnosis of gastroesophageal reflux disease

## ABSTRACT

Gastroesophageal reflux disease (GERD) is a multifactorial condition characterized by the rise of gastric contents into the esophagus, significantly affecting quality of life. Its pathophysiology involves mechanisms such as transient relaxation of the lower esophageal sphincter, hiatal hernia, acid pocket, obesity, and gastrointestinal motility disorders. The diagnosis is made through studies such as 24-hour esophageal pH monitoring. Although there is no definitive cure, non-pharmacological therapies, such as diaphragmatic breathing and respiratory muscle training, have been shown to reduce symptoms. This study reviews the emerging role of artificial intelligence (AI) in the diagnosis of GERD. Models such as Yolov5, DeepLabV3+, and GERD-VGGNet have demonstrated high accuracy in endoscopic image segmentation and disease severity classification. Other approaches, such as machine learning systems applied to pH monitoring and deep learning models, have improved the identification of reflux episodes. However, limitations such as small sample sizes, low clinical interpretability, and limited external validation restrict their widespread implementation. It is concluded that AI has significant potential in the diagnosis and monitoring of GERD, but its clinical adoption requires rigorous validation and developments focused on actual medical practice.

**Keywords:** GERD, Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, Esophageal pH Monitoring

*Artículo recibido 04 Agosto 2025*

*Aceptado para publicación: 29 Agosto 2025*



## INTRODUCCIÓN

La enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) es definida como el ascenso del contenido gástrico o gastroduodenal por arriba de la unión gastroesofágica, que causa síntomas y daño estructural, afectando el bienestar y la calidad de vida de los individuos que la padecen (Huerta-Iga *et al.*, 2012).

Su fisiopatología está comprendida por una serie de afecciones como relajaciones transitorias del EEI, hernia hiatal, *acid pocket*, obesidad, motilidad gástrica, aclaramiento esofágico, sensibilización central y periférica (Boeckxstaens & Rohof, 2014).

La relajación transitoria del EEI consiste en la relajación espontánea del esfínter esofágico inferior, no relacionada con la deglución, que favorece el paso del contenido gástrico hacia el esófago; es la causa más frecuente de reflujo gastroesofágico en pacientes con esofagitis, llegando a ocurrir 2 veces más que en personas sanas (Arín & Iglesias, 2003; Serra Pueyo, 2014).

Una hernia hiatal se produce cuando elementos de la cavidad abdominal sobresalen hacia el mediastino a través del esófago hiatal del diafragma. Los pacientes pueden ser asintomáticos o presentar una variedad de síntomas, por ejemplo, pérdida de peso, pérdida de apetito, tos y disnea leve (Nugraha *et al.*, 2024).

La bolsa ácida (*acid pocket*) es una zona de ácido gástrico no amortiguado que se acumula en la parte proximal del estómago después de las comidas y sirve como reservorio para el reflujo ácido en individuos sanos y pacientes con enfermedad por reflujo gastroesofágico (Kahrilas *et al.*, 2013).

La obesidad es una enfermedad crónica que se define por una acumulación excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Llevar un peso extra en el cuerpo ejerce una presión adicional sobre el estómago, lo que puede ocasionar que el ácido estomacal suba al esófago, provocando acidez, eructos, dolor en el pecho, entre otros síntomas característicos de la ERGE (OMS, 2024; Orozco & Duran, 2023).

Los trastornos de la motilidad gastrointestinal (GI) pueden producirse cuando los nervios o los músculos del tracto gastrointestinal no funcionan de forma coordinada. Incluyen la disfagia, la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE), la gastroparesia, la dispepsia funcional (DF), la pseudoobstrucción intestinal crónica (CIPO), el estreñimiento y el síndrome del intestino irritable (SII). Los síntomas pueden variar según el órgano afectado y pueden ser debilitantes (Song *et al.*, 2023).



Uno de los principales métodos para diagnosticar el reflujo gastroesofágico es la pHmetría, la cual es un procedimiento utilizado para medir la cantidad de ácido que sube desde el estómago al esófago. Existen diferentes tipos de pHmetría, no obstante, la más común es la de 24 horas, que es una técnica ambulatoria que permite determinar los episodios de reflujo en cuanto a frecuencia, duración, momento de aparición y relación con los síntomas del paciente. Se emplea para tratar de identificar la causa de una amplia serie de síntomas posiblemente relacionados con reflujo, como ardor, acidez y subida de la comida hacia la garganta. Además, se utiliza para valorar la eficacia de los tratamientos para el reflujo, y para la indicación de tratamiento quirúrgico (Pérez de la Serna y Bueno & Ruiz de León San Juan, 2015).

La ERGE es una enfermedad que no cuenta con una cura definitiva, no obstante, diversos estudios han demostrado que tratamientos como las respiraciones diafragmáticas pueden ser beneficiosas para el paciente (NCI, 2011).

Las respiraciones diafragmáticas consisten en inspirar lentamente por la nariz y luego espirar por la boca utilizando el diafragma y los músculos abdominales; estas respiraciones activan el sistema nervioso parasimpático, lo que ayuda a reducir el estrés y la ansiedad. Al tener una menor cantidad de estrés en el cuerpo disminuyen los episodios de reflujo ocasionados por un incremento en la producción de ácido en el estómago (NCI, 2011; Hosseini *et al.*, 2022).

Asimismo, el entrenamiento de los músculos respiratorios mejora la presión de la unión esofagagástrica, aumentando la presión generada por el esfínter inferior (LES) y reduciendo de esa forma los síntomas de la enfermedad de reflujo gastroesofágico (Nobre e Souza *et al.*, 2013; Moffa *et al.*, 2020).

### **Materiales y métodos**

Para la recolección y análisis de la información se realizaron búsquedas profundas en diferentes buscadores y bases de datos científicos, incluyendo ScienceDirect, PubMed, Google Scholar, DOAJ, entre otras. Todas las búsquedas se realizaron entre octubre de 2024 y junio de 2025.

En la tabla siguiente (Tabla 1), se hace una comparativa de los métodos de IA implementados para la detección y tratamiento de la ERGE.



Estudio	Método utilizado	Contribuciones	Limitaciones
Maity <i>et al.</i>	Yolov5	La investigación mejora el proceso de diagnóstico al extraer características de las imágenes segmentadas y emplear siete clasificadores diferentes de aprendizaje automático, lo que facilita la identificación y monitoreo oportunos de los problemas relacionados con la ERGE para los proveedores de atención médica (Maity <i>et al.</i> , 2024).	El artículo no menciona explícitamente ninguna limitación del modelo (Maity <i>et al.</i> , 2024).
Zhou <i>et al.</i>	Machine learning system	El estudio desarrolló y validó un novedoso sistema de aprendizaje automático que identifica con éxito los episodios de reflujo en estudios de pHmetría esofágica de 24 horas con impedancia, demostrando un rendimiento superior en comparación con el software de detección automática existente (Zhou <i>et al.</i> , 2023).	La cohorte del estudio incluyó solo a 45 pacientes. Además, el conjunto de datos consistió en una cohorte recopilada retrospectivamente que incluía algunas indicaciones menos comunes, como la ERGE postrasplante de pulmón. Asimismo, los casos de reflujo ácido y no ácido no se identificaron por separado (Zhou <i>et al.</i> , 2023).
Ge <i>et al.</i>	Deep learning (DL)	El estudio desarrolló un modelo de aprendizaje profundo con una clasificación de cinco	El artículo no menciona explícitamente ninguna limitación del modelo (Ge <i>et al.</i> , 2023).

		<p>categorías basado en el sistema de clasificación de Los Ángeles para evaluar la gravedad de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE), lo que supone la primera aplicación de un modelo de este tipo en este contexto (Ge <i>et al.</i>, 2023).</p>	
<p>Wang <i>et al.</i></p>	<p>GERD-VGGNet</p>	<p>El modelo puede ayudar a la clasificación automática de la ERGE en entornos convencionales y de imagen de banda estrecha, aumentando así la precisión de la interpretación de los resultados por parte de endoscopistas sin experiencia (Wang <i>et al.</i>, 2021).</p>	<p>La evaluación del rendimiento del modelo se basa en un conjunto de pruebas relativamente pequeño de 32 pacientes, lo que puede limitar la generalización de los resultados a una población más amplia (Wang <i>et al.</i>, 2021).</p>
<p>Srividya &amp; Sasi</p>	<p>Support vector machine (SVM)</p>	<p>El algoritmo clasifica eficazmente el conjunto de datos basándose en los métodos kernel y organizando los datos mediante hiperplanos, lo que mejora la capacidad predictiva para identificar casos de trastornos por reflujo gastroesofágico en individuos (Srividya &amp; Sasi, 2021).</p>	<p>El artículo no menciona explícitamente ninguna limitación del modelo (Srividya &amp; Sasi, 2021).</p>
<p>Wong <i>et al.</i></p>	<p>Artificial intelligence (AI)</p>	<p>La inteligencia artificial tiene el potencial de</p>	<p>La interpretabilidad de los métodos basados en</p>

		mejorar la precisión y la eficiencia de la medición de nuevas métricas de impedancia del pH, como el número de episodios de reflujo y el índice de ondas peristálticas inducidas por la deglución tras el reflujo (índice PSPW), que son cruciales para diagnosticar la ERGE (Wong <i>et al.</i> , 2023).	IA no se ha estudiado, y la precisión de estos métodos es actualmente inferior al 90 %, lo que indica la necesidad de mejorar las técnicas de establecimiento de modelos de IA para su uso clínico práctico (Wong <i>et al.</i> , 2023).
--	--	---	--

### **Yolov5**

Este método es utilizado para identificar regiones anormales de interés en imágenes gastrointestinales segmentadas, permitiendo el diagnóstico de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) (Maity *et al.*, 2024).

Para la segmentación se utilizó el modelo DeepLabV3+, el cual logró una precisión del 95,2% y una puntuación F1 del 93,3%. Por otro lado, para la clasificación de múltiples etapas de la ERGE se empleó un modelo de red neuronal profunda personalizado cuya precisión fue del 90.5% (Maity *et al.*, 2024).

### **Machine learning system**

Este método permite identificar eventos de reflujo en estudios de pHmetría esofágica de 24 horas con impedancia, los cuales se realizan de forma rutinaria para diagnosticar la enfermedad por reflujo gastroesofágico (Zhou *et al.*, 2023).

Las métricas de rendimiento del sistema, aunque superiores al software automatizado existente, mostraron que la sensibilidad (68,7%) y la especificidad (80,8%) no eran perfectas, indicando un potencial para mejorar significativamente la interpretación automatizada de estos estudios que actualmente requieren mucho tiempo y están sujetos a una alta variabilidad entre lectores (Zhou *et al.*, 2023).

### **Deep Learning (DL)**

El estudio desarrolló un modelo de aprendizaje profundo para clasificar la gravedad de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) basado en el sistema de clasificación de Los Ángeles, utilizando 2081 imágenes endoscópicas (Ge *et al.*, 2023).

El modelo DenseNet-121 logró una precisión de clasificación del 86,7%, superando significativamente a los endoscopistas junior y experimentados, que tuvieron precisiones del 71,5% y 77,4%, respectivamente (Ge *et al.*, 2023).

### **GERD-VGGNet**

Este modelo utiliza redes neuronales convolucionales para la clasificación automática y la interpretación de la gravedad de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) basada en la clasificación de Los Ángeles (Wang *et al.*, 2021).

Los resultados experimentales indicaron una precisión general del 99,2 % (grado A-B), 100 % (grado C-D) y 100 % (grupo normal) utilizando endoscopia de imagen de banda estrecha (NBI), superando significativamente la precisión de los aprendices en el conjunto de pruebas, mejorando así las capacidades de interpretación de los endoscopistas inexpertos (Wang *et al.*, 2021).

### **Support vector machine (SVM)**

El estudio utilizó regresión logística y clasificadores de máquina de vectores de soporte (SVM) para predecir el trastorno de reflujo gastroesofágico en pacientes, centrándose en el origen de los síntomas para una predicción precisa. Esto se realizó mediante la aplicación de técnicas de aprendizaje automático, en concreto la regresión logística y la máquina de vectores de soporte (SVM), logrando una mayor precisión en la clasificación mediante el uso de la representación lineal y estructuras de árbol binario (Srividya & Sasi, 2021).

### **Artificial intelligence (IA)**

El estudio comprende el uso de la inteligencia artificial (IA) en la medición de nuevas métricas de pH-impedancia, empleándola para identificar y eliminar diversos eventos de impedancia, lo que ayuda a predecir la eficacia de los tratamientos médicos de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) (Wong *et al.*, 2023).



El estudio destaca la importancia de las técnicas de desarrollo de modelos, en particular deep learning, que implica el entrenamiento de modelos con múltiples capas de redes neuronales artificiales para mejorar las capacidades de diagnóstico de la ERGE (Wong *et al.*, 2023).

## DISCUSIÓN

El creciente uso de la inteligencia artificial en el ámbito gastroenterológico ha generado diversos avances en el diagnóstico de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE), para ello se han utilizados diferentes métodos que han favorecido su avance, los cuales se han centrado en diferentes aspectos.

En primer lugar, Yolov5 ha conseguido identificar regiones anormales a partir de imágenes gastrointestinales segmentadas, destacando por su alto porcentaje de precisión al integrarse con el modelo DeepLabV3+, el cual fue correspondiente a 95,2% (Maity *et al.*, 2024). Por otra parte, machine learning system permitió identificar eventos de reflujo durante estudios de pHmetría esofágica de 24 horas con impedancia, sin embargo, sus métricas de rendimiento mostraron porcentajes de sensibilidad y especificidad bajos en comparación con el modelo anterior, lo que pudo deberse a la baja tasa de pacientes utilizados durante el estudio (45), lo cual puede aumentar el margen de error al no tomar en cuenta variables presentes en poblaciones más grandes (Zhou *et al.*, 2023).

Deep Learning (DL) y GERD-VGGNet basaron la clasificación automática e interpretación de la gravedad de la enfermedad a partir de la clasificación de Los Ángeles, donde se utilizó un gran número de imágenes endoscópicas, las cuales permitieron una precisión del 86,7% y 99,2% respectivamente. No obstante, para el modelo GERD-VGGNet se basó en un conjunto de pruebas relativamente pequeño de 32 pacientes, lo que limita la generalizabilidad de los resultados a una población más amplia (Ge *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2021).

En el caso de Support vector machine (SVM) [19], se hizo uso de una regresión logística y de clasificadores de máquina de vectores de soporte para realizar la predicción del trastorno de reflujo gastroesofágico, logrando una mayor precisión en su clasificación mediante el uso de representaciones lineales y estructuras de árbol binario (Srividya & Sasi, 2021).

Por último, el estudio de Artificial intelligence (IA) [20] permitió comprender el uso de la inteligencia artificial (IA) en la medición de nuevas métricas de pH-impedancia mediante la identificación y eliminación de diversos eventos de impedancia, permitiendo predecir la eficacia de los tratamientos



médicos para esta enfermedad. Sin embargo, su interpretabilidad no se ha estudiado, provocando que la precisión de estos métodos sea inferior al 90%, incrementando la necesidad de mejorar las técnicas de modelos de IA para uso clínico práctico (Wong *et al.*, 2023).

## CONCLUSIONES

La revisión narrativa ha permitido identificar y comparar los principales avances en el uso de la inteligencia artificial (IA) para el diagnóstico de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE), una patología de alta prevalencia e impacto en la calidad de vida. A través del análisis de múltiples estudios recientes, se ha evidenciado que la IA está revolucionando la forma en que se detectan, clasifican y gestionan los trastornos funcionales gastrointestinales, especialmente mediante la automatización de procesos diagnósticos que tradicionalmente han requerido intervención manual intensiva.

Los modelos basados en deep learning, como GERD-VGGNet o DenseNet-121, han mostrado niveles de precisión notables, incluso superiores a los de endoscopistas con experiencia, lo que posiciona a estas tecnologías como herramientas prometedoras en la práctica clínica. Asimismo, enfoques como Yolov5 y DeepLabV3+ destacan por su capacidad para segmentar imágenes y localizar lesiones con alta fiabilidad. Por su parte, los sistemas basados en machine learning aplicados a pHmetría e impedancia han permitido una mayor comprensión de los episodios de reflujo y una mejora progresiva en la cuantificación de los mismos.

No obstante, persisten limitaciones metodológicas relevantes, entre ellas: tamaños muestrales reducidos, falta de validación externa, y baja interpretabilidad clínica de algunos modelos. Estas restricciones dificultan la generalización de los hallazgos y subrayan la necesidad de estudios multicéntricos con cohortes amplias y heterogéneas.

En síntesis, la IA representa una frontera tecnológica con alto potencial para transformar el abordaje de la ERGE, pero su adopción clínica efectiva requiere una validación rigurosa, el desarrollo de interfaces intuitivas para profesionales de la salud y una integración ética y segura en los sistemas de atención sanitaria. Las futuras investigaciones deberán centrarse en la explicabilidad de los modelos, su aplicabilidad en diversos contextos socioeconómicos y su impacto real en la toma de decisiones médicas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arín, A. & Iglesias, M. R. (2003). Enfermedad por reflujo gastroesofágico. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 26(2), 251-268. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272003000300008&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000300008&lng=es&tlng=es).
- Barba Orozco, E. & Esquerria Duran, A. (2023). Estudio del reflujo gastroesofágico. Interpretación de las pruebas funcionales en el paciente obeso. *Cirugía Española*, 101(4), S8-S18. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2023.01.001>.
- Boeckxstaens, G. E. & Rohof, W. O. (2014). Pathophysiology of Gastroesophageal Reflux Disease. *Gastroenterology Clinics of North America*, 43(1), 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2013.11.001>.
- Ge, Z., Wang, B., Chang, J., Yu, Z., Zhou, Z., Zhang, J. & Duan, Z. (2023). Using deep learning and explainable artificial intelligence to assess the severity of gastroesophageal reflux disease according to the Los Angeles Classification System. *Scandinavian journal of gastroenterology*, 58(6), 596–604. <https://doi.org/10.1080/00365521.2022.2163185>.
- Hosseini, A., Shorofi, S. A., Jackson, A. C., Dehghan, M. F., Salmanpour, A., Sadeghi, Z., Haghani, S. & Bahramnezhad, F. (2022). The effects of diaphragmatic breathing training on the quality of life and clinical symptoms of patients with gastroesophageal reflux disease: A randomized controlled trial. *Advances in Integrative Medicine*, 9(2), 103-109. <https://doi.org/10.1016/j.aimed.2022.03.002>.
- Huerta-Iga, F. M., Tamayo-de la Cuesta, J. L., Noble-Lugo, A., Remes-Troche, J. M. Valdovinos-Díaz, M. A. & Carmona-Sánchez, R. I. (2012). Consenso mexicano de enfermedad por reflujo gastroesofágico. Parte I. *Revista de Gastroenterología de México*, 77(4), 193-213. <https://doi.org/10.1016/j.rgmex.2012.10.002>.
- Kahrilas, P. J., McColl, K., Fox, M., O'Rourke, L., Sifrim, D., Smout, A. J. & Boeckxstaens, G. (2013). The acid pocket: a target for treatment in reflux disease?. *The American journal of gastroenterology*, 108(7), 1058–1064. <https://doi.org/10.1038/ajg.2013.132>.
- Maity, R., Raja Sankari, V. M., U, S., N A, R. & Salvador, A. L. (2024). Explainable AI based automated segmentation and multi-stage classification of gastroesophageal reflux using



- machine learning techniques. *Biomedical physics & engineering express*, 10(4).  
<https://doi.org/10.1088/2057-1976/ad5a14>.
- Moffa, A., Oliveto, G., Di Matteo, F., Bautista, P., Cárdenas, A., Cassano, M. & Casale, M. (2020). Modified inspiratory muscle training (m-IMT) as promising treatment for gastro-oesophageal reflux disease (GERD). *Acta Otorrinolaringologica*, 71(2), 65-69.  
<https://doi.org/10.1016/j.otoeng.2019.01.003>.
- NCI. (2011). *Respiración diafragmática*. Instituto Nacional del Cáncer.  
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/respiracion-diafragmatica>.
- Nobre e Souza, M. A., Vitorino Lima, M. J., Bezerra Martins, G., Arrais Nobre, R., Ponte Souza, M. H. L., Brandt de Oliveira, R. & Aguiar dos Santos, A. (2013). Inspiratory muscle training improves antireflux barrier in GERD patients. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 305(11), 862-867.  
<https://doi.org/10.1152/ajpgi.00054.2013>.
- Nugraha, H.G., Agustina, M. & Nataprawira, H. M. (2025). Diagnostic challenges of hiatal hernia Type IV: An imaging perspective. *Radiology Case Reports*, 20(1), 437-441.  
<https://doi.org/10.1016/j.radcr.2024.09.147>.
- OMS. (2024, 1 de marzo). *Obesidad y sobrepeso*. Organización mundial de la salud.  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#:~:text=El%20sobrepeso%20y%20la%20obesidad%20son%20la%20consecuencia%20de%20un,factores%20psicosociales%20y%20variantes%20gen%C3%A9ticas>.
- Pérez de la Serna y Bueno, J. & Ruiz de León San Juan, A. (2015). pHmetría/impedancia-pHmetría de 24 horas. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, 107(4), 243.  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-01082015000400013&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-01082015000400013&lng=es&tlng=es).
- Serra Pueyo, J. (2014). Puesta al día en el reflujo gastroesofágico. *Gastroenterología y Hepatología*, 37(2), 73-82. [10.1016/j.gastrohep.2013.11.001](https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2013.11.001).



- Song, G., Trujillo, S., Fu, Y., Shibi, F., Chen, J. & Fass, R. (2023). Transcutaneous electrical stimulation for gastrointestinal motility disorders. *Neurogastroenterology & Motility*, 35(11). <https://doi.org/10.1111/nmo.14618>.
- Srividya, B. V. & Sasi, S. (2021). Early Detection of Gastroesophageal Reflux Disease Using Logistic Regression and Support Vector Machine. *International Journal of Organizational and Collective Intelligence (IJOICI)*, 11(2), 75-90. <https://doi.org/10.4018/IJOICI.2021040104>.
- Wang, C. C., Chiu, Y. C., Chen, W. L., Yang, T. W., Tsai, M. C., & Tseng, M. H. (2021). A Deep Learning Model for Classification of Endoscopic Gastroesophageal Reflux Disease. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2428. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052428>.
- Wong, M. W., Rogers, B. D., Liu, M. X., Lei, W. Y., Liu, T. T., Yi, C. H., Hung, J. S., Liang, S. W., Tseng, C. W., Wang, J. H., Wu, P. A. & Chen, C. L. (2023). Application of Artificial Intelligence in Measuring Novel pH-Impedance Metrics for Optimal Diagnosis of GERD. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 13(5), 960. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13050960>.
- Zhou, M. J., Zikos, T., Goel, K., Goel, K., Gu, A., Re, C., Florez Rodriguez, D. J., Clarke, J. O., Garcia, P., Fernandez-Becker, N., Sonu, I., Kamal, A. & Sinha, S. R. (2023). Development and Validation of a Machine Learning System to Identify Reflux Events in Esophageal 24-Hour pH/Impedance Studies. *Clinical and translational gastroenterology*, 14(10). <https://doi.org/10.14309/ctg.0000000000000634>.

