

Utilidad de la inteligencia artificial en la detección de alteraciones pleuroparenquimatosas en radiografía de tórax

Adolfo Manuel Delgado Brito¹, Claudia Argüelles Llera¹, Ana Ezponda Casajús¹,
Carlos Delgado Solano¹, José Marlon Rodríguez Ortega¹, Daniel Alfonso Zambrano
Andrade¹, Manuel Rafael López De la Torre Carretero¹, Loreto García Del Barrio¹

Clínica Universidad de Navarra¹, Pamplona

Introducción

- La **radiografía de tórax** es una de las pruebas de imagen más utilizadas en la práctica clínica, debido a su disponibilidad y bajo coste.
 - Sin embargo, su interpretación puede resultar compleja y está sujeta a variabilidad interobservador y a posibles errores diagnósticos.
 - En este contexto, la **inteligencia artificial (IA)**, especialmente mediante técnicas de aprendizaje profundo y redes neuronales convolucionales, ha surgido como una herramienta prometedora para apoyar la detección automática de patologías en radiografías de tórax.
-

Objetivo

El objetivo de este estudio consiste en evaluar el rendimiento diagnóstico de un sistema de inteligencia artificial (IA) comercial en la detección de cinco alteraciones pleuroparenquimatosas en radiografías de tórax (neumotórax, derrame pleural, lesión/nódulo pulmonar, consolidación y atelectasia) y comparar sus resultados con los de un radiólogo torácico experto.

Material y métodos



Estudio observacional
prospectivo unicéntrico



600 pacientes adultos con
radiografía de tórax en
proyección
posteroanterior



Se excluyeron pacientes <18
años y radiografías en
proyección anteroposterior o
lateral.

Material y métodos

Las radiografías fueron evaluadas por un **radiólogo torácico experto con más de 20 años de experiencia**, ciego a los resultados del sistema de IA. Paralelamente, las mismas imágenes fueron analizadas por un **software comercial de IA**.

Se analizaron cuatro conjuntos de resultados:

- Resultados del radiólogo
- Resultados de la IA
- Combinación radiólogo + IA
- Informe final del radiólogo tras revisar la IA, considerado **estándar de referencia**.

Se evaluaron sensibilidad, especificidad, concordancia diagnóstica (coeficiente kappa) y área bajo la curva ROC (AUC) para cada una de las cinco patologías estudiadas.

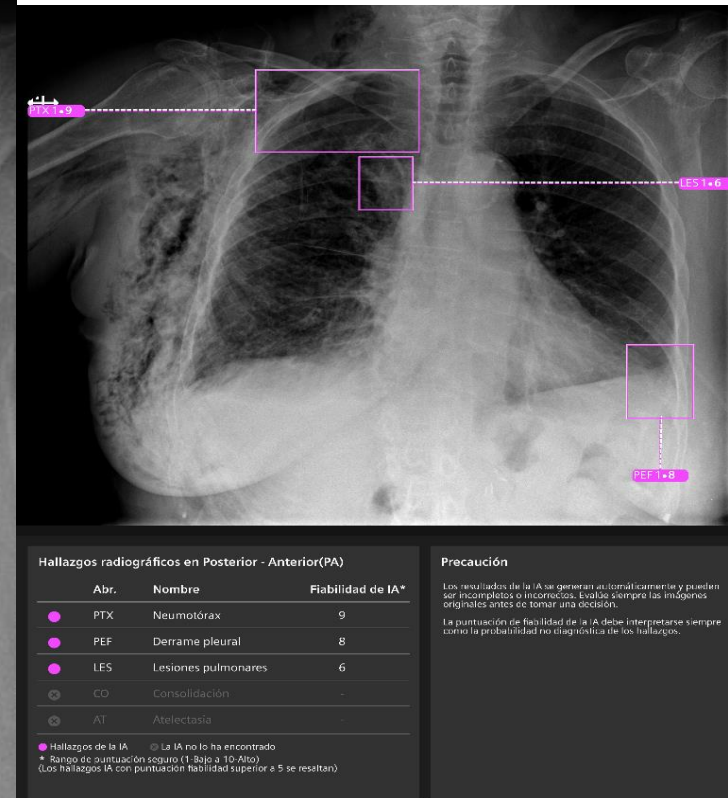
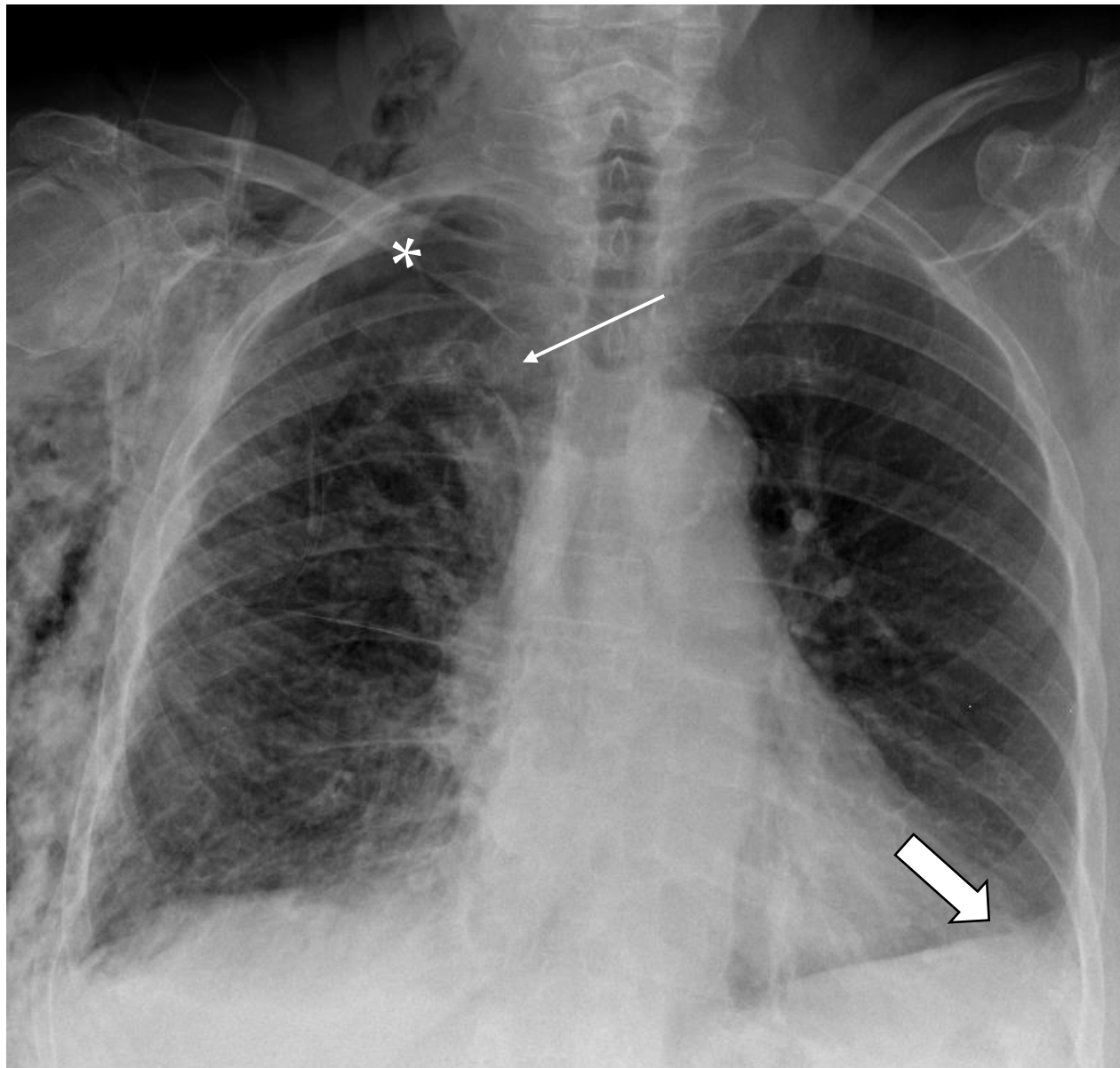


Figura 1. Radiografía PA de paciente intervenido de segmentectomía de lóbulo superior derecho. Neumotórax postquirúrgico (asterisco), consolidación paratraqueal derecha (flecha fina) y derrame pleural izquierdo (flecha gruesa) detectados tanto por el radiólogo autónomo como por la IA.

Resultados

Análisis de la concordancia diagnóstica entre la IA y el radiólogo

La concordancia diagnóstica se evaluó mediante el **coeficiente kappa**, observándose valores estadísticamente significativos para todas las variables ($p < 0,001$).

La mayor concordancia se observó en el **derrame pleural**, mientras que la menor se registró en la **detección de lesiones pulmonares**.

Variable	Índice Kappa	IC 95%	Valor p
Neumotórax	0.48	0.36 – 0.59	<0.001
Lesión	0.31	0.22 – 0.41	<0.001
Consolidación	0.47	0.38 – 0.56	<0.001
Derrame pleural	0.63	0.55 – 0.71	<0.001
Atelectasia	0.39	0.31 – 0.47	<0.001

Tabla 1. Concordancia diagnóstica entre la IA y el radiólogo por variable

Resultados

Análisis de la sensibilidad y la especificidad del radiólogo y la IA

Tomando como referencia el informe final del radiólogo tras revisar la IA:

- El radiólogo mostró sensibilidades cercanas al 100% y especificidades >98% en todas las patologías.
- La IA presentó alta especificidad (>95%), pero sensibilidad variable según la patología.

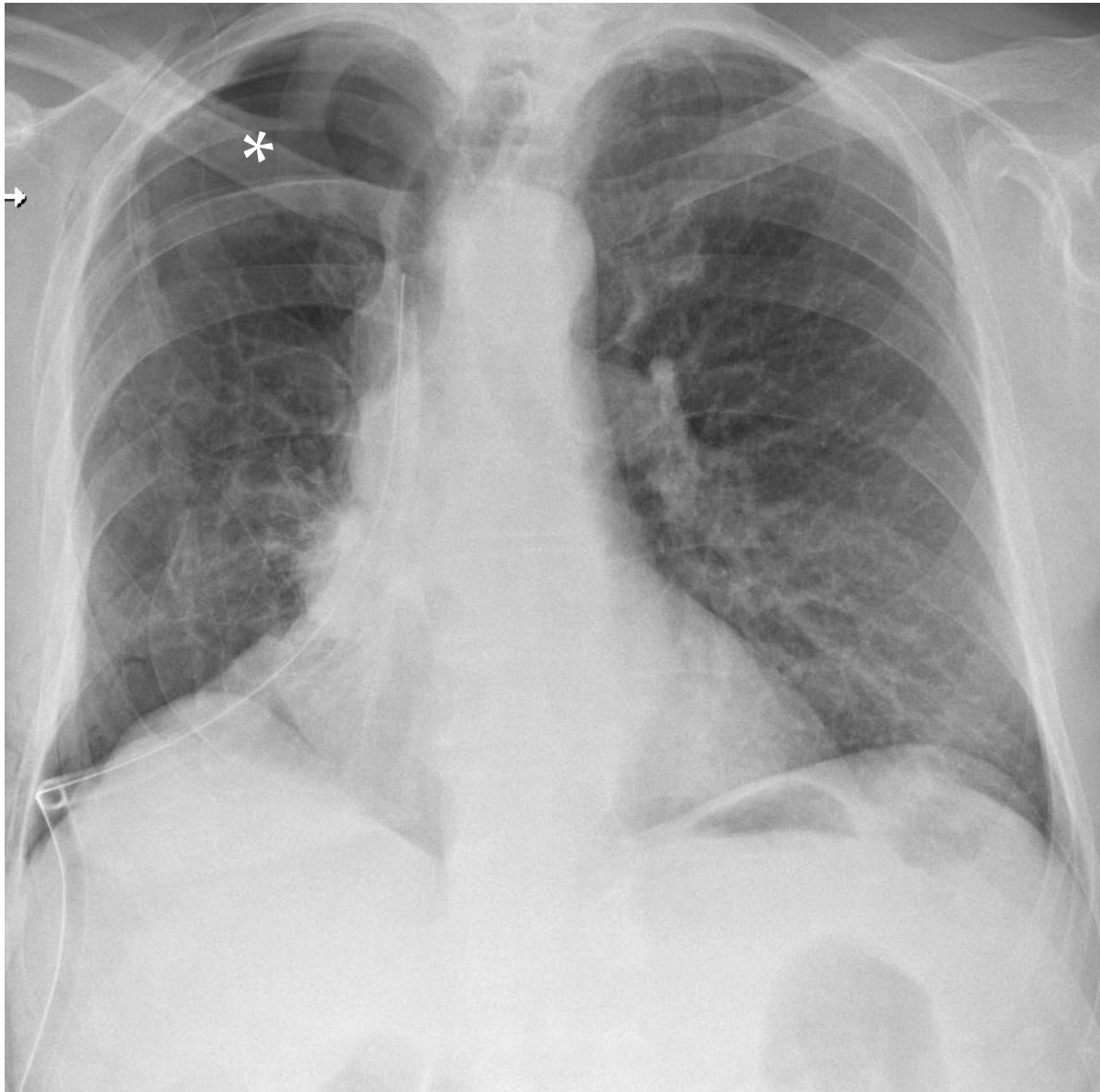
Los resultados más destacados fueron:

Neumotórax: sensibilidad 100% tanto para IA como para radiólogo.

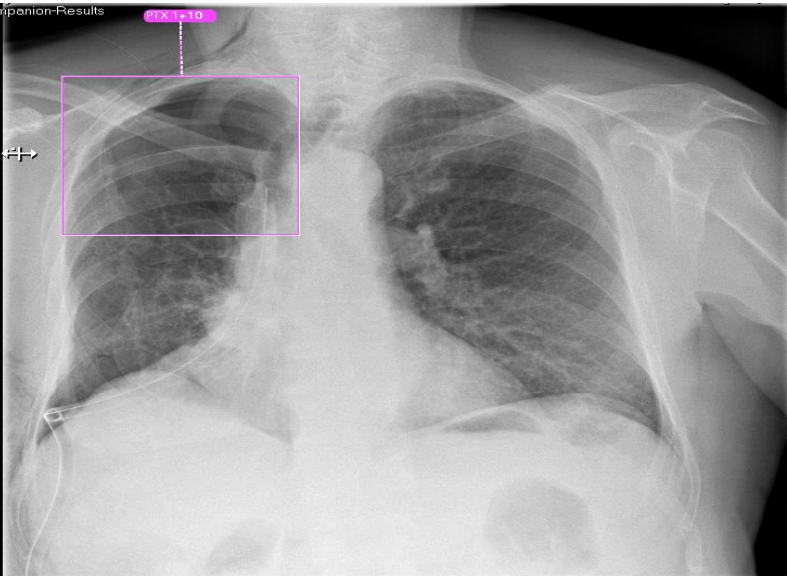
- **Atelectasia y consolidación:** sensibilidades bajas para la IA.
- **Lesiones pulmonares:** la IA mostró mayor sensibilidad que el radiólogo, aunque con menor especificidad.

Método	Variable	Referencia	Sensibilidad	IC 95%	Especificidad	IC 95%
Radiólogo	R_PTX	R_IA_PTX	1.00	0.65 – 1.00	1.00	0.99 – 1.00
IA	IA_PTX	R_IA_PTX	1.00	0.65 – 1.00	0.98	0.97 – 0.99
Radiólogo	R_PEF	R_IA_PEF	0.94	0.84 – 0.98	1.00	0.96 – 1.00
IA	IA_PEF	R_IA_PEF	0.65	0.51 – 0.77	0.99	0.97 – 0.99
Radiólogo	R_LES	R_IA_LES	0.73	0.61 – 0.82	0.99	0.98 – 0.99
IA	IA_LES	R_IA_LES	0.80	0.69 – 0.88	0.88	0.83 – 0.88
Radiólogo	R_CO	R_IA_CO	0.88	0.77 – 0.94	1.00	0.99 – 1.00
IA	IA_CO	R_IA_CO	0.53	0.41 – 0.65	0.96	0.94 – 0.97
Radiólogo	R_AT	R_IA_AT	0.94	0.88 – 0.97	0.99	0.98 – 1.00
IA	IA_AT	R_IA_AT	0.35	0.28 – 0.45	0.98	0.97 – 0.99

Tabla 2. Sensibilidad y especificidad del radiólogo y la IA por variable.



Companion-Results



PTX 1=10

Hallazgos radiográficos en Posterior - Anterior(PA)		
Abr.	Nombre	Fiabilidad de IA*
PTX	Neumotórax	10
PEP	Derrame pleural	-
LES	Lesiones pulmonares	-
CO	Consolidación	-
AT	Atelectasia	-

Hallazgos de la IA

● La IA no lo ha encontrado

* Rango de puntuación seguro (1-Bajo a 10-Alto)

(Los hallazgos IA con puntuación fiabilidad superior a 5 se resaltan)

Precaución

Los resultados de la IA se generan automáticamente y pueden ser incompletos o incorrectos. Evalúe siempre las imágenes originales antes de tomar una decisión.

La puntuación de fiabilidad de la IA debe interpretarse siempre como la probabilidad no diagnóstica de los hallazgos.

Figura 2. Radiografía PA de paciente postquirúrgico. Neumotórax derecho (asterisco) detectado tanto por el radiólogo independiente como por la IA.

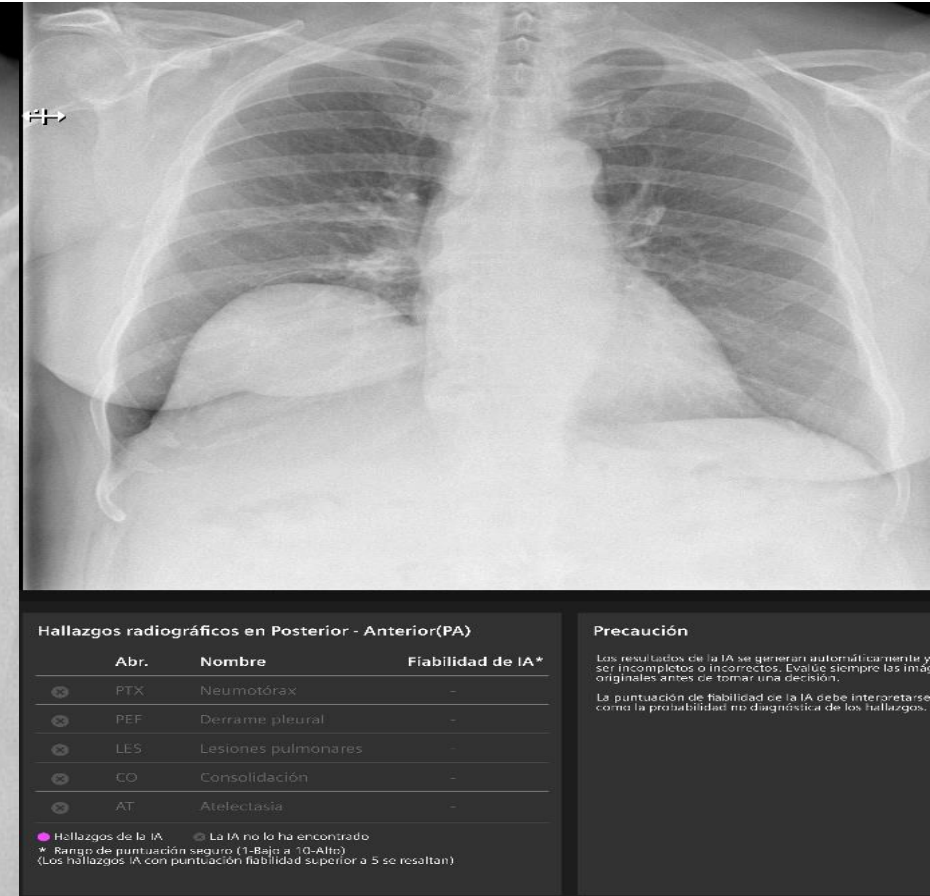
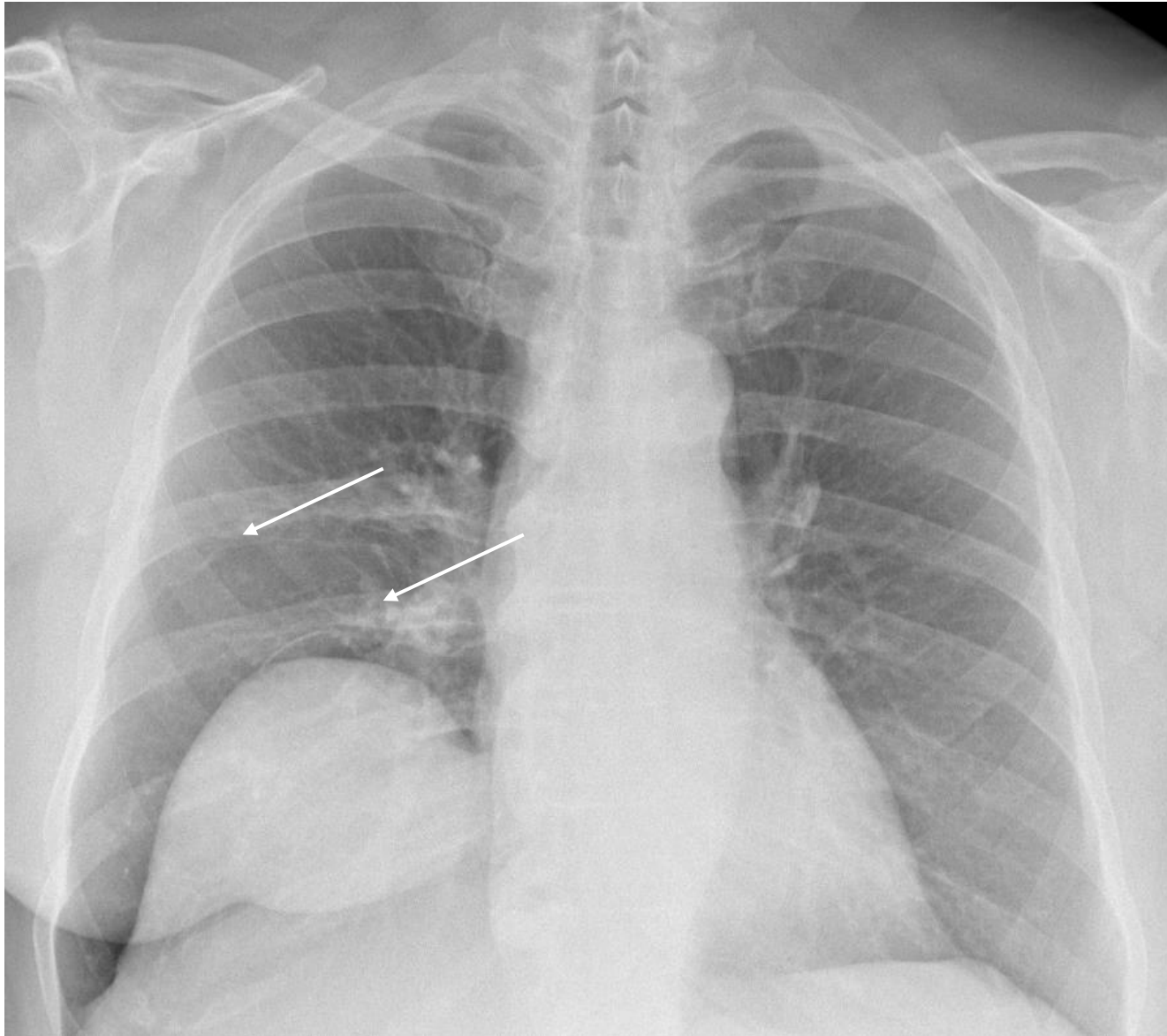


Figura 3. Radiografía PA. Finas bandas atelectásicas en campo pulmonar medio derecho (flechas), probablemente en relación con elevación de hemidiafragma ipsilateral.

Resultados

Área bajo la curva ROC

La comparación mediante el test de DeLong mostró que el radiólogo tuvo un AUC significativamente superior al de la IA para derrame pleural, consolidación y atelectasia.

Para neumotórax y lesiones pulmonares no se observaron diferencias significativas.

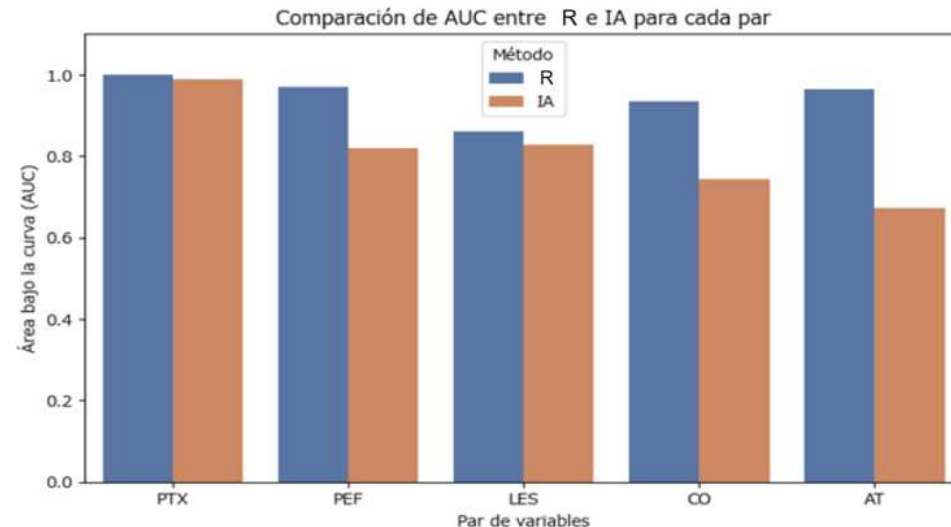


Figura 1. Comparación de área bajo la curva ROC entre radiólogo e IA por variable

Par	AUC_R	IC 95% R	AUC_IA	IC 95% IA	Valor p
Neumotórax	1.00	1.00 – 1.00	0.99	0.94 – 1.00	0.71
Derrame pleural	0.97	0.94 – 1.00	0.82	0.75 – 0.89	<0.001
Lesión	0.86	0.80 – 0.92	0.83	0.77 – 0.89	0.467
Consolidación	0.94	0.89 – 0.98	0.74	0.67 – 0.82	<0.001
Atelectasia	0.96	0.94 – 0.99	0.67	0.61 – 0.73	<0.001

Tabla 4. Comparación de los valores del área bajo la curva ROC con los valores p según el Test de DeLong.

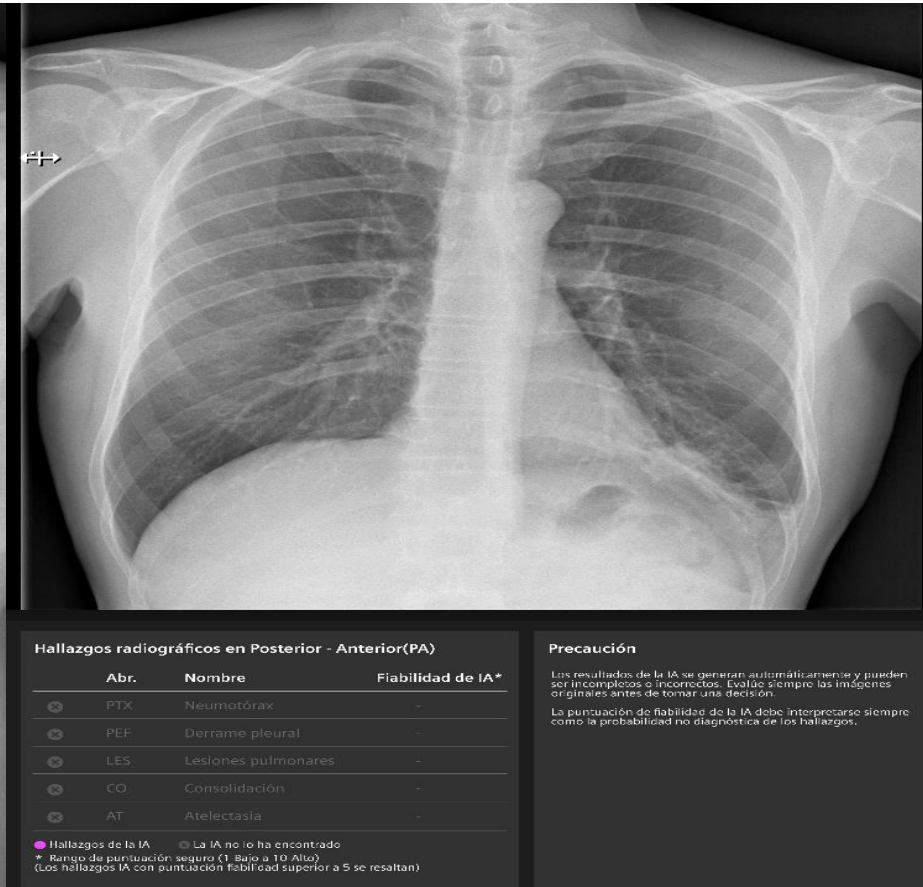
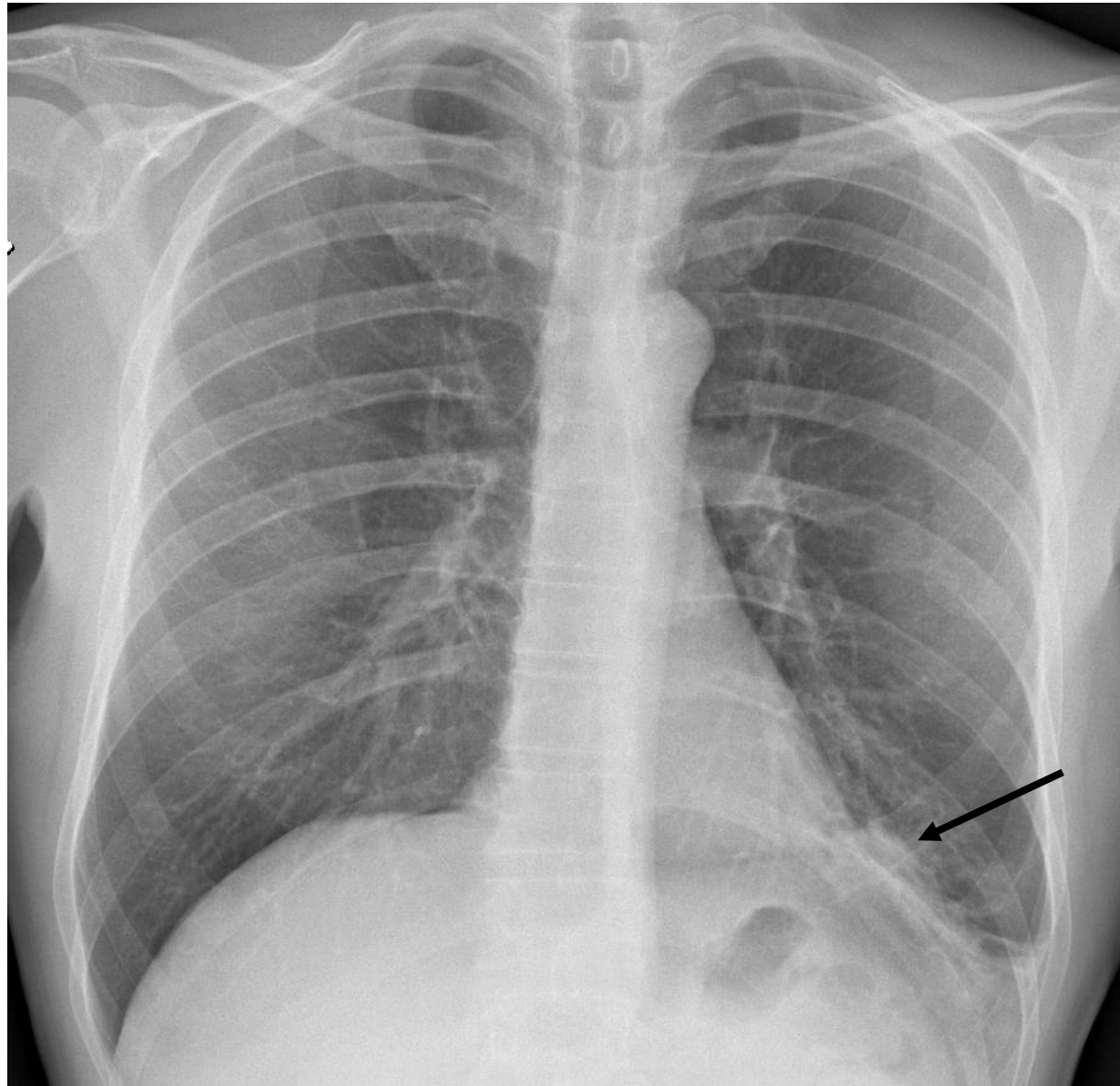


Figura 4. Radiografía PA de paciente con clínica de infección respiratoria. Consolidación basal izquierda, que borra el borde diafragmático ipsilateral (flecha). El radiólogo informó el hallazgo, sin embargo, la IA no lo identificó en este caso.

Resultados

Análisis sobre la mejora de informe del radiólogo al incorporar la IA

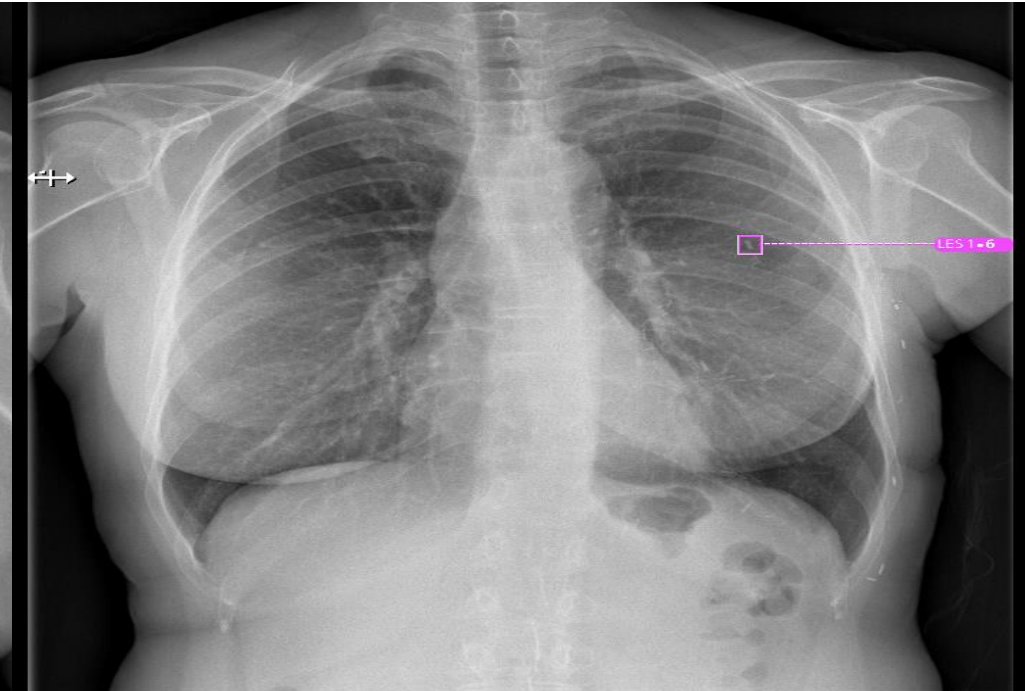
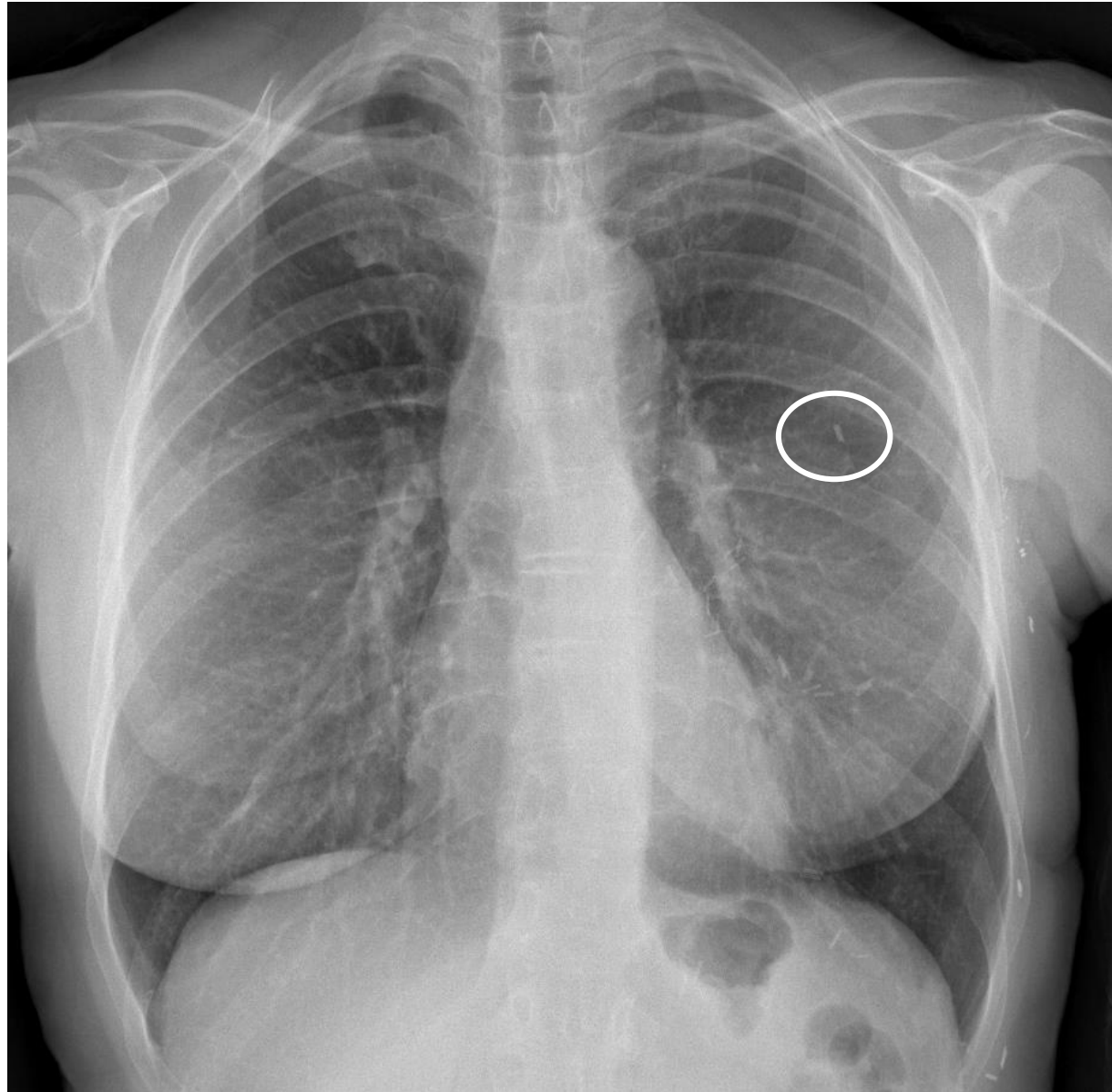
Se evaluó un modelo combinado de **radiólogo+IA** considerando positivo cualquier hallazgo detectado por uno de los dos métodos.

Los resultados mostraron que esta combinación:

- **Aumenta la sensibilidad global**
- **Mejora el AUC**
- **Reduce ligeramente la especificidad**

Tabla 5. Sensibilidad, especificidad y área bajo la curva obtenidas de la combinación de la IA y el radiólogo respecto al estándar de referencia.

Variable	Sensibilidad R+IA	IC 95% Sens	Especificidad R+IA	IC 95% Esp	AUC R+IA	IC 95% AUC
Neumotórax	1.00	0.65 – 1.00	0.98	0.97 – 0.99	0.99	0.94 – 1.00
Derrame pleural	1.00	0.90 – 1.00	0.99	0.97 – 0.99	0.99	0.97 – 1.00
Lesión / Nódulo	0.97	0.89 – 01.00	0.86	0.83 – 0.88	0.91	0.86 – 0.96
Consolidación	0.92	0.83 – 0.97	0.95	0.94 – 0.97	0.94	0.90 – 0.98
Atelectasia	0.97	0.93 – 0.99	0.97	0.96 – 0.98	0.97	0.95 – 1.00



Hallazgos radiográficos en Posterior - Anterior(PA)

Abr.	Nombre	Fiabilidad de IA*
PTX	Neumotórax	-
PEF	Derrame pleural	-
LES	Lesiones pulmonares	6
CO	Consolidación	-
AT	Atelectasia	-

● Hallazgos de la IA ● La IA no lo ha encontrado
* Rango de puntuación seguro (1: Bajo a 10: Alto)
(Los hallazgos IA con puntuación fiabilidad superior a 5 se resaltan)

Precaución

Los resultados de la IA se generan automáticamente y pueden ser incompletos o incorrectos. Evalúe siempre las imágenes originales antes de tomar una decisión.

La puntuación de fiabilidad de la IA debe interpretarse siempre como la probabilidad no diagnóstica de los hallazgos.

Figura 5. Radiografía PA de paciente que acude a revisión tras cirugía de mama. La IA identifica una lesión en campo medio pulmonar izquierdo que corresponde con clip quirúrgico.

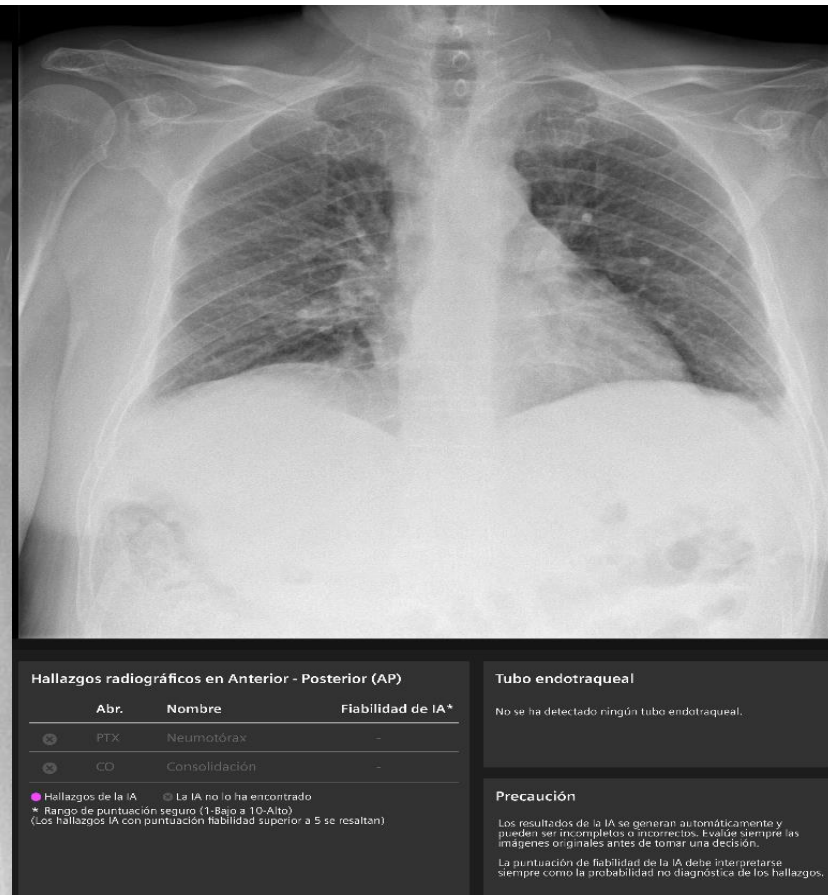
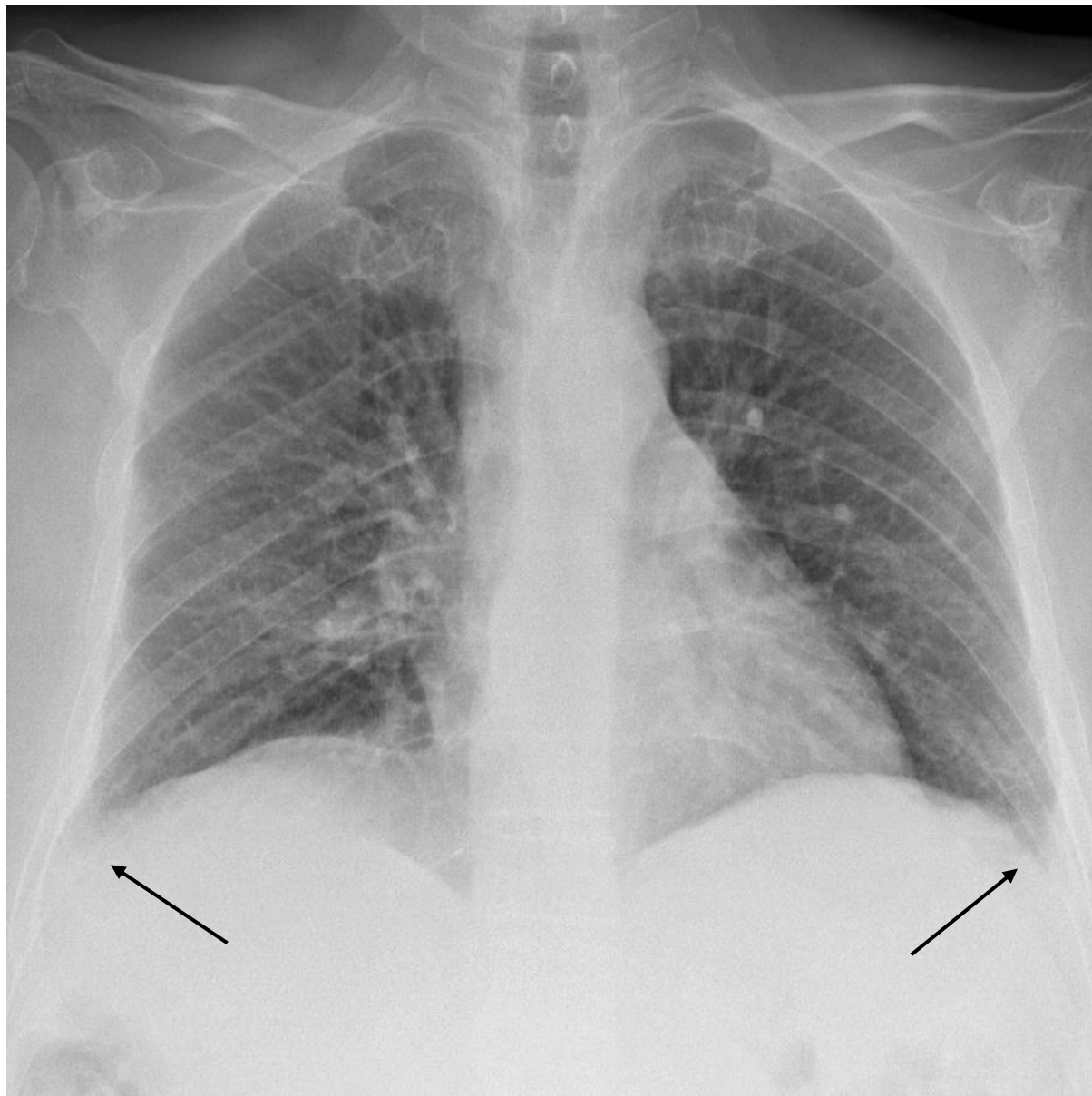


Figura 6. Radiografía PA de paciente con insuficiencia cardiaca. Edema intestinal bilateral y pinzamiento de ambos senos costofrénicos (flechas) compatible con edema agudo de pulmón con derrame pleural bilateral. La IA no identificó en este caso la presencia de derrame.

Resultados

Comparación de sensibilidad y especificidad de la variable radiólogo+IA con cada método individual

SENSIBILIDAD

La combinación radiólogo+IA mostró una **mejora estadísticamente significativa** frente al radiólogo individual en:

- Neumotórax
- Derrame pleural
- Lesiones pulmonares

Respecto a la IA individual, la mejora fue significativa en **todas las variables**.

ESPECIFICIDAD

El aumento de sensibilidad se asoció con una **disminución significativa de la especificidad frente al radiólogo**, especialmente en:

- lesiones
- consolidación
- atelectasia

En comparación con la IA, solo se observó una reducción significativa en **atelectasia**.

Par	p_S_R+IA_vs_R	p_S_R+IA_vs_IA	p_E_R+IA_vs_R	p_E_R+IA_vs_IA
PTX	<0,001	<0,001	<0,001	1
PEF	<0,001	<0,001	<0,001	1
LES	<0,001	<0,001	<0,001	1
CO	0,25	<0,001	<0,001	0,5
AT	0,13	<0,001	<0,001	0,02

Tabla 6. Comparación de sensibilidad y especificidad de la nueva variable radiólogo+IA con cada método individual

Resultados

A pesar de las mejoras en sensibilidad, la comparación de las curvas ROC entre R+IA y radiólogo no reveló diferencias estadísticamente significativas en el AUC para ninguna de las cinco variables (P. ej. $p=0,71$ para PTX; $p=0,56$ para atelectasia (AT)).

Par	AUC_R	AUC_R+IA	Valor p
PTX	1	0,99	0,71
PEF	0,97	0,99	0,23
LES	0,86	0,91	0,18
CO	0,94	0,94	0,95
AT	0,96	0,97	0,56

Tabla 7. Comparación estadística de AUC entre radiólogo+IA y radiólogo individual, comparando con el estándar de referencia.

Discusión

- La IA aplicada a la radiografía de tórax mostró un rendimiento diagnóstico aceptable, con resultados especialmente sólidos en la detección de neumotórax y una alta especificidad global, lo que refuerza su utilidad como herramienta de apoyo en la identificación de hallazgos pleuroparenquimatosos.
 - No obstante, su rendimiento fue heterogéneo según la patología, con limitaciones relevantes en la sensibilidad para consolidación y atelectasia, lo que indica que todavía no puede sustituir la interpretación del radiólogo experto.
 - En este estudio, el radiólogo torácico experto mantuvo una mayor fiabilidad diagnóstica global, con sensibilidades cercanas al 100% y especificidades superiores al 98%.
-

Discusión

- La combinación radiólogo + IA mejoró la sensibilidad y el área bajo la curva, apoyando la idea de que la IA puede funcionar como segundo lector y como una red de seguridad diagnóstica, especialmente para evitar falsos negativos o detectar hallazgos sutiles.
 - Sin embargo, estas mejoras no alcanzaron significación estadística frente al rendimiento individual del radiólogo, probablemente debido al alto nivel de experiencia del lector evaluado.
 - Además, la incorporación de la IA plantea retos prácticos y metodológicos, como su integración en el flujo de trabajo, el riesgo de sesgo de automatización y las limitaciones derivadas del estándar de referencia utilizado y del análisis exclusivo de proyecciones posteroanteriores.
-

Discusión

En conjunto, los hallazgos respaldan que la IA debe entenderse actualmente como una **herramienta complementaria**, útil para aumentar la seguridad diagnóstica y potencialmente la eficiencia, pero **sin reemplazar el juicio clínico del radiólogo**.

Conclusiones

- La inteligencia artificial muestra un rendimiento diagnóstico aceptable en la detección de alteraciones pleuroparenquimatosas en radiografía de tórax, especialmente en la identificación de neumotórax.
 - Sin embargo, la interpretación del radiólogo experto continúa siendo el método más fiable, y la IA debe considerarse una herramienta complementaria de apoyo a la decisión clínica.
 - La integración de la IA en la práctica radiológica puede mejorar la sensibilidad diagnóstica y ayudar a detectar hallazgos sutiles, siempre manteniendo la supervisión y el juicio clínico del especialista.
-

Bibliografía

1. Chassagnon G, Vakalopoulou M, Paragios N, Revel MP. Artificial intelligence applications for thoracic imaging. Eur J Radiol. 1 de febrero de 2020;123.
 2. Ram S, Bodduluri S. Implementation of Artificial Intelligence-Assisted Chest X-ray Interpretation: It Is About Time. Vol. 20, Annals of the American Thoracic Society. American Thoracic Society; 2023. p. 641-2.
 3. Gogoberidze YT, Klassen VI, Natenson MY, Prosvirkin IA, Vladzimirsky A V., Sharova DE, et al. PhthisisBioMed Artificial Medical Intelligence: Software for Automated Analysis of Digital Chest X-ray/Fluorograms. Sovremennye Tehnologii v Medicine. 2023;15(4):5-19.
 4. Irmici G, Cè M, Caloro E, Khenkina N, Della Pepa G, Ascenti V, et al. Chest X-ray in Emergency Radiology: What Artificial Intelligence Applications Are Available? Vol. 13, Diagnostics. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
 5. Ahn JS, Ebrahimian S, McDermott S, Lee S, Naccarato L, Di Capua JF, et al. Association of Artificial Intelligence-Aided Chest Radiograph Interpretation with Reader Performance and Efficiency. JAMA Netw Open. 31 de agosto de 2022;5(8):E2229289.
 6. López Alcolea J, Fernández Alfonso A, Cano Alonso R, Álvarez Vázquez A, Díaz Moreno A, García Castellanos D, et al. Diagnostic Performance of Artificial Intelligence in Chest Radiographs Referred from the Emergency Department. Diagnostics. 1 de noviembre de 2024;14(22).
 7. Gobira M, Moreira do Amaral MD, Landi Júnior O, Mattar G, Itiro Takano M, De Andrade EP. Evaluating the Diagnostic Accuracy of an Artificial Intelligence Tool for Pulmonary Abnormalities in Chest Radiographs: A Retrospective Study. Cureus. 19 de septiembre de 2025;
 8. Plesner LL, Müller FC, Brejnbøl MW, Laustrop LC, Rasmussen F, Nielsen OW, et al. Commercially Available Chest Radiograph AI Tools for Detecting Airspace Disease, Pneumothorax, and Pleural Effusion. Radiology. 1 de septiembre de 2023;308(3).
 9. Yoo H, Kim KH, Singh R, Digumarthy SR, Kalra MK. Validation of a Deep Learning Algorithm for the Detection of Malignant Pulmonary Nodules in Chest Radiographs. JAMA Netw Open. 24 de septiembre de 2020;3(9).
 10. Rabinovich D, Mosquera C, Torrens P, Aineseder M, Benitez S. User Satisfaction with an AI System for Chest X-Ray Analysis Implemented in a Hospital's Emergency Setting. En: Studies in Health Technology and Informatics. IOS Press BV; 2022. p. 8-12.
 11. Irmici G, Cè M, Caloro E, Khenkina N, Della Pepa G, Ascenti V, et al. Chest X-ray in Emergency Radiology: What Artificial Intelligence Applications Are Available? Vol. 13, Diagnostics. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
-

Bibliografía

12. Albahli S, Yar GNAH. AI-driven deep convolutional neural networks for chest X-ray pathology identification. J Xray Sci Technol. 2022;30(2):365-76.
 13. Lam Shin Cheung J, Ali A, Abdalla M, Fine B. U"AI" Testing: User Interface and Usability Testing of a Chest X-ray AI Tool in a Simulated Real-World Workflow. Canadian Association of Radiologists Journal. 1 de mayo de 2023;74(2):314-25.
 14. Novak A, Ather S, Gill A, Aylward P, Maskell G, Cowell GW, et al. Evaluation of the impact of artificial intelligence-assisted image interpretation on the diagnostic performance of clinicians in identifying pneumothoraces on plain chest X-ray: a multi-case multi-reader study. Emergency Medicine Journal. 25 de septiembre de 2024;41(10):602-9.
 15. Robert D, Sathyamurthy S, Singh AK, Matta SA, Tadepalli M, Tanamala S, et al. Effect of Artificial Intelligence as a Second Reader on the Lung Nodule Detection and Localization Accuracy of Radiologists and Non-radiology Physicians in Chest Radiographs: A Multicenter Reader Study. Acad Radiol. 1 de marzo de 2025;32(3):1706-17.
 16. Ahmad HK, Milne MR, Buchlak QD, Ektas N, Sanderson G, Chamtie H, et al. Machine Learning Augmented Interpretation of Chest X-rays: A Systematic Review. Vol. 13, Diagnostics. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
 17. Baltruschat I, Steinmeister L, Nickisch H, Saalbach A, Grass M, Adam G, et al. Smart chest X-ray worklist prioritization using artificial intelligence: a clinical workflow simulation Abbreviations AI Artificial intelligence CNN Convolution neural network CXR Chest X-ray FIFO First-in, first-out FNR False negative rate FPR False positive rate RTAT Report turnaround time.
 18. Lam Shin Cheung J, Ali A, Abdalla M, Fine B. U"AI" Testing: User Interface and Usability Testing of a Chest X-ray AI Tool in a Simulated Real-World Workflow. Canadian Association of Radiologists Journal. 1 de mayo de 2023;74(2):314-25.
 19. Kromrey ML, Steiner L, Schön F, Gamain J, Roller C, Malsch C. Navigating the Spectrum: Assessing the Concordance of ML-Based AI Findings with Radiology in Chest X-Rays in Clinical Settings. Healthcare (Switzerland). 1 de noviembre de 2024;12(22).
 20. Pekçevik Y, Orbatu D, Güngör F, Yildirim O, Yaşar E, Yimer MA, et al. The effect of an artificial intelligence algorithm on chest X-ray interpretation of radiology residents. British Journal of Radiology. 1 de octubre de 2022;95(1139).
 21. Pekçevik Y, Orbatu D, Güngör F, Yildirim O, Yaşar E, Yimer MA, et al. The effect of an artificial intelligence algorithm on chest X-ray interpretation of radiology residents. British Journal of Radiology. 1 de octubre de 2022;95(1139).
 22. Ho CW, Wu YL, Chen YC, Ju YJ, Wu MT. Impact of AI Assistance in Pneumothorax Detection on Chest Radiographs Among Readers of Varying Experience. Diagnostics. 1 de octubre de 2025;15(20).
 23. Sezgin E. Artificial intelligence in healthcare: Complementing, not replacing, doctors and healthcare providers. Vol. 9, Digital Health. SAGE Publications Inc.; 2023.
-