



Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information website.

Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded repositories, such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source. These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active.



EDITORIAL

Inteligencia artificial en radiología torácica. ¿Un reto en tiempos de la COVID-19?



Artificial Intelligence in Thoracic Radiology. A Challenge in COVID-19 Times?

En los últimos años, la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo (DL, acrónimo del inglés, *deep learning*), se han convertido en tecnologías de gran interés en el campo de la medicina. El DL forma parte del aprendizaje automático basado en algoritmos con estructura de red neuronal multicapa, inspirado en el cerebro humano. Aunque no es un concepto nuevo, el rápido crecimiento de la informática y la disponibilidad de conjuntos de datos etiquetados de imágenes torácicas han facilitado su éxito y podrían alterar significativamente la forma en que se practica la medicina. Estos algoritmos son capaces de aprender de sus errores y de reorganizar sus redes neuronales, con lo que, igual que los seres humanos, están sometidos a un constante aprendizaje¹. La radiografía de tórax y la tomografía computarizada, 2 pilares de la radiología torácica, han sido de las modalidades de imagen más investigadas y han ido superando limitaciones de otras técnicas más convencionales al proporcionar interpretabilidad, transparencia, reproducibilidad y un alto rendimiento para alcanzar la credibilidad de los radiólogos, que las implementan en su práctica clínica².

Con la evidente reducción de la mortalidad por cáncer de pulmón después de la detección de nódulos pulmonares con tomografía computarizada de tórax de baja dosis, clasificar o categorizar los nódulos con apoyo de DL reduce la variabilidad, mejora el rendimiento de los radiólogos y mejora también la clasificación de los pacientes en aquellos con cáncer de pulmón o sin él³. Más desafío supone su diagnóstico precoz en radiografía de tórax, en la que el DL detecta nódulos malignos con aceptables resultados y, a pesar de las limitaciones por los falsos positivos y superposiciones entre enfermedades torácicas, puede llegar a superar a los radiólogos y mejorar su rendimiento⁴.

En el estudio de las infecciones respiratorias, estas tecnologías han despertado gran interés. La Organización Mundial de la Salud recomienda la detección sistemática de tuberculosis activa en poblaciones de alto riesgo para reducir su carga mundial, pero, en muchos países con alta prevalencia, el número de radiólogos expertos es limitado. El DL ha mostrado rendimientos prometedores⁵, con áreas bajo la curva ROC que han llegado al 0,99 en algunas experiencias y al superar a los radiólogos torácicos, quienes mejoran su rendimiento después de revisar los resultados del algoritmo. De la misma forma, la Organización Mundial de la Salud destaca el valor potencial de esta herramienta⁶ con base en resultados similares obtenidos en la detección de neumonías. Una revisión actual

plasma como la inteligencia artificial ha contribuido a mejorar el diagnóstico de la COVID-19, en la que ha conseguido excelentes precisiones, incluso en validaciones externas, lo que hace pensar en la posibilidad de su generalización⁷.

Sin embargo, algoritmos específicos para una sola enfermedad o huella radiológica pueden tener un valor limitado en la práctica clínica real, ya que la interpretación radiológica requiere la evaluación de diversas enfermedades y anomalías. Entrenar un algoritmo para cubrir todas las enfermedades que se pueden encontrar es casi imposible y la diferenciación de varias anomalías puede ser una tarea difícil debido a hallazgos radiológicos superpuestos. Aun así, estos podrían ayudar a detectar múltiples enfermedades, incluso para los que no fueron dirigidos, con sensibilidades altas y un nivel de rendimiento comparable al de los radiólogos⁶, sobre todo, al de los médicos residentes de Radiología durante el desempeño de las guardias⁸.

Otro aspecto importante lo constituye la predicción del pronóstico del paciente o de la respuesta terapéutica. Los algoritmos permiten actuar como biomarcadores cuantitativos, en muchos casos con técnicas de segmentación (separación de la lesión del tejido adyacente), con una cuantificación automática que resulta lenta cuando es manual y que es casi imposible en la práctica diaria. Esta aumentaría la eficacia en la predicción de los radiólogos al evaluar cambios en el porcentaje de opacificación pulmonar comparando de forma evolutiva la progresión y eliminando, potencialmente, la subjetividad en la evaluación de los hallazgos⁹. Estos sistemas pueden ayudar a clasificar pacientes con diferentes etapas de enfermedad pulmonar obstructiva crónica o a predecir la aparición de agudizaciones y muerte¹⁰ o la estancia hospitalaria de pacientes infectados con coronavirus¹¹.

De igual modo, los algoritmos podrían utilizarse para favorecer flujos de trabajo de imágenes que disminuyan el contacto con el paciente, optimicen la calidad de la imagen, mejoren la reproducibilidad de los protocolos técnicos, minimicen la dosis de radiación y racionalicen la dotación de personal, lo que reducirá los costes¹². La integración de estos algoritmos puede hacerse verificando los hallazgos de forma simultánea, como segunda lectura del radiólogo a la interpretación provisional del algoritmo y posibilitando priorizar la lista de trabajo en términos de la gravedad de la enfermedad o de las anomalías y reduciendo el tiempo de respuesta; también podrían emplearse en la preselección de exámenes negativos

para priorizar la lista de trabajo y que los radiólogos interpretasen los exámenes positivos o no concluyentes¹³.

Para que un algoritmo reciba crédito y aceptación, debe explicar cómo ha llegado a los resultados (problema de «capas ocultas»), generalmente, utilizando un mapa de prominencia¹⁴ que destaca las áreas específicas de la imagen que contribuyeron a la salida final del algoritmo. Otro problema lo constituye el volumen y calidad de los datos empleados (se producirán malos resultados si los modelos se entrenan con datos no representativos), ya que la población real puede tener una prevalencia de enfermedad mucho más baja y un espectro mucho más amplio de enfermedades, algunas de las cuales pueden no estar cubiertas durante el desarrollo del algoritmo⁸. El gran desafío en el diagnóstico médico es la accesibilidad limitada de las imágenes médicas disponibles públicamente.

Otro tipo de problemas son los éticos, que pueden surgir del uso de datos de pacientes para entrenar estos sistemas de inteligencia artificial, o los que se plantean con base en la posible responsabilidad derivada de decisiones basadas en un algoritmo de inteligencia artificial¹⁵.

Como se ha descrito, cuando los humanos y la inteligencia artificial trabajan juntos, el rendimiento diagnóstico mejora, aunque esto no significa necesariamente mejores resultados para el paciente. Se debe buscar un diagnóstico integrado, con el potencial de personalizar aún más la atención médica, mucho más allá de lo que sería posible solo con aplicaciones de imágenes, estableciendo factores de enfermedad individualizados y decisiones personalizadas de tratamiento.

Bibliografía

1. Topol EJ. High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019 Jan;25:44-56.
2. Rubin DL. Artificial intelligence in imaging: The radiologist's role. *J Am Coll Radiol.* 2019 Sep;16:1309-17.
3. Ardila D, Kiraly AP, Bharadwaj S, Choi B, Reicher JJ, Peng L, et al. End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography. *Nat Med.* 2019;25:954-61.
4. Nam JG, Park S, Hwang EJ, Lee JH, Jin K-N, Lim KY, et al. Development and validation of deep learning-based automatic detection algorithm for malignant pulmonary nodules on chest radiographs. *Radiology.* 2019 Jan;290:218-28.
5. Hwang EJ, Park S, Jin K-N, Kim JI, Choi SY, Lee JH, et al. Development and validation of a deep learning-based automatic detection algorithm for active pulmonary tuberculosis on chest radiographs. *Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis Soc Am.* 2019;16:739-47.
6. Rajpurkar P, Irvin J, Ball RL, Zhu K, Yang B, Mehta H, et al. Deep learning for chest radiograph diagnosis: A retrospective comparison of the CheXNeXt algorithm to practicing radiologists. *PLoS Med.* 2018;15:e1002686.
7. Swapnarekha H, Behera HS, Nayak J, Naik B. Role of intelligent computing in COVID-19 prognosis: A state-of-the-art review. *Chaos Solitons Fractals.* 2020 Sep;138:109947.
8. Hwang EJ, Nam JG, Lim WH, Park SJ, Jeong YS, Kang JH, et al. Deep learning for chest radiograph diagnosis in the emergency department. *Radiology.* 2019;293:573-80.
9. Huang C-J, Chen Y-H, Ma Y, Kuo P-H. Multiple-input deep convolutional neural network model for COVID-19 forecasting in China. *Infect Dis.* 2020. Mar [consultado 29 Jul 2020]. Disponible en: <http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2020.03.23.20041608>.
10. González G, Ash SY, Vegas-Sánchez-Ferrero G, Onieva Onieva J, Rahaghi FN, Ross JC, et al. Disease staging and prognosis in smokers using deep learning in chest computed tomography. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018;15:193-203.
11. Qi X, Jiang Z, Yu Q, Shao C, Zhang H, Yue H, et al. Machine learning-based CT radiomics model for predicting hospital stay in patients with pneumonia associated with SARS-CoV-2 infection: A multicenter study [Internet]. *Infectious Diseases (except HIV/AIDS).* 2020. Mar [consultado 19 May 2020]. Disponible en: <http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2020.02.29.20029603>.
12. Lakhani P, Prater AB, Hutson RK, Andriole KP, Dreyer KJ, Morey J, et al. Machine learning in radiology: Applications beyond image interpretation. *J Am Coll Radiol.* 2018;15:350-9.
13. Hwang EJ, Park CM. Clinical implementation of deep learning in thoracic radiology: Potential applications and challenges. *Korean J Radiol.* 2020 May;21:511-25.
14. Choo J, Liu S. Visual analytics for explainable deep learning. *IEEE Comput Graph Appl.* 2018 Aug;38:84-92.
15. Pesapane F, Volonté C, Codari M, Sardanelli F. Artificial intelligence as a medical device in radiology: Ethical and regulatory issues in Europe and the United States. *Insights Imaging.* 2018 Oct;9:745-53.

María Dolores Corbacho Abelaira^{a,*}, Alberto Ruano-Ravina^b y Alberto Fernández-Villar^c

^a Servicio de Neumología, Hospital POVISA, Vigo, España

^b Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Santiago de Compostela, Servicio de Medicina Preventiva, Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela, CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Santiago de Compostela, España

^c Grupo NeumoVigo I+i, Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IISGS), Servicio de Neumología, Hospital Álvaro Cunqueiro, Vigo, España

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dcorbacho@povisa.es (M.D. Corbacho Abelaira).