IL RUOLO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN PNEUMOLOGIA INTERVENTISTICA

a cura della Redazione

Commento a: Kornafeld A, Little G, Frye L. The Role of Artificial Intelligence in Interventional Pulmonology. J Bronchol Intervent Pulmonol. 2026;33(1). doi:10.1097/LBR.0000000000001051.

L'intelligenza artificiale (IA) sta compiendo diversi progressi in pneumologia interventistica, grazie alla capacità di analizzare immagini e integrare dati clinici e funzionali a supporto della diagnosi, della pianificazione delle procedure e della selezione dei pazienti (1). La revisione narrativa di Kornafeld *et al.* ne illustra i principali sviluppi, offrendo un quadro delle tecnologie e delle evidenze disponibili.

Uno degli ambiti più studiati riguarda il riconoscimento dei noduli polmonari mediante tomografia computerizzata (TC). Gli algoritmi possono effettuare una prima lettura delle immagini, **segnalare reperti sospetti e individuare gli esami da sottoporre a valutazione prioritaria.** Questo supporto potrebbe risultare utile soprattutto nei programmi di screening con elevati volumi di attività, contribuendo a contenere il carico di lavoro e la variabilità tra gli osservatori (2). Inoltre, l'IA può **facilitare il confronto tra esami successivi**, seguendo le variazioni dei noduli nel tempo. In uno studio basato su una rete neurale U-Net, il sistema ha raggiunto un tasso di successo del 94% nelle valutazioni temporali e del 78% nelle valutazioni dei singoli noduli, con prestazioni inferiori per quelli molto piccoli o in riduzione (3).

Al riconoscimento dei noduli si affianca la loro caratterizzazione mediante radiomica, che permette di ricavare dalle immagini informazioni quantitative sulla forma, sulla densità e sull'omogeneità della struttura interna. Analizzate mediante algoritmi di apprendimento automatico, queste caratteristiche possono contribuire alla distinzione tra lesioni benigne e maligne. In uno degli studi citati, un modello radiomico ha raggiunto un'accuratezza dell'89%, individuando nelle caratteristiche della struttura interna del nodulo i principali indicatori di malignità (4).

Un ulteriore sviluppo dell'IA riguarda la **stima del rischio di malignità dei noduli rilevati nello screening del tumore polmonare**. Un modello di apprendimento profondo, sviluppato e validato utilizzando dati degli studi NLST (5) e NELSON (6), ha ottenuto prestazioni superiori al modello PanCan e comparabili a quelle dei radiologi toracici. Nelle coorti arricchite di casi neoplastici, l'area sotto la curva (AUC) è risultata pari a 0,96 nel confronto con noduli benigni selezionati casualmente e a 0,86 quando i noduli benigni avevano dimensioni simili a quelli maligni (7).

L'integrazione di tali dati con informazioni cliniche, di laboratorio e genomiche potrebbe rendere più precisa la valutazione del singolo paziente (8).

Nella broncoscopia, l'**IA può facilitare il riconoscimento dell'anatomia bronchiale** e, integrata con tecnologie che rilevano la forma e la posizione degli strumenti, **supportare il raggiungimento delle lesioni periferiche** (9,10). Inoltre, alcune piattaforme robotiche sovrappongono una rappresentazione della lesione alle immagini fluoroscopiche acquisite durante la procedura, aiutando l'operatore a localizzare bersagli non direttamente visibili (11).

Il contributo dell'IA si estende, anche, alla valutazione del materiale prelevato. La valutazione citologica rapida in sede (ROSE) consente di ottenere informazioni durante la broncoscopia, ma la necessità di un citopatologo può limitarne la disponibilità (12). In questo contesto, sono stati studiati sistemi automatizzati per valutare l'adeguatezza dei campioni e classificare le cellule, con possibili applicazioni a supporto della procedura e del riconoscimento dei diversi tipi di tumore polmonare (13-15).

Oltre al supporto diagnostico, l'**IA può contribuire alla selezione dei pazienti per specifiche procedure terapeutiche**. L'analisi delle TC mediante IA può facilitare l'identificazione dei pazienti con BPCO potenzialmente candidabili alla riduzione volumetrica polmonare per via broncoscopica, migliorando l'accesso al trattamento e riducendo i tempi necessari per avviarlo. In uno studio pilota della durata di un anno, condotto in un centro medico universitario, sono state esaminate 6.790 TC del torace, delle quali 657 soddisfacevano i criteri di selezione. Tra i pazienti identificati, 345 presentavano caratteristiche radiologiche favorevoli alla procedura, sulla base dell'integrità delle scissure e della gravità dell'enfisema, e 88 sono stati sottoposti al posizionamento di valvole endobronchiali (16). Inoltre, l'IA può essere utilizzata per **quantificare la perfusione dei singoli lobi polmonari, contribuendo alla scelta del lobo da trattare** (17).

La revisione esamina anche le applicazioni nella patologia pleurica. Gli algoritmi possono riconoscere i versamenti su radiografie, TC ed ecografie, sebbene le prestazioni dei sistemi applicati alla radiografia

tendano a diminuire in presenza di reperti piccoli o di più alterazioni concomitanti (18,19).
Nel complesso, gli autori descrivono numerose opportunità per integrare l'intelligenza artificiale nel lavoro dello pneumologo interventista, ma evidenziano anche la necessità di consolidare le prove a sostegno del suo impiego. La traduzione dei risultati sperimentali in benefici clinici richiede ulteriori validazioni, dati di qualità e un'attenta integrazione nei percorsi assistenziali.

Bibliografia

1. Deasy K, C H, Kennedy M. AI in Respirology and Bronchoscopy, in AI in clinical medicine: a practical guide for healthcare professionals 2023
2. Lancaster HL, Jiang B, Gratama JW, et al. AI can greatly reduce radiologist workload if used as a first read filter to rule-out negative cases in lung cancer screening. J Thorac Oncol. 2023;18:S172-S173.
3. Takeshita Y, Onozawa S, Katase S, et al. Evaluation of an artificial intelligence U-net algorithm for pulmonary nodule tracking on chest computed tomography images. J Int Med Res. 2024;52:3000605241230033.
4. Selvam M, Chandrasekharan A, Sadanandan A, et al. Radiomics as a non-invasive adjunct to chest CT in distinguishing benign and malignant lung nodules. Sci Rep. 2023;13:19062.
5. National Lung Screening Trial Research Team. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. N Engl J Med. 2011;365:395-409.
6. de Koning HJ, van der Aalst CM, de Jong PA, et al. Reduced lung-cancer mortality with volume CT screening in a randomized trial. N Engl J Med. 2020;382:503-513.
7. Venkadesh KV, Setio AAA, Schreuder A, et al. Deep learning for malignancy risk estimation of pulmonary nodules detected at low-dose screening CT. Radiology. 2021;300:438-447.
8. Ladbury C, Amini A, Govindarajan A, et al. Integration of artificial intelligence in lung cancer: rise of the machine. Cell Rep Med. 2023;4:100933.
9. Yoo JY, Kang SY, Park JS, et al. Deep learning for anatomical interpretation of video bronchoscopy images. Sci Rep. 2021;11:23765.
10. Gruionu LG, Udriștoiu AL, Iacob AV, et al. Feasibility of a lung airway navigation system using fiber-Bragg shape sensing and artificial intelligence for early diagnosis of lung cancer. PLoS One. 2022;17:e0277938.
11. Saghaie T, Williamson JP, Phillips M, et al. First-in-human use of a new robotic electromagnetic navigation bronchoscopic platform with integrated Tool-in-Lesion Tomosynthesis (TiLT) technology for peripheral pulmonary lesions: the FRONTIER study. Respirology. 2024;29:969-975.
12. Chen CC, Lu SC, Chang YK, et al. Diagnostic performance of rapid on-site evaluation during bronchoscopy for lung cancer: a comprehensive meta-analysis. Cancer Cytopathol. 2025;133:e22908.
13. Yan S, Li Y, Pan L, et al. The application of artificial intelligence for rapid on-site evaluation during flexible bronchoscopy. Front Oncol. 2024;14:1360831.
14. Ai D, Hu Q, Chao YC, et al. Artificial intelligence-based rapid on-site cytopathological evaluation for bronchoscopy examinations. Intelligence-Based Medicine. 2022;6:100069.
15. Teramoto A, Tsukamoto T, Kiriyama Y, et al. Automated classification of lung cancer types from cytological images using deep convolutional neural networks. Biomed Res Int. 2017;2017:4067832.
16. Hogarth DK et al Integrated artificial intelligence screening to optimize patient identification for bronchoscopic lung volume reduction therapy: redefining patient selection with select CT screening from MDedge. MDedge [Internet]. 2024.
17. Subramanian K, Muench B, Shostak E, et al. Lobar quantification of pulmonary perfusion prior to minimally invasive lung reduction improves prediction of postprocedure outcomes: a pilot study. Clin Physiol Funct Imaging. 2024;44:44-48.
18. Lind Plesner L, Müller FC, Brejnebøl MW, et al. Commercially available chest radiograph AI tools for detecting airspace disease, pneumothorax, and pleural effusion. Radiology. 2023;308:e231236.
19. Niehoff JH, Kalaitzidis J, Kroeger JR, et al. Evaluation of the clinical performance of an AI-based application for the automated analysis of chest X-rays. Sci Rep. 2023;13:3680.