3° Πανελλήνιο Συνέδριο
Ιατρικής Φυσικής

27° Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο
Ακτινολογίας

Μοτίβα αξονικής τομογραφίας θώρακος και Τεχνητή Νοημοσύνη σε ασθενείς με ανοσοκαταστολή: Ορίζοντες για εξατομικευμένες διαγνωστικές προσεγγίσεις

Βασίλειος Μπαλωμένος MD, MSc, PhD(c)

Ειδικευόμενος Ακτινολογίας, Τμήμα Ιατρικής Απεικόνισης & Επεμβατικής Ακτινολογίας, ΓΝΝΘΑ «Η Σωτηρία», Αθήνα

Υποψήφιος Διδάκτωρ, Β΄ Εργαστήριο Ακτινολογίας, ΠΓΝ «Αττικόν», Ιατρική Σχολή, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

30, 31 ΟΚΤ + 1 ΝΟΕ
2026

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
- ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΛΑΡΙΣΑ

Οργάνωση

ΕΦΙΕ
Ένωση Φυσικών Ιατρικής Ελλάδος

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ

Εισαγωγή

Ένας αυξανόμενος και διαγνωστικά απαιτητικός πληθυσμός

- Ο πληθυσμός των ανοσοκατασταλμένων ασθενών αυξάνεται (μεταμοσχεύσεις, ογκολογία, ανοσοθεραπεία)
- Υψηλός κίνδυνος πνευμονικών λοιμώξεων με **ταχεία εξέλιξη** και άτυπη έκφραση ανάλογα με την ανοσολογική κατάσταση
- Τα ευρήματα της CT θώρακος **αλληλεπικαλύπτονται** μεταξύ λοιμωδών και μη λοιμωδών οντοτήτων
- Ακόμη και η εξειδικευμένη ακτινολογική εκτίμηση συχνά καταλήγει σε **διαγνωστική αβεβαιότητα**

ΣΚΟΠΟΣ

Ανασκόπηση των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στην ανάλυση της CT θώρακος σε ανοσοκατασταλμένους ασθενείς και των προοπτικών τους για εξατομικευμένη διάγνωση

Αλληλεπικαλυπτόμενα πρότυπα CT

Λοιμώξεις

Μύκητες, ιοί και βακτήρια δίνουν παρόμοιες πυκνώσεις και θολή ύαλο (GGO)

Τοξικότητα θεραπείας

Χημειοθεραπεία και ανοσοκατασταλτικά μιμούνται λοιμώξεις

Φλεγμονώδης απάντηση

Ανάσυσταση ανοσίας (IRIS) και επεισόδια απόρριψης

Αιμορραγία

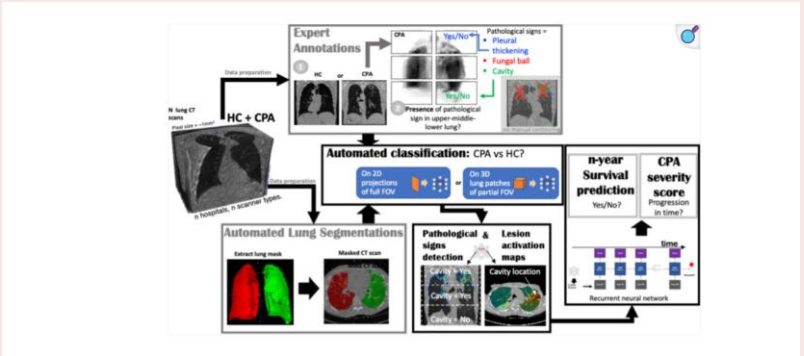
Σκιάσεις που χωρίς κλινικό πλαίσιο δεν διακρίνονται από λοίμωξη

Μέθοδοι & Υλικά

Ανασκόπηση βιβλιογραφίας και εργαλεία AI

Σχεδιασμός

- **Αφηγηματική ανασκόπηση** μελετών AI σε CT θώρακος ανοσοκατασταλμένων (2021–2025)
- Έμφαση σε **PJP, IPA**, βλεννομυκητίαση, βακτηριακή πνευμονία, TB
- Καταγραφή πληθυσμού, μεθόδου και απόδοσης (AUC)



Ροή ανάλυσης CT με AI (Angelini & Shah, 2021)

Τεχνολογίες AI στην ερμηνεία της CT θώρακος

01

Machine & Deep Learning

Ταξινόμηση προτύπων και ανίχνευση ανωμαλιών, με εκπαίδευση σε χιλιάδες σχολιασμένα περιστατικά

02

Radiomics

Ποσοτική εξαγωγή χαρακτηριστικών υφής, σχήματος και έντασης, αόρατων στο ανθρώπινο μάτι

03

Γενετικά μοντέλα

Πρόβλεψη εξέλιξης βλαβών και συνθετικά δεδομένα για σπάνιες νόσους

04

Επεξεργασία φυσικής γλώσσας

Σύνδεση των ευρημάτων με ιστορικό, εργαστηριακά και ανοσολογική κατάσταση

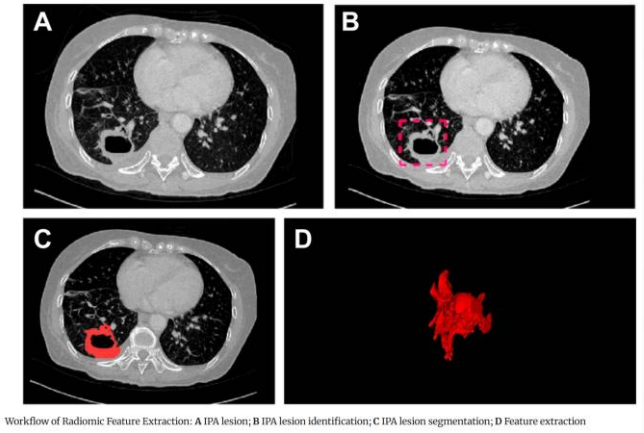
Αποτελέσματα

Η AI ξεπερνά τα κλασικά διαγνωστικά εργαλεία

Μελέτη	Πληθυσμός	Προσέγγιση	Κύριο εύρημα
Yu et al., 2024	140 ασθενείς (non-HIV), PJP	Radiomics (9 χαρακτηριστικά)	AUC 0.954 έναντι 0.752 για BDG
Zhang et al., 2024	263 ασθενείς (148 IPA)	Κλινικά + radiomics + DL	AUC 0.881 (test), το υψηλότερο των μοντέλων
Peng et al., 2025	97 ασθενείς, IPA vs PJP	Radiomics, XGBoost	AUC 0.808· ROI πύκνωση + GGO
Li et al., 2025	Πολυκεντρική μελέτη	DL τμηματοποίηση (IPA, PM, BP, TB)	Καλύτερη απόδοση σε PM και TB

Κλινικές εφαρμογές

- **Αυτόματη τμηματοποίηση**
- **Διαφοροποίηση παθογόνου**
- **Πρώιμη πρόβλεψη IFD**
- **Παρακολούθηση θεραπείας**
- **Εξατομικευμένος κίνδυνος**



Workflow of Radiomic Feature Extraction: A IPA lesion; B IPA lesion identification; C IPA lesion segmentation; D Feature extraction

Εξαγωγή radiomics σε βλάβη IPA (Zhang et al., 2024)

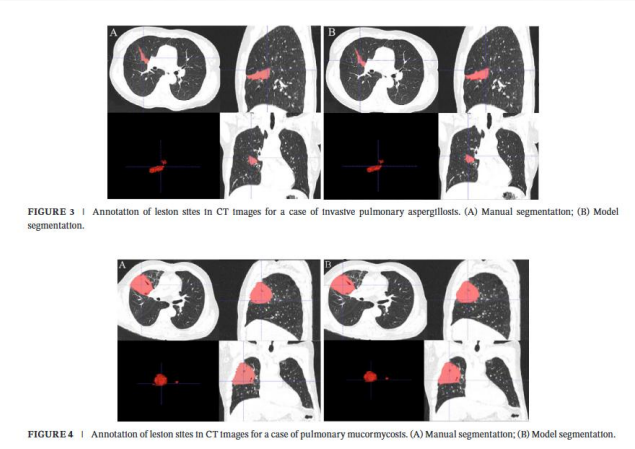

FIGURE 3 | Annotation of lesion sites in CT images for a case of invasive pulmonary aspergillosis. (A) Manual segmentation; (B) Model segmentation.

FIGURE 4 | Annotation of lesion sites in CT images for a case of pulmonary mucormycosis. (A) Manual segmentation; (B) Model segmentation.

Χειροκίνητη vs DL τμηματοποίηση IPA (Li et al., 2025)

Συμπεράσματα

Προς μια εξατομικευμένη ακτινολογία

Κύρια μηνύματα

1. **Η AI βελτιώνει τη διαγνωστική ακρίβεια**
   της CT θώρακος σε ανοσοκατασταλμένους και μειώνει την αβεβαιότητα

2. **Τα συνδυαστικά μοντέλα υπερέχουν**
   όταν ενώνουν απεικόνιση, κλινικά και εργαστηριακά δεδομένα

3. **Η ποσοτικοποίηση γίνεται αντικειμενική**
   για αναπαραγώγιμη παρακολούθηση της θεραπείας

4. **Η συνεργασία είναι προϋπόθεση**
   ακτινολόγων, κλινικών και data scientists

Περιορισμοί & προκλήσεις

Δεδομένα
Λίγα, σπάνια και δύσκολα σχολιαζόμενα περιστατικά

Γενικευσιμότητα
Πτώση απόδοσης σε άλλους τομογράφους και πρωτόκολλα

Μεροληψία
Υποεκπροσώπηση σπάνιων ανοσοανεπαρκειών

Ερμηνευσιμότητα
Τα «black-box» μοντέλα μειώνουν την εμπιστοσύνη

Ρυθμιστικό πλαίσιο
Ευθύνη, δεοντολογία, πιστοποίηση

Βιβλιογραφία

1. Yu H, Yang Z, Wei Y, et al. Computed tomography-based radiomics improves non-invasive diagnosis of Pneumocystis jirovecii pneumonia in non-HIV patients: a retrospective study. BMC Pulm Med. 2024;24(1):11. doi:10.1186/s12890-023-02827-4

2. Zhang K, Zhao G, Liu Y, et al. Clinic, CT radiomics, and deep learning combined model for the prediction of invasive pulmonary aspergillosis. BMC Med Imaging. 2024;24:264. doi:10.1186/s12880-024-01442-x

3. Peng Z, Gao X, He M, et al. Computed tomography-based radiomics prediction model for differentiating invasive pulmonary aspergillosis and Pneumocystis jirovecii pneumonia. Front Cell Infect Microbiol. 2025;15:1552556. doi:10.3389/fcimb.2025.1552556

4. Li Y, Huang F, Chen D, et al. Deep learning models for CT segmentation of invasive pulmonary aspergillosis, mucormycosis, bacterial pneumonia and tuberculosis: a multicentre study. Mycoses. 2025. doi:10.1111/myc.70084

5. Angelini E, Shah A. Using artificial intelligence in fungal lung disease: CPA CT imaging as an example. Mycopathologia. 2021;186(5):733-737. doi:10.1007/s11046-021-00546-0

BDG: β-D-γλυκάνη. Εικόνες: προσαρμογή από τις αναφορές 2, 4 και 5.