



Debate: Με την εξάπλωση της ΑΙ θα καταργηθούν οι παθολογοανατόμοι; ΟΧΙ

Λιάπης Γιώργος

Παθολογοανατόμος, Διευθυντής ΕΣΥ
Α΄ Εργαστήριο Παθολογικής Ανατομικής
Ιατρική Σχολή Αθηνών, ΕΚΠΑ,
Λαϊκό Νοσοκομείο

Τι είναι τεχνητή νοημοσύνη; Πηγή AI

- Τεχνητή Νοημοσύνη (TN): κλάδος πληροφορικής που αναπτύσσει συστήματα & μηχανές ικανές να προσομοιώνουν ανθρώπινη νοημοσύνη.
 - Επιτρέπει στους υπολογιστές να μαθαίνουν από δεδομένα, να αναγνωρίζουν πρότυπα, να επιλύουν προβλήματα και να λαμβάνουν αποφάσεις, εκτελώντας εργασίες που συνήθως απαιτούν άνθρωπο.
 - Ένας από τους ιδρυτές της AI, ο Marvin Minsky, το περιέγραψε ως «την επιστήμη της κατασκευής μηχανών που κάνουν πράγματα που θα απαιτούσαν νοημοσύνη, αν γίνονταν από τους ανθρώπους».
-

Τι δεν είναι ΑΙ, πηγή ΑΙ

- Η ΑΙ ορίζεται **λειτουργικά** και όχι μεταφυσικά.
- Στην επιστήμη η ΑΙ δεν απαιτεί να έχει σύστημα συνείδησης, αυτογνωσία, ή ανθρώπινη εμπειρία.
- Αρκεί να παρουσιάζει λειτουργίες που αντιστοιχούν σε ευφυή συμπεριφορά.
- Η ΑΙ **δρα συχνά υπό αβεβαιότητα**, αφού η ευφυία, φυσική ή τεχνητή, έχει νόημα, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει πλήρης πληροφορία. Συνδέεται συχνά με:
 - Πιθανότητες.
 - Στατιστική Συμπερασματολογία.
 - Θεωρία αποφάσεων.
 - Βελτιστοποίηση.
 - Υπολογισμό κινδύνου.

Convolutional neural networks -CNN

- «Συνελικτικά» νευρωνικά συστήματα, η χρήση τους στην Ιατρική και την Παθολ. Ανατομική.
- Υπολογιστικοί κόμβοι.

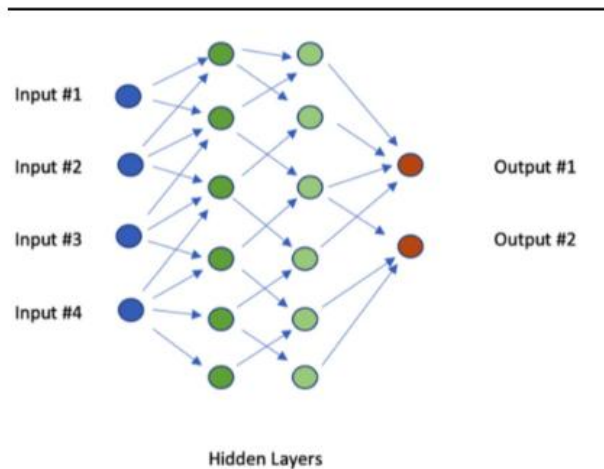


Fig. 1 Schematic representation of a simple, multi-layer neural net. The input layer (blue dots) may represent any type of data, for example, part of a digital image of a kidney biopsy. This layer feeds into a network of connected hidden layers of nodes (green dots) with each node receiving (weighted) input from one or more nodes in a preceding layer. After the intermediate hidden layers, the final output layer (red dots) represents the distribution of different classes, for example, whether the input represents a normal glomerulus or an abnormal glomerulus

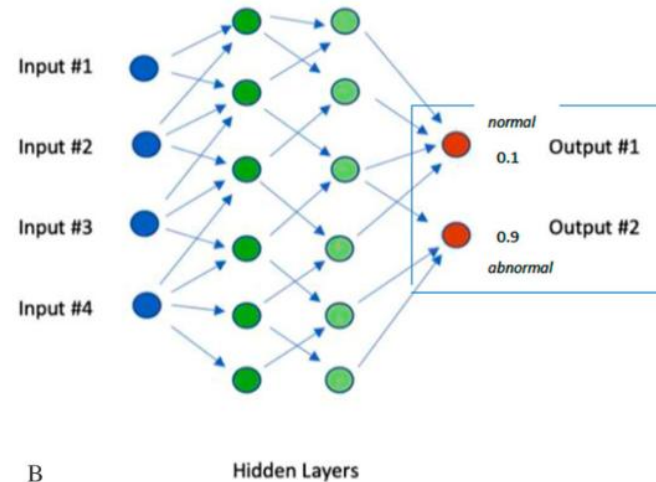
Pediatric Nephrology
<https://doi.org/10.1007/s00467-025-06995-9>

REVIEW

A brief review of some artificial intelligence methods in nephrology

Kevin V. Lemley¹

Received: 17 June 2025 / Revised: 27 August 2025 / Accepted: 19 September 2025
© The Author(s) 2025



or normal. Say that
s is abnormal. From

Convolutional neural networks

Η εξέλιξη των νευρωνικών συστημάτων στην αξιολόγηση και ερμηνεία ιστολογικών εικόνων

- Πολλές ανακαλύψεις, σίγουρα όλες προήγαγαν την επιστήμη.
- Σε πολλές περιπτώσεις, βελτίωσαν τη ζωή και τις αποφάσεις των Ειδικών της Υγείας, αλλά το σημαντικότερο, βοήθησαν ασθενείς.

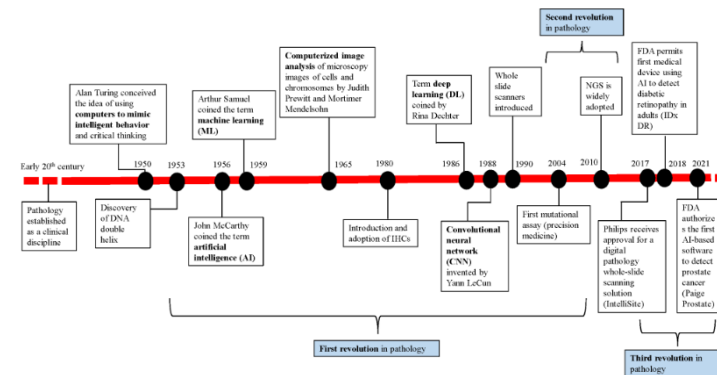


Fig. 2 Schematic representation of the how artificial intelligence (AI) can be applied in the practice of pathology

Ανακαλύψεις

- Αρχές 20^{ου} αιώνα: Παθολογική Ανατομική, νέος επιστημον. κλάδος.
 - 1953: ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA.
 - 1956: John McCarthy, Artificial Intelligence.
 - 1959: Arthur Samuel, Machine learning.
 - 1980: Ανοσοϊστοχημεία.
 - 1986: Rina Dechter, Deep learning.
 - 1988: Yan Le Cun, Convolutional neural networks.
 - 2004: Precision medicine.
 - 2010: NGS
 - 2021: FDA αδειοδοτεί AI software να ανιχνεύει Ca προστάτη.
-

Ανακαλύψεις

- Τις έχουμε άραγε, όλες αφομοιώσει;
 - Ειδικοί ήδη μιλούν για την ανάγκη περισσότερου χρόνου, για νέα εκμάθηση, αφομοίωση & προσαρμογή.
 - Αναπόφευκτες συγκρίσεις: Ποιος είναι πιο απαραίτητος, ένας Ιατρός ή ένας μηχανικός υπολογιστών, που θα ανατροφοδοτεί το σύστημα;
 - Ανάγκη για νέα στρατηγική/νέο σχεδιασμό των συστημάτων Υγείας.
-
- Ανάγκη για «σταμάτημα» του χρόνου και των ανακαλύψεων, προκειμένου να τις μελετήσουμε καλύτερα, να εκμεταλλευτούμε καλύτερα τις νέες δυνατότητες, όμως οι εξελίξεις τρέχουν!
 - Προλαβαίνουμε άραγε να αφομοιώσουμε την πρόοδο, ή δεν είναι απαραίτητο για την ευημερία μας;

-
- AI: Machine learning + Deep learning.
 - Machine learning: αναγνωρίζει πρότυπα (ground truth), όπως σπειράματα, και μπορεί να βελτιωθεί μετά από παρέμβαση ανθρώπου (supervised learning).
 - Deep learning: επεξεργάζεται πιο σύνθετες πληροφορίες μέσα από υπολογιστικούς κόμβους (neural networks), μπορεί να εξαγει συμπεράσματα χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, να βρει σχέσεις μεταξύ των δεδομένων, ή και ευρήματα σε εικόνες που δεν φαίνονται με το ανθρώπινο μάτι.

- Δυνατότητα ανατροφοδότησης του Συστήματος, επανεκπαίδευσης για καλύτερα αποτελέσματα, στο πλαίσιο συνεχούς εκμάθησης, «δια βίου μάθηση».

Timeline of AI in Nephrology

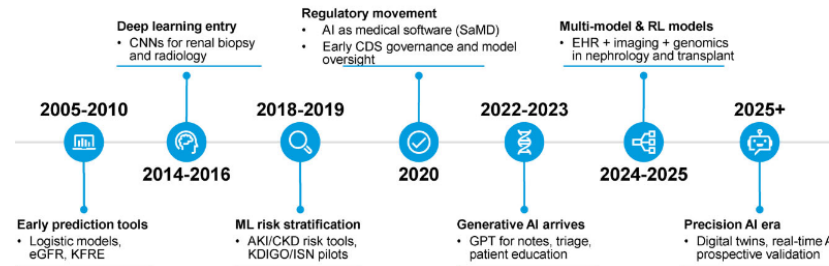


Figure 1: Timeline of AI in nephrology. The figure outlines key developments in nephrology AI, from early rule-based prediction tools to deep learning for imaging, ML-based risk models, regulatory approvals and the clinical adoption of generative AI. Recent advances include multimodal and reinforcement learning models, with the field now entering a precision AI era focused on digital twins, real-time validation and implementation. GPT, Generative Pretrained Transformer; ISN, International Society of Nephrology; RL, reinforcement learning.

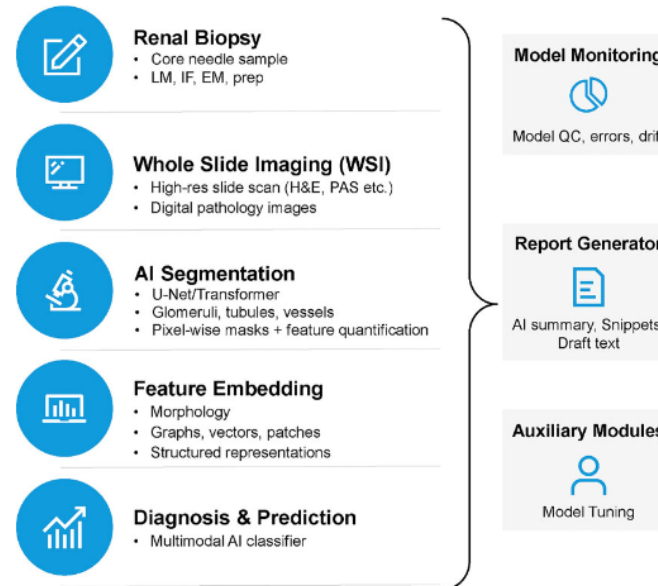
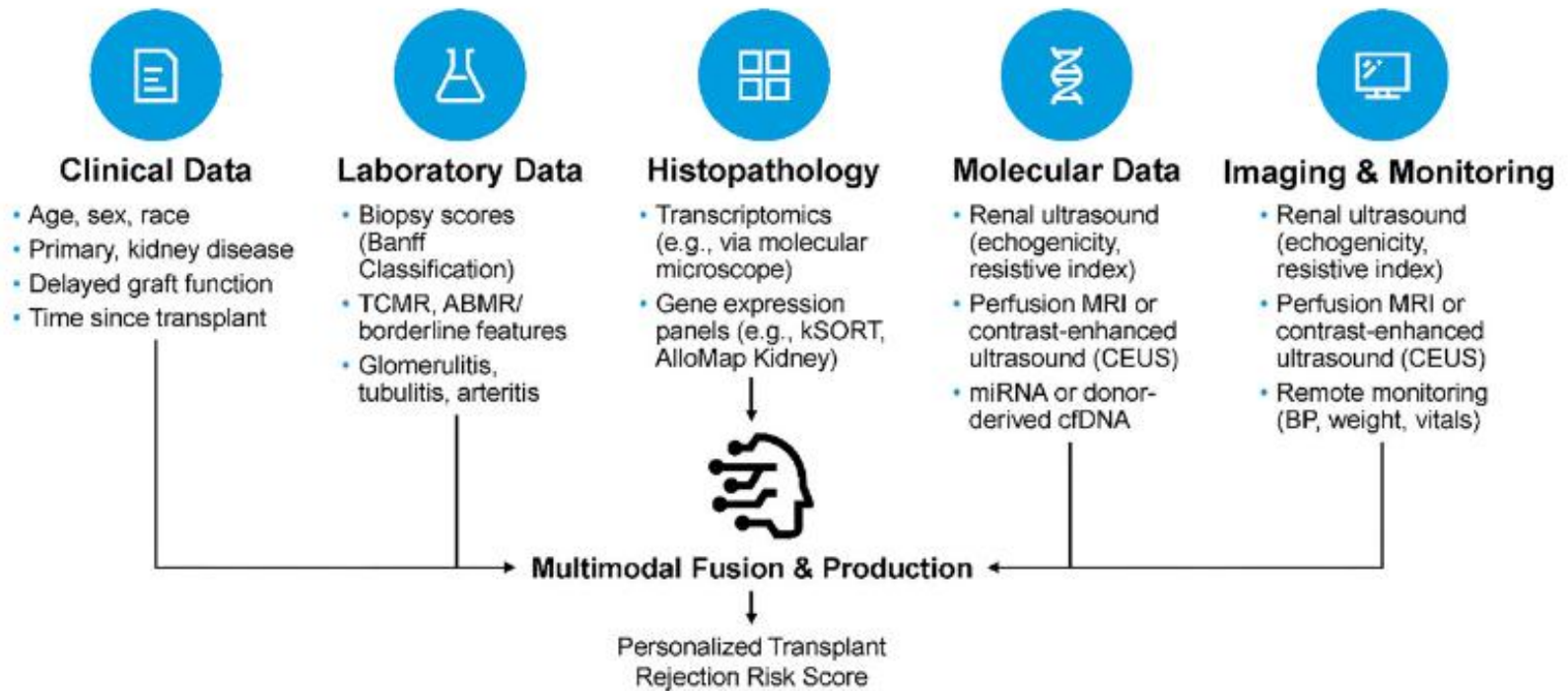


Figure 2: Schematic of a multimodal workflow for AI-assisted renal pathology. This schematic outlines the multimodal workflow for AI-assisted renal pathology. Input sources include

A feedback loop allows pathologist input to refine and retrain the model, supporting continuous learning and performance optimization

Multimodal Components of an AI-Based Kidney Transplant Rejection Prediction Model



ΑΙ, νόσοι νεφρών

- Η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται στην κατάταξη των νεφρικών νόσων, στην **ποιοτική και ποσοτική** ταξινόμηση των αλλοιώσεων.
- Μπορεί να βοηθήσει στην **ακρίβεια και την αναπαραγωγιμότητα**.
- Το ρυθμιστικό και ανταποδοτικό περιβάλλον θα καθορίσει πόσο γρήγορα οι τεχνολογίες αυτές θα εφαρμοσθούν στην κλινική πράξη.

Πολλές δυνατότητες υπόσχεση για ένα καλύτερο μέλλον

- Οι AI τεχνικές μπορούν με ακρίβεια να ποσοτικοποιήσουν τη διάμεση ινώση, σωληναριακή ατροφία και σπειραματοσκλήρυνση.
- Μπορεί να βοηθήσει σε Διαβητική νεφροπάθεια και σε μέτρηση της σύντηξης ποδοειδών προσεκβολών σε ποδοκυττοπάθειες.
- Σκανάρωντας ένα μόνο πλακίδιο, μπορούν τα δεδομένα να συσχετιστούν σε βάσεις δεδομένων με όλο το RNA, τις πρωτεΐνες και το μεταβολικό προφίλ του ιστού.
- Λόγω των πολλών δεδομένων (κλινικά και μοριακά δεδομένα, εικόνες του ιστού), θα μπορέσουμε να δούμε συσχετίσεις, ή να ελέγξουμε υποθέσεις που προηγουμένως δεν μπορούσαμε.

Δυνατότητα ιστοχημικών χρώσεων!

NATURE COMMUNICATIONS | <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25221-2>

ARTICLE

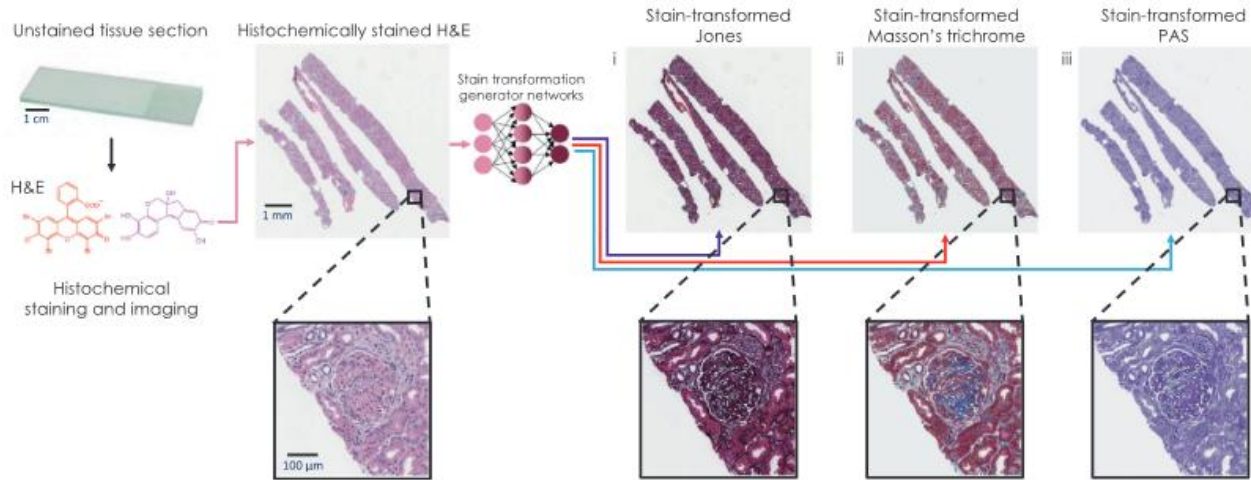


Fig. 1 Overview of deep learning-based H&E stain transformation into special stains. Histochemical staining of H&E is digitally transformed using a deep neural network into the special stains: (i) generation of JMS (purple arrow); (ii) generation of MT (red arrow); (iii) generation of PAS (blue arrow).

- Δυνατότητα μετατροπής της Αιματοξυλίνης/ηωσίνης σε PAS, Silver, Masson, μέσω υπολογιστή!
- Βελτιώθηκε η διάγνωση πολλών νόσων από 58 δείγματα ($p=0.0095$)
- Η ποιότητα των χρώσεων ήταν ποιοτικά ίδια με τις πραγματικές χρώσεις.

ΑΙ, βιοψία δότη νεφρικού μοσχεύματος

- Η αναπαραγωγιμότητα, ακόμα και μεταξύ ειδικών Παθ/μων, παραμένει πρόβλημα.
- Από την άλλη πλευρά, μελέτες έχουν δείξει ότι η εμπειρία είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση του οργάνου, αλλά και την πρόγνωση.

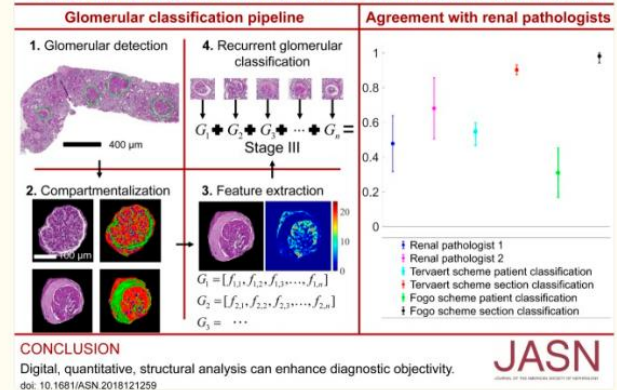
Girolami I, et al. J Nephrol. 2022

Το μοντέλο μείωσε την πιθανότητα αχρείαστης απώλειας των μοσχευμάτων κατά 37% σε σχέση με τους Παθ/ανατόμους (γενικοί, όχι εξειδικευμένοι).

Marsh J et al, JAMA Network Open. 2021

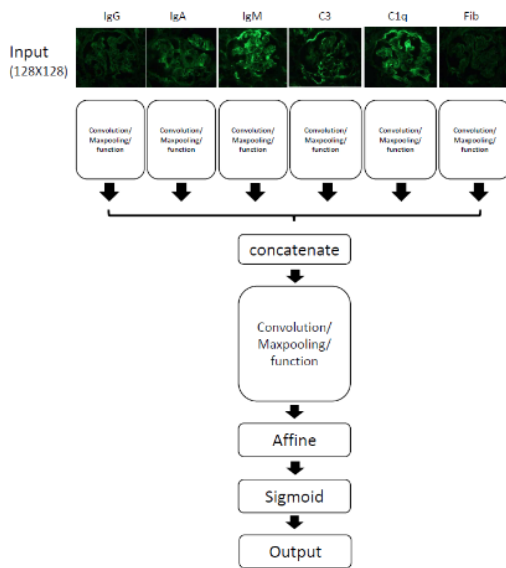
Διαβητική νεφροπάθεια

Computational Segmentation and Classification of Diabetic Glomerulosclerosis



[Open in a new tab](#)

- Senior pathologist - ground truth με **μέτρια συμφωνία** (Cohen's kappa $\kappa = 0.55$ and 95% confidence interval 0.50, 0.60).
- Άλλα επίπεδα συμφωνίας με δύο άλλους Παθ/μους ($\kappa_1 = 0.68$, 95% interval [0.50, 0.86] and $\kappa_2 = 0.48$, 95% interval [0.32, 0.64]).
- **Τα αποτελέσματα της AI ήταν συγκρίσιμα με των ανθρώπων.**
- Σημαντική συμφωνία με τα όρια των σπειραμάτων (0.93 ± 0.04 balanced accuracy), & τα δομικά στοιχεία του σπειράματος (glomerular structural components with 0.95 sensitivity and 0.99 specificity).



Article

Deep Learning Could Diagnose Diabetic Nephropathy with Renal Pathological Immunofluorescent Images



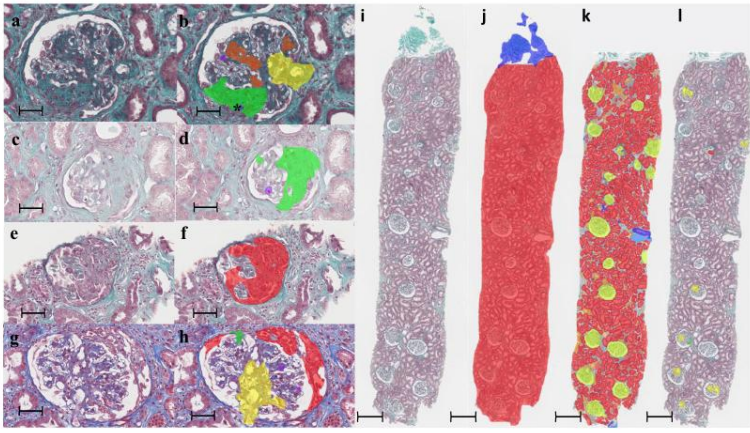
Shinji Kitamura ^{*}, Kensaku Takahashi, Yizhen Sang, Kazuhiko Fukushima, Kenji Tsuji  and Jun Wada

Figure 1. The overview of convolution neural network program. We used input data as six types of renal immunofluorescent images, IgG, IgA, IgM, C3, C1q and Fibrinogen (Fib).

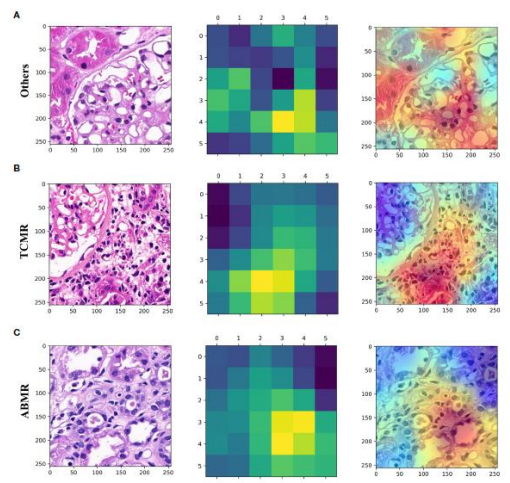
- Οι διαφορές ήταν πολύ μικρές με το ανθρώπινο μάτι στον ΑΦ, όμως η ΑΙ κατάφερε και βρήκε διαφορές.
- Η ΑΙ θα μπορούσε να διαγνώσει Διαβητική νεφροπάθεια καλύτερα από ανθρώπους.
- Η ΑΙ μπορεί και εξαγάγει χαρακτηριστικά ευρήματα, ακόμα και από δεδομένα που οι άνθρωποι δεν χρησιμοποιούν, γιατί δεν τα βλέπουν.

Deep learning automation of MEST-C classification in IgA nephropathy

Adrien Jaugey^{1,2}, Elise Maréchal^{3,4}, Georges Tarris^{4,5}, Michel Paindavoine^{1,2}, Laurent Martin^{4,5}, Melchior Chabannes⁶, Mathilde Funes de la Vega⁵, Mélanie Chaintreuil^{3,4}, Coline Robier^{3,4}, Didier Ducloux^{4,6,7}, Thomas Crépin^{6,7}, Sophie Felix⁸, Amélie Jacq³, Doris Calmo⁶, Claire Tinel^{3,4}, Gilbert Zanetta³, Jean-Michel Rebibou^{3,4,7} and Mathieu Legendre^{3,4,7}



Ο βαθμός συμφωνίας μεταξύ Παθολογοανατόμων και AI ήταν καλός για τα E, S, T και C scores (kappa scores of 0.68, 0.79, 0.73 and 0.70, respectively) και μέτριος για το M score (kappa score of 0.52).

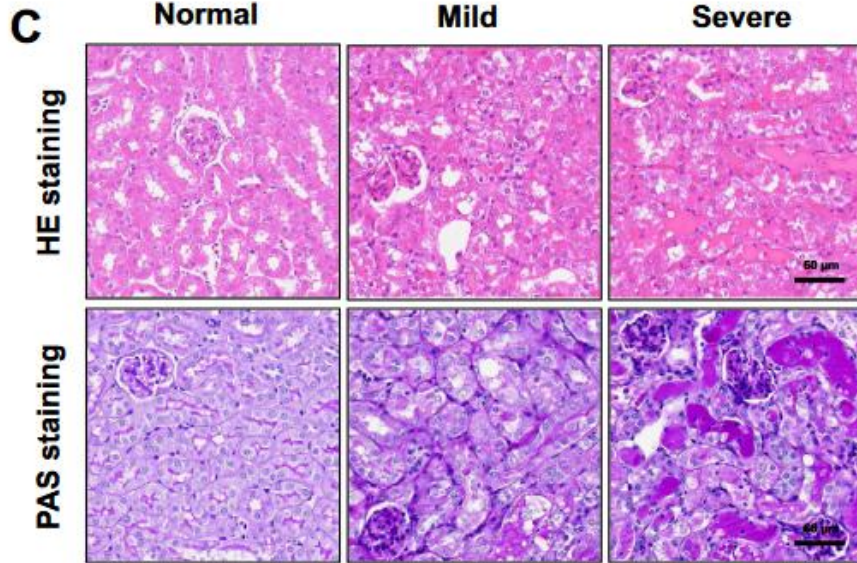


Check for updates

OPEN ACCESS
 EDITED BY
 Zhenhua Dai,
 Guangdong Provincial Academy of Chinese
 Medical Sciences, China
 REVIEWED BY
 Ruiming Rong,

Deep learning-enabled classification of kidney allograft rejection on whole slide histopathologic images

Οξεία Σωληναριακή βλάβη



Η χρήση της AI έδωσε καλά αποτελέσματα στην αναγνώριση με ακρίβεια, του βαθμού της βλάβης των σωληναρίων.

Deep-learning model για την εκτίμηση οξείας σωληναριακής βλάβης.

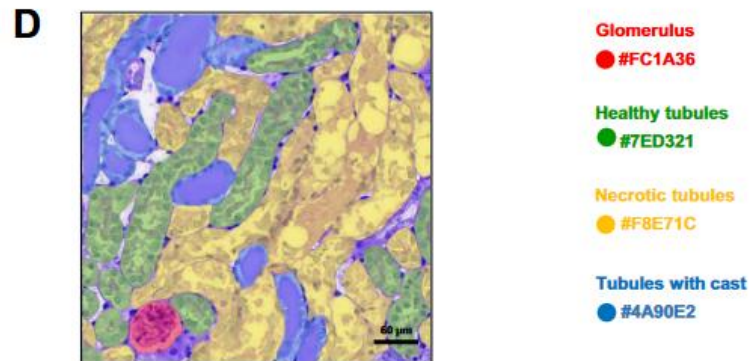


Figure 1. A–B Whole slide image of H & E (A) and PAS (B)-stained kidney section was digitalized using slide scanner at 40× magnification. Randomly generated patch without annotations. B H&E and PAS staining images of healthy tubules, necrotic tubules, and tubules with casts after cisplatin administration. C Randomly generated patch with annotations comprised four different structures: “glomerulus,” “healthy tubules,” “necrotic tubules,” and “tubule with cast”.

Deep learning-based classification of kidney transplant pathology: a retrospective, multicentre, proof-of-concept study

Jesper Kers*, Roman D Bülow*, Barbara M Klinkhammer, Gerben E Breimer, Francesco Fontana, Adeyemi Adefidipe Abiola, Rianne Hofstraat, Garry L Corthals, Hessel Peters-Sengers, Sonja Djudjaj, Saskia von Stillfried, David L Hölscher, Tobias T Pieters, Arjan D van Zuilen, Frederike J Bemelman, Azam S Nurmohamed, Maarten Naesens, Joris J T H Roelofs, Sandrine Florquin, Jürgen Floege, Tri Q Nguyen, Jakob N Kather†, Peter Boor†



www.thelancet.com/digital-health Vol 4 January 2022

Αντί να αντικαταστήσουμε τους Παθ/μους, τα μοντέλα μπορούν να βελτιώσουν το τελικό αποτέλεσμα.

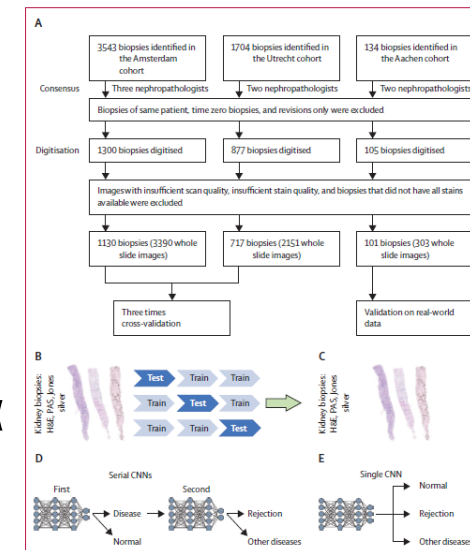
Journal of Nephrology (2022) 35:1801–1808
https://doi.org/10.1007/s40620-022-01327-8

SYSTEMATIC REVIEWS



Artificial intelligence applications for pre-implantation kidney biopsy pathology practice: a systematic review

Ilaria Girolami¹ · Liron Pantanowitz² · Stefano Marletta³ · Meyke Hermesen⁴ · Jeroen van der Laak⁴ · Enrico Munari⁵ · Lucrezia Furian⁶ · Fabio Vistoli⁷ · Gianluigi Zaza⁸ · Massimo Cardillo⁹ · Loreto Gesualdo¹⁰ · Giovanni Gambaro¹¹ · Albino Eccher¹²



- Review, 7 μελέτες στηρίχθηκαν κυρίως σε αλλοιώσεις σπειραμάτων και σε μικρότερο βαθμό στο διάμεσο υπόστρωμα/σωληνάρια & αγγεία
- Τα αποτελέσματα ήταν πολύ καλά.
- Τόνισαν τη σημασία, εξειδικευμένοι παθ/ανατόμοι να εκπαιδεύσουν τα μοντέλα και να ενσωματωθούν κλινικές παράμετροι.

Διάμεση ίνωση και σωληναριακή ατροφία

- Η αναπαραγωγιμότητα μεταξύ Παθολ/μων δεν είναι πολύ καλή.
- Ορισμένες μελέτες έδειξαν έλλειψη απόλυτης ταύτισης μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστικών μεθόδων.
- Άλλες μελέτες έδειξαν την επιμένουσα αξία της ανθρώπινης εκτίμησης, σε αρκετές καταστάσεις.
- **Άνθρωποι + AI** μπορεί να παρέχουν μαζί αυξημένη ανάλυση προς όφελος των ασθενών.

Deep learning-based histopathological assessment of renal tissue

TRAINING

- 40 transplant biopsies
- 10 tissue classes
- 9488 annotations

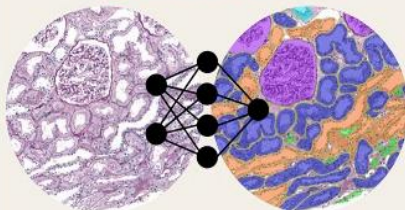
TEST

- 20 transplant biopsies from two centers
- 15 nephrectomy samples
- 82 transplant biopsies for correlation with visual (Banff) scoring of multiple pathologists

LEGEND

- Border
- Glomeruli
- Undefined tubuli
- Proximal tubuli
- Distal tubuli
- Atrophic tubuli
- Arteries
- No fill = interstitium

Convolutional Neural Network for segmentation renal tissue



CONCLUSION

This study presents the first CNN for multi-class segmentation of periodic acid-Schiff-stained nephrectomy samples and transplant biopsies. Our CNN can be of aid for quantitative studies concerning renal histopathology across centers and provides opportunities for deep learning applications in routine diagnostics.

¹DC= Dice coefficient

JASN

JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY OF NEPHROLOGY

RESULTS

- Highest performance for glomeruli, tubuli and interstitium segmentation
- Average DC¹ 0.88
- Equal performance on images external center
- For analysis of nephrectomy and biopsy samples
- For healthy and pathological tissue
- CNN-based quantifications correlate significantly with components Banff scoring system

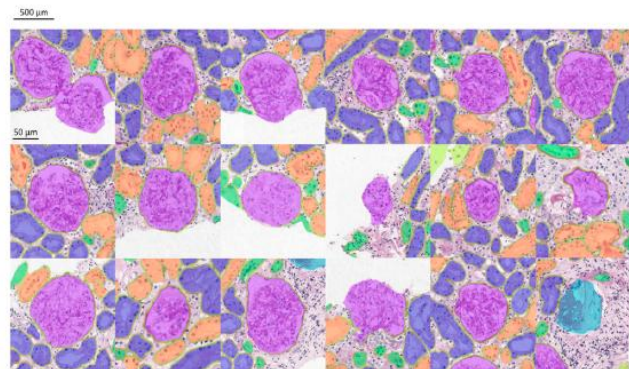
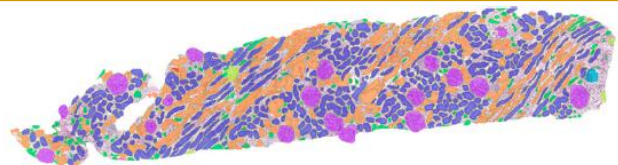


Figure 5. Full segmentation of a transplant biopsy on whole-biopsy level. The (sclerotic) glomeruli segmentations by the CNN are depicted in high magnification in the lower panel; all are correct. The CNN could not separate the two closely adjacent glomeruli (top left), leading to a count of 17 nonsclerotic glomeruli and one sclerotic glomerulus (bottom right).

- Σημαντικές συσχετίσεις στην αξιολόγηση μεταξύ Παθ/μων & μηχανών.
- Οι μηχανές δεν κατέταξαν σωστά τα σκληρυσμένα σπειράματα και τον άδειο χώρο της κάψας του Bowman, πιθανώς εξαιτίας μικρού δείγματος.
- **Υψηλή συσχέτιση για τον αριθμό των σπειραμάτων, αλλά η συσχέτιση με την διάμεση ίνωση και τη σωληναριακή ατροφία (IFTA) ήταν μέτρια (0.58), η οποία προφανώς είναι σημαντικός προγνωστικός παράγοντας της έκβασης των μοσχευμάτων.**

- Επιτυγχάνει καλύτερη οπτικοποίηση αλλοιώσεων.

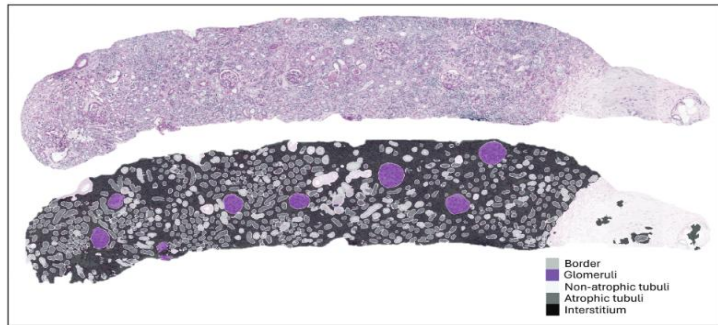


FIGURE 1. Segmentation of a PAS-stained kidney transplant biopsy on whole-slide level highlighting chronic damage. Nonsclerotic glomeruli are depicted in a different color than sclerotic glomeruli. With the atrophic tubuli in dark-grey and interstitium accentuated in black, pathologists can more easily estimate the amount of interstitial fibrosis/tubular atrophy (IFTA).

Ανάδειξη όλων των δομικών στοιχείων του νεφρού, καθώς και της ίνωσης.

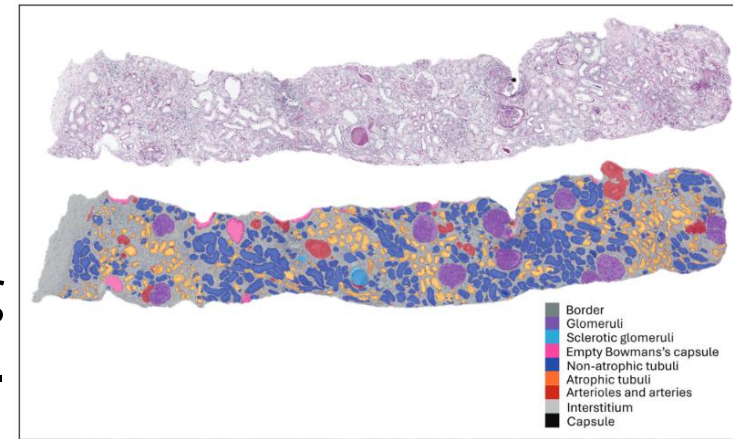


FIGURE 2. Multiclass segmentation of a PAS-stained kidney transplant biopsy on whole-slide level.

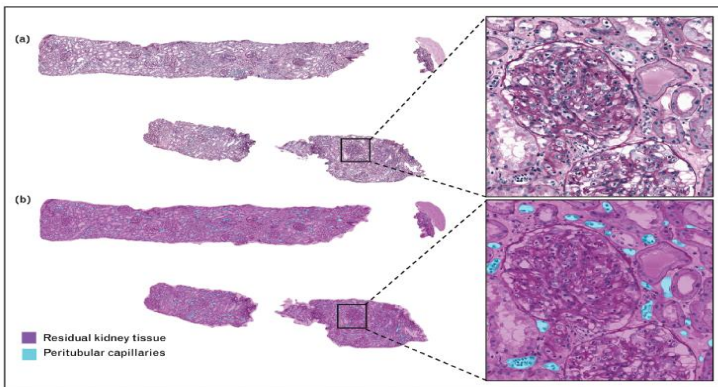


FIGURE 3. Segmentation of peritubular capillaries in a PAS-stained kidney transplant biopsy. This allows pathologists to quickly assess the degree of peritubular capillaritis.

Ανάδειξη φλεγμονωδών κυττάρων σε β. μοσχεύματος.

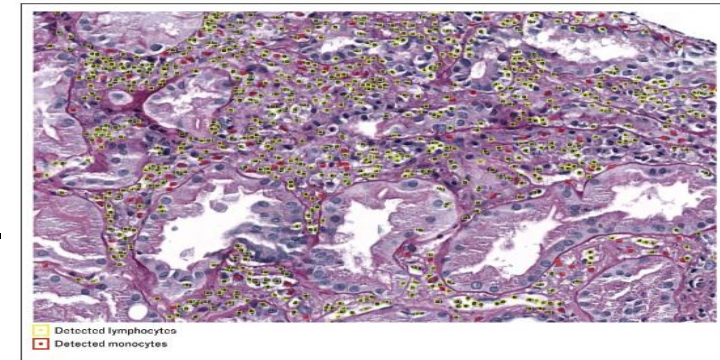


FIGURE 4. Detection of lymphocytes and monocytes in a PAS-stained kidney transplant biopsy. This is a preliminary result of the MONKEY challenge, which is aimed to develop AI for the detection of inflammatory cells in kidney transplant biopsies. Such a model can be a helpful tool for pathologists to estimate the presence and extent of inflammatory cells in the different kidney compartments in a more time-efficient and reproducible manner. AI, artificial intelligence.

- **Συνεχής Τροφοδότηση Ενέργειας.** Πώς όμως θα εξασφαλισθεί;
- Απουσιάζουν μελέτες AI με μακροχρόνια επιβίωση μοσχεύματος.
- Απουσιάζουν μέθοδοι να περιορίζουν το λάθος (bias).

Πλεονεκτήματα

- Ακρίβεια (ανίχνευση μεταστάσεων, με ακρίβεια ~100%).
- Αναπαραγωγιμότητα.
- Ταχύτητα (καταμέτρηση/ποσοτικοποίηση αλλοιώσεων, επιτρέπει στον Παθ/μο να επικεντρωθεί σε πιο δύσκολα περιστατικά).
- Δυνατότητα πρόσβασης στη διάγνωση και συνεπώς στην Υγεία, σε απομακρυσμένες περιοχές, που δεν διαθέτουν εξειδικευμένο Παθ/μο.
- Αδυναμία του ανθρώπου να επεξεργασθεί όλα τα δεδομένα.
- Ανακάλυψη νέων διαγνωστικών ευρημάτων, ή νέων σχέσεων μεταξύ δεδομένων που περνούσαν απαρατήρητες.
- Ψηφιοποίηση, η εργασία γίνεται πιο διαχειρίσιμη.
- Αποφυγή «λαθών κούρασης», ξεκούραση για τον άνθρωπο!

Μειονεκτήματα

- Ο ιστός συχνά έχει **artifacts**, που μπορεί να ερμηνεύσει ο Παθ/μος που έχει εξοικειωθεί, αλλά όχι το AI.
- **Κόστος**, το οποίο μπορούν να καλύψουν μόνο μεγάλες Ακαδημίες.
- **Δίκαιο**; Μεγάλα Κέντρα με ακριβά softwares, άλλα κέντρα με φθηνά.
- Έγκριση από **ρυθμιστικές αρχές**, όπως το FDA.
- **Ηθικά διλήμματα** (τα δεδομένα ασθενών είναι προσβάσιμα από πολλούς, προστατεύονται από i-clouds, που μπορεί όμως να παραβιασθούν από κακοπροαίρετους).
- **Κίνδυνος γενίκευσης**: πόσο μπορούν να ενημερωθούν τα συστήματα, για όλες τις πιθανές ερμηνείες μιας αλλοίωσης; «Context».
- **Διάλογος/επικοινωνία με κλινικούς/πληροφορίες**: Ίσως η Αχίλλειος πτέρνα όλων των συστημάτων...
- **Αντικατάσταση ανθρώπων**: θα γίνει ο άνθρωπος πάλι σημαντικός;

Goodman K et al. Kidney360, 2024

Jiang J et al. Curr Opin Nephrol Hypertens. 2022

Μειονεκτήματα

- Δεδομένα που δεν χάνονται στην πραγματική ζωή, μπορεί να χαθούν στην AI (ακόμα και το παρουσιαστικό ενός ασθενούς, μπορεί να οδηγήσει υποσυνείδητα σε διάγνωση).
- Δεδομένα που δεν μπορούν να περαστούν σε μια βάση, γιατί και ο ίδιος ο άνθρωπος δεν γνωρίζει τη σημασία τους, **ωστόσο υποσυνείδητα μπορούν να τον οδηγήσουν σε απόφαση.**
- Μοντέλα που έχουν εκπαιδευθεί σε έναν πληθυσμό, μπορεί να μην ανταποκρίνονται σε άλλον πληθυσμό, πρέπει να εμπλουτιστούν από **ασθενείς διαφορετικών/αντιπροσωπευτικών πληθυσμών.**
- Απόφαση: Ο άνθρωπος γνωρίζει τις συνέπειες, η AI όχι. Μια απόφαση που έχει **μικρό ποσοστό σφάλματος αλλά σοβαρές συνέπειες**, μπορεί ο άνθρωπος να μην την λάβει αν δεν είναι βέβαιος, η AI όμως θα τη λάβει (ή το αντίστροφο, αν πρόκειται για τη σωτηρία του ασθενούς).

Οι βιοψίες γίνονται ολοένα και μικρότερες...

- 44 USA states, 123,372 native kidney biopsies.
- **Miss rate increased markedly from 2% in 2005 to 14% in 2020.**
- Radiologists performed **5% of biopsies in 2005** and **95% in 2018** using smaller (18g/20g) needles 92% of the time.
- Miss rate was significantly lower for nephrologists.
- In other studies, mainly from Radiologists, no difference.

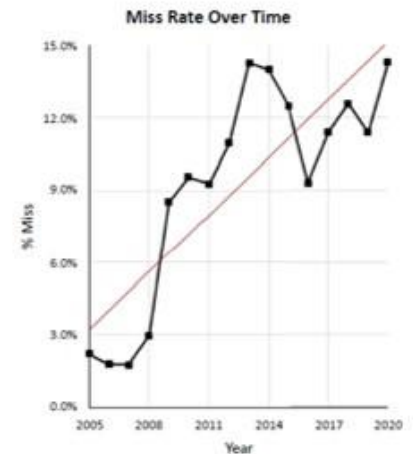


Figure 2. Miss rate over time determined by report review with the trend line in red (Cochran-Armitage trend test: $Z = -26.20$, $P < 0.001$).

Η πραγματική ερώτηση:

- Δεν είναι αν ο Παθ/μος θα αντικατασταθεί από την ΑΙ, αλλά πώς θα μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε με τον καλύτερο τρόπο τις τεχνικές, για το όφελος του ασθενούς.

Πιθανό:

- Η ΑΙ να λειτουργήσει προς την κατεύθυνση της αριστείας, να μειωθεί ο ρόλος ορισμένων Παθ/τόμων που δεν λάμβαναν αποφάσεις, δεν έκαναν αξιολογικές κρίσεις, αλλά μάρκαραν περιοχές σε screening πλακιδίων, ή υποβαθμισμένων Εργαστηρίων, χωρίς δυνατότητα τεχνικών.

Είναι ο άνθρωπος τι θα αποφασίσει...

- Το παράδειγμα της ανακάλυψης του μαχαιριού, της πυρηνικής ενέργειας κλπ. Είναι ο άνθρωπος τι θα αποφασίσει.

Θα αντικατασταθούν οι Παθ/μοι από την ΑΙ;

■ Πηγή ΑΙ*:

- Η επικρατούσα άποψη στην ιατρική κοινότητα δεν είναι ότι η ΑΙ θα αντικαταστήσει τους Παθολ/μους, αλλά ότι θα λειτουργήσει ως ένα πανίσχυρο **εργαλείο υποστήριξης** που θα αναβαθμίσει τον ρόλο.
- Αν και ορισμένες προβλέψεις (Bill Gates) αναφέρουν ευρύτερη αντικατάσταση ιατρικών ειδικοτήτων έως το 2035, η Παθολ. Αν. θεωρείται ένας τομέας όπου **η ανθρώπινη κρίση παραμένει σημαντική**

Γιατί ο άνθρωπος παραμένει απαραίτητος:

- **Πολυπλοκότητα:** Οι σπάνιες παθήσεις απαιτούν συνδυαστική σκέψη που η ΑΙ δεν διαθέτει.
- **Ευθύνη:** Η τελική γνωμάτευση και η ευθύνη για τη διάγνωση του ασθενούς ανήκουν στον άνθρωπο γιατρό.
- **Κλινική Συσχέτιση:** Η ενσωμάτωση των ευρημάτων στο ιατρικό ιστορικό του ασθενούς απαιτεί ανθρώπινη κρίση.

***Οι απαντήσεις ΑΙ μπορεί να περιλαμβάνουν λάθη.**

Θα αντικατασταθούν οι Παθ/μοι στη βιοψία νεφρού;

- Αυτοματοποίηση & Ποσοτικοποίηση (σπειρ/σκλήρυνση, ίνωση κλπ).
- Βελτιωμένη Ακρίβεια (μείωση σφαλμάτων).
- Πρόγνωση (ανάλυση εικόνων, εξέλιξη νόσου).
- Ψηφιακές διαφάνειες: Η χρήση *Whole Slide Imaging* (WSI) επιτρέπει AI να σαρώνει το δείγμα, να επισημαίνει ύποπτες περιοχές στον Παθ.

Γιατί δεν θα αντικατασταθούν (Περιορισμοί).

- **Σύνθετη Διάγνωση:** Η ν. βιοψία απαιτεί ολοκληρωμένη αξιολόγηση (φωτονικό μικροσκόπιο, ανοσοφθορισμό, HM) & συσχέτιση με το ιστορικό του ασθενούς, κάτι που η AI δεν μπορεί να κάνει μόνη της.
- **Έλλειψη Δεδομένων & Ποιότητα, Ανθρώπινος Παράγοντας.**
- **Ευθύνη & «Μαύρο Κουτί»:** Η αδυναμία ερμηνείας του τρόπου με τον οποίο η AI καταλήγει σε μια διάγνωση (explainable AI) καθιστά απαραίτητο τον άνθρωπο για την τελική επιβεβαίωση.

***Οι απαντήσεις AI μπορεί να περιλαμβάνουν λάθη.**

Συμπεράσματα

(AI: Φίλος ή εχθρός, λάθος το ερώτημα!)

- Σημαντικό και χρήσιμο εργαλείο, **δεν υπο/αντικαθιστά**, αντίθετα μπορεί να βοηθήσει στην **ολοκλήρωση της ερμηνείας** μιας βιοψίας, με **συμπληρωματική δράση**.
- Είναι **λάθος να την υποεκτιμήσουμε** (γιατί την χρειαζόμαστε), αλλά **λάθος είναι και το αντίθετο, η υπερεκτίμηση** – είναι εργαλείο του ανθρώπου, και όχι αντικαταστάτης.
- Ίσως η απόδοσή της είναι καλύτερη από μη εξειδικευμένους Παθ/μους που δεν λάμβαναν αποφάσεις, μπορεί καλύτερα από το μέτριο σίγουρα (το χρειαζόμαστε), μπορεί όμως το άριστο;
- **Μπορεί να προάγει την αριστεία των ανθρώπων!**
- **Μπορεί όμως να καταλήξει και σε δυστοπία, με κακή χρήση, την ευθύνη όμως, την έχει πάντα ο άνθρωπος και όχι η AI.**



Από ταινία «12 monkeys», 1995, σκηνοθέτης Terry Gilliam

Ευχαριστώ!