

Από το πρόσφατο Συνέδριο Τεχνητής Νοημοσύνης της Ευρωπαϊκής Καρδιολογικής Εταιρίας στο Βερολίνο

Ηλίας Κ Καραμπίνος, MD, MSc, PhD
Δ/ντης Β' Καρδιολογικής Κλινικής, Ευρωκλινική

Επικοινωνία

Ηλίας Κ Καραμπίνος, MD, MSc, PhD
Δ/ντης Β' Καρδιολογικής Κλινικής,
Ευρωκλινική
E-mail: iliaskara@gmail.com

Στις 21-22 Νοεβρίου διοργανώθηκε στο Βερολίνο από την Ευρωπαϊκή Καρδιολογική Εταιρία το 1^ο Συνέδριο αφιερωμένο στην Ψηφιακή Καρδιολογία και στην Τεχνητή Νοημοσύνη, ESC-Digital-AI-Summit. Το συνέδριο έλαβε χώρα σε τρεις αίθουσες, με παράλληλες 64 Συνεδρίες: 52 επιστημονικές και 12 συνδεδεμένες άμεσα με την βιομηχανία. Λειτουργούσε επίσης εκθεσιακός χώρος καινοτομιών, με ανανέωση των εκθεμάτων σε πρωινή και απογευματινή βάση. Η θεματολογία ήταν άκρως ενδιαφέρουσα και θα μπορούσε αδρά να οργανωθεί σε τρεις ομάδες: Εξελίξεις στην AI, Προβληματισμοί-Πολιτικές-Οικονομικά, και Εφαρμογές-Καινοτομίες. Παρακάτω παρατίθενται τα σημαντικότερα.

Α. Εξελίξεις στην AI

1. Ψηφιακά αντίγραφα πραγματικού ανθρώπου (virtual human twins)

Εκτεταμένη αναφορά σε διάφορες συνεδρίες έγινε στα **ψηφιακά αντίγραφα πραγματικού ανθρώπου (Virtual twins ή virtual human twins)** τα οποία είναι προσομοιωτικά “δίδυμα” ενός ατόμου, βασισμένα στα πραγματικά του δεδομένα (ιατρικά, απεικονιστικά, βιοδείκτες, γονιδιωματικές πληροφορίες, wearables - δεδομένα αισθητήρων, κλπ) με κύριο σκοπό να επιτρέπουν μια εξατομικευμένη προσομοίωση για το πώς εξελίσσεται μια ασθένεια σε έναν συγκεκριμένο ασθενή και το πώς θα ανταποκριθεί σε μια θεραπεία. Ετέθη προβληματισμός για το πλαίσιο και τις ρυθμιστικές προοπτικές για τους εικονικούς ανθρώπινους δίδυμους.

2. Γραφικά Συνεκτικά Νευρωνικά Δίκτυα-Graph Convolutional Neural Networks

Ιδιαίτερη αναφορά έγινε στα **Graph Convolutional Neural Networks (GCNNs)** είδος νευρωνικών δικτύων σχεδιασμένα για δεδομένα που έχουν τη μορφή δικτύων, δηλαδή με κόμβους και σχέσεις μεταξύ τους. Σε αντίθεση με τα κλασικά CNNs που δουλεύουν με εικόνες σε κανονικό πλέγμα, τα GCNNs μαθαίνουν από δομές σχέσεων. Κάθε κόμβος δεν είναι πλέον ένα pixel αλλά

μια βιολογική δομή ή ένας ασθενής με διάφορα χαρακτηριστικά (clinical, imaging-derived), ο οποίος «ανταλλάσσει» πληροφορία με τους «γειτονικούς» κόμβους (message passing). Το δίκτυο ενημερώνει τα χαρακτηριστικά των κόμβων σε διαδοχικά επίπεδα-layers και έτσι μαθαίνει patterns σε πολύπλοκα βιολογικά ή «ασθενοκεντρικά» δίκτυα. Τα GCNNs είναι βασικό εργαλείο για την ιατρική δικτύων (network medicine) και την προσωποποιημένη ιατρική, επειδή μοντελοποιούν σχέσεις τις οποίες τα κλασικά CNNs αδυνατούν.

3. Μεγάλα γλωσσικά μοντέλα-Large Language Models

Την τιμητική τους είχαν φυσικά και τα **μεγάλα γλωσσικά μοντέλα (LLMs)**. Σε διάφορες συνεδρίες συζητήθηκαν δομικοί λίθοι των LLMs: 1) το **tokenization**, δηλαδή η διαδικασία με την οποία ένα μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης μετατρέπει ένα κείμενο σε μικρότερα κομμάτια (“tokens”) υπο μορφή αριθμών, ώστε να μπορέσει να το επεξεργαστεί, 2) τα **embeddings**, δηλαδή διανύσματα (vectors) αριθμών οι οποίοι αναπαριστούν το νόημα ή/και το ύφος ενός κειμένου και την *σημσιολογική έννοια* μιας λέξης ή πρότασης.

Αναλύθηκε επίσης η σημασία τόσο του **prompting**, δηλαδή του τρόπου με τον οποίο δίνονται οδηγίες σε ένα γλωσσικό μοντέλο, όσο και του **RAG (Retrieval-Augmented Generation)** μιας τεχνικής μέσω της οποίας γίνεται η αναζήτηση εξωτερικών πηγών πληροφόρησης του μοντέλου (px guidelines). Είναι σημαντικές διαδικασίες γιατί καθορίζουν την ακρίβεια των απαντήσεων του μοντέλου και ελατώνουν τόσο τα errors όσο και τα hallucinations (αυτοπεποίθηση του μοντέλου στο λάθος). Υπήρξε μάλιστα ειδική συνεδρία με **οδηγίες για υψηλής ποιότητας prompting**, οι οποίες εστίασαν στη χρήση παραδειγμάτων, στον καθορισμό του ακροατηρίου και του πλαισίου, στην επεξήγηση δομικών χαρακτηριστικών του θέματος και στην ακρίβεια στη χρήση όρων και λέξεων. Δόθηκε επίσης έμφαση στο ευαίσθητο σημείο των LLMs, την «εισαγωγή κακόβουλων οδηγιών στο μοντέλο» γνωστό ως **prompt attacks**, γεγονός το οποίο εγείρει ζητήματα ασφάλειας. Η αντιμετώπιση του βασίζεται στον αυστηρό έλεγχο πρόσβασης, στην συνεχή εποπτεία από ιατρούς στις καταληκτικές προτάσεις του LLM και στον αυστηρό έλεγχο των κειμένων πηγών.

Β. Προβληματισμοί-Πολιτικές-Οικονομικά

1. Αναπτύχθηκε ο προβληματισμός σχετικά με τον ρόλο της AI στην λήψη κλινικών αποφάσεων από τον κλινικό γιατρό. Επιφέρει η AI μια Digitally Augmented Action, δηλαδή ενδυνάμωση-ενίσχυση της ανθρώπινης απόφασης ή μια AI-driven Nudge, δηλαδή πραγματικής κανονικής καθοδήγησης; Αναλύθηκαν ο κίνδυνος χειραγώγησης των γιατρών, ο βαθμός αυτονομίας της ιατρικής απόφασης και η ευθύνη.
2. Σημαντική αίσθηση προκάλεσε επίσης η συνεδρία για το **νομικό πλαίσιο, τις πολιτικές και τα οικονομικά της εισαγωγής της AI στην Καρδιολογία στην Ευρώπη**. Αναλύθηκε η σημασία της οργάνωσης του Ευρωπαϊκού Γραφείου AI, το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο στην Ευρώπη, τα προβλήματα στην επέκταση της AI στα υγειονομικά συστήματα στην Ευρώπη, και παρουσιάστηκαν οικονομικά στοιχεία για τις επενδύσεις σε εφαρμογές AI. Σε προσωπικές συζητήσεις με υπεύθυνους startup ευρωπαϊκών επιχειρήσεων AI στον εκθεσιακό χώρο, οι περισσότεροι αναγνώριζαν τις δυσκολίες στην επεκτασιμότητα και στην διείσδυση στην ευρωπαϊκή αγορά, κυρίως λόγω των διαφορετικών πλαισίων στις διάφορες χώρες.
3. Ιδιαίτερη εντύπωση προκάλεσε η συνεδρία σχετικά με την εφαρμογή της **AI στη διενέργεια κλινικών μελετών**. Δεδομένου του υψηλού κόστους των μελετών για νέα φάρμακα και τεχνολογίες, AI εργαλεία μπορούν να επιταχύνουν το χρόνο του recruitment, και να βοηθήσουν στην ταχύτερη «ανάγνωση» των δεδομένων (δημογραφικά, ΗΚΓ, απεικόνιση, βιοχημικά) και των έγκυρων εκβάσεων (ascertainment of outcome). Προβλήματα αποτελούν η φτωχή γενικευσιμότητα, η εισαγωγή νέων μεροληψιών (biases), ζητήματα ασφαλείας των δεδομένων των ασθενών και η ελαχιστοποίηση της εμπλοκής των ερευνητών, όμως το οικονομικό όφελος είναι πολύ μεγάλο.

Γ. Εφαρμογές-Καινοτομίες

Σε διάφορες συνεδρίες παρουσιάστηκαν νεότερες καινοτομίες ή/και βελτιωμένες εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Καρδιαγγειακή Ιατρική, όπως:

1. AI ανάλυση φωνής για διάγνωση οξείας καρδιακής ανεπάρκειας ή απορρύθμισης αυτής, και μάλιστα για χρήση από μη γιατρούς ή για απομακρυσμένη χρήση
2. AI καρδιακή ακρόαση με χρήση smartphones
3. AI ανάλυση ΗΚΓ για πρόβλεψη αιφνιδίου θανάτου, ή διάγνωση καρδιακής ανεπάρκειας, μυοκαρδιοπαθειών ή οξέος στεφανιαίου συνδρόμου
4. AI εφαρμογές στην ηχωκαρδιογραφία, στην απεικόνιση και στην επεμβατική καρδιολογία
5. AI εργαλείο προσομοίωσης και σχεδιασμού εξατομικευμένης διαδερμικής επεμβάσης επιδιόρθωσης edge to edge στη μιτροειδή βαλβίδα (M-TEER), με βάση τα απεικονιστικά δεδομένα συγκεκριμένου ασθενή
6. Δεδομένα από τα wearables της Apple και την προσπάθεια βελτίωσης των μοντέλων μέσα από την ανάλυση των «αστοχιών».

Τέλος, ιδιαίτερη αίσθηση προκάλεσε η ανακοίνωση της AI-εφαρμογής για **εκτίμηση ύπαρξης υψηλών πιέσεων ενσφήνωσης (PCWP>15mmHg) και πιέσεων δεξιού κόλπου (RAP>10mmHg)** μέσω ενός ειδικού μη επεμβατικού αισθητήρα (ACORAI) και μοντέλου AI σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια. Ο αισθητήρας ACORAI αναλύει δεδομένα ακουστικά (καρδιακοί τόνοι), σεισμικά (ώσεων), οπτικά και ΗΚΓ. Η εφαρμογή δοκιμαστηκε στη μελέτη CAPTURE-HF με 1600 ασθενείς καρδιακής ανεπάρκειας, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε δεξιό καθετηριασμό. Για την διάγνωση υψηλής PCWP>15: ευαισθησία=86%, NPV=90%, ενώ για διάγνωση υψηλής RAP>10mmHg: ευαισθησία=87%, NPV=97%. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Cedars-Sinai και χρηματοδοτήθηκε μεταξύ άλλων και από το European Innovation Council. Εντός του 2026 αναμένεται υποβολή αίτησης για έγκριση από το FDA.