Ημερίδα «Σύγχρονες Εξελίξεις της Τεχνητής Νοημοσύνης και Επιπτώσεις στην Επιστήμη και στην Εκπαίδευση»

Τεχνητή Νοημοσύνη στην Υγεία

Επιτυχίες και Προκλήσεις

Ελένη Καλδούδη

Καθηγήτρια

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΕΚ ΑΘΗΝΑ

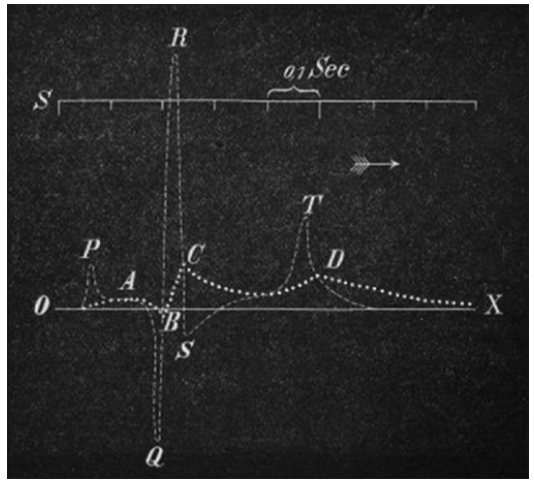
Αθήνα, 15 Φεβρουαρίου 2025

image generated by Graiyon

η ιατρική στον 21ο αιώνα

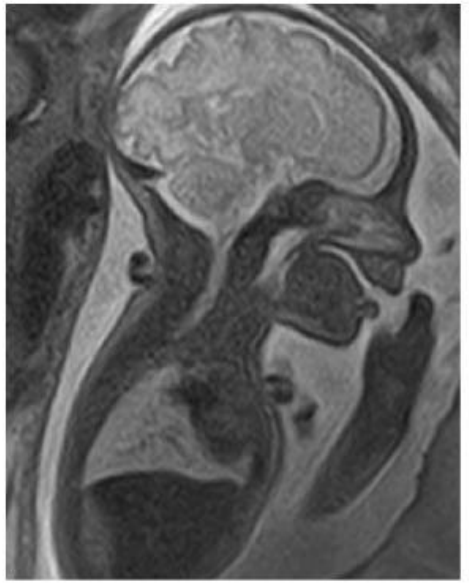
Roentgen 1895

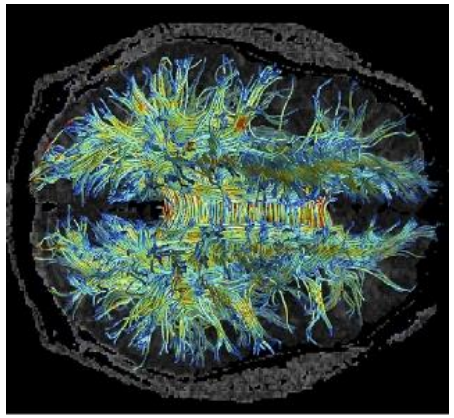
η πρώτη ακτινογραφία !

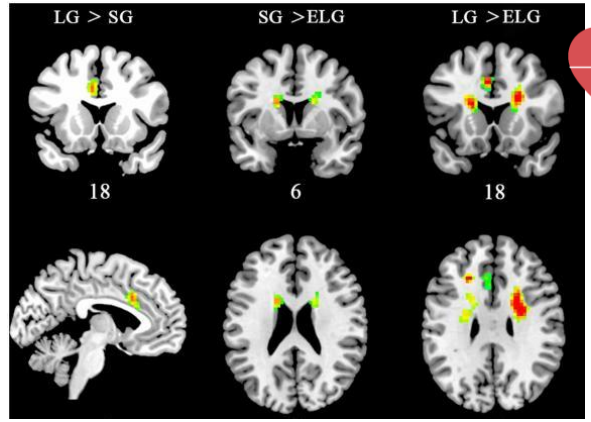


W. Einthoven, 1903

το πρώτο ηλεκτροκαρδιογράφημα!

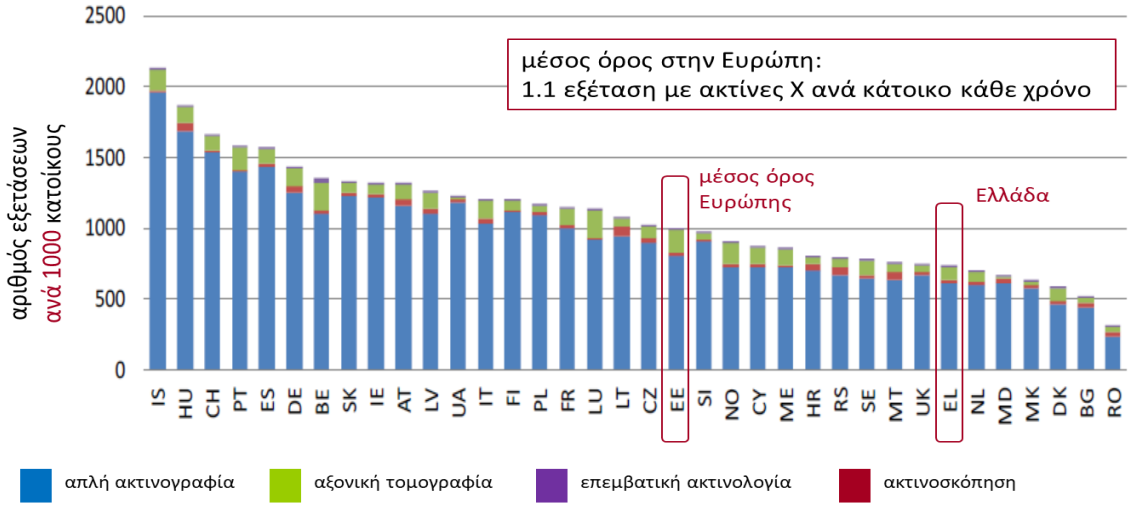






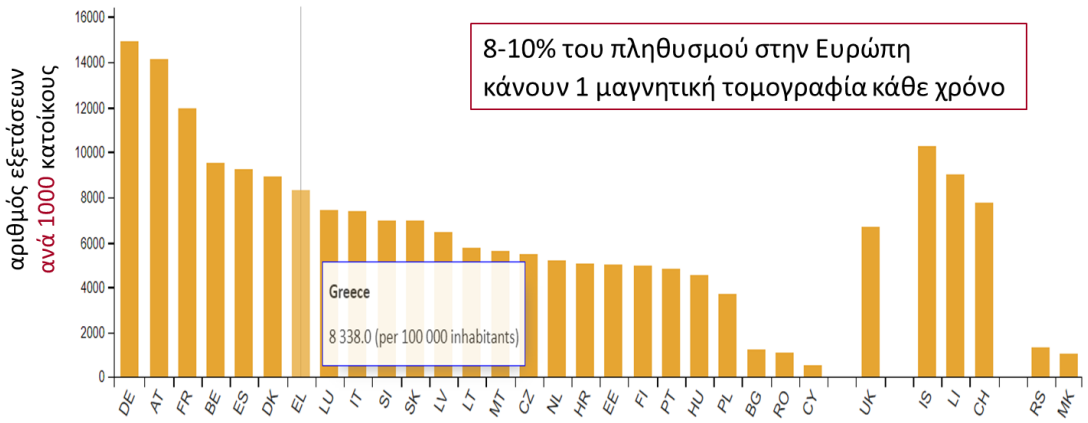
Wellcome Library, London, https://wellcomeimages.org/indexplus/obf_images/30/1c/93789139b2af214c9bbd5701e19c.jpg
Salam AM. Heart Views. 2019. doi: 10.4103/HEARTVIEWS.

Bertholdt C,et al. Case Rep Obstet Gynecol. 2015, doi:10.1155/2015/456028
Kubicki M., et al. J Psychiatr Res. 2007. doi: 10.1016/j.jpsychires.2005.05.005
d'Oleire Uquillas F, Liu Y, Kou J. Front. Hum. Neurosci. 2015, doi: 10.3389/fnhum.2015.00071



εκτιμήσεις για
3.1 δισεκατομμύρια διαγνωστικές εξετάσεις
ανά έτος σε όλο τον κόσμο

~ 76 MegaBytes
απεικονιστικά δεδομένα ανά άτομο ανά έτος



για ένα άτομο
για κάθε χρόνο
→ 25 τραγούδια MP3

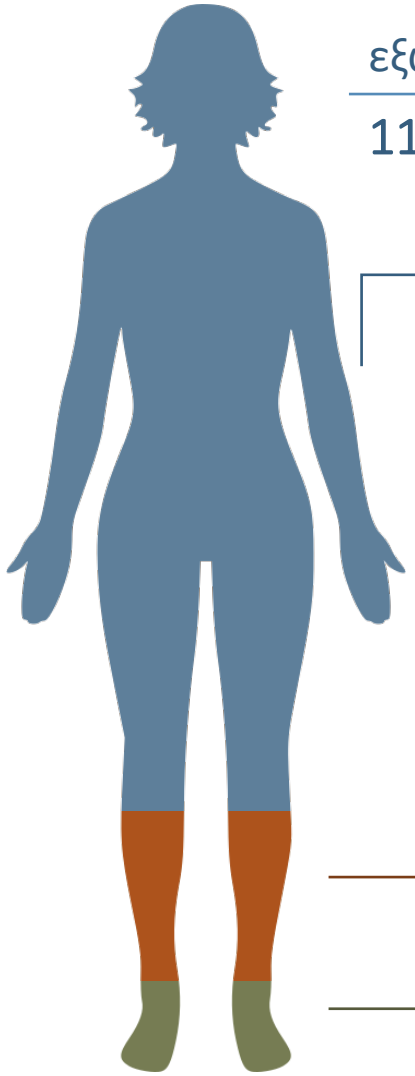
σε όλο τον πλανήτη
για κάθε χρόνο
→ 1 δισεκατομμύριο MP3

European Commission, Radiation Protection No 180, Medical Radiation Exposure of the European Population, Luxembourg, 2014
Eurostat (online data codes: hlth_co_exam) https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/hlth_co_exam)
Brown N, Healthcare Data Growth: An exponential Problem, Nextech Post, Sept 2015 https://www.nextech.com/blog/healthcare-data-growth-an-exponential-problem

εκτιμάται ότι ένα άτομο στο τέλος της ζωής θα αφήσει ένα ψηφιακό αποτύπωμα μεγαλύτερο του 1 PetaByte δεδομένα σχετικά με την υγεία

→ 360 εκατομμύρια τραγούδια MP3

→ 3 X Spotify



εξωγενή δεδομένα (φορετοί αισθητήρες, περιβάλλον)

1100 TeraBytes στη διάρκεια της ζωής

–omics

6 TeraBytes στη διάρκεια της ζωής

κλινικά δεδομένα

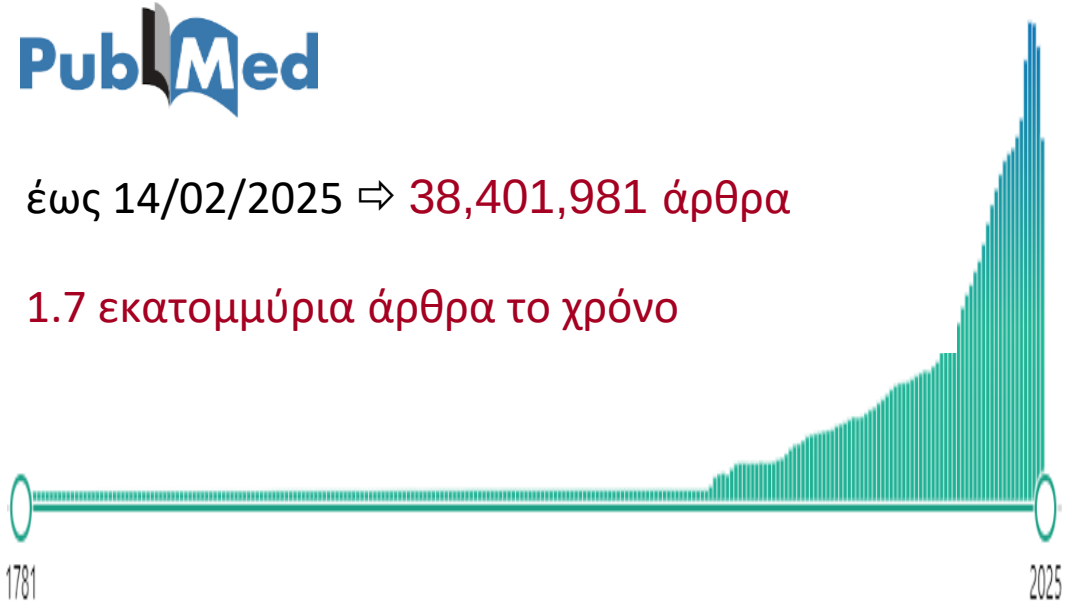
0.4 TeraBytes στη διάρκεια της ζωής

δυνάμεις του 10		
10^3	k	kilo
10^6	M	mega
10^9	G	giga
10^{12}	T	tera
10^{15}	P	peta
10^{18}	E	exa

PubMed

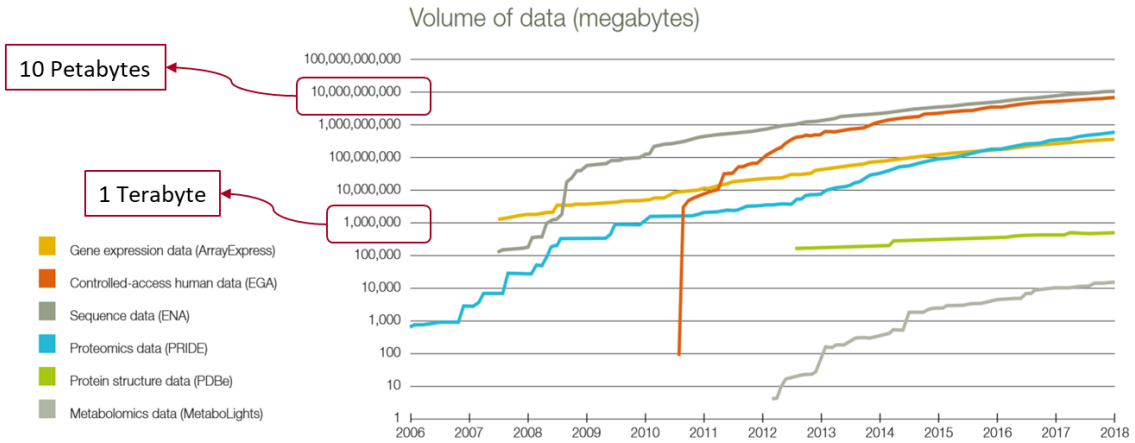
έως 14/02/2025 ⇨ 38,401,981 άρθρα

1.7 εκατομμύρια άρθρα το χρόνο



εκτιμάται ότι
κάθε γιατρός χρειάζεται 150 ώρες διάβασμα κάθε εβδομάδα για να καλύψει τη νέα γνώση στο αντικείμενό του

πηγές γνώσης και τεκμηρίων



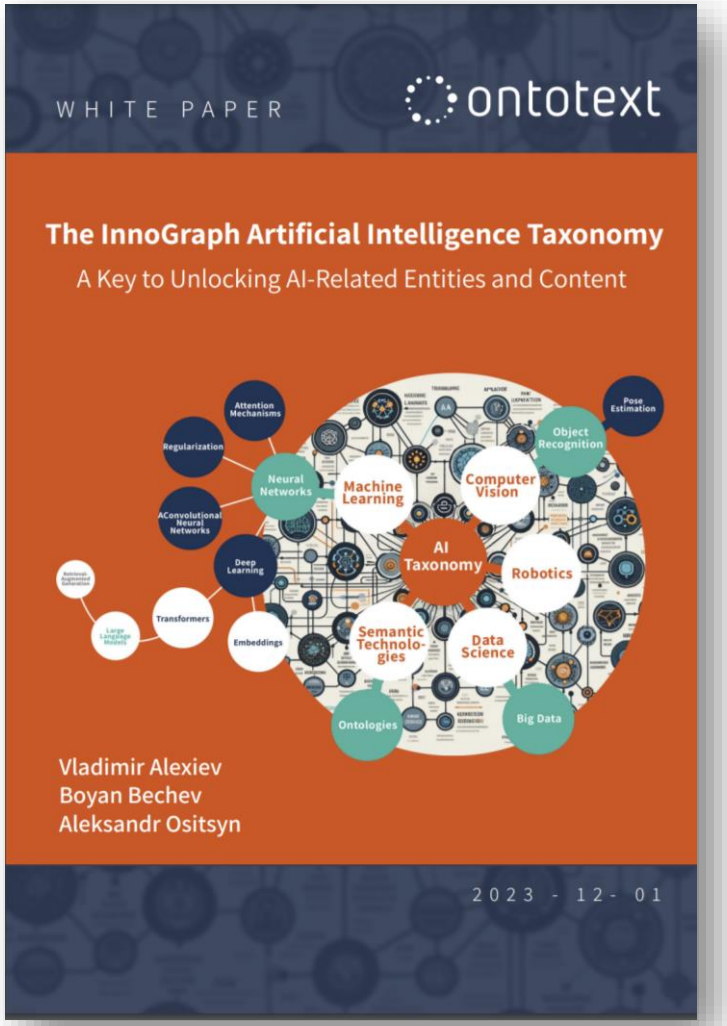
δεδομένα –omics:

- 40 exabytes γονιδίωμα σε όλο τον πλανήτη
- 400 terabytes πληροφορίες για πρωτεΐνες

ο αυξανόμενος όγκος, η πολυμορφία και η πολυπλοκότητα των βιοϊατρικών δεδομένων δημιουργεί σύνθετες προκλήσεις

η τεχνητή νοημοσύνη προσφέρει νέες λύσεις στην υγεία

- ⇨ πρόβλεψη της εξέλιξης της νόσου
- ⇨ μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα στη διάγνωση
- ⇨ νέα φάρμακα και νέες θεραπείες
- ⇨ αυτοματοποίηση διοικητικών εργασιών
- ⇨ καίρια επιστημονική γνώση στον γιατρό και τον επιστήμονα
- ⇨ απλοποιημένη αλλά ορθή πληροφόρηση στον ασθενή



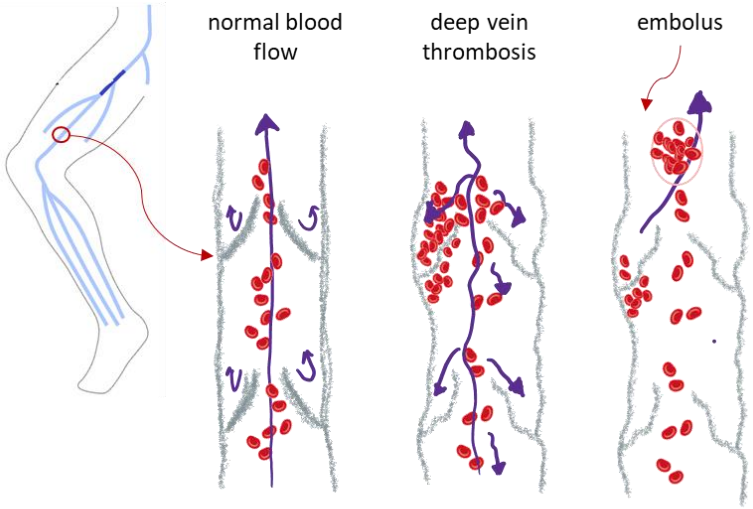
τι είναι η τεχνητή νοημοσύνη? μια ταξονομία!

τεχνητή νοημοσύνη στις βιοϊατρικές επιστήμες: η πρώτη δεκαετία

3 επιτυχίες που περνούν στην πράξη

- αυτοματοποιημένη διάγνωση στην ιατρική απεικόνιση
  - πνευμονία σε ακτινογραφίες
  - διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας από εικόνες του βυθού του οφθαλμού
  - εγκεφαλικά επεισόδια σε μαγνητική τομογραφία
  - καθοδήγηση και διάγνωση σε υπέρηχο
  - εικόνες και βίντεο ενδοσκόπησης
- αυτοματοποιημένη διαχείριση διοικητικών και οργανωτικών θεμάτων στην υγεία
- διερεύνηση της δομής βιομορίων και κυρίως πρωτεϊνών

η εν τω βάθει θρόμβωση είναι η παθολογική πήξη του αίματος στις βαλβίδες των φλεβών



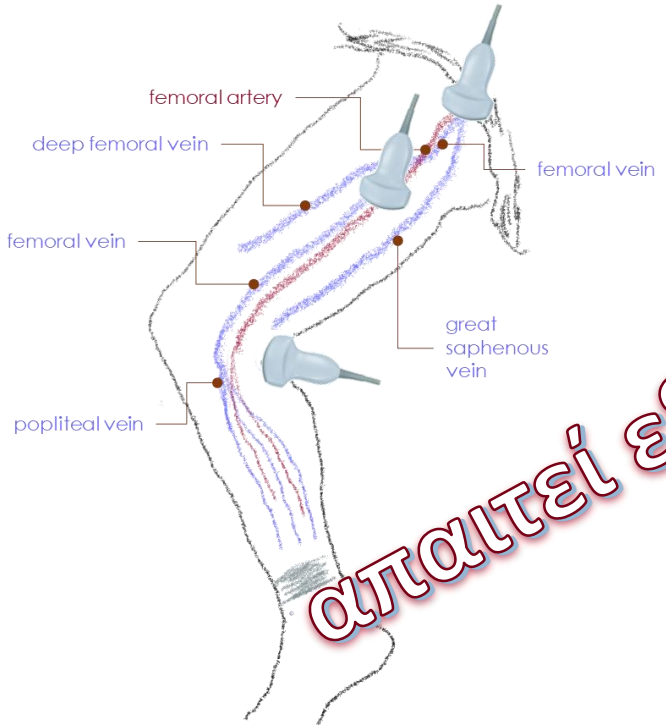
- ⇨ στην ακινησία
- ⇨ μετά από χειρουργικές επεμβάσεις
- ⇨ στην εγκυμοσύνη
- ⇨ στους καρκινοπαθείς
- ⇨ κατά τις αεροπορικές πτήσεις
- ⇨ ....

- παρουσιάζεται σε 700,000 Ευρωπαίους κάθε χρόνο
- 1/2 από αυτούς θα εμφανίσουν ξαφνική πνευμονική εμβολή
- περίπου 25% των περιπτώσεων πνευμονικής εμβολή θα οδηγήσουν σε άμεσο θάνατο
- 1/3 έως 1/2 των ασθενών με εν τω βάθει θρόμβωση θα καταλήξουν με χρόνια προβλήματα

€8.5 δισεκατομμύρια ετήσιο κόστος

υπηρεσιών υγείας στην Ευρώπη για θρόμβωση

η μέθοδος επιλογής για την διάγνωση της εν τω βάθει θρόμβωσης είναι ο υπέρηχος συμπίεσης



απαιτεί εξέταση από ειδικό ακτινολόγο

compression US

όπως ο ειδικός ακτινολόγος πιέζει την κεφαλή του υπερήχου, τα αγγεία αρχίζουν να συμπιέζονται

- στη φυσιολογική κατάσταση, η φλέβα συμπιέζεται πλήρως
- όταν υπάρχει θρόμβος, η φλέβα ΔΕΝ συμπιέζεται

Horizon Europe Project

Wearable Continuous Point-of-Care Monitoring, Risk Estimation and Prevention for Deep Vein Thrombosis

9.5 M € | 2024-2027

Συντονιστής: Ε. Καλδούδη, ΕΚ ΑΘΗΝΑ

ThrombUS+

18 φορείς από 8 χώρες

Ελλάδα

Λιθουανία

Γερμανία

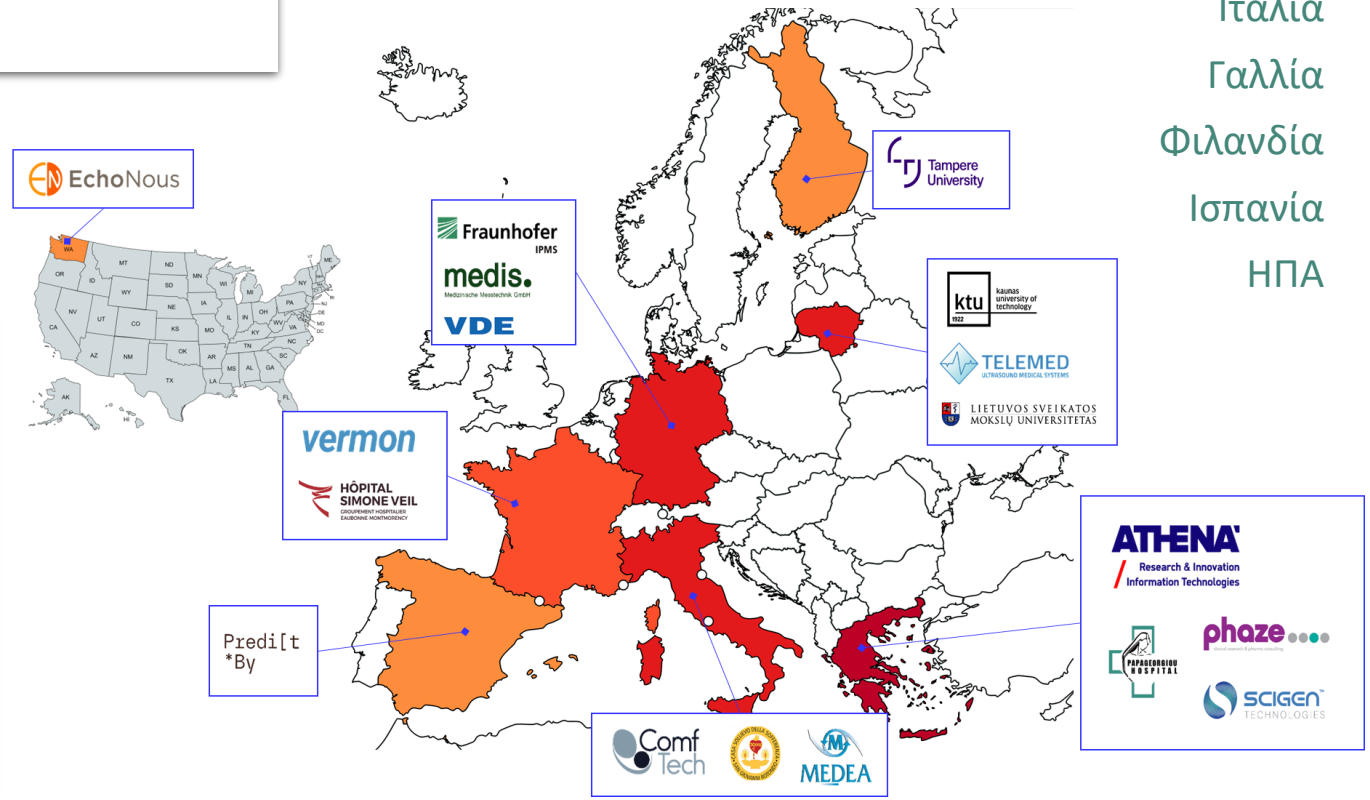
Ιταλία

Γαλλία

Φιλανδία

Ισπανία

ΗΠΑ

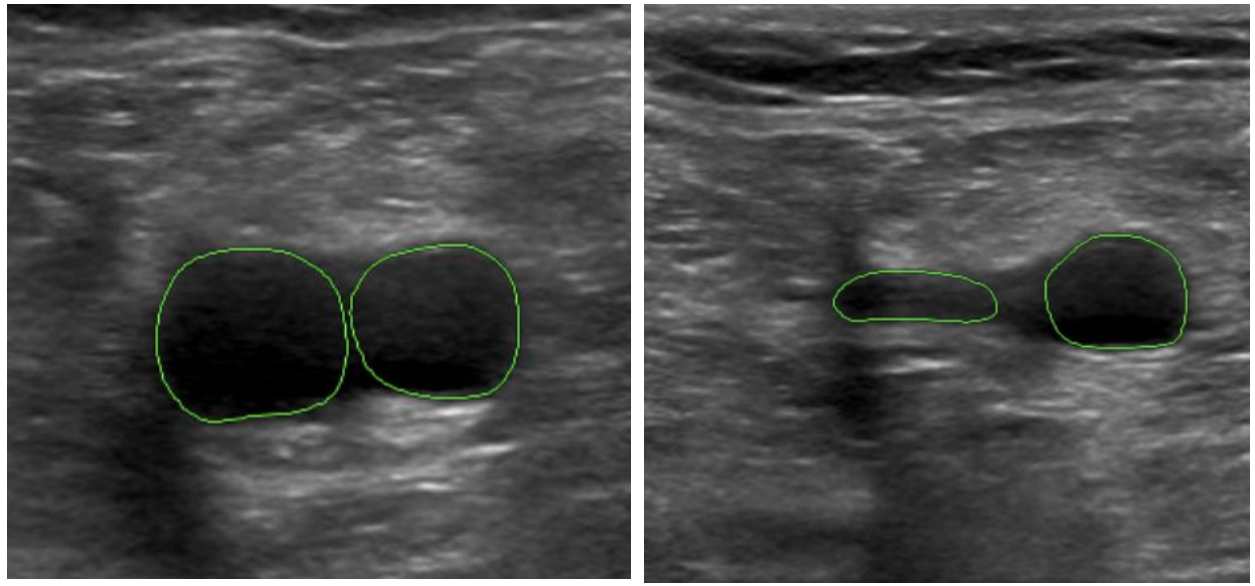


ο πρώτος ‘φορετός’ αυτόνομος υπέρηχος!

ThrombUS+

τεχνητή νοημοσύνη για

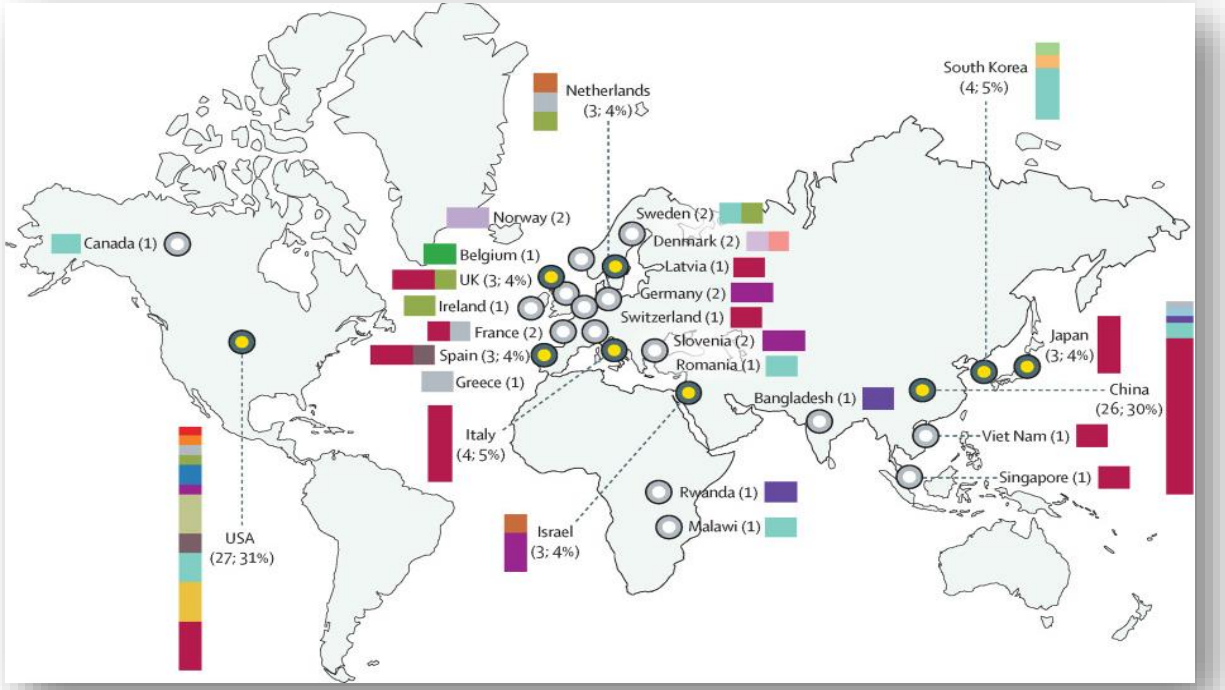
- ⇨ αξιολόγηση της εικόνας ως προς τη διαγνωστική αξία
- ⇨ έξυπνη καθοδήγηση συμπίεσης
- ⇨ αναγνώριση και τμηματοποίηση των αγγείων
- ⇨ εκτίμηση της (σχετικής) συμπίεσης της φλέβας
- ⇨ ενημέρωση για υποψία θρόμβωσης και επεξήγηση

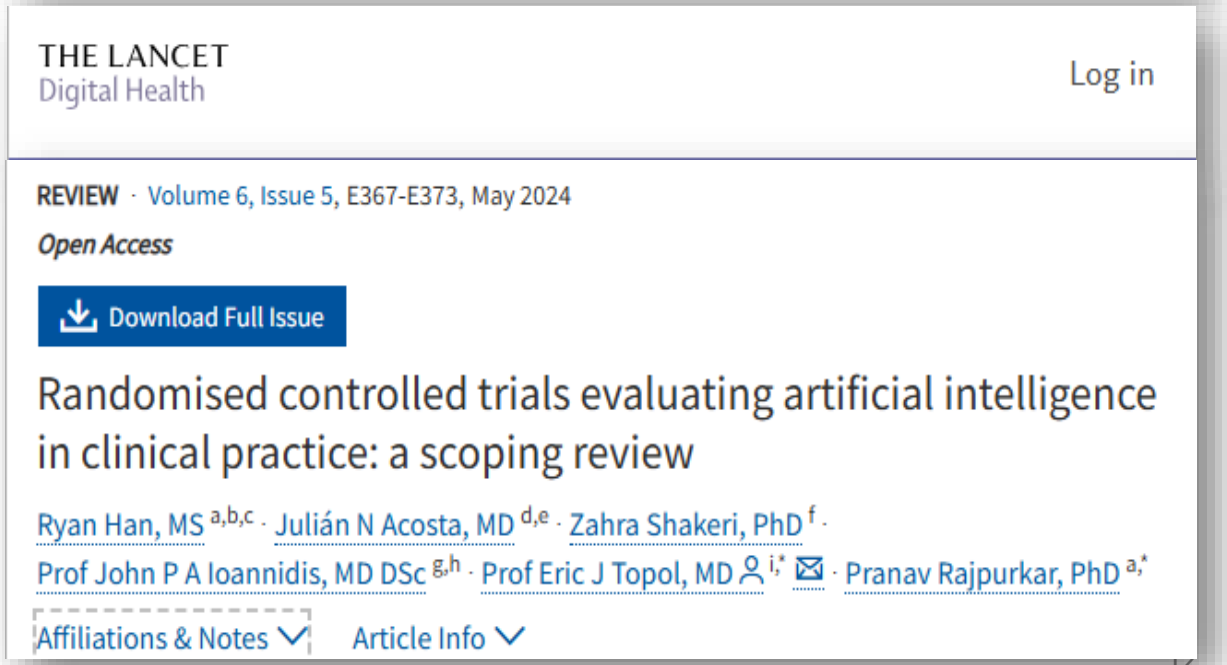


άρθρο του 2024 εξέτασε αποτελέσματα από
86 μελέτες (τυχαιοποιημένης ελεγχόμενης δοκιμής)
που αξιολογούν εφαρμογές
τεχνητής νοημοσύνης στην κλινική πρακτική

η πλειοψηφία των μελετών

- αφορούν σε διαγνωστική απεικόνιση
- αναφέρουν στατιστικά σημαντική βελτίωση με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης





Artificial Intelligence in Biomedicine: η πρώτη δεκαετία παραδείγματα με … απογοητευτικές διαστάσεις

Chang A. The 1st decade of AI in clinical medicine and healthcare – 3 disappointing dimensions, 25 Oct 2022
https://ai-med.io/ac-observations/the-first-decade-of-ai-in-clinical-medicine-and-healthcare-part-2-3-disappointing-dimensions/

- έλλειψη πραγματικής συσχέτισης με την κλινική πράξη και απουσία σημαντικών θετικών επιπτώσεων σε επίλυση πραγματικών προβλημάτων
  - έλλειψη ουσιαστικής συμμετοχής ειδικών από τον χώρο των βιοϊατρικών επιστημών
- περιορισμένη επιτυχία υποστήριξης κλινικών προβλημάτων
  - τα κλινικά προβλήματα έχουν μια εγγενή ασάφεια που δεν αντικατοπτρίζεται εύκολα στις προσεγγίσεις με AI
  - στην κλινική πράξη συχνά συνυπάρχουν περισσότερα του ενός προβλήματα που αγνοούνται στις προσεγγίσεις που αντιμετωπίζουν ένα πρόβλημα κάθε φορά
- περιορισμένη διαθεσιμότητα και πρόσβαση σε ακριβή και πλήρη δεδομένα υγείας και ασθένειας
- AI μοντέλα που αποδεικνύονται ανεπαρκή σε εφαρμογές εκτός της αρχικής μονάδας υγείας

η επιτυχία

της τεχνητής νοημοσύνης να υποστηρίξει τις βιοϊατρικές επιστήμες κρίνεται από τα δεδομένα

τα βιοϊατρικά δεδομένα έχουν σημαντικές ιδιαιτερότητες

τα βιοϊατρικά δεδομένα χαρακτηρίζονται από εγγενή αβεβαιότητα και υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας

π.χ. ευχάριστη οσμή, άσχημη διάθεση, καλή έκβαση

υψηλής πολυπλοκότητας δομές με εγγενή ασάφεια και ανακρίβεια

έως και

απλές και σαφείς δομές

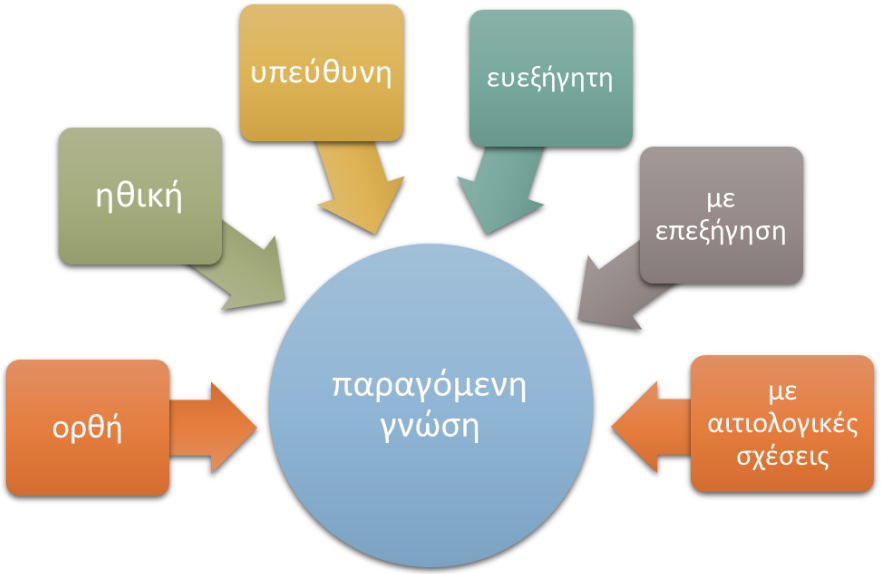
π.χ. βάρος, πίεση, θερμοκρασία, γονιδιακή αλληλουχία

τα βιοϊατρικά δεδομένα είναι ιδιαίτερα ετερογενή ως προς την ποιότητά τους

συχνά είναι

- αδόμητα, π.χ. επιστημονικά κείμενα
- ελλιπή, π.χ. φάκελοι υγείας
- λίγα, π.χ. για σπάνιες ασθένειες
- πολλά, π.χ. βιοσήματα, προσωπικοί αισθητήρες, βιβλιογραφία
- προσβάσιμα με δυσκολία, π.χ. δεδομένα νοσοκομειακών συστημάτων
- υποκειμενικά, π.χ. προσωπικοί αισθητήρες, υποκειμενικές κλίμακες αξιολόγησης (π.χ. πόνου)
- εξαρτώμενα από συνθήκες, π.χ. μέθοδος συλλογής
- αβέβαια

τα βιοϊατρικά δεδομένα έχουν άμεση επίπτωση στην ζωή και την υγεία του ανθρώπου



απαιτούν αυστηρότητα στην επεξεργασία ώστε η γνώση που παράγεται να είναι

- ⇨ ορθή και ηθική
- ⇨ υπεύθυνη και ευεξήγητη
- ⇨ αναδεικνύοντας κατά το δυνατό αιτιολογικές σχέσεις
- ⇨ και επεξηγώντας την συλλογιστική παραγωγής γνώσης από πρωτογενή δεδομένα

η διαχείριση βιοϊατρικών δεδομένων απαιτεί ορθή χρήση, ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικότητας και του απορρήτου

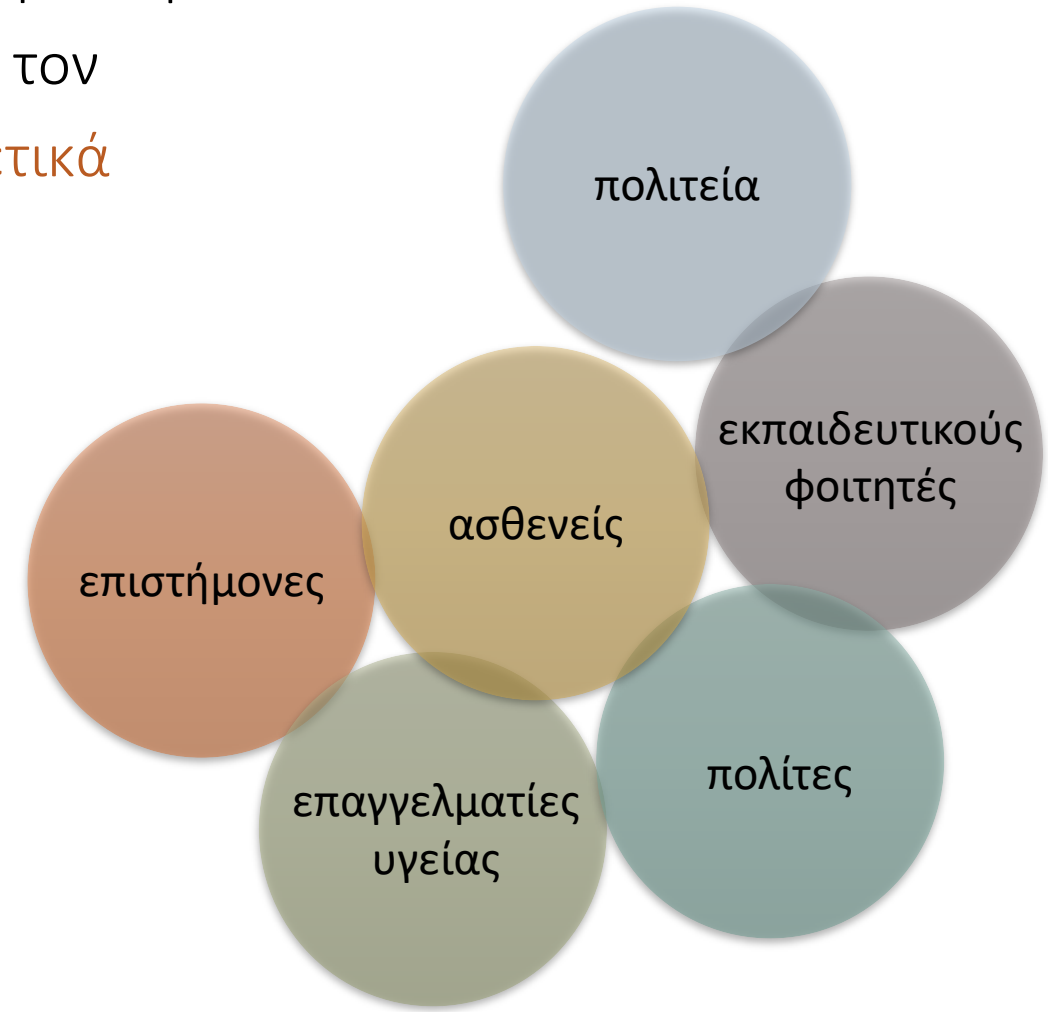
- με κανόνες
- με σύμφωνη γνώμη
- εν γνώση του ατόμου

- γνήσια
- αναλλοίωτα
- ενημερωμένα

- όποτε απαιτείται
- όπως προβλέπεται

- δεν πρέπει να αποκαλύπτονται σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα
- δεν πρέπει να προσβάλλουν την ιδιωτικότητα του ατόμου

τα βιοϊατρικά δεδομένα και η παραγόμενη πληροφορία και γνώση πρέπει να παρουσιαστούν με τον κατάλληλο τρόπο σε διαφορετικά ακροατήρια



για να πετύχει

η εφαρμογή της
τεχνητής νοημοσύνης
στην υγεία
θα πρέπει …

να κατανοήσουμε την αλλαγή στο παράδειγμα!

- ⇨ να βρούμε κατάλληλα προβλήματα
- ⇨ να τα εκφράσουμε με τον κατάλληλο τρόπο

να χτίσουμε το απαιτούμενο ρυθμιστικό πλαίσιο

- ⇨ ηθικό
- ⇨ νομικό
- ⇨ ασφαλιστικό

να διαχειριστούμε την αλλαγή

- ⇨ στο ιατρονοσηλευτικό προσωπικό
- ⇨ στους ασθενείς και τους πολίτες
- ⇨ στο σύστημα υγείας

Ελένη Καλδούδη

Καθηγήτρια

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΕΚ ΑΘΗΝΑ

kaldoudi@athenarc.gr

kaldoudi@med.duth.gr

ThrombUS+

https://thrombus.eu/

https://www.linkedin.com/company/thrombus-eu-project/

Co-funded by the European Union

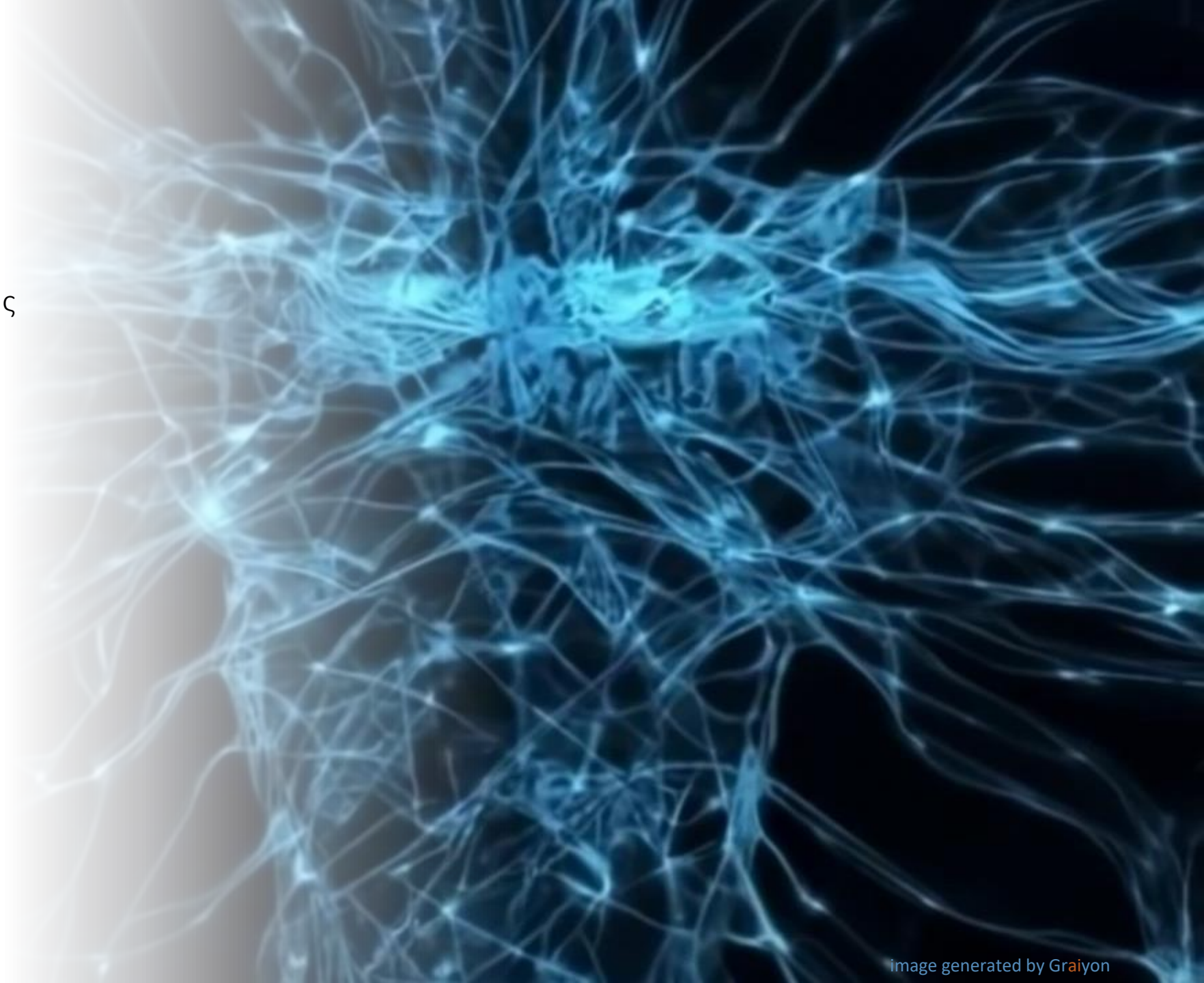


image generated by Graiyon

thrombus-project@athenarc.eu

https://thrombus.eu/

https://www.linkedin.com/company/thrombus-eu-project/

ThrombUS+

Coordinator: Prof. Eleni Kaldoudi, Coordinator
kaldoudi@athenarc.gr

Project Manager: Dr. Stelios Didaskalou
stelios.didaskalou@athenarc.gr

Co-funded by the European Union