



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΜΣ «ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΑΡΤΗΡΙΩΝ
ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ»

ΠΑΝΤΙΩΡΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ Α.Μ.: 21023

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΛΙΟΣ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF HEALTH AND CARE SCIENCES

DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES
DIVISION OF MEDICAL IMAGING AND RADIOTHERAPY

MSc “CURRENT APPLICATIONS IN MEDICAL IMAGING”

DIPLOMA THESIS

Computed Tomography Imaging of the Pulmonary Arteries

PANTIORA PANAGIOTA

ID: 21023

SUPERVISOR

OIKONOMOU GEORGIA

ATHENS, JULY 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

“ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ”

Τίτλος εργασίας : ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΑΡΤΗΡΙΩΝ
ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ	ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ	
	ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΜΠΑΚΑΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΜΕΛΟΣ	
	ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΜΕΛΟΣ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Παντιώρα Παναγιώτα του Πραξιτέλους με αριθμό μητρώου (Α.Μ.) 21023 , φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Σύγχρονες Εφαρμογές στην Ιατρική Απεικόνιση» του Τομέα Ακτινολογίας-Ακτινοθεραπείας του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών, της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι :

Είμαι συγγραφέας της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας με τίτλο : «ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΑΡΤΗΡΙΩΝ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ» και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.

Η δηλούσα



ΠΑΝΤΙΩΡΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος "Σύγχρονες Εφαρμογές στη Ιατρική Απεικόνιση" του τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια Οικονόμου Γεωργία για την πολύτιμη βοήθεια καθώς και το σύνολο των καθηγητών που συνέβαλλαν στην διεκπεραίωση του μεταπτυχιακού. Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για τη στήριξη, την υπομονή και ανοχή τους καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειας μου.

Πίνακας Περιεχομένων

Κατάλογος Εικόνων / Πινάκων.....	σελ.8
Συντομογραφίες.....	σελ.9
Περίληψη.....	σελ.10
Abstract.....	σελ.11
1. Ιστορική Αναδρομή Απεικόνισης του Καρδιαγγειακού συστήματος	σελ.12
1.2 Ιστορία των διαγνωστικών μεθόδων.....	σελ.14
1.2α Στηθοσκόπιο.....	σελ.14
1.2β ΗΚΓ.....	σελ.16
1.3 Ιστορία των απεικονιστικών μεθόδων στη καρδιολογία.....	σελ.18
1.3α Υπερηχοκαρδιογραφία.....	σελ.18
1.3β Επεμβατική ακτινολογία.....	σελ.18
1.3γ Μη επεμβατική ακτινολογία.....	σελ.19
2. Ανατομία	
2.1 Περιγραφή.....	σελ.21
2.2 Θώρακας.....	σελ.21
2.3 Μακροσκοπική ανατομική των πνευμόνων	σελ.23
2.4 Μικροσκοπική κατασκευή των πνευμόνων	σελ.25
2.5 Καρδιά.....	σελ.26
2.6 Αγγεία πνεύμονα	σελ.26
2.7 Αορτή	σελ.27
2.8 Άνω -κάτω κοίλη φλέβα.....	σελ.28
2.9 Άζυγος, ημιάζυγος & επικουρική ημιάζυγος φλέβα	σελ.29
3. Απεικόνιση των πνευμονικών αρτηριών με υπολογιστική τομογραφία	σελ.30
3.1 Εισαγωγή	σελ.30
3.2 Πνευμονική Εμβολή	σελ.30
3.2.α Αιτιολογικοί παράγοντες	σελ.30
3.2.β Συμπτωματολογία	σελ.32
3.2.γ Κλινική εκτίμηση	σελ.32
3.3 Εργαστηριακές- απεικονιστικές εξετάσεις & πνευμονική εμβολή	σελ.35
3.3.α Δ-διμερή.....	σελ.35

3.3.β CTPA (Πνευμονική αγγειογραφία).....σελ.35	σελ.35
3.4 ΠρωτόκολλοTRIPLE RULE OUT.....σελ.43	σελ.43
3.4α Εισαγωγή	σελ.43
3.4β Διαδικασία και τεχνική	σελ.43
3.4γ Προετοιμασία	σελ.43
3.4δ Τεχνικές χορήγησης ενδοφλέβιου σκιαγραφικού	σελ.44
3.4ε Σύγκριση και επιλογή	σελ.45
3.4ζ Επεξεργασία και αξιολόγηση των εικόνων	σελ.46
Συμπέρασμα.....σελ.47	σελ.47
Βιβλιογραφία.....σελ.48	σελ.48

Κατάλογος Εικόνων/Πινάκων

Εικόνα 1 : Τοιχογραφία Pidal	12
Εικόνα 2 : Ιπποκράτης (460-377 π.Χ.).....	13
Εικόνα 3: Η καρδιά σχεδιασμένη από τον Leonardo da Vinci	14
Εικόνα 4: Γάλλος ιατρός ο Ρενέ Λαενέκ	14
Εικόνα 5: Η εξέλιξη στο στηθοσκόπιο	15
Εικόνα 6: ηλεκτροκαρδιογράφος	16
Εικόνα 7 : ηλεκτροκαρδιογράφημα.....	17
Εικόνα 8: Ηλεκτροκαρδιογραφικές απαγωγές.....	17
Εικόνα 9: περιγραφή θώρακα.....	22
Εικόνα 10: Αναπαράσταση των πνευμόνων και γειτονικών οργάνων.....	23
Εικόνα 11: Έσω επιφάνεια ΔΕ+ΑΡ πνεύμονα.....	24
Εικόνα 12 : πνευμονικές αρτηρίες.....	27
Εικόνα 13: πνευμονικές φλέβες.....	27
Εικόνα 14 : αορτικό τόξο και κλάδοι.....	28
Εικόνα 15: ανατομία άζυγου και ημιάζυγου φλέβας.....	29
Εικόνα 16 Διαγνωστικός αλγόριθμος υψηλού κινδύνου.....	34
Εικόνα 17 Διαγνωστικός αλγόριθμος μη υψηλού κινδύνου.....	35
Εικόνα 18 : φλεβοκαθετήρες 18-20 G.....	37
Εικόνα 19 : Σύστημα έγχυσης σκιαγραφικού.....	37
Εικόνα 20: Τοπογράμματα για το σχεδιασμό της σάρωσης.....	38
Εικόνα 21 : Τοποθέτηση tracker στο ύψος του διχασμού.....	38
Εικόνα 22 : Τοποθέτηση ROI στο κώνο της πνευμονικής αρτηρίας.....	39
Εικόνα 23 : CTPA με ελλείμματα σκιαγράφησης.....	39
Εικόνα 24 : ΥΤ αγγειογραφία πνευμονικής αρτηρίας σε εγκάρσια προβολή και σε δισδιάστατη ανασύνθεση (MPR) οβελιαίο επίπεδο.....	42
Εικόνα 25 : ΥΤ αγγειογραφία της πνευμονικής αρτηρίας με παρουσία θρόμβου.....	43
Πίνακας1 : Κατηγοροποίηση παραγόντων θρομβωτικού επεισοδίου.....	31
Πίνακας2 : Κλίμακα WELLS.....	33
Πίνακας3 : Αναθεωρημένη κλίμακα Γενεύης.....	33

Συντομογραφίες:

ΗΚΓ : Ηλεκτροκαρδιογράφημα

ΔΕ: Δεξιά

ΑΡ : Αριστερά

ΦΘΝ : Φλεβική θρομβοεμβολική Νόσος

ΠΕ : Πνευμονική εμβολή

ΟΠΕ : Οξεία Πνευμονική Εμβολή

ΥΤ: Υπολογιστική τομογραφία

ΠΑ : Πνευμονική Αρτηρία

MR: Magnetic Resonance

CTA : Computerized Tomographic Angiography

CTPA : Computerized tomographic pulmonary Angiography

DVT : Deep Vein Thrombosis

ROI : Region of interest

HU : Hounsfield Units

Περίληψη

Η αξονική αγγειογραφία αποτελεί πλέον εξέταση εκλογής στην απεικόνιση των μεγάλων αγγείων του θώρακα. Θεωρείται ένα ισχυρό εργαλείο στα χέρια της ιατρικής κοινότητας διότι με τη χρήση ενός αξονικού τομογράφου, την χορήγηση σκιαγραφικού μέσου, αναίμακτα, άμεσα και με τον ελάχιστο κίνδυνο του ασθενούς χαρτογραφήθηκαν απρόσιτες μέχρι πρότινος δομές του ανθρώπινου σώματος δίνοντας αξιόπιστες πληροφορίες και επιτυχημένες θεραπείες.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η βιβλιογραφική αναφορά στην αξονική τομογραφία και το πρωτόκολλο αγγειογραφίας των πνευμονικών αρτηριών και η διαχείριση των δυο τεχνικών test Bolus και Bolus tracking από τον τεχνολόγο.

Λέξεις κλειδιά: αξονική τομογραφία , αξονική αγγειογραφία, CTPA, Bolus Tracking, Test Bolus, καρδιαγγειακό σύστημα, Triple Rule out.

Abstract

CT angiography is now the examination of choice for the imaging of the great vessels of the chest. It is considered a powerful tool in the hands of the medical community because with the use of a CT scanner and the administration of a contrast agent, bloodlessly, directly and with minimal risk to the patient, previously inaccessible structures of the human body are mapped, giving reliable information for successful treatments.

This thesis is a literature review of computed tomography of the pulmonary arteries and the management of the two Bolus test and Bolus tracking techniques by the radiologic technologist.

Key words: computed tomography, computed angiography, CTPA, Bolus Tracking, Test Bolus, cardiovascular system, Triple Rule out.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ [10][27][47]

Η καρδιά φαίνεται να απασχόλησε τον άνθρωπο ανά τους αιώνες από την προϊστορική κιάλας εποχή. Μέσα από τοιχογραφίες καταδεικνύεται ότι ο προϊστορικός άνθρωπος πιθανώς γνώριζε τη ζωτική σημασία αυτού του οργάνου.

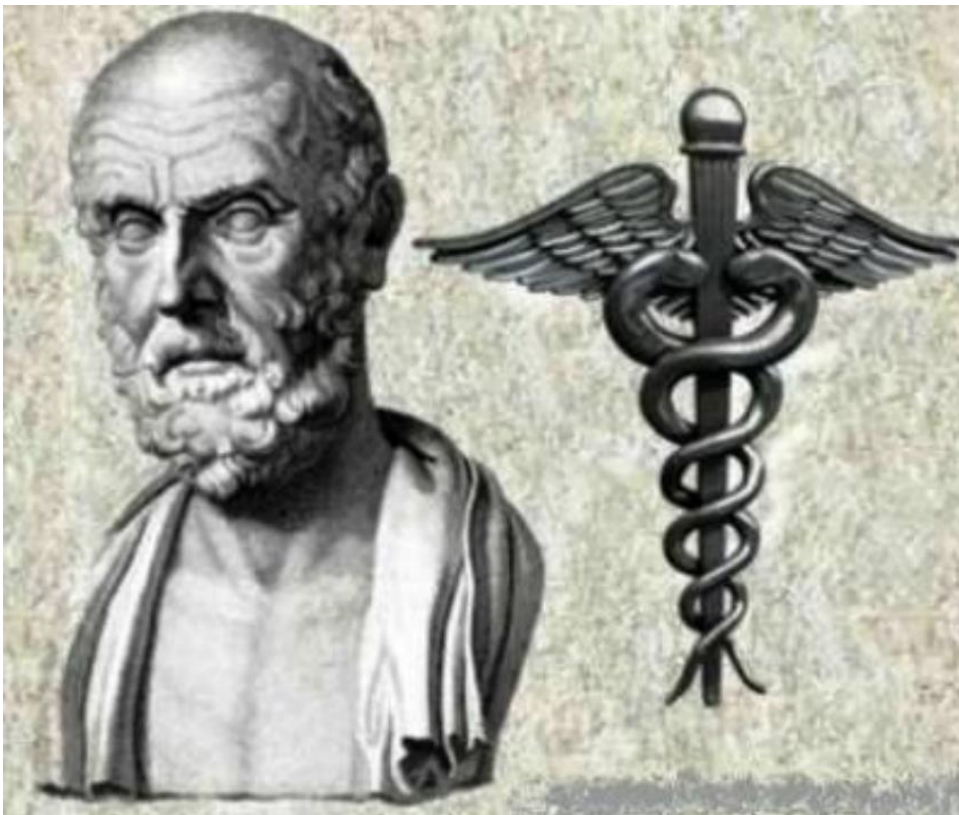


Εικόνα 1: τοιχογραφία Pidal

(Landmarks in the history of cardiology I. From pre-historic times to Galen's medical authority Marianna Karamanou, George Androutsos, Gregory Tsoucalas PMID: 24772459)

Κατά την αρχαιότητα ο Αιγυπτιακός πολιτισμός παρέχει τις πρώτες γραπτές αναφορές για «το κλειδί της ζωής» όπως θεωρούνταν η καρδιά, με εξαιρετική ανατομική περιγραφή σε αρχαίους Αιγυπτιακούς ιατρικούς πάπυρους της αορτής, της πνευμονικής αρτηρίας, της άνω & κάτω κοίλης φλέβας καθώς και των τεσσάρων πνευμονικών φλεβών. Η καρδιά αναγνωρίζεται ως το κέντρο παροχής αίματος και με τη συμμετοχή του αναπνευστικού συστήματος και των αγγείων σε ρόλο καναλιών διανέμουν το ζωτικό πνεύμα-αίμα σε όλο το σώμα. Στην αρχαία Ελλάδα ο αξεπέραστος ποιητής Όμηρος θα είναι αυτός που θα αποδώσει τον όρο «καρδίη» μέσα στα αρχαιότερα κείμενα του δυτικού πολιτισμού, τα Ομηρικά έπη ως σύμβολο της ψυχής και της δύναμης του ανθρώπου. Εν αγνοία του θα

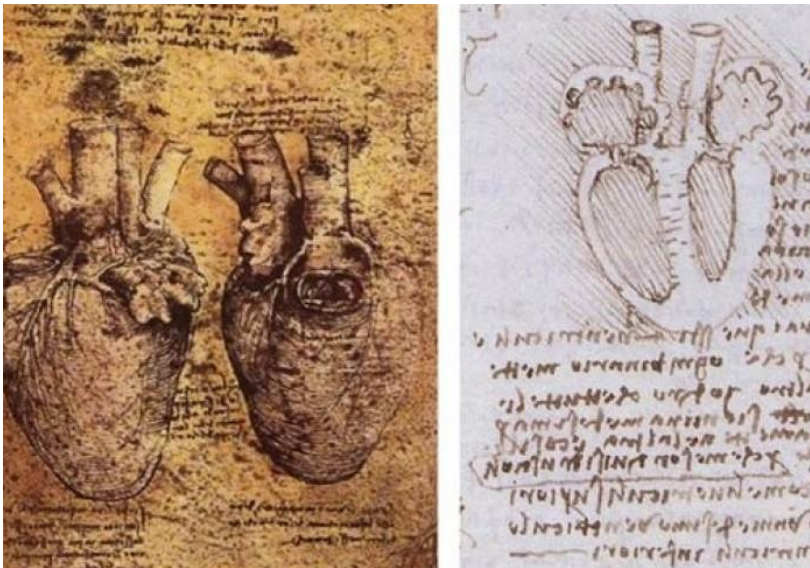
είναι αυτός που θα χαρίσει τον ανατομικό όρο καρδιά στη διεθνή ιατρική ορολογία μέχρι και σήμερα. Δεν ήταν λίγοι οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι, ιατροί, ανατομιστές της εποχής εκείνης που μελέτησαν το καρδιαγγειακό σύστημα, σχηματίζοντας απόψεις με εξαιρετική ακρίβεια για τα δεδομένα της εποχής. Παράδειγμα αποτελεί ο Ιπποκράτης (460 π.Χ.) αποστασιοποιημένος από πρακτικές μαγείας & ξόρκια, ιδρυτής της ιατρικής και βασισμένος στη λογική. [28][45]



Εικόνα 2 : Ιπποκράτης (460-377 π.Χ.) (www.mixanitouxronou.gr)

Πολλοί επιστήμονες εργάστηκαν, μελέτησαν και εξέλιξαν τις θεωρίες του για το καρδιαγγειακό σύστημα μέχρι και σήμερα. Η Αναγέννηση (15-16ος αιώνας) ήταν ένα κομβικό σημείο για την ανατομία. Μια μεταβατική περίοδος από τον Μεσαίωνα στη νεωτερικότητα, η τυπογραφία, τα πανεπιστήμια, η διανομή βιβλίων, η δημιουργία των πρώτων αμφιθεάτρων ανατομίας, τα ανατομικά σχέδια από καλλιτέχνες - ανατομιστές

συμβάλλουν σημαντικά στην τεκμηρίωση των μέχρι τότε ανατομικών γνώσεων, στη διάχυση αυτής και στην υπέρβαση ιδεών και επιτευγμάτων.



Εικόνα 3: Η καρδιά σχεδιασμένη από τον Leonardo da Vinci

(Heart muscles sketched by da Vinci play vital role in heart function by Maxine Myers 19 August 2020)

1.2 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

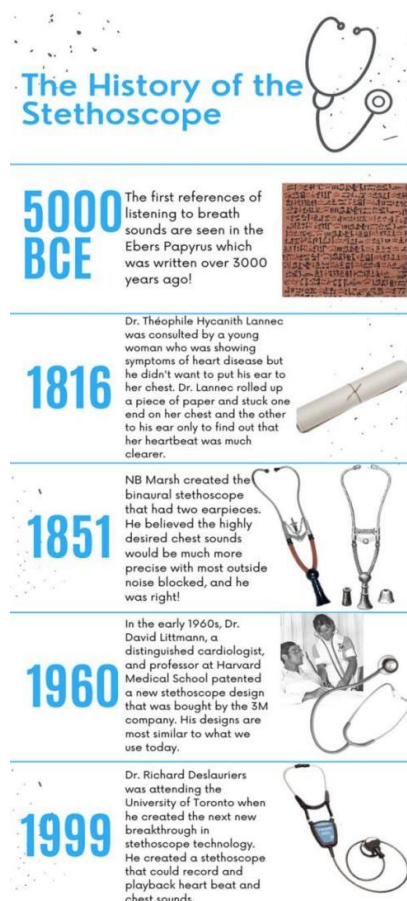
1.2 α ΣΤΗΘΟΣΚΟΠΙΟ (ένα όργανο που γεννήθηκε από αμηχανία)^{[40][44]}



Εικόνα 4: Γάλλος ιατρός ο Ρενέ Λαενέκ

Rene Theophile Hyacinthe Laënnec (1781–1826): The Man Behind the Stethoscope (PMID: 17048358)

- 1816: Ένας Γάλλος ιατρός ο Ρενέ Λαενέκ στη προσπάθεια του να ξεπεράσει τους ηθικούς φραγμούς της εποχής σε μια στιγμή αδυναμίας να χρησιμοποιήσει τις μέχρι τότε μεθόδους κρούσης και ψηλάφησης του θώρακα στη κλινική πράξη τον οδήγησε να αναζητήσει άλλους τρόπους για να καταφέρει να εξετάζει τους ασθενείς του. Η τοποθέτηση ενός φύλλου χαρτιού τυλιγμένου σε σφιχτό ρολό σαν φλάουτο και η εξέλιξη του υλικού από χαρτί σε ξύλο ήταν η αρχή για την εφεύρεση μιας ευδιάκριτης έμμεσης ακρόασης και καταγραφής των καρδιακών και πνευμονικών ήχων.



Εικόνα 5: η εξέλιξη στο στηθοσκόπιο[42]

(The History and Evolution of the Stethoscope PMID: 36148191)

Χρόνια αργότερα ο ιατρός Τζορτζ Κάμαν από την Νέα Υόρκη εφηύρε το σύγχρονο στηθοσκόπιο και έκτοτε το πιο συνηθισμένο εργαλείο ιατρικής έχει υποστεί ελάχιστες αλλαγές.

1.2 β ΗΚΓ (ΗΛΕΚΤΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑ) [6]

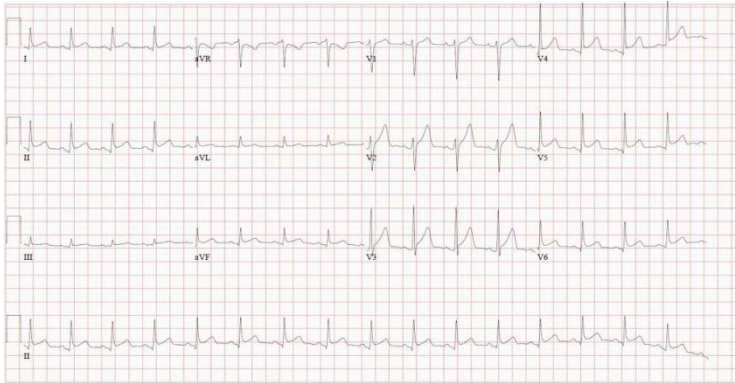


Εικόνα 6: ηλεκτροκαρδιογράφος

(A History of Electrocardiography <https://books.google.gr/>)

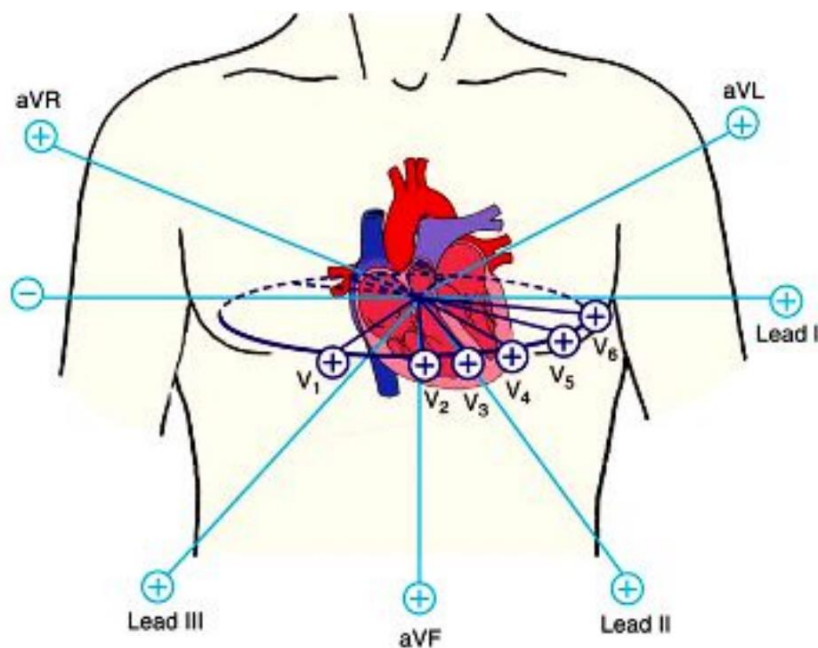
- 1838: θεμελιώνεται η ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς. Κάθε σφυγμός συνοδεύεται από ηλεκτρικό ρεύμα.
- 1887: εκδίδεται το πρώτο ανθρώπινο ΗΚΓ καταγεγραμμένο από ένα τριχοειδικό ηλεκτρόμετρο.
- Αρχές του 20ου αιώνα ο Ολλανδός επιστήμονας και Νομπελίστας Willem Einthoven μετά από μελέτη, πειραματισμό και βελτίωση του τριχοειδικού ηλεκτρόμετρου, έρχεται να εφεύρει το χορδωτό γαλβανόμετρο το οποίο αποτελείται από ένα λεπτό νήμα σύρματος που περνούσε μεταξύ 2 ισχυρών ηλεκτρομαγνητών. Όταν κάποιο ρεύμα περνούσε από το νήμα το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο προκαλούσε κίνηση στη χορδή. Ένα δυνατό φως προκαλούσε σκιά σε ένα κινούμενο ρολό φωτογραφικού χαρτιού δημιουργώντας ένα συνεχές σύνολο κυμάτων. Το 1903 παρουσιάζει την εμπειρία του από τη χρήση του ΗΚΓ και τη σημασία του στη μελέτη και διάγνωση διαφόρων παθολογικών καρδιολογικών καταστάσεων.

Το ΗΚΓ σήμερα χρησιμοποιείται για την καταγραφή των μεταβολών του ηλεκτρικού δυναμικού που συμβαίνουν ανά πάσα στιγμή στη καρδιά.



Εικόνα 7 : ηλεκτροκαρδιογράφημα (radiopaedia.org)

Αυτές οι μεταβολές λαμβάνονται και καταγράφονται από 12 διαφορετικές “οπτικές γωνίες” - απαγωγές γύρω από την καρδιά. Καταγράφονται σήματα από 9 ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στο σώμα, ένα σε κάθε χέρι ένα στο αριστερό πόδι και 6 περιμετρικά της καρδιάς. Το δέκατο ηλεκτρόδιο είναι το ηλεκτρόδιο γείωσης και τοποθετείται στο δεξιό πόδι.



Εικόνα 8: Ηλεκτροκαρδιογραφικές απαγωγές (www.researchgate.net)

Ο ηλεκτροκαρδιογράφος καταγράφει σε χαρτί το στιγμιαίο άθροισμα των μεταβολών του ηλεκτρικού δυναμικού της καρδιάς και βοηθά στη διάγνωση των παθήσεών της (αρρυθμίες, έμφραγμα, ισχαιμία κτλ.).

1.3 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΤΗ ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑ

1.3 α ΥΠΕΡΗΧΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΑ [24]

- 1953: Η τεχνική υπερηχοκαρδιογραφίας M-mode σηματοδοτεί την αρχή μιας νέας διαγνωστικής/απεικονιστικής μη επεμβατικής τεχνικής με πατέρες τον Edler (1911-2001) και τον φυσικό Hertz (1920-1990). Η πρώτη χρήση της συσκευής έγινε κυρίως για την προεγχειριτική μελέτη της στένωσης και τη διάγνωση της ανεπάρκειας της μιτροειδούς βαλβίδας. Η προσπάθεια του Edler προωθείται από άλλους καρδιολόγους της εποχής.
- 1970: έχουμε τη βελτίωση της συσκευής και εμφάνιση της δισδιάστατης υπερηχοκαρδιογραφίας, τη ρεομετρία Doppler και το δι-οισοφαγικό υπερηχογράφημα που εισάγεται στην ιατρική απεικόνιση το 1975. Στα ακόλουθα χρόνια, η ηχοκαρδιογραφία κέρδισε την αποδοχή και την ευρύτατη εφαρμοστικότητα.

1.3 β ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ

Όταν ο νεαρός φυσικός Wilhelm Conrad Rontgen ανακάλυψε της ακτίνες X (1895) σίγουρα δε μπορούσε να φανταστεί τον τεράστιο αντίκτυπο που θα είχε η τεχνική αυτή στη πορεία της καρδιολογίας και στη μελέτη του καρδιαγγειακού συστήματος. Η ακτινογραφία αποτέλεσε το πρώτο σκαλοπάτι στη μελέτη των αγγείων.

- 1896: Η ιστορία της αγγειογραφίας είναι στενά συνδεδεμένη με την ανακάλυψη των ακτίνων Χ, αφού οι πρώτες προσπάθειες απεικόνισης των αγγείων ξεκίνησαν μόλις ένα χρόνο μετά την ανακάλυψή τους.
- 1950: Ξεκινά η περίοδος διάδοσης της χρήσης σκιαγραφικών μέσων στη καρδιολογία.^[43]
- 1958: απεικονίστηκαν οι στεφανιαίες αρτηρίες στον άνθρωπο με έγχυση σκιαγραφικού υλικού μετά από καθετηριασμό της βραχιόνιας αρτηρίας και το 1967 πραγματοποιείται η πρώτη δια δερμική στεφανιογραφία, καθετηριάζοντας τη μηριαία αρτηρία.^[43]

1.3.γ ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ

- 1967: ο Sir Godfrey Hounsfield παρουσιάζει το πρώτο αξονικό τομογράφο^[29]
- 1973: ο Paul C. Lauterbur εισάγει την ιδέα απεικόνισης με μαγνητικό συντονισμό.
- Δεκαετία του 1980: πραγματοποιείται η πρώτη μαγνητική καρδιάς και εγκεφάλου σε άνθρωπο. ^[7]
- Τέλη 1990 : εφαρμόστηκε για πρώτη φορά η αξονική αγγειογραφία καρδιάς. Πρόκειται για μια μη επεμβατική μέθοδο λήψης τρισδιάστατων εικόνων της καρδιάς, με τη χορήγηση ενδοφλέβιου σκιαγραφικού.^[18]

... Η ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΗΜΕΡΑ....

Με την τεχνολογία να βρίσκεται στην υπηρεσία της καρδιολογίας αρκετές απεικονιστικές μέθοδοι έχουν καταλάβει ουσιαστική θέση στην πρακτική της σύγχρονης καρδιαγγειακής ιατρικής, όχι μόνο στη διάγνωση αλλά και στη διαχείριση διαφόρων καρδιαγγειακών παθήσεων καθώς και στη καθοδήγηση επεμβατικών διεργασιών. Η μαγνητική τομογραφία (MR) καρδιάς, η αξονική αγγειογραφία (CTA) καθώς και η απεικόνιση αιμάτωσης του μυοκαρδίου με ραδιενεργά ισότοπα αποτελούν τις πλέον αναίμακτες, μη επεμβατικές

μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή συνδυαστικά ανάλογα με τις
διαγνωστικές ανάγκες και πάντα με μέτρο την ελαχιστοποίηση κινδύνου του ασθενή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ANATOMIA ΘΩΡΑΚΑ^{[51][52][53][54][55]}

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η θωρακική κοιλότητα αποτελεί μια φυσική κοιλότητα του ανθρώπινου σώματος μέσα στην οποία περικλείονται το μεγαλύτερο μέρος του αναπνευστικού συστήματος (πνεύμονες, βρόγχοι, τραχεία, υπεζωκότας), του καρδιαγγειακού συστήματος (καρδιά, περικάρδιο, μεγάλα αγγεία, λεμφαγγεία) και τμήμα του πεπτικού συστήματος (οισοφάγος). Ο θωρακικός κλωβός, οι μύες που τον περιβάλλουν και τον υποστηρίζουν, οι αεροφόρες οδοί και τα αγγεία των πνευμόνων αποτελούν τα βασικά όργανα της αναπνοής με κύρια λειτουργία την πρόσληψη οξυγόνου και την αποβολή διοξειδίου του άνθρακα από τον οργανισμό.

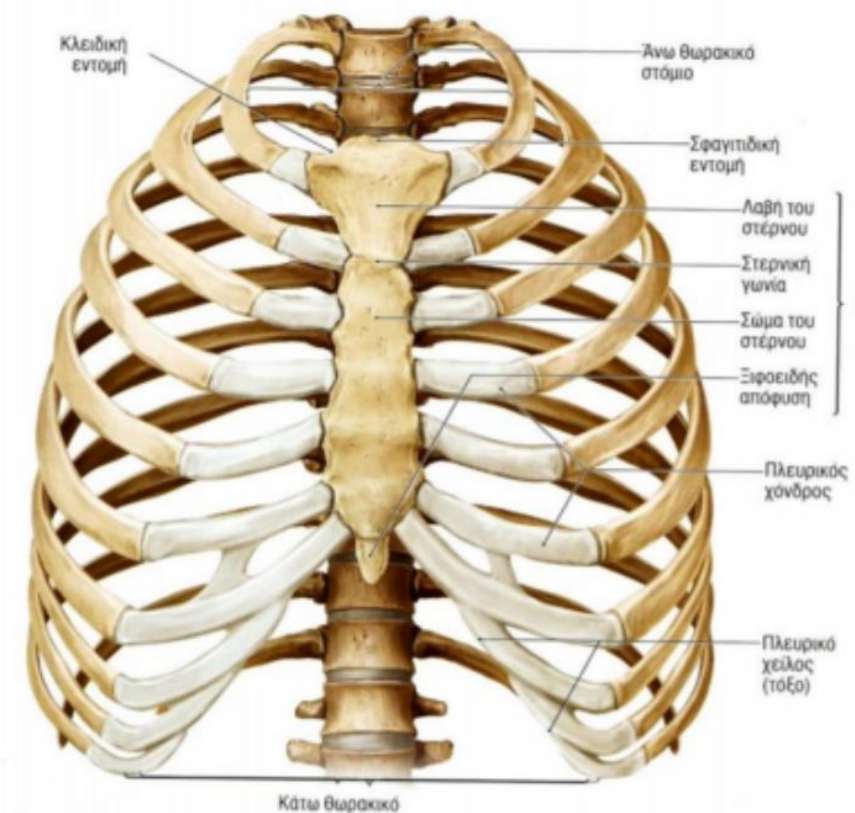
2.2 ΘΩΡΑΚΑΣ

Ο θώρακας διακρίνεται στο **θωρακικό τοίχωμα** και στη **θωρακική κοιλότητα**. Το μυοσκελετικό τοίχωμα του θώρακα αποτελείται από οστά, χόνδρους, μύες και χωρίζεται σε 4 τοιχώματα :

- Το πρόσθιο τοίχωμα το οποίο περιλαμβάνει το στέρνο και τους στερνοπλευρικούς χόνδρους.
- το οπίσθιο το οποίο περιλαμβάνει τους 12 θωρακικούς σπονδύλους με τους αντίστοιχους μεσοσπονδύλιους δίσκους και τα οπίσθια τμήματα των πλευρών.

- Δύο (2) πλάγια τοιχώματα που σχηματίζονται από τα 12 ζεύγη πλευρών εκ των οποίων τα δύο (2) κατώτερα ζεύγη πλευρών ονομάζονται ασύντακτες πλευρές λόγω του ότι δεν συνδέονται με πλευρικό χόνδρο και το στέρνο.

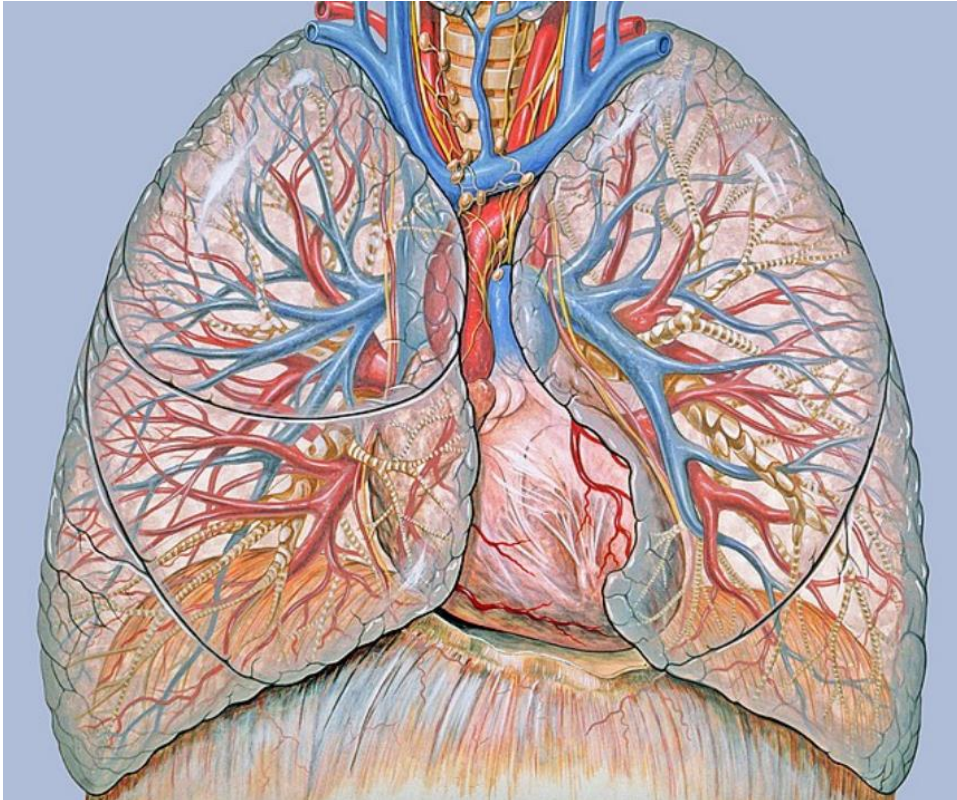
Ο οστέινος σκελετός του θώρακα έχει ένα ακανόνιστο κυλινδρικό σχηματισμό με ένα στενό ωοειδές στόμιο στη πάνω πλευρά όπου επικοινωνεί με τη βάση του αυχένα και τον τράχηλο. Κατώτερα ολοκληρώνει το σχηματισμό του με ένα ευρύτερο στόμιο προς την περιτοναϊκή κοιλότητα.



Εικόνα 9: περιγραφή θώρακα

Το **θωρακικό τοίχωμα** περιβάλλει την **θωρακική κοιλότητα** η οποία σχηματίζεται από τα δύο (2) πέταλα του υπεζωκότα (περίτονο ή τοιχωματικό που καλύπτει από τα έσω την θωρακική κοιλότητα. Περισπλάχνιο που καλύπτει τον πνεύμονα και δημιουργεί τις μεσολόβιες σχισμές των πνευμόνων που διαχωρίζουν τους λοβούς), το μεσοθωράκιο και

τους πνεύμονες. Οι πνεύμονες καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της θωρακικής κοιλότητας. Περικλείονται μέσα στις κοιλότητες του υπεζωκότα και αποτελούν το κύριο όργανο του αναπνευστικού συστήματος. Μεταξύ των πνευμόνων παρεμβάλλονται η καρδιά και τα μεγάλα αγγεία του μέσου μεσοθωρακίου.



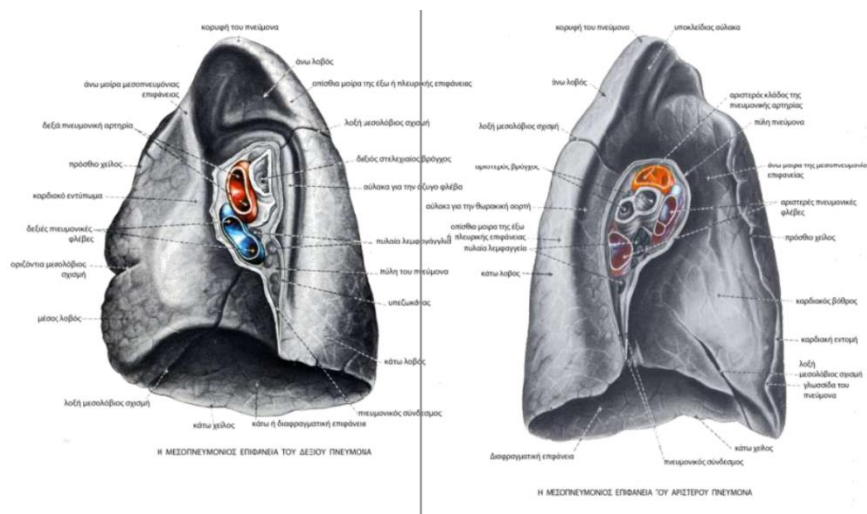
Εικόνα 10: Αναπαράσταση των πνευμόνων και γειτονικών οργάνων.

(Patrick J. Lynch, medical illustrator. Yale University Center for Advanced Instructional Media C.Carol Jaffe; MD; cardiologist-Patrick J. Lynch, medical illustrator
<http://patricklynch.net>)

2.3 ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

Κάθε πνεύμονας περιβάλλεται από το δικό του υπεζωκοτικό σάκο, έχει σχήμα ατελούς κώνου. Η κορυφή διακρίνεται προς τα πάνω σε επαφή με την υποκλείδιο φλέβα, την κατάφυση του πρόσθιου σκαληνού, την υποκλείδιο αρτηρία και το βραχιόνιο πλέγμα. Η βάση του είναι κοίλη και βρίσκεται προς τα κάτω ακουμπώντας στους θόλους του

διαφράγματος. Η βάση του δεξιού πνεύμονα είναι αυτή που παρουσιάζει μεγαλύτερη κοίλανση και βρίσκεται πιο ψηλά διότι αντιστοιχεί στο δεξιό λοβό του ήπατος, ενώ η βάση του αριστερού εφάπτεται με τον πυθμένα του στομάχου και το σπλήνα. Εκτός από κορυφή και βάση, κάθε πνεύμονας στη μεσοπνευμόνια (εσωτερική) επιφάνεια του έχει ρίζα και πύλη.



Εικόνα 11: Έσω επιφάνεια ΔΕ+ΑΡ πνεύμονα <https://bioloqynet.wordpress.com/2012/01/17/59/>

Οι ρίζες των πνευμόνων (η επικοινωνία των 2 πετάλων του υπεζωκότα μαζί με τους βρόγχους, τα αγγεία και τα νεύρα της πύλης που τυλίγει αποτελούνται κυρίως από τις πνευμονικές αρτηρίες, τις πνευμονικές φλέβες και τους κύριους βρόγχους, οι οποίοι συνδέονται με την τραχεία και το περικάρδιο μέσω των πνευμονικών συνδέσμων. Στο σχηματισμό των ριζών επίσης συμβάλλουν οι βρογχικές αρτηρίες και φλέβες, τα νεύρα, τα λεμφικά αγγεία και οι λεμφαδένες. Η πύλη του πνεύμονα επίσης βρίσκεται στην εσωτερική επιφάνεια και αποτελεί σημείο πρόσφυσης της ρίζας στον πνεύμονα. Από την πύλη περνάει

ο κύριος βρόγχος, τα πνευμονικά αγγεία (μια αρτηρία και δύο φλέβες) τα βρογχικά αγγεία, τα λεμφαγγεία και τα νεύρα.

Οι πνεύμονες χωρίζονται με τις μεσολόβιες σχισμές (αναδιπλώσεις σπλαχνικού υπεζωκότα) σε λοβούς. Ο δεξιός πνεύμονας χωρίζεται με δυο μεσολόβιες σχισμές σε τρεις λοβούς (άνω, μέσο και κάτω). Ο αριστερός πνεύμονας χωρίζεται με μία μεσολόβια σχισμή σε δύο λοβούς (άνω και κάτω). Κάθε λοβός χωρίζεται περαιτέρω σε βρογχοπνευμονικά τμήματα.

2.4 ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

Τα βρογχοπνευμονικά τμήματα στα οποία χωρίζεται κάθε πνεύμονας είναι ουσιαστικά οι δέκα τμηματικοί βρόγχοι του ΔΕ πνεύμονα και οι εννιά του αριστερού μαζί με τους αντίστοιχους κλάδους της πνευμονικής αρτηρίας αποτελώντας το βρογχικό δένδρο. Κάθε τμήμα έχει πυραμοειδές σχήμα με την κορυφή του προς την πύλη του πνεύμονα και τη βάση του στην πλευρική επιφάνεια. Η συστηματική διαίρεση του βρόγχου σε ακόμα μικρότερους κλάδους, καταλήγει στα βρογχιόλια και αυτά με τη σειρά τους στις κυψελίδες (αεροφόροι σάκοι) όπου σε επικοινωνία με τα τριχοειδή αγγεία (περιφερικοί κλάδοι των πνευμονικών αρτηριών / αρχή πνευμονικών φλεβών) επιτελείται η ανταλλαγή των αερίων.

2.5 ΚΑΡΔΙΑ

Η καρδιά είναι ένα κοίλο μυώδες όργανο. Βρίσκεται στο κέντρο και προς τα αριστερά της θωρακικής κοιλότητας, πίσω από το στέρνο, πάνω από το διάφραγμα και ανάμεσα στους δύο πνεύμονες. Από τη βάση της καρδιάς ξεκινούν οι μεγάλες αρτηρίες, αορτή και η πνευμονική αρτηρία. Στη βάση επιστρέφουν και οι μεγάλες φλέβες του ανθρώπινου σώματος, η άνω και κάτω κοίλη φλέβα, καθώς και οι πνευμονικές φλέβες. Η κύρια αποστολή του καρδιαγγειακού συστήματος, είναι η προώθηση του αίματος προς όλα τα κύτταρα του οργανισμού.

2.6 ΑΓΓΕΙΑ ΠΝΕΥΜΟΝΑ

Τα αγγεία του πνεύμονα περνούν από τις πύλες και διακλαδίζονται όπως οι βρόγχοι .

Διακρίνονται σε :

Βρογχικά Αγγεία

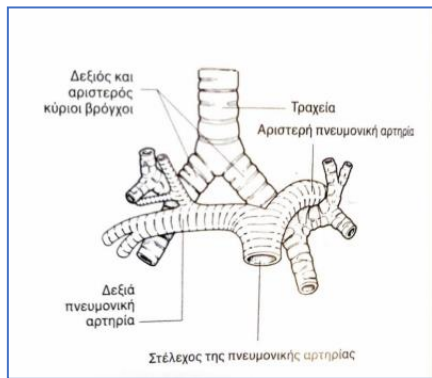
- **Βρογχικές αρτηρίες:** δύο (2) για τον ΑΡ πνεύμονα και (1) μία για τον ΔΕ - κλάδοι της

θωρακικής Αορτής.

- **Βρογχικές φλέβες** που καταλήγουν στο μεν ΔΕ πνεύμονα στην Άζυγη φλέβα και στο δε ΑΡ πνεύμονα στην ημιάζυγη, εξυπηρετώντας την θρέψη-οξυγόνωση του πνευμονικού ιστού.

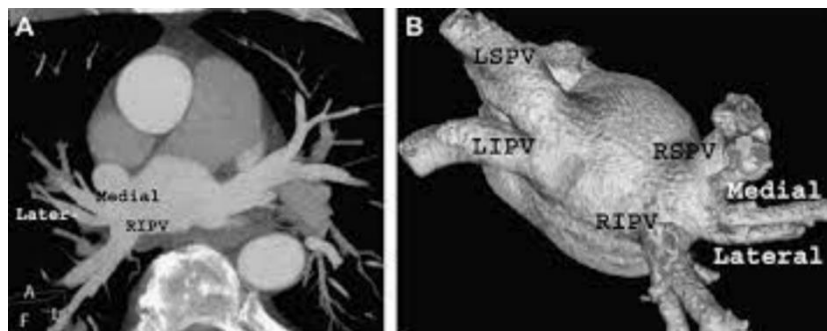
Πνευμονικά Αγγεία (μικρή κυκλοφορία)

Οι πνευμονικές αρτηρίες (ΔΕ για το δεξιό πνεύμονα και αριστερά για τον ΑΡ)



Εικόνα 12 : πνευμονικές αρτηρίες
(Κλινική ακτινολογία, Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας)

διακλαδιζόμενοι όπως το βρογχικό τους δένδρο μεταφέρουν φλεβικό αίμα (χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο) από την καρδιά στους πνεύμονες όπου και θα οξυγονωθεί το αίμα μέσω της ανταλλαγής αερίων. Οξυγονωμένο πλέον εισέρχεται στις πνευμονικές φλέβες που καταλήγουν στον ΑΡ κόλπο της καρδιάς και τροφοδοτούν όλο το ανθρώπινο αγγειακό σύστημα με οξυγόνο.



Εικόνα 13: πνευμονικές φλέβες

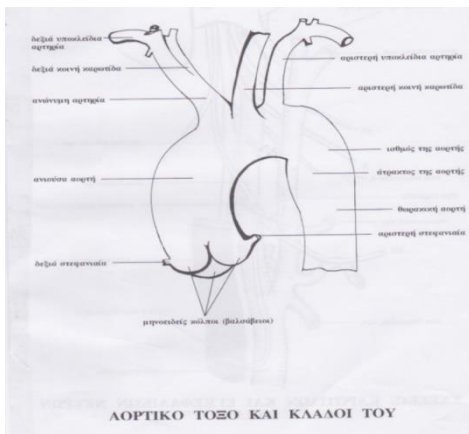
www.journalofcardiovascularct.com

2.7 ΑΟΡΤΗ

Η Αορτή αποτελεί τη πρώτη και κυριότερη αρτηρία. Είναι το μεγαλύτερο αγγείο του ανθρώπινου σώματος. Ξεκινώντας από την ΑΡ κοιλία της καρδιάς ως ανιούσα αορτή, κάμπτεται σχηματίζοντας το αορτικό τόξο και πορευμένη προς τα κάτω κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης μετονομάζεται σε κατιούσα αορτή. Η ανιούσα Αορτή κλεισμένη

ολόκληρη μέσα στο περικάρδιο εισέρχεται στο άνω μεσοθωράκιο και συνεχίζει ως το αορτικό τόξο. Στην έκφυσή της από την ΑΡ κοιλία, η ανιούσα αορτή σχηματίζει τρία κολπώματα (μηννοειδείς κόλπους της αορτής) από τους οποίους ΔΕ + ΑΡ εκφύονται οι αντίστοιχες στεφανιαίες αρτηρίες.

Από το Αορτικό τόξο εκφύονται τρεις κλάδοι. Πρώτος κλάδος προς τα δεξιά το βραχιονοκεφαλικό στέλεχος (Ανώνυμη Αρτηρία 3-3.5 εκ μήκος) και αποσχίζεται στη ΔΕ κοινή καρωτίδα και τη ΔΕ υποκλείδιο αρτηρία. Ο δεύτερος κλάδος είναι η ΑΡ κοινή καρωτίδα και ο τρίτος η ΑΡ υποκλείδια αρτηρία.



Εικόνα 14 : αορτικό τόξο και κλάδοι
(ανατομική του ανθρώπου, Αθήνα 1998)

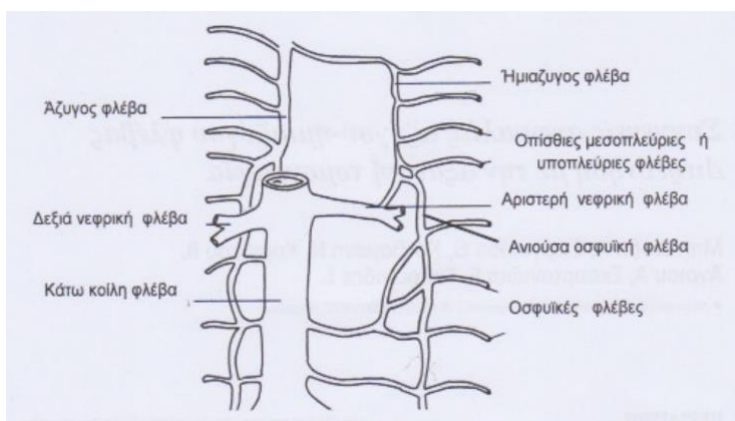
2.8 ΑΝΩ - ΚΑΤΩ ΚΟΙΛΗ ΦΛΕΒΑ

Πρόκειται για δύο μεγάλες φλέβες όπου καταλήγουν στο ΔΕ κόλπο της καρδιάς επιστρέφοντας αποξυγονωμένο αίμα από το σώμα. Η άνω κοίλη φλέβα σχηματίζεται από την σύγκλιση της ΑΡ + ΔΕ βραχιονοκεφαλικής φλέβας που απάγουν αίμα από το κεφάλι και

τα άνω άκρα. Η δε Κάτω κοίλη φλέβα ταξιδεύει προς τα πάνω παράλληλα με την κοιλιακή Αορτή με αίμα από το κάτω τμήμα του σώματος.

2.9 ΑΖΥΓΟΣ, ΗΜΙΑΖΥΓΟΣ & ΕΠΙΚΟΥΡΙΚΗ ΗΜΙΑΖΥΓΟΣ ΦΛΕΒΑ

Η άζυγος και η ημιάζυγος φλέβα αποτελούν ένα παράπλευρο δίκτυο φλεβικής παροχέτευσης σε πιθανή απόφραξη της άνω και κάτω κοίλης φλέβας. Η άζυγος φλέβα πορεύεται στο οπίσθιο μεσοθωράκιο συλλέγοντας αίμα από τα οπίσθια τοιχώματα του θώρακα και της κοιλίας μέχρι το ύψος του τέταρτου θωρακικού σπονδύλου όπου και σχηματίζει τόξο πάνω από την δεξιά πνευμονική πύλη για να εκβάλλει στην άνω κοίλη φλέβα. Η ημιάζυγος φλέβα φέρεται δεξιά, πίσω από την αορτή, τον οισοφάγο και το μείζονα θωρακικό πόρο και εκβάλλει στην άζυγο φλέβα. Τέλος η επικουρική ημιάζυγος φλέβα συλλέγει αίμα από τις αριστερές μεσοπλεύριες φλέβες. Ορισμένες φορές ενώνεται με την ημιάζυγο φλέβα και εκβάλλει με κοινό στέλεχος στην άζυγο φλέβα και άλλες μπορεί να αναστομώνεται και με την άνω μεσοπλεύρια φλέβα στο άνω τμήμα της, η οποία εκβάλλει στην ΑΡ βραχιονοκεφαλική φλέβα.



Εικόνα 15: ανατομία άζυγου και ημιάζυγου φλέβας

(Η ανατομική του ανθρώπου, Αθήνα 1998)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΑΡΤΗΡΙΩΝ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ^[34]

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία εξέλιξη των γενεών των αξονικών τομογράφων (πολλαπλοί ανιχνευτές, ελικοειδής σάρωση κ.τ.λ.), κατέστησε την υπολογιστική τομογραφία μέθοδο εκλογής τόσο για την διάγνωση και το θεραπευτικό σχεδιασμό πολλών δομών του ανθρώπινου σώματος, όσο και ένα πολύτιμο εργαλείο στα χέρια της ιατρικής κοινότητας για την έκβαση και τελική απόφαση της επεμβατικής μεθόδου που θα ακολουθήσει. Τα μεγάλα αγγεία του θώρακα ήταν ένα κομμάτι που ευεργετήθηκε από αυτή την εξέλιξη διότι ήταν μια απρόσιτη περιοχή που μόνο επεμβατικά μπορούσε κανείς να την προσεγγίσει με το κόστος μιας επεμβατικής παρέμβασης. Η λήψη τρισδιάστατης εικόνας με το κράτημα μόνο μιας αναπνοής καθώς και η ανακατασκευή των εγκάρσιων δεδομένων σε στεφανιαίο ή οβελιαίο επίπεδο άνοιξε το δρόμο της CTA (αξονικής αγγειογραφίας) που με την βοήθεια σκιαγραφικών μέσων αποδείχθηκε ισάξια συγκρίσιμη με την ενδοαρτηριακή αγγειογραφία και πλέον αναίμακτα μπορούμε να μελετήσουμε στενωμένες, αποφραγμένες, διευρυμένες ή ανώμαλες αρτηρίες και φλέβες σε διάφορα σημεία του σώματος όπως εγκέφαλος, θώρακας, καρδιά, κοιλιά, άνω και κάτω άκρα.

3.2 ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΜΒΟΛΗ (ΠΕ) (PE)^{[1][25][26]}

Πρόκειται για μία δυνητικά απειλητική κατάσταση για τη ζωή του ασθενούς που ακόμα και σε υποψία χρήζει έγκαιρης διάγνωσης. Η πνευμονική εμβολή προκύπτει όταν κλάδος της πνευμονικής αρτηρίας αποφράσσεται το συνηθέστερο από θρόμβο, που στη πλειοψηφία του προέρχεται από τις εν τω βάθει φλέβες των κάτω άκρων και της πυέλου, καταλήγοντας σε διαταραχή της αιμοδυναμικής κυκλοφορίας και της ανταλλαγής αερίων. Η πνευμονική εμβολή μπορεί να συμβεί και από άλλες αιτίες όπως αέρας, λίπος ή καρκινικά κύτταρα [1]

3.2.α ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ^[1]

- Βλάβη του ενδοθηλίου των αγγείων
- Στάση της αιματικής ροής
- Υπερπηκτικότητα του αίματος

είναι η τριάδα του Vichrow που διατυπώθηκε για πρώτη φορά τον 19^ο αιώνα. Πλέον έχουμε την κατηγοριοποίηση των παραγόντων που σχετίζονται με κίνδυνο θρομβωτικού επεισοδίου σε ισχυρούς, μέτριους και ασθενείς παράγοντες.

Αναφορικά κάποιου....

Ισχυροί παράγοντες είναι:

- χειρουργική επέμβαση (οστά, αρθρώσεις, αντικατάσταση ισχίου ή γόνατος)
- μείζονες τραυματισμοί (κάταγμα κάτω άκρου)
- προηγούμενο επεισόδιο
- πρόσφατο έμφραγμα του μυοκαρδίου
- καρδιακή ανεπάρκεια, κολπική μαρμαρυγή

Μέτριοι παράγοντες

- αυτοάνοσα νοσήματα
- θρομβοφιλία
- χημειοθεραπεία
- κακοήθεια
- θεραπεία ορμονικής υποκατάστασης
- λήψη αντισυλληπτικών
- εξωσωματική γονιμοποίηση
- λοιμώξεις (ειδικότερα πνευμονία)

Ασθενείς παράγοντες

- κατάκλιση για παραπάνω από 3 μέρες
- Ακινησία ή πολύωρη καθιστική θέση
- ζαχαρώδης διαβήτης
- αρτηριακή υπέρταση
- μεγάλη ηλικία (άνω 65 ετών)
- παχυσαρκία
- εγκυμοσύνη
- φλεβική ανεπάρκεια, κίρσοι

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. (Eur Heart J. 2008 Sep;29(18):2276-315. doi: 10.1093/eurheartj/ehn310. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC))

3.2.β ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ^[2]

Η ΠΕ σχετίζεται με μεγάλο αριθμό συμπτωμάτων τα οποία δε μπορούν να χαρακτηριστούν ειδικά διότι απαντώνται σε διάφορες παθήσεις. Στις πιο συχνές εκδηλώσεις η δύσπνοια στην ηπία κόπωση καταλαμβάνει την πρώτη θέση, ακολουθούν :

- οξύς πόνος στη πλάτη ή στο στήθος
- έντονη ταχυκαρδία
- αιμόπτυση
- λιποθυμία ή λιποθυμικές τάσεις (συγκοπή)
- ετερόπλευρο οίδημα ή ερυθρότητα ή πόνο κάτω άκρων

Τα άτομα που παθαίνουν ΠΕ δεν εμφανίζουν πάντα όλα τα παραπάνω συμπτώματα. Εάν εμφανιστεί όμως ένα ή περισσότερα είναι πολύ σημαντικό για άμεση ιατρική βοήθεια.

3.2γ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ^[2]

Όταν μεγάλοι θρόμβοι συσσωρεύονται στο διχασμό της κύριας πνευμονικής αρτηρίας ή των κλάδων αυτής δημιουργούν αιμοδυναμική αστάθεια. Οι ασθενείς με αιμοδυναμική αστάθεια διατρέχουν υψηλό κίνδυνο πρόωρου θανάτου και θα πρέπει να αξιολογούνται άμεσα με διαθωρακικό υπερηχογράφημα καρδιάς και υπολογιστική τομογραφία πνευμονικών αρτηριών (CTPA). Αντίθετα για τους ασθενείς που υπάρχει υποψία ΠΕ αλλά δεν έχουν σημεία αιμοδυναμικής αστάθειας η κλινική εκτίμηση προσεγγίζεται με τη χρήση μιας αξιόπιστης βαθμονομημένης κλίμακας. Οι δύο πιο δημοφιλείς αλγόριθμοι πρόβλεψης ΠΕ σε ασθενείς μη υψηλού κινδύνου:

ΚΛΙΜΑΚΑ WELLS	
Παράγοντες κινδύνου (μεταβλητές)	Πόντοι
Κλινικά σημεία και συμπτώματα εν τω βάθει φλεβοθρόμβωσης (DVT)	3
Εναλλακτική διάγνωση περισσότεροι πιθανή από την ΠΕ	3
Καρδιακός παλμός >100	1.5
Ακινητοποίηση ή χειρουργική επέμβαση τις προηγούμενες 4 εβδομάδες	1.5
Προηγούμενη DVT/PE	1.5
Αιμόπτυση	1
Νεοπλασματική νόσος (υπό θεραπεία, πριν 6 μήνες ή παρηγορητική)	1

Ομάδα Κινδύνου	Score	Κίνδυνος ΠΕ
χαμηλή	0-1	3,6%
Μέτρια	2-6	20,5%
Υψηλού	>6	66,7%

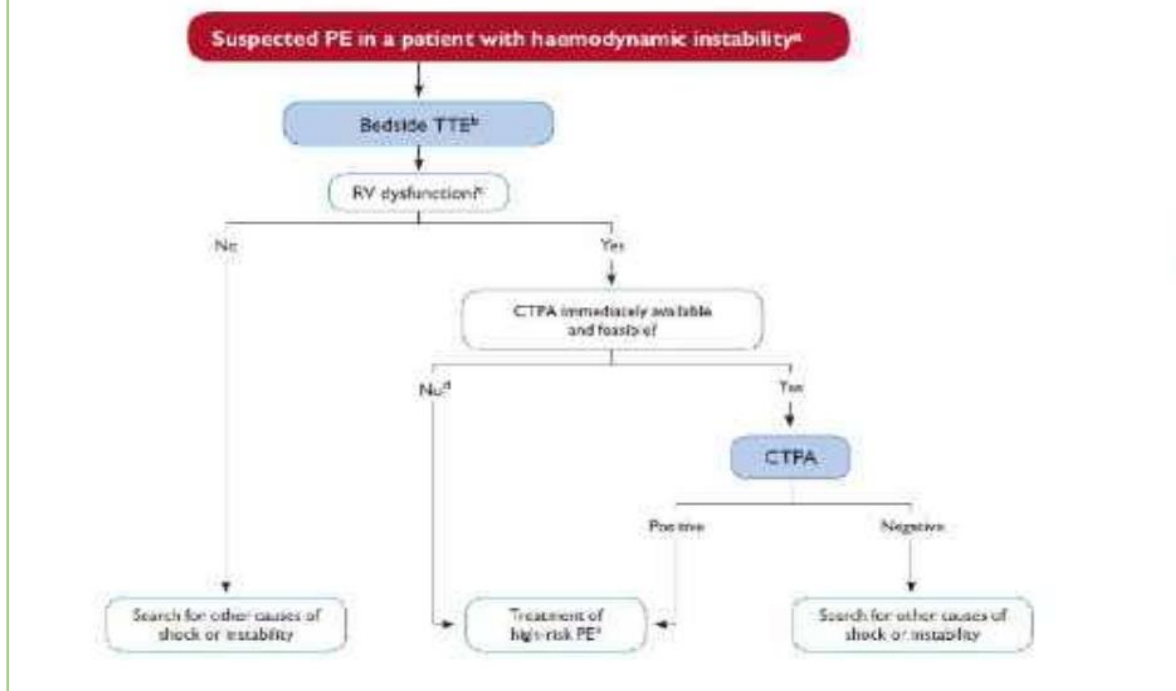
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Wells_score_\(pulmonary_embolism\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Wells_score_(pulmonary_embolism)))

ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΚΛΙΜΑΚΑ ΤΗΣ ΓΕΝΕΥΗΣ		
Παράγοντες κινδύνου (μεταβλητές)	Πόντοι	
Ηλικία >65 ετών	1	
Προηγούμενη DVT/PE	3	
Χειρουργική επέμβαση ή κάταγμα μέσα στο μήνα	2	
Ενεργός κακοήθης νόσος	2	
Μονομερής πόνος στα κάτω άκρα	3	
Αιμόπτυση	2	
Καρδιακός παλμός 75-94 ανά λεπτό	3	
Καρδιακός παλμός >95 ανά λεπτό	5	
Πόνος κατά την ψηλάφηση κάτω άκρου ή μονόπλευρο οίδημα	4	
Ομάδα Κινδύνου	Score	Κίνδυνος ΠΕ
χαμηλή	0-3	8%
Μέτρια	4-10	29%
Υψηλού	>11	74%

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. (https://en.wikipedia.org/wiki/Geneva_score)

Και οι δύο κανόνες έχουν σαν σκοπό ο κλινικός ιατρός να επιλέξει τη καλύτερη μέθοδο διερεύνησης (π.χ. έλεγχος δ-διμερούς, CTPA), ώστε να επιβεβαιωθεί ή να αποκλειστεί μια ΠΕ και να βελτιώσουν την ακρίβεια των επακόλουθων εξετάσεων. Η διαφορά των δύο αυτών ευρέως χρησιμοποιούμενων κανόνων είναι ότι στη μεν κλίμακα της Γενεύης βασίζεται σε 13 εντελώς αντικειμενικές μεταβλητές, ενώ με τον κανόνα WELLS πέρα από τις μεταβλητές παίζει σημαντικό ρόλο η κρίση και η εμπειρία του θεράποντα ιατρού.

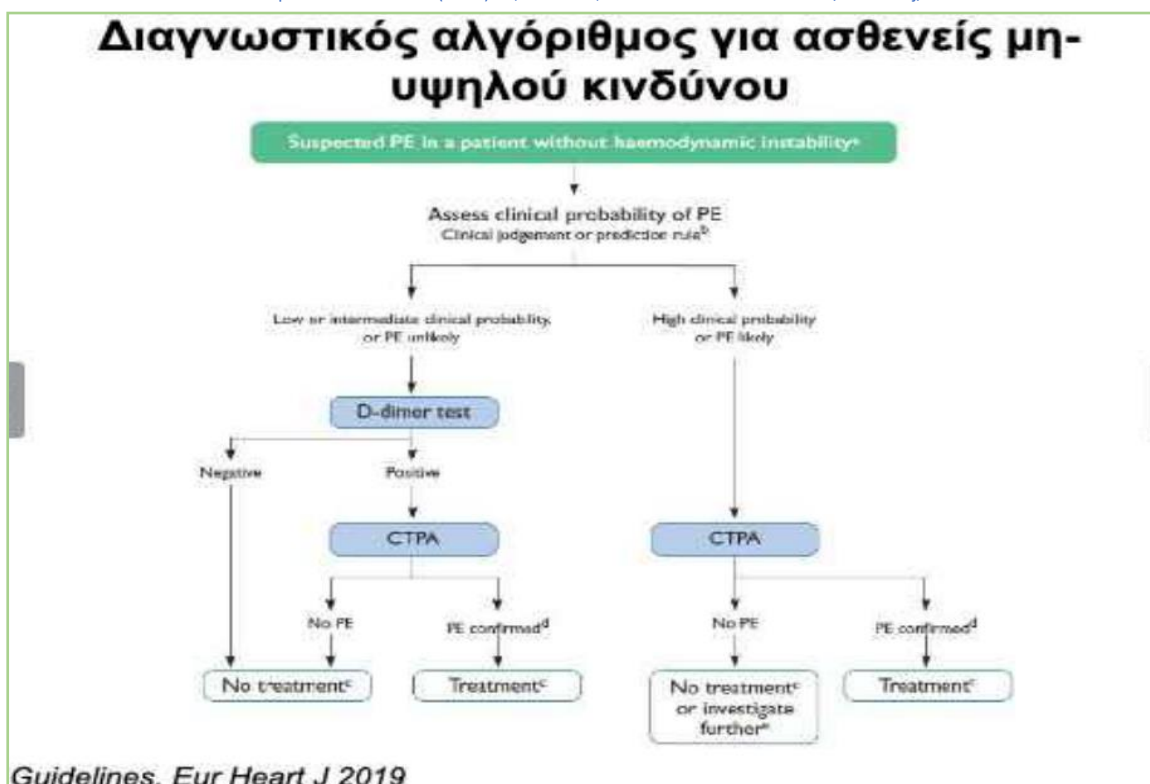
Διαγνωστικός αλγόριθμος για ασθενείς υψηλού κινδύνου



Εικόνα 16. Διαγνωστικός αλγόριθμος υψηλού κινδύνου

European Heart Journal (2020) 41, 543-603, ESC GUIDELINES doi:10.1093/eurheartj/ehz40

Διαγνωστικός αλγόριθμος για ασθενείς μη-υψηλού κινδύνου



Guidelines, Eur Heart J 2019

Εικόνα 17 Διαγνωστικός αλγόριθμος μη υψηλού κινδύνου

European Heart Journal (2020) 41, 543-603, ESC GUIDELINES

doi:10.1093/eurheartj/ehz40

3.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ- ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ & ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΜΒΟΛΗ

3.3.α Δ-ΔΙΜΕΡΗ^{[21][36][37]}

Όταν υπάρχει οξεία θρόμβωση, υπάρχει ταυτόχρονη διέγερση των διαδικασιών πήξης και ινωδόλυσης. Η εργαστηριακή δοκιμασία Δ-διμερών (D-dimers) χρησιμοποιείται για τον αποκλεισμό της παρουσίας υψηλών επιπέδων Δ-διμερών στο πλάσμα και κατά συνέπεια ενδεχόμενης φλεβικής θρομβοεμβολικής νόσου. Είναι μία γρήγορη, απλή, φθηνή εξέταση που ενέχει προβληματισμούς διότι σε εξεταζόμενους μη υψηλού κινδύνου ένα φυσιολογικό αποτέλεσμα Δ - διμερών αποκλείει μία ΟΠΕ, σε ασθενείς όμως υψηλού κινδύνου, αιμοδυναμικά ασταθείς μια αυξημένη τιμή δ-διμερή μπορεί να οδηγήσει σε ψευδή υποψία ΟΠΕ. Διότι αυξημένες τιμές D-dimers συναντάμε και σε καρκινοπαθείς, εγκύους, νεφρική ανεπάρκεια, σοβαρές λοιμώξεις κτλ.. Είναι φανερό λοιπόν πως η τιμή της δεν πρέπει να ερμηνεύεται σαν απλό αριθμητικό αποτέλεσμα, αλλά πάντα σε σχέση και με άλλες αιματολογικές [τροπονίνη, νατριοιρητικά πεπτίδια, πρωτεΐνη Η-FABP (heart -type fatty acid binding protein), γαλακτικό, αέρια αίματος, κρεατινίνη] και απεικονιστικές εξετάσεις (CTPA).

3.3.β CTPA (ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΑ)^{[11][32]}

Η υπολογιστική τομογραφία με πρωτόκολλο πνευμονικής εμβολής θεωρείται εξέταση εκλογής σε υποψία ΟΠΕ. Πρόκειται για μια απεικονιστική προσέγγιση με μεγάλη ευαισθησία και ειδικότητα τόσο στη διάγνωση όσο και στη διαφορική διάγνωση άλλης νόσου που μπορεί να εκδηλώνεται με κοινά κλινικά συμπτώματα.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Ευρεία και άμεση διαθεσιμότητα στη πλειοψηφία των νοσοκομειακών μονάδων και διαγνωστικών κέντρων.
2. Μη επεμβατική εξέταση
3. Ταχύτητα (με μια μόνο αναπνοή σε διάστημα ελάχιστων δευτερολέπτων).
4. Χαμηλά ποσοστά ψευδώς αρνητικών αποτελεσμάτων
5. Επιπλέον πληροφορίες, εξαιρετική ακρίβεια διάγνωσης και ανάδειξη άλλων παθολογικών καταστάσεων.

6. Ικανότητα ανακατασκευής εικόνας

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Έκθεση εξεταζόμενου σε ιοντίζουσα ακτινοβολία.
2. Χρήση Ιωδιούχου σκιαγραφικού (αντενδείξεις, αλλεργίες, ζαχαρώδης διαβήτης, οξεία νεφρική ανεπάρκεια κτλ..)
3. Λήψη χημειοπροφύλαξης σε περίπτωση αλλεργίας.

ΤΕΧΝΙΚΗ^{[3][4][39]}

Για να διενεργηθεί μια CTPA χρειαζόμαστε έναν πολυτομικό αξονικό τομογράφο και τη χορήγηση ιωδιούχου σκιαγραφικού μέσου υψηλής πυκνότητας. Ο συγχρονισμός της σάρωσης με τη μέγιστη ενίσχυση των πνευμονικών αρτηριών επιτυγχάνεται με την ανίχνευση του ενδοφλέβια χορηγηθέντος σκιαγραφικού με την χρήση δύο μεθόδων: 1) τεχνική test Bolus, 2) τεχνική Bolus Tracking (smart prep).

Η εξέταση πραγματοποιείται με τον ασθενή τοποθετημένο σε ύπτια θέση με τα άνω άκρα άνωθεν της κεφαλής ώστε να μην επιπροβάλλονται με το θώρακα, αφού πρώτα έχει προηγηθεί φλεβοκέντηση σε φλέβα κατά προτίμηση στον αγκώνα του ΔΕ άνω άκρου με φλεβοκαθετήρα διαμέτρου 18-20G.



Εικόνα 18 : φλεβοκαθετήρες 18-20 G

Γίνεται προετοιμασία του εγχυτή με την πλήρωση των δύο συριγγών με σκιαγραφικό μέσο υψηλής πυκνότητας και φυσιολογικού ορού αντίστοιχα σε θερμοκρασία σώματος. Αφαίρεση αέρα από το κύκλωμα προεκτάσεων και σύνδεση με το φλεβοκαθετήρα.



Εικόνα 19 : Σύστημα έγχυσης σκιαγραφικού.

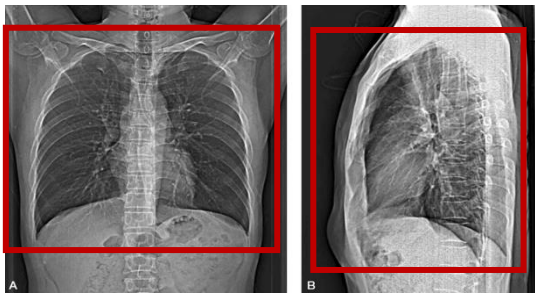
Η εξέταση είναι επιθυμητό να γίνεται σε εισπνοή αλλά χρειάζεται προετοιμασία του ασθενούς ώστε να μην αυξηθεί η ενδοθωρακική πίεση που μπορεί να σταματήσει τη ροή του σκιαγραφικού (Valsalva). Σε περίπτωση δύσκολης συνεργασίας ζητούμε από τον ασθενή απλά να σταματήσει να αναπνέει όταν δοθεί το παράγγελμα.

Η κατεύθυνση της σάρωσης συνιστάται να είναι ουροκεφαλική παρότι μερικά κέντρα χρησιμοποιούν την αντίθετη. Αυτή η κατεύθυνση επιτρέπει την άμεση κάλυψη των πνευμονικών βάσεων (μεγαλύτερος όγκος πνεύμονα) και μειώνει τα τεχνικά σφάλματα από την παρουσία πυκνού σκιαγραφικού στην άνω κοίλη φλέβα.

Στη συνέχεια ο Τεχνολόγος Ακτινολόγος λαμβάνει δύο τοπογράμματα (προσθοπίσθιο και πλάγιο) προκειμένου να οριστεί η περιοχή σάρωσης από τις κορυφές ως τις βάσεις των πνευμόνων ή περιορίζει τα όρια της εξέτασης από το αορτικό τόξο μέχρι και το στέλεχος και τους κεντρικούς κλάδους των πνευμονικών αρτηριών, ανάλογα με την επιθυμία του ακτινοδιαγνώστη. Επιπρόσθετα η σωστή τοποθέτηση του ασθενούς και η λήψη τοπογραμμάτων επιτρέπει την αυτόματη ρύθμιση των mA ανάλογα με το σωματότυπο του ασθενούς ώστε να αποδοθεί η βέλτιστη διαγνωστική εικόνα με όσο το δυνατόν λιγότερη έκθεση του εξεταζόμενου.

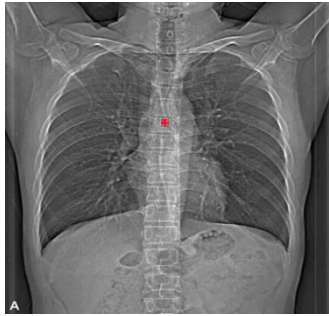
Τεχνική Bolus Tracking (smart prep)

1. Λήψη τοπογράμματος (προσθοπίσθια + πλάγια)



Εικόνα 20: τοπογράμματα για το σχεδιασμό της σάρωσης από τις κορυφές των πνευμόνων μέχρι τις πλευροδιαφραγματικές γωνίες (<https://www.researchgate.net>)

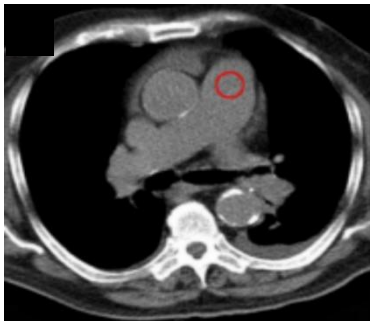
2. Στο προσθοπίσθιο τοπόγραμμα τοποθετούνται οι προκαταρκτικές τομές για το συγχρονισμό (tracking) στο ύψος του διχασμού της τραχείας όπου αντιστοιχεί και ο κώνος της πνευμονικής.



Εικόνα 21 : Χειροκίνητη τοποθέτηση tracker στο ύψος του διχασμού.

(<https://www.researchgate.net>)

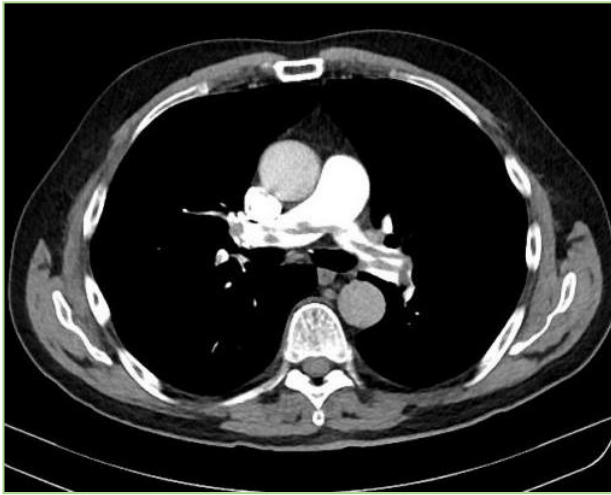
3. Το σύστημα λαμβάνει μια εγκάρσια τομή στην οποία φαίνεται ευδιάκριτα ο κώνος της πνευμονικής αρτηρίας. Τοποθετείται ROI κυκλικός σχεδιασμός πάνω στον κώνο της πνευμονικής (οριοθετώντας ένα σημείο στο οποίο θα παρθούν επαναλαμβανόμενες εικόνες με την έναρξη χορήγησης του σκιαγραφικού).



Εικόνα 22 : Τοποθέτηση ROI στο κώνο της πνευμονικής αρτηρίας.

4. Ακολουθεί ρύθμιση του εγχυτή με την ανάλογη ποσότητα σκιαγραφικού μέσου (40-80ml), φυσιολογικού ορού (30ml) και ρυθμού έγχυσης (flow rate: 4-4,5 ml/sec).
5. Γίνεται ταυτόχρονη έναρξη έγχυσης και επαναλαμβανόμενης σάρωσης (tracking) της μιας εγκάρσιας τομής, το σύστημα παρακολουθεί την αύξηση της πυκνότητας μέσα στο επιλεγμένο ROI και όταν αυτή φτάσει στα επιθυμητά HU του κατωφλιού (threshold) που έχει επιλεγεί θα γίνει η έναρξη της σάρωσης. Τέλος με τον ασθενή

σε βαθιά εισπνοή θα ληφθεί μια διαγνωστική εικόνα με τη μέγιστη σκιαγράφιση επιλεκτικά των πνευμονικών αγγείων πριν προλάβει να σκιαγραφηθεί η αορτή.



Εικόνα 23 : CTPA με ελλείμματα σκιαγράφισης

<https://radiopadia.org/articles/ct-pulmonary-angiogram-protocol>

Τεχνική Test Bolus

Η διαδικασία από τεχνικής πλευράς ακολουθείται ομοίως όπως αναφέρετε αναλυτικά παραπάνω, με τη διαφορά ότι στην εγκάρσια εικόνα όπου θα έχουμε ευδιάκριτα τον κώνο της πνευμονικής αρτηρίας και την τοποθέτηση του ROI θα ρυθμίσουμε το σύστημα να πάρει μια σειρά εικόνων (πχ. 20 εικόνες) με δοκιμαστική ταυτόχρονη χορήγηση σκιαγραφικού μέσου 20 ml υψηλής πυκνότητας με FLOW RATE 4-4.5 ml/sec χωρίς αναπνευστική εντολή και χωρίς χορήγηση φυσιολογικού ορού. Από αυτή τη σειρά εικόνων εντοπίζεται η τομή με την μέγιστη σκιαγράφιση της πνευμονικής αρτηρίας την οποία την προσθέτουμε με το μισό της και την αφαιρούμε με 1 (πχ. αν από τις 20 εικόνες η βέλτιστη σκιαγράφιση εντοπίζεται στην 10η εικόνα τότε $10+5-1=14$. 14 είναι τα sec, ο χρόνος καθυστέρησης που θα χρησιμοποιήσουμε στην κύρια σάρωση για τη λήψη εικόνων με τη μέγιστη σκιαγράφιση των πνευμονικών αρτηριών και των κλάδων χωρίς την σκιαγράφιση της αορτής που θεωρείται μια τεχνικά άρτια CTPA.

Τέλος ρυθμίζουμε τον εγχυτή να χορηγήσει 40ml σκιαγραφικού ενδοφλεβίως και 30 ml φυσιολογικού ορού με flow rate 4-4.5ml/sec. Σαρώνουμε κατά προτίμηση ουροκεφαλικά με χρόνο καθυστέρησης αυτόν που υπολογίσαμε από το test Bolus και τον ασθενή σε εισπνοή.

Τεχνικά σφάλματα - Αστοχίες^{[8][35]}

Μια άριστη διαγνωστική αξονική τομογραφία με πρωτόκολλο αγγειογραφίας πνευμονικών αρτηριών εξαρτάται από την επαρκή ενίσχυση των πνευμονικών αγγείων, έως την πέμπτη διαιρούμενη ανατομική μονάδα με ενδοφλέβιο ιωδιούχο σκιαγραφικό για να αναδείξει τα ελλείμματα πλήρωσης που προκύπτουν από τον θρόμβο. Πλήθος συγκυριών οδηγούν σε προβληματισμούς καθώς και σε αποτελέσματα ψευδώς θετικών ή αρνητικών ευρημάτων ή ακόμα και σε αδυναμία απεικόνισης του προβλήματος.

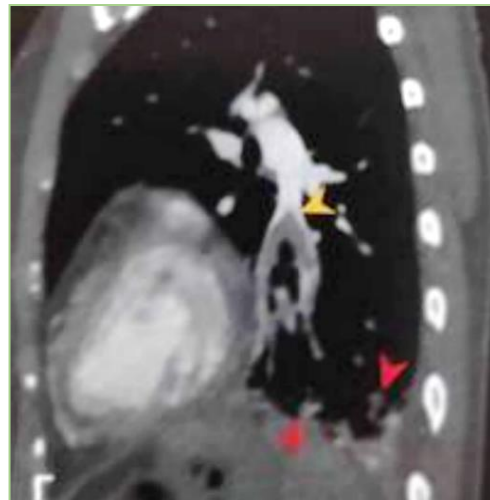
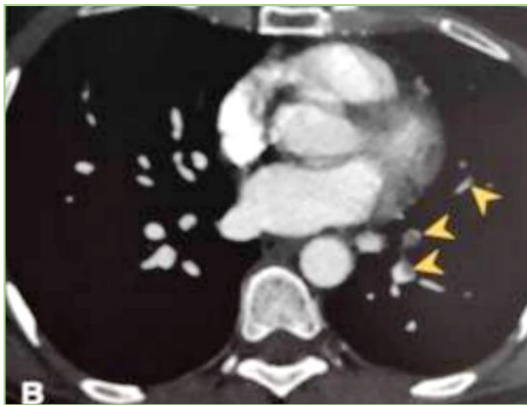
1. **Εξαγγείωση σκιαγραφικού μέσου** : όταν σκιαγραφικό εξέρχεται κατά την διάρκεια της χορήγησης στον υποδόριο ιστό προκαλώντας τοπική φλεγμονώδη αντίδραση στο δέρμα (αλλά όχι μόνιμες βλάβες) με πλήρη αποτυχία στη διεξαγωγή της εξέτασης.
2. **Μη καλή συνεργασία του ασθενή** : Artifact αναπνοής, δύσπνοια, έντονος βήχας, artifact από παρεμβολές των άνω άκρων ή άλλων ξένων σωμάτων λόγω αδυναμίας απομάκρυνσης από το πεδίο ενδιαφέροντος, μπορούν να επηρεάσουν τη διάγνωση διότι μιμούνται ενδοαυλικούς θρόμβους και παρουσιάζουν μειωμένη πλήρωση αγγείου.
3. **Παχυσαρκία** : παραμένει ένα πρόβλημα διότι έχουμε την παρουσία αυξημένου θορύβου και υποβάθμισης της διαγνωστικής εικόνας.
4. **Τεχνικά σφάλματα** : λόγω χαμηλού ρυθμού έγχυσης, μη καλός χρονικός συντονισμός χορήγησης ακτινογραφικού, καρδιαγγειακά προβλήματα, χορήγηση μη ικανοποιητικής δόσης σκιαγραφικού. Μπορούν να οδηγήσουν σε μη καλή σκιαγράφιση των αγγείων .
5. **Διηθήματα ή ατελεκτασίες** : εκ του πνευμονικού παρεγχύματος προκαλούν αυξημένη αγγειακή αντίσταση με αποτέλεσμα ελλειμματική σκιαγράφιση του αγγειακού αυλού.
6. **Λεμφαδένες ή ογκοί μεσοθωρακίου** : που προβάλλουν ως πάχυνση του τοιχώματος των αγγείων (χρόνια ΠΕ)
7. **Βρόγχοι με περιεχόμενο** : μπορεί λανθασμένα να εκληφθούν ως θρομβωμένα αγγεία.

Για τις παραπάνω προκλήσεις, η εξέλιξη της τεχνολογίας, η διείσδυση της τεχνικής νοημοσύνης, η καλή γνώση ανατομίας, η τεχνογνωσία, η εμπειρία και η καλή συνεργασία

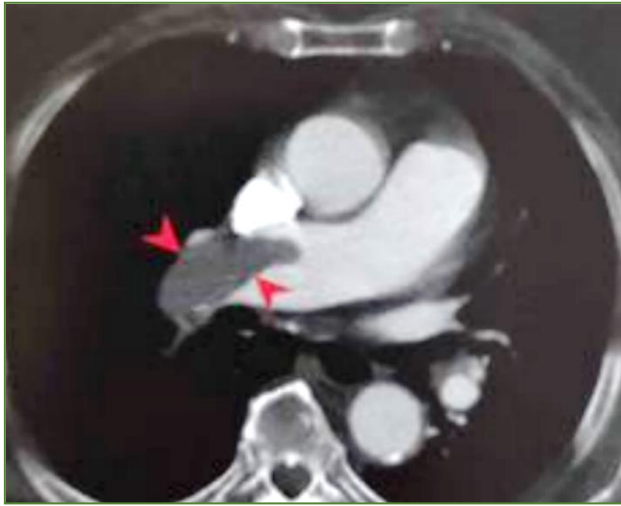
τεχνολόγου και ακτινοδιαγνώστη μπορεί να διασφαλίσει ένα άρτιο αποτέλεσμα με όσο το δυνατόν ελάχιστα διαγνωστικά λάθη.

ΑΠΕΙΚΟΝΗΣΗ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗΣ ΕΜΒΟΛΗΣ (ΠΕ)

Στη περίπτωση θετικής πνευμονικής εμβολής στην αξονική τομογραφία, η εικόνα παρουσιάζει ελλειμματική ενδοαυλική πλήρωση και απουσία εμπλουτισμού της πνευμονικής αρτηρίας με το ιωδιούχο σκιαγραφικό. Παγιδευμένα έμβολα αναδεικνύονται συχνά είτε στο διχασμό των αρτηριακών κλάδων κύριων ή περιφερικών είτε στις περιφερικές αρτηρίες με μικρότερο αυλό.



Εικόνα 24 : ΥΤ αγγειογραφία πνευμονικής αρτηρίας σε εγκάρσια προβολή και σε δισδιάστατη ανασύνθεση (MPR) οβελιαίο επίπεδο. Στην εγκάρσια διατομή ελλείμματα πλήρωσης σε τμηματικούς κλάδους της πνευμονικής αρτηρίας στο AP κάτω πνευμονικό πεδίο. Καλύτερη ανάδειξη της έκτασης του θρόμβου στο διχασμό του AP κάτω κλάδου της ΠΑ με πνευμονικά διηθήματα περιφερικά που αντιστοιχούν σε συνδυασμό πνευμονικών εμφράκτων και ατελεκτασιών. *(Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας)*



Εικόνα 25 : ΥΤ αγγειογραφία της πνευμονικής αρτηρίας με παρουσία θρόμβου του ΔΕ κύριου κλάδου της πνευμονικής αρτηρίας ως έλλειμα πλήρωσης. (*Κλινική Ακτινολογία. Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας*).

3.4 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ TRIPLE RULE OUT^{[12][48][49]}

3.4α ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πρωτόκολλο τριπλού αποκλεισμού (TRO) είναι μια διαγνωστική τεχνική που χρησιμοποιείται στην ιατρική για να αποκλείσει τρεις σοβαρές καρδιαγγειακές καταστάσεις σε ασθενείς που παρουσιάζονται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών με πόνο στο στήθος. Οι τρεις καταστάσεις που εξετάζονται είναι το οξύ στεφανιαίο σύνδρομο (έλεγχος για στενώσεις ή αποφράξεις στις στεφανιαίες αρτηρίες), η πνευμονική εμβολή (ανίχνευση θρόμβων στις πνευμονικές αρτηρίες) και η ανατομία της αορτής (ρήξη ή διαχωρισμός της αορτής). Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη διότι ο οξύς πόνος στο στήθος μπορεί να έχει πολλές αίτιες και απαιτεί γρήγορη και ακριβή διάγνωση για άμεση αντιμετώπιση.

3.4β ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ

Το πρωτόκολλο triple rule out είναι ένα προηγμένο διαγνωστικό εργαλείο στη χρήση της υπολογιστικής αγγειογραφίας (CT angiography –CTA), περιλαμβάνει συγκεκριμένα βήματα και τεχνικές για να εξασφαλιστεί η ακριβής και ταυτόχρονη απεικόνιση των στεφανιαίων αρτηριών, της πνευμονικής αρτηρίας και της αορτής. Η εξέταση γίνεται με πολυτομικό αξονικό τομογράφο (64 – 128 τομών), χορήγηση ενδοφλέβιου σκιαγραφικού μέσου υψηλής πυκνότητας και συγχρονισμό της λήψης με το καρδιακό κύκλο μέσω παρακολούθησης με ΗΚΓ ώστε να διασφαλιστεί η ελαχιστοποίηση της κίνησης των αγγείων και η βέλτιστη ποιότητα των εικόνων που λαμβάνονται.

3.4γ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

- ✓ Ιατρική αξιολόγηση :
 - Ο ασθενής αξιολογείται για το ιστορικό του και τα συμπτώματά του.
 - Ελέγχονται οι αντενδείξεις (νεφρική ανεπάρκεια, αλλεργίες, σημαντική καρδιακή ανεπάρκεια, αρρυθμίες, και καρδιακός ρυθμός, κλινικά ακατάλληλοι ασθενείς) για τη χορήγηση ιωδιούχων σκιαγραφικών μέσων.
- ✓ Προετοιμασία Φαρμάκων
 - Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χρειαστεί να χορηγηθούν per os β-αναστολείς 1-2 ώρες πριν την εξέταση για να επιβραδυνθεί ο καρδιακός

ρυθμός του ασθενούς (ιδανικά <60 παλμούς) για καλύτερη απεικόνιση των στεφανιαίων αρτηριών.

- Μπορεί επίσης να χορηγηθεί νιτρογλυκερίνη υπογλώσσια για να διασταλούν οι στεφανιαίες αρτηρίες.
- Αντιισταμινικά - κορτικοστεροειδή σε περιπτώσεις με ιστορικό αλλεργιών.

✓ Υποδοχή ασθενούς και έναρξη της διαδικασίας

- Ο ασθενής αφαιρεί μεταλλικά αντικείμενα για την αποφυγή πιθανών παρεμβολών κατά την απεικόνιση .
- Ο ασθενής τοποθετείται στην εξεταστική τράπεζα σε ύπτια θέση με τα χέρια πάνω από το κεφάλι τοθετώντας του ηλεκτρόδια για συνεχή παρακολούθηση του καρδιακού ρυθμού με ΗΚΓ.
- Τοποθέτηση φλεβοκαθετήρα 18-20 G σε φλέβα με πολύ καλή βατότητα
- Ρύθμιση συσκευής έγχυσης αυτόματης χορήγησης σκιαγραφικού μέσου.

Κατά τη σάρωση λαμβάνονται από τον τεχνολόγο δύο τοπογράμματα του θώρακα προσθοπίσθια και πλάγια προκειμένου να καθοριστεί το πεδίο που θα γίνει η σάρωση και η κατανομή του σκιαγραφικού μέσου. Το πεδίο σάρωσης ξεκινάει από τις κορυφές των πνευμόνων μέχρι και το ύψος των πλευροδιαφραγματικών γωνιών περιλαμβάνοντας την καρδιά, το πνευμονικό παρέγχυμα και την θωρακική αορτή. Γίνεται λήψη εικόνων πριν τη χορήγηση σκιαγραφικού (Pre scan phase) για βάση σύγκρισης και ακολουθούν εικόνες με τη χορήγηση ενδοφλέβιου σκιαγραφικού.

3.46 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΟΥ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΟΥ

Στην εξέταση Triple Rule Out (TRO) μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξίσου και οι δύο τεχνικές Bolus Tracking και Test Bolus για τη βελτιστοποίηση του συγχρονισμού της χορήγησης του σκιαγραφικού μέσου με τη σάρωση. Η επιλογή μεταξύ αυτών των δύο εξαρτάται από τις προτιμήσεις της κάθε μονάδας, τον εξοπλισμό, τις κλινικές ανάγκες καθώς και την τεχνογνωσία του τεχνολόγου.

BOLUS TRACKING

Περιλαμβάνει την αυτόματη ανίχνευση της άφιξης του σκιαγραφικού μέσου στην περιοχή ενδιαφέροντος και την έναρξη της σάρωσης μόλις επιτευχθεί η επιθυμητή συγκέντρωση σκιαγραφικού.

1. Εντοπισμός Περιοχής Ανίχνευσης : Τοποθέτηση ROI (Region of interest) στην ανιούσα αορτή,
2. Έγχυση Σκιαγραφικού : Χορήγηση 80-120 ml ιωδιούχου σκιαγραφικού ανάλογα με το σωματικό βάρος και με ρυθμό έγχυσης 4-6 ml/sec.
3. Αυτόματη Έναρξη Σάρωσης: Το σύστημα παρακολουθεί τη συγκέντρωση του σκιαγραφικού στη περιοχή ενδιαφέροντος και μόλις επιτευχθεί το προκαθορισμένο όριο πυκνότητας γίνεται αυτόματα η έναρξη σάρωσης.

TEST BOLUS

Η τεχνική περιλαμβάνει τη χορήγηση μια μικρής δοκιμαστικής δόσης σκιαγραφικού μέσου για την προκαταρκτική αξιολόγηση του χρόνου διέλευσής του και τον προσδιορισμό του βέλτιστου χρόνου σάρωσης

1. Δοκιμαστική Χορήγηση 10-20 ml σκιαγραφικού μέσου με ρυθμό 4-6 ml/sec
2. Λήψη διαδοχικών εικόνων σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα και την επιλογή της εικόνας με τη μέγιστη συγκέντρωση σκιαγραφικού.
3. Χορήγηση της πλήρους δόσης του σκιαγραφικού σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.

3.4ε ΣΥΓΚΡΙΣΗ & ΕΠΙΛΟΓΗ [3][4][39]

Bolus Tracking

- Ιδανική για ασθενείς με σταθερή καρδιακή λειτουργία και τυπική ανατομία
- Προσφέρει αυτόματη και ακριβή έναρξη της σάρωσης με ελάχιστο κίνδυνο λάθους

Test Bolus

- Κατάλληλη για ασθενείς με ασταθή ή μεταβλητή αιμοδυναμική κατάσταση.
- Επιτρέπει προσαρμογή του χρόνου σάρωσης βάσει των ανατομικών χαρακτηριστικών του ασθενούς.

Η τελική επιλογή εξαρτάται από την κατάσταση του ασθενούς, τον εξοπλισμό, την τεχνογνωσία. Και οι δύο μέθοδοι έχουν αποδειχθεί αξιόπιστες.

3.4ζ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ

Τα δεδομένα από την αξονική τομογραφία περιλαμβάνουν εικόνες υψηλής ανάλυσης των αγγείων και των γύρω δομών. Με το πέρας της εξέτασης χρησιμοποιούνται λογισμικά τρισδιάστατης ανακατασκευής (3D) και αυτοματοποιημένη αναγνώριση ανωμαλιών. Κατά την επεξεργασία εικόνας χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι για καλύτερη ανάλυση, εξάλειψη θορύβου και ενίσχυση λεπτομερειών

Συμπέρασμα

Η αξονική τομογραφία με πρωτόκολλο πνευμονικής εμβολής δεν αναδείχθηκε αδίκως εξέταση πρώτης γραμμής. Έχει αποδείξει την γρήγορη, αναίμακτη, φθηνή, αξιόπιστη εκτίμηση της παρουσίας και της σοβαρότητας μιας πνευμονικής εμβολής καθώς και τη λειτουργία της καρδιάς και τη καταπόνηση της δεξιάς κοιλίας αυτής, τόσο σε μια περίοδο άνευ προηγούμενου κρίσης της υγειονομικής περίθαλψης μετά το ξέσπασμα της πανδημίας covid-19 όσο και στην μετέπειτα περίοδο όπου τα συμπτώματα θρομβωτικών επεισοδίων εμφανίζουν έξαρση. Επίσης η αναμφίβολα πολύπλοκη διαγνωστική τεχνική Triple rule out έχει συμβάλλει στην ποιότητα της ιατρικής περίθαλψης και στη βελτίωση των αποτελεσμάτων για τους ασθενείς με ταχύτατη και ακριβέστερη διάγνωση. Η υψηλή τεχνογνωσία από την πλευρά του Τεχνολόγου Ακτινολόγου αλλά και το προφίλ του εξεταζόμενου τη δεδομένη στιγμή θα καθορίσει την επιλογή του πρωτοκόλλου, πάντα με μέλημα μας την άρτια εκτέλεση και το σωστό χειρισμό αυτής της κρίσιμης για τη ζωή του ασθενούς απεικονιστικής μελέτης προφυλάσσοντας τον από άσκοπη ακτινική επιβάρυνση και από περιττή χορήγηση μεγάλων δόσεων σκιαγραφικού μέσου.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] **Acute Pulmonary Embolism** Vrinda Vyas¹, Amandeep Goyal² StatPearls Publishing; 2024 Jan.2022 Aug 8. PMID: 32809386 Bookshelf ID:NBK560551

[2] **Acute pulmonary embolism** Luke Howard PMID: 31092519 PMCID: PMC6542219 DOI: 10.7861/clinmedicine.19-3-247 2019 May; 19(3): 243–247.

[3] **A retrospective comparison of smart prep and test bolus multi-detector CT pulmonary angiography protocols** Tara Suckling¹, Tony Smith², Warren Reed³ 2013 Jun;60(2):53-7. doi: 10.1002/jmrs.17. Epub 2013 Jun 7.

[4] **A comparison of bolus track and test bolus computed tomography pulmonary angiography and the implications on pulmonary and aortic vessel enhancement, effective dose and suboptimal scan rate** Aoife Murphy¹, Helen White² 2024 Mar;71(1):44-50. doi: 10.1002/jmrs.724. Epub 2023 Sep 7.

[5] **A Comparison of 100 kVp Versus 120 kVp CTPA Acquisition with Direct Comparisons of Test Bolus and Bolus Tracking at Same and Different Voltages in a Multidetector 64 Slice CT Scanner** Moynihan W A, Bowden L, Kiely P., (2017) , *International Journal of Radiology & Radiation Therapy*, 4(2), pp. 363–368.

[6] **A History of Electrocardiography** George Edward Burch, Nicholas P. <https://books.google.gr/>

[7] **A history of cardiovascular magnetic resonance imaging in clinical practice and population science** www.ncbi.nlm.nih.gov

[8] **Canadian Society of Thoracic Radiology/Canadian Association of Radiologists Best Practice Guidance for Investigation of Acute Pulmonary Embolism, Part 2: Technical Issues and Interpretation Pitfalls** Elsie T Nguyen¹, Cameron Hague², Daria Manos³, Brett Memauri⁴, Carolina Souza⁵, Jana Taylor⁶, Carole Dennie⁵ 7 doi: 10.1177/08465371211000739. Epub 2021 Mar 29.

[9] **Cardiovascular Research by Leonardo da Vinci (1452-1519)** Antonio V Sterpetti¹ PMID: 30653428 DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.118.314253

[10] **Cardiology in Ancient Egypt** Eugene V. Boisubin_Tex Heart Inst J. 1988; 15(2): 80–85. PMCID: PMC324796 PMID: [15227256](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15227256/)

[11] **“CT pulmonary angiogram (protocol)”**Weerakody, Y, 2022, <https://radiopaedia.org/articles/ct-pulmonary-angiogram-protocol>

[12] **CT triple rule out (protocol)** Last revised by Arlene Campos on 28 May 2024
radiopaedia.org

[13] **Coronary Computed Tomographic Angiography for Complete Assessment of Coronary Artery Disease:** JACC State-of-the-Art Review Patrick W. Serruys, Hironori Hara, Scot Garg, Hideyuki Kawashima, [Bjarne L. Nørgaard](#), Marc R. Dweck, Jeroen J. Bax, Juhani Knuuti, Koen Nieman Jonathon A. Leipsic, Saima Mushtaq, Daniele Andreini, and Yoshinobu Onuma 2021 Aug, 78 (7) 713–736

[14] **Coronary CT angiography** Udo Hoffmann ¹, Maros Ferencik, [Ricardo C Cury](#), Antonio J Pena
PMID: 16644750

[15] **Comparison of the revised Geneva score with the Wells rule for assessing clinical probability of pulmonary embolism** F A Klok¹, E Kruisman, J Spaan, M Nijkeuter, M Righini, D Aujesky, P M Roy, A Perrier, G Le Gal, M V Huisman 2008 Jan;6(1):40-4. doi: 10.1111/j.1538-7836.2007.02820.x. Epub 2007 Oct 29.

[16] **Cardiovascular Considerations for Patients, Health Care Workers, and Health Systems During the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic.** Driggin E, Madhavan M, Bikdeli B, et al. JACC 2020,

[17] **Computed tomography recent history and future perspectives** Jiang Hsieha,* and Thomas Flohrb
PMCID: PMC8356941 PMID: 34395720

[18] **Computed tomography coronary angiography – past, present and future**
PMCID: PMC7905109 doi: 10.11622/smedj.2020028 [Pei Ing Ngam](#), MBBS,FRCR,1 [Ching Ching Ong](#), MBBS, FRCR,1 [Ping Chai](#), MBBS, MRCP,2 [Siong Sung Wong](#), MD, MRCP,2 [Chong Ri Liang](#), MSc,1 and [Lynette Li San Teo](#), MBChB, FRCR1

[19] **Diagnostic Performance of Coronary Angiography** by 64-Row CT. Miller, J., Rochitte, C., Dewey, M., Arbab-Zadeh, A., Niinuma, H., & Gottlieb, I. (2008). *New England Medicine*,σ. DOI: 10.1056/NEJMoa0806576.

[20] **D-dimer test for excluding the diagnosis of pulmonary embolism** Fay Crawford ¹, Alina Andras, Karen Welch, Karen Sheares, David Keeling, Francesca M Chappell
PMID: 27494075
PMCID: PMC6457638 DOI: 10.1002/14651858.CD010864.pub2

[21] **D-dimer value in the diagnosis of pulmonary embolism — May it exclude only?’** Sikora-Skrabaka, M. et al. (2019) *Journal of Thoracic Disease*, 11(3), pp. 664–672. doi: 10.21037/jtd.2019.02.88).

[22] **Diagnosis of Chronic Pulmonary Thromboembolism RadioGraphics** Eva Castañer ¹, Xavier Gallardo, Eva Ballesteros, Marta Andreu, Yolanda Pallardó, Josep Maria Mata, [Lluís Riera](#) PMID: 19168835
DOI: 10.1148/rg.291085061

[23] **Effectiveness of managing suspected pulmonary embolism using an algorithm combining clinical probability, D-dimer testing, and computed tomography.** Arne van

Belle 1, Harry R Büller, Menno V Huisman, Peter M Huisman, Karin Kaasjager, Pieter W Kamphuisen, Mark H H Kramer, Marieke J H A Kruip, Johanna M Kwakkel-van Erp, Frank W G Leebeek, Mathilde Nijkeuter, Martin H Prins, Maaïke Soehne, Lidwine W Tick; Christopher Study Investigators PMID: 16403929 DOI: 10.1001/jama.295.2.172

[24] **European Journal of Echocardiography**, Volume 2, Issue 1, March 2001, Pages 3–5, <https://doi.org/10.1053/euje.2001.0082> Published:01 March 2001

[25] **ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS)** Konstantinides SV, et al; ESC Scientific Document Group. 2019 .Eur Heart J. 2020;41(4):543-603. doi: 10.1093/eurheartj/ehz405.

[26] **Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism**: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC) Adam Torbicki ¹, Arnaud Perrier, Stavros Konstantinides, Giancarlo Agnelli, Nazzareno Galiè, Piotr Pruszczyk, Frank Bengel, Adrian J B Brady, Daniel Ferreira, Uwe Janssens, Walter Klepetko, Eckhard Mayer, Martine Remy-Jardin, Jean-Pierre Bassand; ESC Committee for Practice Guidelines (CPG) 2008Sep;29(18):2276-315. doi: 10.1093/eurheartj/ehn310.

[27] **History of cardiac anatomy: a comprehensive review from the Egyptians to today** Marios Loukas 1, Pamela Youssef 1, Jerzy Gielecki 2, Jerzy Walocha 3, Kostantinos Natsis 4, R Shane Tubbs 1 5 PMID: 26918296 DOI: 10.1002/ca.22705

[28] **Hippocrates and cardiology** Tsung O. Cheng, MD Washington, DC
<https://www.ufrgs.br/fisiologiacelular/site/arqs/lipoc/Outras%20leituras%20especializadas/Hippocrates%20and%20Cardiology.pdf>

[29] **How CT happened: the early development of medical computed tomography**. Schulz, A., Stein, A., & Pelc, J. (2021). *Journal of Medical Imaging*, 8 (5), σ. <https://doi.org/10.1117/1.JMI.8.5.052110>

[30] **History of Coronary Angiography** May 29/05/2022, 2022, <https://www.researchgate.net/publication/221919486> Kusuyama, T. (2011, November).

[31] **History of cardiac computed tomography**: single to 320-detector row multislice computed tomography. The international journal of cardiovascular imaging, 25(1), 31-42. Hurlock, G. S., Higashino, H., & Mochizuki, T. (2009).

[32] **How I do it: CT pulmonary angiography**. Wittram C. AJR Am J Roentgenol. 2007;188(5):1255-1261.

[33] **Heart muscles sketched by da Vinci play vital role in heart function** by Maxine Myers 19 August 2020 (www.imperial.ac.uk)

[34] **Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism**. Stein PD, Fowler SE, Goodman LR, et al. N Engl J Med. 2006;354(22):2317-27

[35] **Multidetector computed tomography pulmonary angiography pitfalls in the evaluation of pulmonary embolism with emphasis in technique.**Palacio D, Benveniste MF, Betancourt-Cuellar SL, Gladish GW. *Semin Roentgenol.* 2015;50(3):217-225.

[36] **Prevalence of pulmonary embolism in patients with**

COVID-19 pneumonia and high D-dimer values: A prospective study', *PLoS ONE*, 15(8 August 2020), pp. 1–15. doi: 10.1371/journal.pone.0238216) Alonso-Fernández, A. *et al.* (2020)

[37] **Point-of-Care Testing for D-Dimer in the Diagnosis of Venous Thromboembolism in Primary Care:** A Narrative Review.*Cardiol Ther* (2021) 10:27–40Christopher P. Price, Matthew Fay, Rogier M. Hopstaken.

[38] **Pulmonary embolism: pathophysiology, diagnosis, treatment** Eleni Kostadima ¹, Epaminondas ZakynthinosHellenic J Cardiol. 2007 Mar-Apr;48(2):94-107

[39] **Qualitative indices and enhancement rate of CT pulmonary angiography in patients with suspected pulmonary embolism: Comparison between test bolus and bolus-tracking methods** Maryam Moradi ¹, Babak Khalili ¹ PMID: 27403408 PMCID: PMC4926546 DOI: 10.4103/2277-9175.184309

[40] **Rene Theophile Hyacinthe Laënnec (1781–1826): The Man Behind the Stethoscope** [Ariel Roguin](#), MD, PhD PMCID: PMC1570491 PMID: [17048358](#) . doi: [10.3121/cmr.4.3.230](#)

[41] **State-of-the-Art Pulmonary CT Angiography for Acute Pulmonary Embolism** Moritz H Albrecht ^{1,2}, Matthew W Bickford ¹, John W Nance Jr ¹, Longjiang Zhang ³, Carlo N De Cecco ¹, Julian L Wichmann ², Thomas J Vogl ², U Joseph Schoepf ^{1,3} 2017 Mar;208(3):495-504. doi: 10.2214/AJR.16.17202.

[42] **Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidance for Use of Cardiac Computed Tomography Amidst the COVID-19 Pandemic.**

<https://doi.org/10.1016/j.jcct.2020.03.002>

[43] F. Mason Sones Jr.: **The Serendipitous Discovery of Coronary Angiography and Its Lasting Impact on Cardiology** [Moiud Mohyeldin](#),¹ [Feras O Mohamed](#),² [Ahmed Mustafa](#),^{3,4} [Sai Allu](#),¹ and [Shitij Shrivastava](#)¹ PMCID: PMC11196246

[44] **The Stethoscope** Morris C. Leikind PMCID: PMC2617533 PMID: [14368290](#)

[45] **The Edwin Smith Papyrus:** the birth of analytical thinking in medicine and otolaryngology Marc Stiefel ¹, Arlene Shaner, Steven D Schaefer 2006 Feb;116(2):182-8. doi: 10.1097/01.mlg.0000191461.08542.a3. PMID: 16467701

[46] **The History and Evolution of the Stethoscope** Misha Choudry,¹ Thor S Stead,² Rohan K Mangal,³ and Latha Ganti ^{4,5,6} Published online 2022 Aug 19. doi: 10.7759/cureus.28171 PMID: 36148191

[47] **Traditional ancient Egyptian medicine: A review** Ahmed M. Metwaly,^a Mohammed M. Ghoneim,^{a,b,*} Ibrahim.H. Eissa,^c Islam A. Elsehemy,^d Ahmad E. Mostafa,^a Mostafa M. Hegazy,^a Wael M. Afifi,^a and Deqiang Doue,^{*} Published online 2021 Jun 19. doi: [10.1016/j.sjbs.2021.06.044](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.044)

[48] **“Triple low” free-breathing CTPA protocol for patients with dyspnoea’**, *Clinical Radiology*, 77(8), pp. e628–e635. doi:10.1016/j.crad.2022.05.007. Cantarinha, A. *et al.* (2022)

[49] **The triple rule out CT in acute chest pain: a challenge for emergency radiologists** Vincenzo Russo,¹ Camilla Sportoletti,¹ Giulia Scalas,² Domenico Attinà,¹ Francesco Buia,¹ Fabio Niro,¹ Cecilia Modolon,² Carlo De Luca,² Francesco Monteduro,² and Luigi Lovato¹ Published online 2021 Feb 18. doi: 10.1007/s10140-021-01911-8

[50] **‘Visibility and image quality of peripheral pulmonary arteries in pulmonary embolism patients using free-breathing combined with a high-threshold bolustriggering technique in CT pulmonary angiography’**, Liu, D. *et al.* (2020) *Journal of International Medical Research*, 48(8). doi: 10.1177/0300060520939326.

[51] **ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ** ΝΙΚΗΤΑ ΚΑΚΛΑΜΑΝΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΟΥ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΥΤΗ ΕΠΙΚ.ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΑΕΙ, ΑΝΤΩΝΗ ΚΑΜΝΑ ΟΡΘΟΠΕΔΙΚΟΥ - ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΥ ΕΠΙΚ.ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΤΕΙ ΑΘΗΝΑ 1998

[52] **ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ** ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΑΠΙΔΕΥΤΗΡΙΑ ΤΟΜΕΑΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ Α ΤΑΞΗ -1ΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΑΘΗΝΑ

[53] **ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΘΩΡΑΚΟΣ -ΚΑΡΔΙΑ** ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΑΒΒΟΠΟΥΛΟΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε

[54] **ΚΛΙΝΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ** ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΡΑΣΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΙΑ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΜΑΝΙΑΤΕΑ ΙΑΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Θ. ΚΡΕΜΑΣΤΙΝΟΣ

[55] **ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ 1** ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΔΟΣΗ ΑΘΗΝΑ 1997 ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΦΑΡΜΑΚΟΝ -ΤΥΠΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ Τ.ΠΛΕΣΣΑΣ , ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΝΕΛΛΟΣ