



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΜΣ «Σύγχρονες Εφαρμογές Στην Ιατρική Απεικόνιση»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"ΑΞΟΝΙΚΗ ΣΤΕΦΑΝΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ"

Μεταπτυχιακός Φοιτητής : Τζήπας Λάζαρος Αριθμός Μητρώου : 21027

Επιβλέπουσα καθηγήτρια : Δρ. Οικονόμου Γεωργία



ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2024



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF HEALTH AND CARE SCIENCES**

DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES

DIVISION OF RADIOLOGY & RADIOTHERAPY

MSc «Modern Applications in Medical Imaging»

MASTER'S THESIS

**"CT CORONARY ANGIOGRAPHY, INDICATIONS
AND EXAMINATION PROTOCOLS"**

**Student name and surname: TZIPAS LAZAROS
Registration Number: 21027**

Supervisor: Dr. Oikonomou Georgia, Associate Professor



**ATHENS
JULY 2024**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

“ΑΞΟΝΙΚΗ ΣΤΕΦΑΝΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ”

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

A/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ	ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (ΠΑΔΑ) ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ	
2	ΚΕΧΑΓΙΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (ΠΑΔΑ) ΜΕΛΟΣ	
3	ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΠΕΡΙΚΛΗΣ	ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (ΠΑΔΑ)	


ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Τζήπας Λάζαρος του Πέτρου, με αριθμό μητρώου 21027 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών «Σπουδών Σύγχρονες Εφαρμογές Στην Ιατρική Απεικόνιση» του Τμήματος βιοϊατρικών επιστημών της Σχολής επιστημών υγείας και πρόνοιας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας 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».

Ο δηλών:



Τζήπας Λάζαρος (ΑΜ 21027)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Δήλωση εξεταστικής επιτροπής.....	σελίδα 3
Δήλωση συγγραφέα μεταπτυχιακής εργασίας.....	σελίδα 4
Περιεχόμενα.....	σελίδα 5
Λίστα πινάκων & εικόνων.....	σελίδα 6
Έκφραση Ευχαριστιών	σελίδα 8
Περίληψη στην ελληνική γλώσσα.....	σελίδα 9
Περίληψη στην αγγλική γλώσσα.....	σελίδα 10
Εισαγωγή.....	σελίδα 11
Μεθοδολογία.....	σελίδα 12
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	σελίδα 13
Κεφάλαιο 1 : Η καρδιά.....	σελίδα 13
1.1 : Βασική ανατομία της καρδιάς.....	σελίδα 13
1.2 : Τα στεφανιαία αγγεία.....	σελίδα 16
Κεφάλαιο 2 : Εισαγωγή στην αξονική στεφανιογραφία.....	σελίδα 18
2.1 : Ακτινοανατομία.....	σελίδα 18
2.2 : Ενδείξεις αξονικής στεφανιογραφίας.....	σελίδα 22
2.3 : Προετοιμασία και διενέργεια της εξέτασης.....	σελίδα 26
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	σελίδα 30
Κεφάλαιο 3 : Πρωτόκολλα εξετάσεων.....	σελίδα 30
3.1 : Εισαγωγή.....	σελίδα 30
3.2 : Μέτρηση φορτίου ασβεστίου (Calcium score).....	σελίδα 30
3.3 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς < 90 κιλά.....	σελίδα 35
3.4 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς > 90 κιλά.....	σελίδα 41
3.5 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς με ενδοστεφανιαία προθήματα (Stent)	σελίδα 43
3.6 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς με αορτοστεφανιαία παράκαμψη (By-pass)	σελίδα 46
3.7 : Μετεπεξεργασία αξονικής στεφανιογραφίας.....	σελίδα 51
3.8 : Παθολογία στην αξονική στεφανιογραφία.....	σελίδα 57
Συζήτηση- Συμπεράσματα.....	σελίδα 63
Βιβλιογραφία.....	σελίδα 67

Λίστα πινάκων & εικόνων

- Εικόνα 1.1 : Πρόσθια επιφάνεια καρδιάς , σελίδα 13.
- Εικόνα 1.2 : Διατομή της καρδιάς με τις κοιλότητες και τις βαλβίδες , σελίδα 15 .
- Εικόνα 1.3: Ανατομία των στεφανιαίων αγγείων, σελίδα 17.
- Εικόνα 2.1 : Άνω και κάτω όριο σάρωσης και ανατομικές δομές , σελίδα 18.
- Εικόνα 2.2 : Ανώτερες τομές CTCA, σελίδα 19.
- Εικόνα 2.3 : Αορτική ρίζα, σελίδα 19.
- Εικόνα 2.4 : Έκφυση δεξιάς και αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας, σελίδα 20.
- Εικόνα 2.5 : Πρόσθιος κατιών κλάδος, σελίδα 20.
- Εικόνα 2.6: Περισπώμενος κλάδος, σελίδα 20.
- Εικόνα 2.7 : Δεξιά στεφανιαία αρτηρία, σελίδα 21.
- Εικόνα 2.8: Οξύ επιχείλιος κλάδος , σελίδα 21.
- Εικόνα 2.9: Κατωτερή τομή εξέτασης, σελίδα 21.
- Εικόνα 2.10 : Ερωτηματολόγιο αξονικής στεφανιογραφίας, σελίδα 26.
- Εικόνα 3.1: Σχεδιασμός ορίων σάρωσης στα τοπογράμματα , σελίδα 29.
- Εικόνα 3.2 : Διαδοχικές εικόνες Calcium Score με αθηρωματώσεις στον πρόσθιο κατιόντα κλάδο, σελίδα 31.
- Εικόνα 3.3 : Calcium score εικόνες και ROI στον πρόσθιο κατιόντα για υπολογισμό τιμών φορτίου ασβεστίου, σελίδα 31.
- Εικόνα 3.4 : Calcium score με τιμή φορτίου ασβεστίου 1544, σελίδα 32.
- Εικόνα 3.5 : Μονή εγκάρσια τομή και ROI στην κατιούσα αορτή, σελίδα 35.
- Εικόνα 3.6 : Μέτρηση τιμών HU μετά την έγχυση του σκιαγραφικού μέσου, σελίδα 36.
- Εικόνα 3.7 : Καταγραφή καρδιακού ρυθμού έπειτα από την εκτέλεση των αναπνευστικών οδηγιών πριν την έναρξη της σάρωσης, σελίδα 36.
- Εικόνα 3.8 : Επιλογή ανακατασκευής εικόνων από τα δεδομένα της τελοδιαστολικής φάσης του καρδιακού κύκλου , σελίδα 37.
- Εικόνα 3.9: Εικόνες αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς >90 και <90 κιλών , σελίδα 41.
- Εικόνα 3.10 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με Stent., σελίδα 44.
- Εικόνα 3.11 : Όρια σάρωσης αξονικής στεφανιογραφίας σε ασθενείς με αορτοστεφανιαία παράκαμψη , σελίδα 45.
- Εικόνα 3.12 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με By-pass , σελίδα 47.
- Εικόνα 3.13: Απεικόνιση φλεβικού μοσχεύματος, σελίδα 48.
- Εικόνα 3.14: Αναστόμωση μοσχευμάτων, σελίδα 48.
- Εικόνα 3.15 : Πολυεπίπεδη ανασύνθεση, σελίδα 49.
- Εικόνα 3.16 : Αυτόματη πολυεπίπεδη ανασύνθεση, σελίδα 50.
- Εικόνα 3.17 : Οβελιαία ανασύνθεση καρδιάς , σελίδα 51.
- Εικόνα 3.18 : Απεικόνιση αορτικής ρίζας και τριγλώχινας βαλβίδας , σελίδα 51.
- Εικόνα 3.19 : Μετεπεξεργασία αξονικής στεφανιογραφίας, σελίδα 52.
- Εικόνα 3.20 : Τρισδιάστατες εικόνες καρδιάς, σελίδα 53.
- Εικόνα 3.21: 3D-VR επεξεργασία καρδιάς , σελίδα 53.
- Εικόνα 3.22 : 3D απεικόνιση καρδιάς σε ασθενή Stent, σελίδα 54.
- Εικόνα 3.23 : Εκλεκτική 3D απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων, σελίδα 54.
- Εικόνα 3.24 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με αθηρωματικές βλάβες, σελίδα 56.
- Εικόνα 3.25 : Ανώμαλη έκφυση στεφανιαίων αγγείων, σελίδα 57.

Εικόνα 3.26 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με ιστορικό νευρινωμάτωσης ,σελίδα 57.

Εικόνα 3.27 : Αποτιτανωμένη και μικτή αθηρωματική πλάκα , σελίδα 58.

Εικόνα 3.28: Επανελέγχος σε ασθενή με τοποθέτηση Stent, σελίδα 59.

Εικόνα 3.29 : Τυχαίο εύρημα , συνυπάρχουσα παθολογία, σελίδα 60.

Πίνακας 1: Κλινικές ενδείξεις αξονικής στεφανιογραφίας, σελίδα 23.

Πίνακας 2 : Κλινικά κριτήρια επιλογής ασθενών για διενέργεια Αξονικής Στεφανιογραφίας (ACR), σελίδα 25.

Πίνακας 3: Τεχνικοί παράμετροι σάρωσης Calcium Score , σελίδα 30.

Πίνακας 4: Ερμηνεία τιμών φορτίου ασβεστίου, σελίδα 33.

Πίνακας 5: Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης , πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς ελαφρύτερους από 90 κιλά αλλά βαρύτερους από 75 κιλά, σελίδα 38.

Πίνακας 6: Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης , πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς σωματικού βάρους μικρότερο των 75 κιλών, σελίδα 39.

Πίνακας 7: Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης , πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς σωματικού βάρους μεγαλύτερου των 90 κιλών, σελίδα 41.

Πίνακας 8 : Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης , πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς με ενδοστεφανιαία πρόθεση (Stent), σελίδα 43.

Πίνακας 9 : Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης, πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς με αορτοστεφανιαία παράκαμψη (By-pass), σελίδα 46.

** Οι εικόνες της ακτινοανατομίας, της μετεπεξεργασίας και των περιστατικών - παθολογιών αξονικής στεφανιογραφίας που παρατίθενται στην εργασία, είναι ευγενική παραχώρηση από το τμήμα αξονικής τομογραφίας του ιδιωτικού διαγνωστικού κέντρου Μαγνητική – Αξονική Ισθμού, από τον αξονικό τομογράφο Toshiba Aquilion .*

Έκφραση ευχαριστιών

Για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας του μεταπτυχιακού, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα Οικονόμου Γεωργία για την άρτια καθοδήγησή της, την υπομονή και την υποστήριξη της στον σχεδιασμό και οργάνωση της συγγραφής.

ΤΖΗΠΑΣ ΛΑΖΑΡΟΣ.

"ΑΞΟΝΙΚΗ ΣΤΕΦΑΝΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ"

Περίληψη

Το σύνολο των οργάνων και των συστημάτων που αποτελούν τον ανθρώπινο οργανισμό είναι περίπλοκο και πολυδιάστατο. Ο τομέας της ιατρικής απεικόνισης εμβαθύνει με λεπτομέρεια και ακρίβεια, στην αποτύπωση όλων των εσωτερικών δομών και στην ανάδειξη τυχόν ιατρικών ζητημάτων. Ειδικότερα για την μελέτη και απεικόνιση της καρδιάς, που αποτελεί ένα ταχέως κινούμενο όργανο, η επιστήμη της ακτινολογίας έχει εξελιχθεί ραγδαία τις τελευταίες δεκαετίες με την καθιέρωση της αξονικής στεφανιογραφίας ως μίας μη επεμβατικής μεθόδου για την απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων και την παθολογία τους αλλά και των υπόλοιπων δομών της καρδιάς. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει από την σκοπιά του Τεχνολόγου Ακτινολόγου αρχικά με ένα γενικό τρόπο την αξονική στεφανιογραφία σαν εξέταση και στην συνέχεια να αποτυπώσει την διαδικασία και τον τρόπο διενέργειας της εξέτασης καθώς και τα ειδικά τεχνικά χαρακτηριστικά των πρωτοκόλλων αξονικής στεφανιογραφίας. Πρόκειται για μία ως επί το πλείστον βιβλιογραφική μελέτη, αλλά ταυτοχρόνως παρατίθενται στην εργασία συμπεράσματα, διαπιστώσεις και υλικό από την ταυτόχρονη επαγγελματική σταδιοδρομία του συγγραφέα. Η εν λόγω εξέταση αποτελεί πρόκληση για τους επαγγελματίες υγείας στο πεδίο της ιατρικής απεικόνισης και ειδικότερα οι Τεχνολόγοι Ακτινολόγοι θα πρέπει να είναι σε συνεχή επαγγελματική εγρήγορση με την εφαρμογή των απαιτούμενων απεικονιστικών πρωτοκόλλων και συγκεκριμένων πρακτικών πτυχών που διασφαλίζουν την εγκυρότητα και την επιτυχία της εξέτασης.

Λέξεις κλειδιά : Ιατρική απεικόνιση, αξονική στεφανιογραφία, στεφανιαία αγγεία, Τεχνολόγος Ακτινολόγος, πρωτόκολλα, διαδικασία εξέτασης.

"COMPUTED TOMOGRAPHY OF THE CORONARY ARTERIES (CTCA), INDICATIONS AND IMAGING PROTOCOLS"

Abstract

The human body, the internal organs and systems, are considered to be intricate and complex too. Medical imaging as a scientific field delves into the human structures explicitly to demonstrate the detailed views of the internal structures and elucidate medical issues. In particular for the imaging of the heart, that is a fast-moving organ, the science of Radiology has shown rapid and spectacular development over the last decades, with the non-invasive method of computed tomography of the coronary arteries (CTCA) for the visualization of the coronary arteries and their pathology and the whole cardiac structures in general. The main purpose of this study is to present the CTCA as an examination from the Radiologic Technologist's point of view and to describe technical parameters, exam protocols and medical cases. This is bibliographical study enriched by the clinical experience of the writer, with conclusions and cases which are included too. This kind of computed tomography is a challenging task especially for the Radiologic Technologists who need to be aware and skilled in utilizing the specific practices that will ensure the high quality of the CTCA examination.

Key words: Medical imaging, Computed tomography of the Coronary Arteries (CTCA), coronary arteries, Radiology Technologist, imaging protocols, examination

Εισαγωγή

Η αξονική τομογραφία (CT) αποτελεί μία ευρέως διαδεδομένη και αξιόπιστη απεικονιστική τεχνική που δίνει την δυνατότητα να απεικονισθούν και να μελετηθούν με ακρίβεια και υψηλή ευκρίνεια το εσωτερικό του ανθρωπίνου σώματος και όλων των οργάνων και των συστημάτων εντός αυτού. Η τεχνική αυτή κάνει χρήση ιοντίζουσας ακτινοβολίας μέσω των συστημάτων αξονικής τομογραφίας ή απλά αξονικών τομογράφων (CT scanners). Η καρδιά αποτελεί ένα όργανο στο οποίο η ιατρική επιστήμη της ακτινολογίας έχει εμβαθύνει και έχει εξελιχθεί ραγδαία, καθότι οι προκλήσεις στην απεικόνιση ενός ταχέως κινούμενου οργάνου ζωτικής σημασίας και με πληθώρα παθήσεων, συχνά απειλητικών για την ανθρώπινη ζωή, οδηγούν συνεχώς την επιστημονική κοινότητα προς τις βέλτιστες τεχνικές απεικόνισης.

Μία από τις συχνότερες αιτίες θανάτου παγκοσμίως στις ανεπτυγμένες χώρες, αποτελεί η στένωση των στεφανιαίων αγγείων και το έμφραγμα του μυοκαρδίου. Από αυτό προκύπτει η ανάγκη για έγκαιρη απεικόνιση του αυλού των στεφανιαίων αγγείων, του σημείου της απόφραξης τους ή και του ιστού που νεκρώθηκε λόγω μειωμένης αιματικής παροχής. Επίσης χρήσιμη είναι η απεικόνιση της καρδιάς και σε ασθενείς που έλαβαν κάποιου είδους θεραπεία για την εν λόγω πάθηση.

Η κλασική εκλεκτική στεφανιογραφία (Selective Coronary Angiography) αποτελεί την εξέταση αναφοράς για την εκτίμηση του αυλού των στεφανιαίων αγγείων. Επιπρόσθετα με την μέθοδο αυτή παρέχεται η δυνατότητα επέμβασης εντός των αγγείων για τοποθέτηση ενδοστεφανιαίων προθεμάτων (Stents κτλ.). Παρ' όλη την αποδεδειγμένη αξιοπιστία της, η κλασική αγγειογραφία αποτελεί μία επεμβατική εξέταση. Από αυτό προκύπτουν διάφοροι κίνδυνοι και επιπλοκές για τον ασθενή ακόμη και θάνατος. Επιπροσθέτως δεν παρέχονται επιπλέον πληροφορίες σχετικά με την σύσταση της αθηρωματικής πλάκας και του τοιχώματος των στεφανιαίων αγγείων σε περιπτώσεις που δεν προκαλούνται αιμοδυναμικά σημαντικές στενώσεις. Για τους λόγους αυτούς η ανάπτυξη αναίμακτων απεικονιστικών τεχνικών για την αξιολόγηση των στεφανιαίων αγγείων, της αθηρωματικής πλάκας και γενικά όλων των ανατομικών στοιχείων της καρδιάς αποτελούσε πρόκληση. Η αξονική στεφανιογραφία (**Computed Tomography of Coronary Arteries (CTCA)**) αποτελεί την ειδική απεικονιστική εξέταση αυτή, που παρέχει όλες τις απαιτούμενες αιμοδυναμικές πληροφορίες για τα στεφανιαία αγγεία καθώς και για τις καρδιακές κοιλότητες και βαλβίδες. Η εξέλιξη της αξονικής τομογραφίας με την εισαγωγή των πολυτομικών συστημάτων έδωσε την δυνατότητα της απεικόνισης της καρδιάς εντός δευτερολέπτων (64 τομών τομογράφοι)) ακόμη και μέσα στην διάρκεια ενός καρδιακού κύκλου (128> τομών τομογράφοι). Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι να παρουσιάσει την αξονική στεφανιογραφία σαν εξέταση μέσα από την σκοπιά του τεχνολόγου ακτινολόγου, στις γνώσεις του οποίου έγκειται η επιτυχία της συγκεκριμένης εξέτασης. Ο τρόπος συγγραφής είναι δομημένος με τέτοιο τρόπο κατά τον οποίο πρώτα περιγράφονται τα βασικά ανατομικά στοιχεία της καρδιάς και κατόπιν η βασική ακτινοανατομία όπως αυτή προκύπτει από την εξέταση για να μπορεί ο αναγνώστης να κατανοήσει τις έννοιες και τις εικόνες που παρατίθενται στην συνέχεια της εργασίας. Ακολούθως περιγράφονται οι βασικές ενδείξεις της εξέτασης και η διαδικασία προετοιμασίας των ασθενών. Το κύριο μέρος της εργασίας περιλαμβάνει την καταγραφή των πρωτοκόλλων αξονικής στεφανιογραφίας ανάλογα με τις ενδείξεις. με σχετικούς πίνακες των τεχνικών χαρακτηριστικών και παραγόντων έκθεσης καθώς και ενδεικτικές εικόνες. Ένα επιπλέον κομμάτι στο κύριο μέρος αποτελεί η μετεπεξεργασία της αξονικής

στεφανιογραφίας και πώς σε αυτή επεμβαίνει ο τεχνολόγος ακτινολόγος. Τέλος παρουσιάζονται ενδιαφέροντα παθολογικά περιστατικά που αναδεικνύουν την χρησιμότητα της εξέτασης.

Μεθοδολογία

Η παρούσα εργασία αποτελεί ως επί το πλείστον μία βιβλιογραφική μελέτη. Κύρια πηγή άντλησης των πληροφοριών κυρίως για τις ενδείξεις της αξονικής στεφανιογραφίας αποτέλεσε η διαδικτυακή πύλη PubMed στην οποία είναι αναρτημένες σχετικές επιστημονικές δημοσιεύσεις και άρθρα ανά τον κόσμο. Η συγκεκριμένη πηγή πληροφοριών υπήρξε σημαντικό εργαλείο, διότι ταυτοχρόνως παρείχε την δυνατότητα χρονολογικής ανασκόπησης και συγκριτικής μελέτης της σχετικής βιβλιογραφίας. Από τις δημοσιεύσεις που ανταποκρινόντουσαν στις ανάγκες της εργασίας, μελετήθηκαν τα συμπεράσματα τα οποία και εισήχθησαν στα αποτελέσματα της εργασίας. Ιδιαίτερη ήταν η βοήθεια από τις διαδικτυακές ιστοσελίδες μεγάλων επιστημονικών φορέων σχετικών με την ακτινολογία, την καρδιολογία και την επεμβατική καρδιολογία όπως το Αμερικάνικο Κολλέγιο Ακτινολογίας (ACR), η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Ακτινολογίας (ESR) κ.α, καθότι παρείχαν γνώση, εξειδίκευση και εμπειρία σχετικά με την αξονική στεφανιογραφία και οι πληροφορίες τους πιστοποιούσαν την επιστημονική εγκυρότητα της εργασίας.

Επιπλέον, διάφορα ακαδημαϊκά συγγράμματα της προμεταπτυχιακής περιόδου στην Ακτινοτεχνολογία αποτέλεσαν χρησιμότερα βοηθήματα, διότι περιλάμβαναν εξειδικευμένες πληροφορίες για τις πρακτικές πτυχές των πρωτοκόλλων αξονικής στεφανιογραφίας.

Τα πρωτόκολλα και τα περιστατικά που παρουσιάζονται προέρχονται από αξονικό τομογράφο 64 τομών (Toshiba Aquilion) με πρόσβαση σε αρχειακό υλικό εξετάσεων μετά από την έγκριση του συγκεκριμένου φορέα (**Κέντρο Μαγνητική - Αξονική Τομογραφία και Μαστού Ισθμού Κορίνθου Πελοποννήσου**) και με την αυστηρή τήρηση των απαραίτητων περιορισμών για τα προσωπικά δεδομένα.

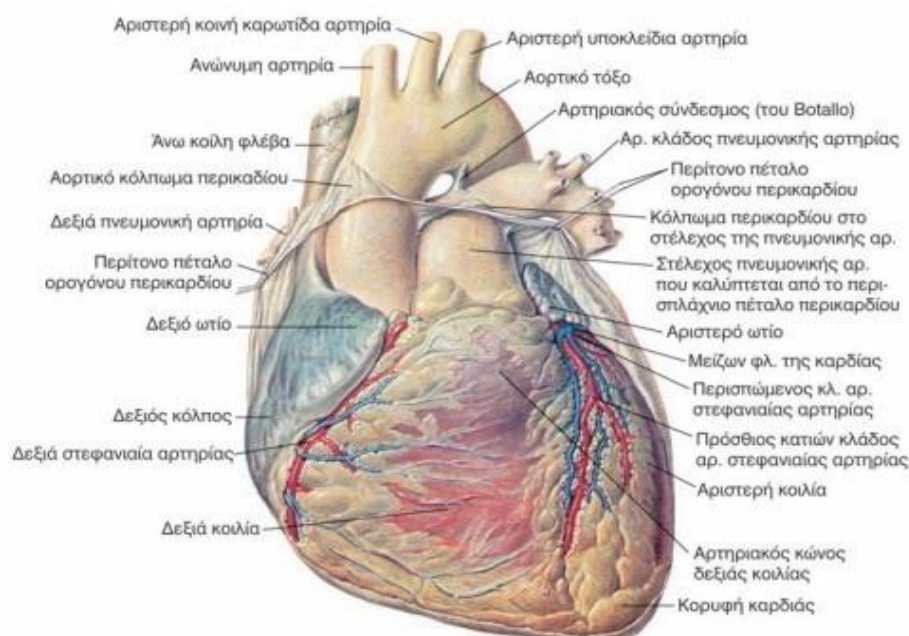
Τέλος όλες οι πληροφορίες ομαδοποιήθηκαν σχετικά με το περιεχόμενο τους και τμηματικά με τον τρόπο που περιγράφεται στην εισαγωγή ολοκληρώθηκε η συγγραφή της εργασίας.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 1 "Η καρδιά"

1.1 Βασική ανατομία της καρδιάς

Η καρδιά είναι ένα κοίλο μυϊκό όργανο, που έχει το σχήμα ενός αποπλατυσμένου κώνου. Αποτελείται τοπογραφικά από βάση, κορυφή και τρεις επιφάνειες. Η βάση της καρδιάς καταλαμβάνεται από τα εισερχόμενα και εξερχόμενα αγγεία με προσανατολισμό προς τα άνω, πίσω και δεξιά. Η κορυφή της βλέπει προς τα κάτω, εμπρός και αριστερά. Οι επιφάνειες περιγράφονται ως την πρόσθια ή στερνοπλευρική, την οπίσθια και την κάτω ή διαφραγματική. Η πρόσθια επιφάνεια "βλέπει" προς τα εμπρός και αποτελείται κατά το μεγαλύτερο μέρος της από την δεξιά κοιλία. Η διαφραγματική επιφάνεια "βλέπει" προς τα κάτω και ακουμπά στο διάφραγμα(1).



Εικόνα 1.1 : Πρόσθια επιφάνεια καρδιάς.

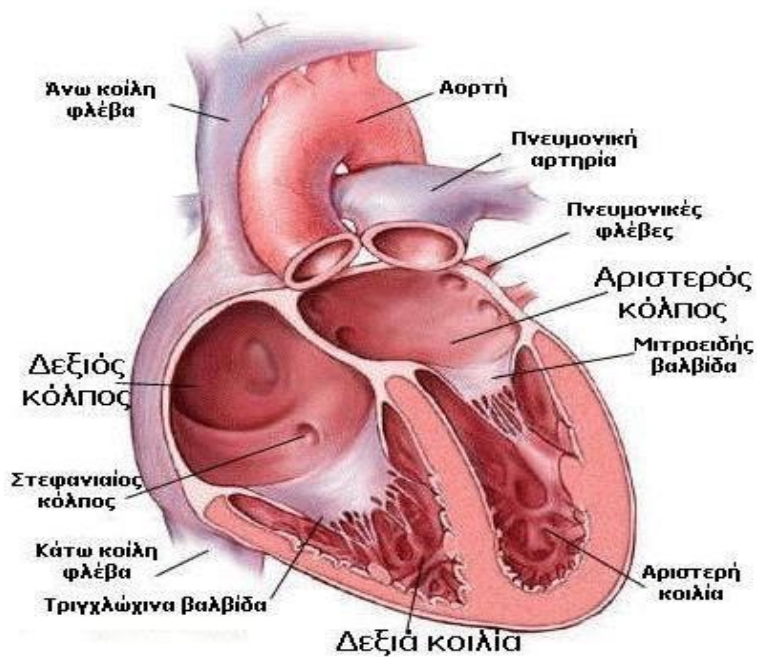
(Πηγή: Netter F.H., 1978)

Ο καρδιακός σκελετός σχηματίζεται από πυκνό ινώδη συνδετικό ιστό. Οι ινώδεις δακτύλιοι και τα ενδιάμεσα τρίγωνα χωρίζουν τους κόλπους από τις κοιλίες. Αυτό εξασφαλίζει μηχανική σταθερότητα και ηλεκτρική μόνωση. Το τοίχωμα της καρδιάς είναι μυϊκό και αποτελείται από τρεις στοιβάδες, το ενδοκάρδιο το οποίο είναι αυτό που επενδύει τις καρδιακές κοιλότητες, το μυοκάρδιο που είναι το μεσαίο στρώμα και το παχύτερο τμήμα του καρδιακού τοιχώματος και αποτελεί τον κινητήρα της καρδιακής προώθησης και τέλος το επικάρδιο, το εξωτερικό στρώμα το οποίο αποτελεί τμήμα του περικαρδίου (σπλαχνικό πέταλο) που περιβάλλει τον καρδιακό μυ σαν μία λεπτή μεμβράνη για την μείωση των τριβών κατά την διάρκεια των καρδιακών παλμών.(1)(3) Επιπρόσθετα το περικάρδιο

περιλαμβάνει και το τοιχωματικό περικάρδιο ή πέταλο, ένα σάκο από ανθεκτικό συνδετικό ιστό.

Η καρδιά λειτουργικά διαμερισματοποιείται σε τέσσερις κοιλότητες, δυο άνω που ονομάζονται κόλποι (αριστερός και δεξιός) και δυο κάτω που ονομάζονται κοιλίες (αριστερή και δεξιά).⁽³⁾

Δια της στεφανιαίας αύλακας η καρδιά χωρίζεται σε κολλικό (άνω) και κοιλιακό (κάτω) μέρος. Οι δυο κόλποι χωρίζονται μεταξύ τους με το μεσοκολπικό διάφραγμα, ενώ οι κοιλίες με το μεσοκοιλιακό διάφραγμα. Ο αριστερός κόλπος είναι πιο μικρός από τον δεξιό και εκεί συγκεντρώνεται το αίμα το οποίο μεταφέρουν οι τέσσερις πνευμονικές φλέβες από τους πνεύμονες. Στο σημείο που εκβάλουν οι φλέβες αυτές υπάρχουν τέσσερα στόμια, ένα για κάθε φλέβα. Το μυϊκό τοίχωμά του είναι λεπτό (λόγω συστήματος χαμηλής πίεσης) και λείο. Ο αριστερός κόλπος επικοινωνεί με την αριστερή κοιλία μέσω της μιτροειδούς βαλβίδας. Ωστόσο μόνο κατά την εμβρυική ζωή και μέχρι το δεύτερο έτος της ηλικίας ο αριστερός κόλπος επικοινωνεί και με τον δεξιό μέσω του ωοειδούς τρήματος δια μέσου της ωοειδούς βαλβίδας. Το τρήμα αυτό βρίσκεται πάνω στο μεσοκολπικό διάφραγμα, όπου στην συνέχεια μετατρέπεται στον ωοειδή βόθρο. Ο δεξιός κόλπος αποτελείται από ένα πρόσθιο και από ένα οπίσθιο τμήμα. Στο πρόσθιο τμήμα βρίσκεται το ωτίο της καρδιάς ο ρόλος του οποίου είναι η αποσυμπίεση του αριστερού κόλπου σε περίπτωση που αυξηθούν οι πιέσεις μέσα σε αυτόν, ενώ συμβάλλει στην πλήρωση της αριστερής κοιλίας με αίμα κατά τη διαστολή. Στο δεύτερο υπάρχουν τα στόμια εκβολής της άνω κοίλης φλέβας (ΑΚΦ) και της κάτω κοίλης φλέβας (ΚΚΦ) οι οποίες μεταφέρουν μη οξυγονωμένο αίμα στην καρδιά. Επικοινωνεί με την δεξιά κοιλία και μόνο, μέσω της τριγλώχινας βαλβίδας. Τέλος στον δεξιό κόλπο εκβάλλει και ο στεφανιαίος κόλπος, η κύρια φλέβα της καρδιάς που παροχετεύει όλο το φλεβικό δίκτυο της. Η αριστερή κοιλία εμφανίζει ένα τμήμα εισροής και ένα τμήμα εκροής. Το τμήμα εισροής άρχεται στο αριστερό κολλοκοιλιακό στόμιο από το οποίο επικοινωνούν αριστερός κόλπος και αριστερή κοιλία. Το τμήμα εκροής εντοπίζεται στην περιοχή κοντά στο μεσοκοιλιακό διάφραγμα και οδηγεί στην αορτή, ενώ φράζεται από την αορτική βαλβίδα. Από την αορτική βαλβίδα (ρίζα) επίσης εκφύονται και οι στεφανιαίες αρτηρίες για την αιμάτωση της καρδιάς⁽¹⁾. Το μυϊκό τοίχωμα της αριστερής κοιλίας είναι παχύ, έχοντας πάχος τρεις φορές μεγαλύτερο από το πάχος της δεξιάς κοιλίας λόγω του συστήματος υψηλής πίεσης. Ακόμα στο εσωτερικό της η αριστερή κοιλία περιλαμβάνει τις μυϊκές δοκίδες, οι οποίες προβάλλουν μέσα στο τμήμα εισροής. Από τις δοκίδες αυτές εκφύονται οι θηλοειδείς μύες, που προσφύονται στις γλωχίνες της αριστερής κολλοκοιλιακής βαλβίδας με τις τενόντιες χορδές (κολλαγόνες ταινίες). Η δεξιά κοιλία διαιρείται σε δυο τμήματα, την υπερκοιλιακή ακρολοφία και την διαφραγματοχειλική δοκίδα. Όπως και στην αριστερή κοιλία το τοίχωμα του τμήματος εισροής είναι γεμάτο με μυϊκές δοκίδες από τις οποίες εκφύονται οι θηλοειδείς μύες. Στους μύες αυτούς προσφύονται οι τενόντιες χορδές της δεξιάς κολλοκοιλιακής βαλβίδας, μέσω της οποίας επικοινωνεί η δεξιά κοιλία με τον δεξιό κόλπο, Το τμήμα εκροής ή οδός εκροής, έχει κωνοειδές σχήμα⁽²⁾. Η οδός εκροής προωθεί το αίμα στο πνευμονικό στέλεχος (πνευμονική αρτηρία), το στόμιο του οποίου φράζεται από την πνευμονική βαλβίδα. Το τοίχωμα της είναι σχετικά λεπτό (σύστημα χαμηλής πίεσης). Η σωστή ρύθμιση της ροής του αίματος απαιτεί την ύπαρξη βαλβίδων στην έξοδο της κάθε κοιλότητας. Οι βαλβίδες αυτές επιτρέπουν την ροή του αίματος προς τα μπροστά όταν είναι ανοικτές ενώ όταν κλείνουν, αποτρέπουν το αίμα από το να ρέει προς τα πίσω.



Εικόνα 1.2 : Διατομή της καρδιάς με τις κοιλότητες και τις βαλβίδες.

(Πηγή : www.InCardiology.gr)

Οι καρδιακές βαλβίδες διαιρούνται σε δυο τύπους: (α) τις κολποκοιλιακές και (β) τις μηννοειδείς. Οι κολποκοιλιακές βαλβίδες εντοπίζονται μεταξύ των κόλπων και των κοιλιών και αποτελούνται από λεπτό συνδετικό ιστό ο οποίος καλύπτεται από το ενδοκάρδιο. Ρόλος των βαλβίδων αυτών είναι να παρεμποδίζουν την παλινδρόμηση του αίματος από τις κοιλίες στους κόλπους.⁽¹⁾ Η αριστερή κολποκοιλιακή βαλβίδα βρίσκεται μεταξύ του αριστερού κόλπου και της αριστερής κοιλίας και έχει δυο γλωχίνες ή αλλιώς πέταλα (διγλώχινη βαλβίδα ή μιτροειδής), ενώ η δεξιά κολποκοιλιακή βαλβίδα (μεταξύ δεξιού κόλπου και δεξιάς κοιλίας, έχει τρεις γλωχίνες (τριγλώχινα βαλβίδα).

Οι μηννοειδείς βαλβίδες έχουν τρεις μηννοειδείς (σε σχήμα μισοφέγγαρου) γλωχίνες ίδιου μήκους και είναι τοποθετημένες η μια στο στόμιο του πνευμονικού στελέχους (πνευμονική βαλβίδα) και η άλλη στην ρίζα της αορτής (αορτική βαλβίδα). Και οι δύο βαλβίδες αυτές ομοιάζουν, έχοντας τρεις ημισελήνοειδείς γλωχίνες. Αποτελούνται από λεπτό πέταλο συνδετικού ιστού καλυμμένο από ενδοκάρδιο.⁽¹⁾

Οι καρδιακές βαλβίδες ανάλογα με την φάση στην οποία βρίσκεται η καρδιά, (διαστολή ή συστολή) κλείνουν και ανοίγουν. Αυτό γίνεται αυτόματα όπως αυτόματα διεγείρεται και το μυοκάρδιο και μεταδίδει την καρδιακή ώση (ώθηση). Αυτό είναι δυνατό χάρις σε ένα ενδογενές ανεξάρτητο σύστημα, το οποίο παράγει και μεταδίδει στην καρδιά διεγερτικά ερεθίσματα δηλαδή τα ερεθίσματα που προκαλούν την κίνηση της καρδιάς. Το σύστημα αυτό αποτελείται από εξειδικευμένα μυοκαρδιακά κύτταρα και έχει τέσσερα κύρια μέρη: τον φλεβόκομβο, τον κολποκοιλιακό κόμβο, το κολποκοιλιακό δεμάτιο του His και τον δεξιό και αριστερό κλάδο του δεματίου του His. ⁽¹⁾⁽³⁾ Ο φλεβόκομβος είναι ο φυσικός βηματοδότης της καρδιάς και βρίσκεται πάνω στο δεξιό κόλπο. Ο κόμβος αυτός παράγει έναν μεγάλο

αριθμό ώσεων , οι οποίες διεγείρουν το μυοκάρδιο των κόλπων με έναν ρυθμό 60-70 παλμών το λεπτό σε κατάσταση ηρεμίας.

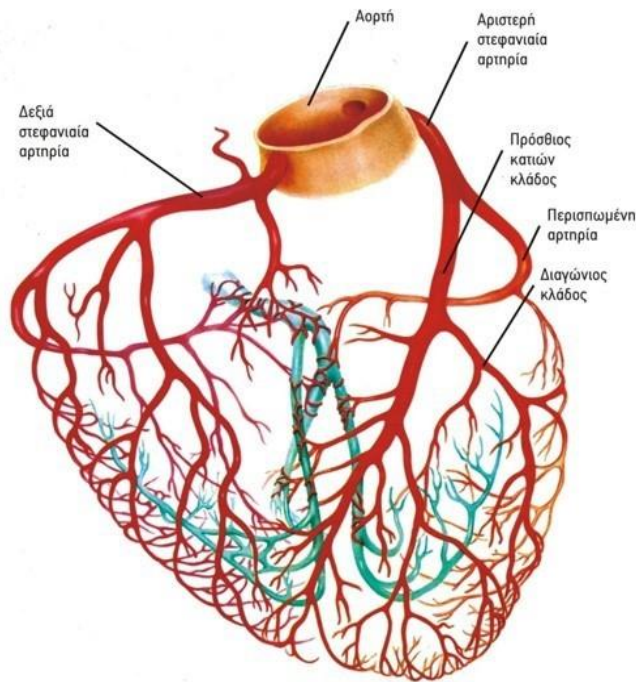
Στο αμέσως επόμενο στάδιο το διεγερτικό ερέθισμα συνεχίζει προς τον κολποκοιλιακό κόμβο ο οποίος επιβραδύνει την αγωγή των διεγέρσεων προς τις κοιλίες έτσι ώστε οι κόλποι να αποδιεγερθούν και τελικά καταφθάνει στο κολποκοιλιακό δεμάτιο του His, από όπου το ερέθισμα μεταδίδεται στις κοιλίες(2).

Ο καρδιακός παλμός αποτελείται από δύο κύριες φάσεις: (α) την σύσπαση ή συστολή και (β) την χάλαση ή διαστολή. Κατά την κοιλιακή συστολή (φάση σύσπασης) το κοιλιακό μυοκάρδιο συσπάται και συμπιέζει την στήλη αίματος εντός των κοιλιών. Ευθύς αμέσως το αίμα προωθείται προς την αορτή και το πνευμονικό στέλεχος (φάση εξώθησης). Η φάση της διαστολής περιλαμβάνει δύο στάδια. Πρώτα την φάση της χάλασης όπου το κοιλιακό μυοκάρδιο χαλαρώνει και κλείνουν η αορτική και η πνευμονική βαλβίδα, και δεύτερον την φάση της πλήρωσης όπου οι κολποκοιλιακές βαλβίδες ανοίγουν και αίμα ρέει στις κοιλίες.

(2)

1.2 Τα στεφανιαία αγγεία

Η καρδιά λειτουργεί συνεχώς για να προωθεί το αίμα και επομένως χρειάζεται άφθονο οξυγόνο. Οι λειτουργικές ανάγκες της αυτής καλύπτονται από τα στεφανιαία αγγεία, δηλαδή την δεξιά και την αριστερή στεφανιαία αρτηρία. Πρόκειται για ενδογενή αγγεία με εκτεταμένο τριχοειδικό δίκτυο. Και οι δύο στεφανιαίες αρτηρίες εκφύονται από την αορτή, ακριβώς πάνω από την αορτική βαλβίδα (κόλποι του Valsalva). Η αριστερή στεφανιαία αρτηρία είναι συνήθως μεγαλύτερη από την δεξιά και διαιρείται σε δύο κύριους κλάδους (α) τον περισπώμενο κλάδο και (β) τον πρόσθιο μεσοκοιλιακό ή κατιόντα κλάδο. Κάθε ένα από αυτά τα αγγεία δίνει μικρότερους κλάδους. Ο περισπώμενος κλάδος δίνει τον κολπικό κλάδο και τον οπίσθιο αριστερό κοιλιακό κλάδο. Ο πρόσθιος κατιόντας κλάδος δίνει τον αριστερό επιχείλιο κλάδο, τους μεσοκοιλιακούς διαφραγματικούς κλάδους, τον κλάδο του αρτηριακού κώνου, τον έξω κλάδο και τον πλάγιο κλάδο. Η δεξιά στεφανιαία αρτηρία συνήθως μικρότερη από την αριστερή, πορεύεται στη στεφανιαία αύλακα γύρω από την δεξιά πλευρά της καρδιάς προς το οπίσθιο καρδιακό τοίχωμα δίνοντας πολυάριθμους κλάδους. Αυτοί είναι ο κλάδος για τον φλεβόκομβο, ο κολπικός κλάδος, ο δεξιός επιχείλιος κλάδος, ο οπίσθιος μεσοκοιλιακός ή κατιόντας κλάδος, ο δεξιός οπισθοπλάγιος και οι κλάδοι του μεσοκοιλιακού διαφράγματος. Οι καρδιακές φλέβες πορεύονται συνήθως μαζί με τις στεφανιαίες αρτηρίες και αποτελούνται από την μεγάλη, την μέση και την μικρή καρδιακή φλέβα. Οι φλέβες αυτές εκβάλλουν στο οπίσθιο καρδιακό τοίχωμα, στον στεφανιαίο κόλπο, ο οποίος καταλήγει στον δεξιό κόλπο. Λόγω του ποικίλου τρόπου έκφυσης και ανάπτυξης του οπίσθιου μεσοκοιλιακού κλάδου, παρατηρείται ποικιλομορφία στην αιματική τροφοδοσία από τα στεφανιαία αγγεία, της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας. Όταν υπάρχει υπεροχή της δεξιάς ή της αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας η καρδιά αιματώνεται κατά κύριο λόγο από την δεξιά ή την αριστερή στεφανιαία αρτηρία αντίστοιχα. Σε υπεροχή της αριστερής στεφανιαίας ο οπίσθιος μεσοκοιλιακός κλάδος εκφύεται από τον περισπώμενο κλάδο της αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας και η δεξιά στεφανιαία εμφανίζει περιορισμένη ανάπτυξη στο οπίσθιο καρδιακό τοίχωμα. Σε υπεροχή της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας (συχνότερα), ο οπίσθιος μεσοκοιλιακός κλάδος εκφύεται από την δεξιά στεφανιαία αρτηρία και τροφοδοτεί σχεδόν όλη την καρδιά (εκτός από το πρόσθιο τοίχωμα της αριστερής κοιλίας). (1)(3)



Εικόνα 1.3: Ανατομία των στεφανιαίων αγγείων.

(Πηγή : www.mathetinkardiasou.gr)

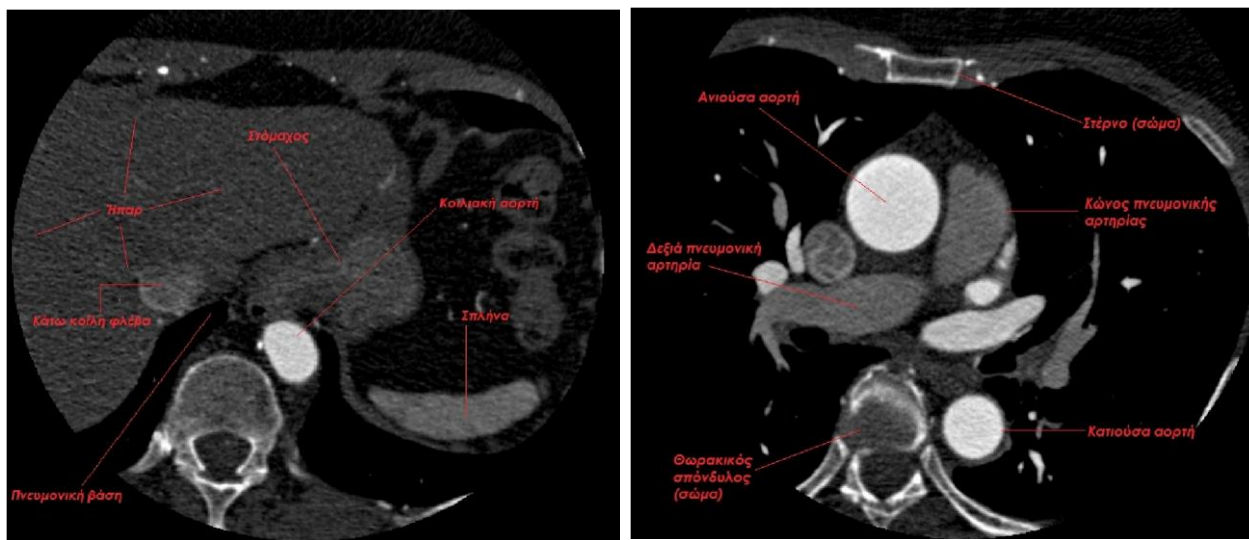
Οι στεφανιαίες αρτηρίες διασυνδέονται με αναστομώσεις οι οποίες δεν επαρκούν για να αντιρροπήσουν τις αιφνίδιες διακοπές της αιματικής ροής εντός αυτών. Η αθηρωμάτωση αποτελεί την βασική αιτία στένωσης ή απόφραξης του αυλού των στεφανιαίων αγγείων. Η αθηρωματική πλάκα σχηματίζεται από την εναπόθεση κυττάρων και εξωκυττάρων ουσιών στον έσω αγγειακό χιτώνα. Οι βλάβες αυτές προοδευτικά διηθούνται από λεία μυϊκά κύτταρα, οργανώνονται σε στιβάδες και εναποτίθεται συνδετικός ιστός και μικροσταγονίδια λιπιδίων στον εξωκυττάριο χώρο, δημιουργώντας το αθήρωμα. Η στένωση ενός αρτηριακού κλάδου και η χρόνια παρεμπόδιση της αιματικής ροής (ισχαιμία) θα προκαλέσουν θωρακικό άλγος (στηθάγχη). (4)

Το άλγος είναι εντονότερο κατά την σωματική άσκηση, αλλά με την πάροδο του χρόνου τα συμπτώματα είναι εντονότερα και πιο συχνά. Η απότομη διακοπή της αιματικής ροής σε ένα αρτηριακό στεφανιαίο κλάδο προκαλεί ένα μυοκαρδιακό έμφρακτο ή έμφραγμα του μυοκαρδίου, νέκρωση δηλαδή του ιστικού τμήματος που τροφοδοτείται από τον αποφραγμένο κλάδο. Υπάρχουν πέντε (5) ειδών εμφράγματα ανάλογα με την εντόπιση τους: α) υπερκορυφαίο πρόσθιο, (β) κορυφαίο πρόσθιο, (γ) πρόσθιο πλάγιο, (δ) οπίσθιο πλάγιο και (ε) οπίσθιο έμφραγμα. Η αριστερή στεφανιαία αρτηρία είναι βασική πηγή αίματος για την αριστερή κοιλία. Ο πρόσθιος κατιόντας κλάδος αιματώνει το μεσοκοιλιακό διάφραγμα και το πλάγιο τοίχωμα της αριστερής κοιλίας. Το 60% της συνολικής αιματικής παροχής της καρδιάς γίνεται δια μέσου του πρόσθιου κατιόντα κλάδου. Η περισπωμένη αρτηρία αιματώνει την οπίσθια επιφάνεια της αριστερής κοιλίας ένα τμήμα του μεσοκοιλιακού διαφράγματος και τον αριστερό κόλπο. Η δεξιά στεφανιαία αρτηρία αιματώνει την δεξιά κοιλία και τον δεξιό κόλπο. Επίσης με την δεξιά στεφανιαία αρτηρία και τους κλάδους της αιματώνονται ο φλεβόκομβος και ο κολποκοιλιακός κόμβος. (2)(4)

Κεφάλαιο 2^ο “Εισαγωγή στην αξονική στεφανιογραφία”

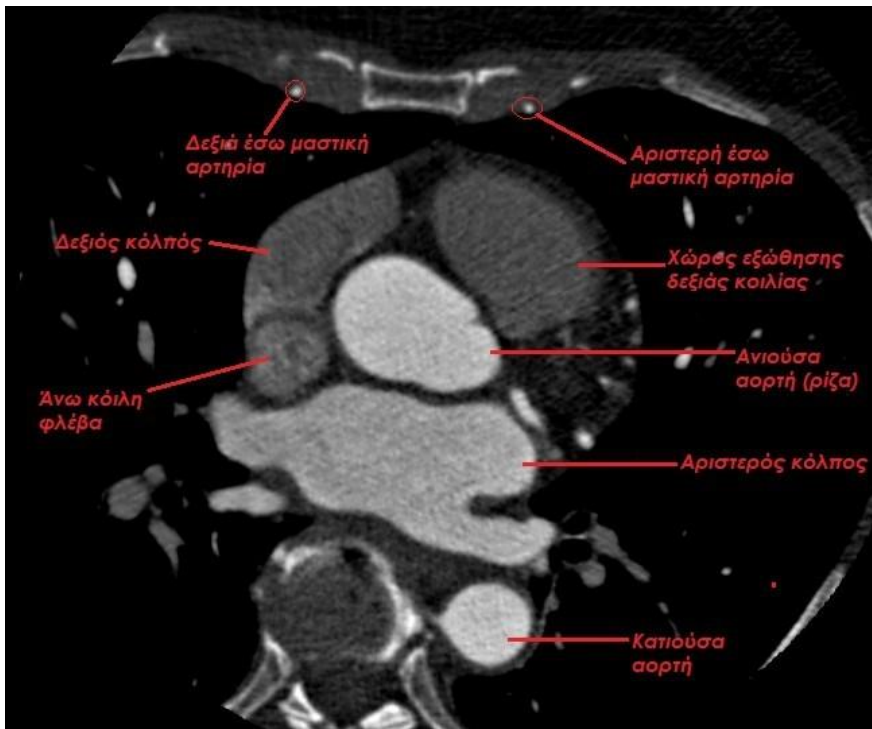
2.1 Ακτινοανατομία

Όπως κάθε αξονική τομογραφία, έτσι και η αξονική στεφανιογραφία απεικονίζει με ακρίβεια και υψηλή χωρική διακριτική ικανότητα την ανατομία της εκάστοτε περιοχής ενδιαφέροντος, εν προκειμένω την καρδιά. Στο κεφάλαιο 1, παρουσιάστηκε η βασική ανατομία της καρδιάς. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναφορά στο πώς οι βασικές ανατομικές δομές της καρδιάς απεικονίζονται, καθότι είναι αναγκαίο για την κατανόηση των εννοιών και των στοιχείων που παρατίθενται στην συνέχεια της εργασίας. Τα ανατομικά όρια σάρωσης της εξέτασης περιορίζονται κεφαλουραία από τον κώνο της πνευμονικής αρτηρίας έως και την βάση των πνευμόνων ή το τέλος της καρδιάς με επιπλέον 5 τομές, από δεξιά προς τα αριστερά ολόκληρη η καρδιά με τμήμα των πνευμονικών πεδίων και αγγείων και προσθιοπίσθια από το στέρνο έως τους θωρακικούς σπονδύλους. Τα ανατομικά όρια αυτά μπορεί να αλλάξουν σε περιπτώσεις παρουσίας αορτοστεφανιαίας παράκαμψης (By-pass). Η εικόνα 2.1 αποτυπώνει τα ανατομικά όρια σε μία απλή αξονική στεφανιογραφία.



Εικόνα 2.1 : Άνω και κάτω όριο σάρωσης και ανατομικές δομές. (Πηγή : Μαγνητική - Αξονική Ισθμού)

Η αξονική τομογραφία αποτελεί εν γένει μία τομογραφική απεικονιστική τεχνική. Η αξονική στεφανιογραφία δίνει μια δισδιάστατη εγκάρσια (axial) απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων και της καρδιάς. Τα αρχικά πρωτογενή δεδομένα λαμβάνονται σε εγκάρσιο επίπεδο απεικόνισης. Στις ανώτερες τομές της εξέτασης (Εικόνα 2.2) απεικονίζονται η άνω κοίλη φλέβα, ο αριστερός κόλπος, οι έσω μαστικές αρτηρίες (βλ. Ενότητα 3.3) καθώς και τμήμα της δεξιάς κοιλίας.

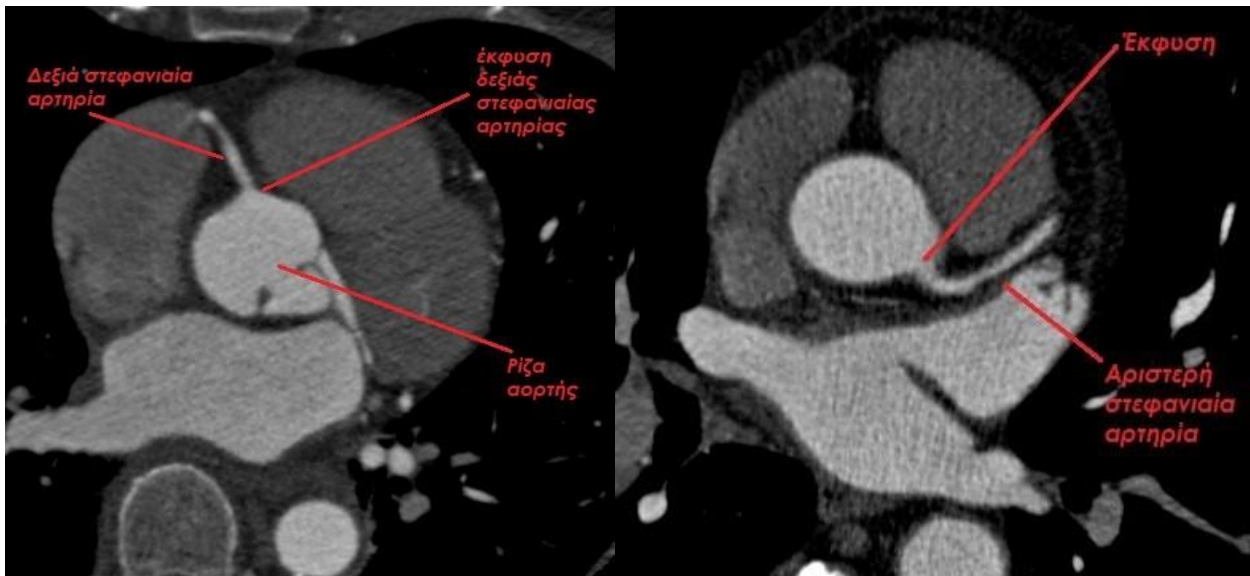


Εικόνα 2.2 : Ανώτερες τομές CTCA. (Πηγή : Μαγνητική- Αξονική Ισθμού)

Σε επόμενες τομές διακρίνονται, η ρίζα της αορτής με την αορτική βαλβίδα, η εκφύσεις της δεξιάς και της αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας, οι κολποκοιλιακές βαλβίδες (Εικόνες 2.3, 2.4).



Εικόνα 2.3 : Αορτική ρίζα και κολποκοιλιακή βαλβίδα. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 2.4 : Έκφυση δεξιάς και αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

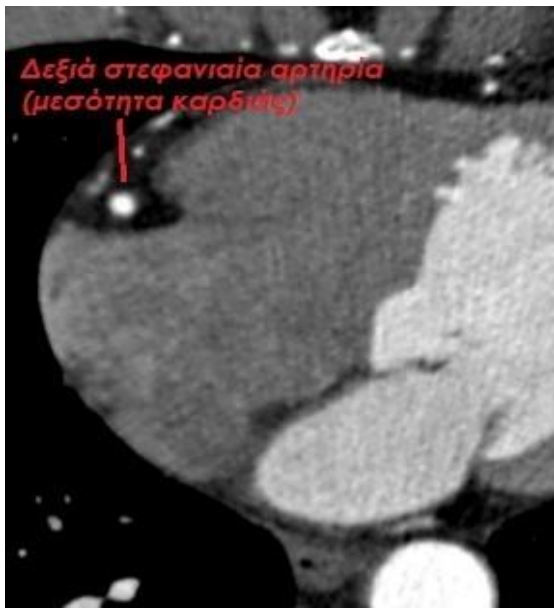
Το αρχικό τμήμα του πρόσθιου κατιόντα κλάδου μπορεί να είναι ορατό στις τομές στο επίπεδο του στελέχους της αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας για τον λόγο ότι συχνά κινείται κεφαλικά πριν εισέλθει στην πρόσθια μεσοκοιλιακή αύλακα. Στις επόμενες τομές η δεξιά στεφανιαία αρτηρία μετά την έκφυσή της πορεύεται εντός της δεξιάς κολποκοιλιακής αύλακας δίνοντας τους μικρούς αγγειακούς κλάδους στο τοίχωμα της δεξιάς κοιλίας. Στις εικόνες 2.5 και 2.6 απεικονίζονται ο περισπώμενος κλάδος και ο πρόσθιος κατιόντας κλάδος ενώ στις εικόνες 2.7 και 2.8 η πορεία της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας στην μεσότητα της καρδίας και ο οξύς επιχείλιος κλάδος.



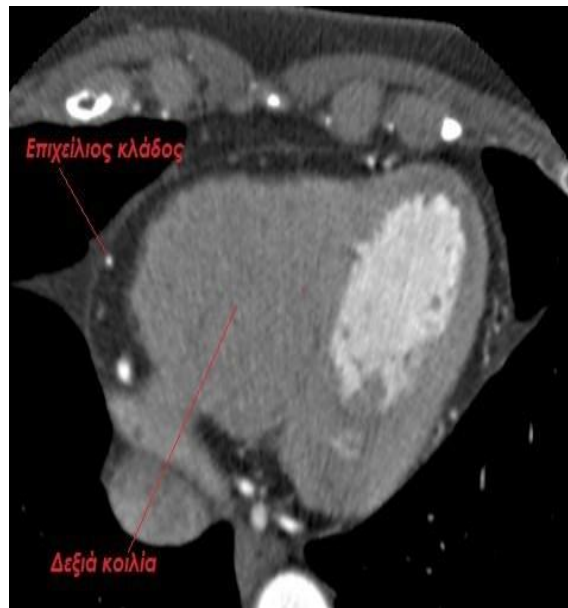
Εικόνα 2.5 : Πρόσθιος κατιών κλάδος. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 2.6: Περισπώμενος κλάδος.



Εικόνα 2.7 : Δεξιά στεφανιαία αρτηρία.
(Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 2.8: Οξύς επιχείλιος κλάδος.

Στις τελευταίες τομές της εξέτασης στην διαφραγματική επιφάνεια της καρδιάς απεικονίζονται ο οπίσθιος κατιών κλάδος ο οποίος χορηγεί πολυάριθμους κλάδους, καθώς και οι φλέβες της καρδιάς (στεφανιαίος κόλπος , μέση καρδιακή φλέβα (Εικόνα 2.9)).



Εικόνα 2.9: Κατώτερη τομή εξέτασης. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

Οι ανατομικές παραλλαγές κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την κλινική τους σημασία και με βάση τα ανατομικά δεδομένα όπως παραλλαγές έκφυσης και πορείας, επικοινωνίας αρτηριακών κλάδων, τερματισμού και συνέχισης στεφανιαίων αρτηριών κ.α. Η περαιτέρω ανάλυση τους καθώς και σχετικές εικόνες θα ήταν εκτός του σκοπού της εργασίας αλλά έπρεπε να γίνει αναφορά στην ύπαρξή τους καθότι η αξονική στεφανιογραφία, βιβλιογραφικά τουλάχιστον, αναδεικνύει συνολικά ποσοστό 3% ανατομικών παραλλαγών. Τέλος οι εικόνες ακτινοανατομίας που προηγήθηκαν αποτελούν τομογραφικές εικόνες σε εγκάρσιο επίπεδο απεικόνισης, εν τούτοις λόγω της ανατομικής πορείας των στεφανιαίων αγγείων που δεν είναι κάθετη στην πορεία της σάρωσης, δίνεται η δυνατότητα πολυεπίπεδων ανασυνθέσεων για κάθε κλάδο και αγγείο της καρδιάς με σκοπό να μελετηθούν σε ευθεία πορεία. Τέτοιες εικόνες θα παρουσιασθούν στην συνέχεια της εργασίας καθότι αποτελούν κομμάτι της μετεπεξεργασίας της αξονικής στεφανιογραφίας.

(1)(8)

2.2 Ενδείξεις Αξονικής Στεφανιογραφίας

Ο ρόλος της αξονικής στεφανιογραφίας και οι ενδείξεις της συνεχώς αναθεωρούνται λόγω των αυξανόμενων κλινικών εφαρμογών της με την πάροδο των ετών. Μέχρι και την τελευταία δεκαετία δεν υπήρχε ομοφωνία σχετικά με τις ενδείξεις της αξονικής στεφανιογραφίας. Οι μέχρι τότε κλινικές μελέτες και οι διάφοροι επιστημονικοί φορείς ανά τον κόσμο θεωρούσαν σαν ενδείξεις της μεθόδου τα εξής :

α) Αξιολόγηση ατόμων με χαμηλή έως ενδιάμεση πιθανότητα για στεφανιαία νόσο, δηλαδή ασυμπτωματικοί ασθενείς με παράγοντες κινδύνου (κάπνισμα, παχυσαρκία κτλ).

β) Αξιολόγηση ασθενών που υποβλήθηκαν σε κλασική εκλεκτική αγγειογραφία η οποία δεν απεικόνισε ικανοποιητικά κάποια στεφανιαία αρτηρία,

γ) Αξιολόγηση ασθενών που πρόκειται να υποβληθούν σε επέμβαση για άλλο καρδιαγγειακό πρόβλημα και

δ) Αξιολόγηση ασθενών με άτυπο οξύ θωρακικό άλγος. (5)

Όμως λόγω των ισχυρών ενδείξεων για την αξιοπιστία της εξέτασης μέσα από το πλήθος των ερευνών και των αποτελεσμάτων τους οι ίδιοι επιστημονικοί φορείς πλέον έχουν πιστοποιήσει την αξονική στεφανιογραφία σαν την κύρια διαγνωστική εξέταση για τον έλεγχο ασθενών με υποψία στεφανιαίας νόσου ή με γνωστή στεφανιαία νόσο.

Η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Καρδιαγγειακής Απεικόνισης (European Association of Cardiovascular Imaging, EACVI), πρόσφατα (01/2022), εξέδωσε σχετικές οδηγίες σχετικά με τις ενδείξεις της αξονικής στεφανιογραφίας οι οποίες συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1). (6)

Πίνακας 1.

Κλινικές ενδείξεις Αξονικής Στεφανιογραφίας (EACVI) (6)		
Υπολογισμός φορτίου ασβεστίου (Calcium score imaging).	➤ Σε ασυμπτωματικούς ασθενείς με ενδιάμεση πιθανότητα ανάπτυξης αθηρωματικής νόσου.	
	➤ Επανάλεγχος μετά από την πάροδο 5 ετών από την τελευταία εξέταση για υπολογισμό φορτίου ασβεστίου σε ασυμπτωματικούς ασθενείς.	
	➤ Σε ασθενείς με ευρήματα αθηρωματικής νόσου έπειτα από την διενέργεια αξονικής τομογραφίας θώρακος.	
Αξονική στεφανιογραφία σε συμπτωματικούς ασθενείς με υποψία στεφανιαίας νόσου.	➤ Σε ασθενείς χωρίς ιστορικό στεφανιαίας νόσου με συμπτώματα στηθάγχης ή ασταθούς στηθάγχης (εξέταση εκλογής).	
	➤ Σε ασθενείς οι οποίοι δεν ολοκλήρωσαν το Test κοπώσεως.	
	➤ Η εξέταση θα πρέπει να αποφεύγεται σε μη συνεργάσιμους ασθενείς, σε ασθενείς με ασταθές ΗΚΓ σήμα, σε εκτεταμένες αθηρωματώσεις στεφανιαίων αγγείων.	
Αξονική στεφανιογραφία σε συμπτωματικούς ασθενείς με οξύ θωρακικό άλγος.		
	➤ Πρώτης γραμμής εξέταση σε ασθενείς με οξύ θωρακικό άλγος και ενδιάμεσης πιθανότητας στεφανιαίας νόσου όταν το ΗΚΓ ή η μέτρηση τροπονίνης είναι φυσιολογικά.	

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Προ της πιθανής επεμβατικής μεθόδου σε ασθενείς με επαναλαμβανόμενο θωρακικό άλγος, φυσιολογικό ΗΚΓ, φυσιολογικές τιμές καρδιακής τροπονίνης αλλά με υποψία οξέος στεφανιαίου συνδρόμου. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Για ανίχνευση άλλων απειλητικών για την ζωή καταστάσεων π.χ. πνευμονική εμβολή ή διαχωρισμός αορτής με την χρήση συνδυασμένων πρωτοκόλλων (triple-rule-out). 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Για να εξακριβώσει την παρουσία σταθερού στεφανιαίου συνδρόμου όταν έχει αποκλειστεί η πιθανότητα οξέος στεφανιαίου συνδρόμου. 	
Αξονική στεφανιογραφία για την εκτίμηση ασθενών που έλαβαν θεραπεία στεφανιαίας επαναγγείωσης.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Δεν θα πρέπει να εκτελείται σε επίπεδο ρουτίνας σε ασθενείς που έλαβαν με διαδερμική παρέμβαση, στεφανιαία επαναγγείωση. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Μπορεί να είναι χρήσιμη για την εκτίμηση συμπτωματικών ασθενών που έχουν ενδοστεφανιαία πρόθεση (Stent) διαμέτρου >3 χιλιοστών. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Κατάλληλη εξέταση για την αξιολόγηση ασθενών με αορτοστεφανιαία παράκαμψη (By-pass). 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Κατάλληλη εξέταση για την αξιολόγηση αγνώστου ανατομίας προηγούμενου αορτοστεφανιαίου μοσχεύματος πριν την διενέργεια κλασσικής αγγειογραφίας. 	

Ωστόσο το 2021 και το Αμερικάνικο Κολλέγιο Ακτινολογίας (ACR) (7), εξέδωσε νέες αναλυτικές οδηγίες για την εφαρμογή και την καθημερινή κλινική πρακτική της αξονικής στεφανιογραφίας. Με βάση αυτές, προτείνεται η μέτρηση φορτίου ασβεστίου (Calcium Score) σε ασθενείς με κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου, για τον εντοπισμό και τη ποσοτικοποίηση του φορτίου ασβεστίου στα στεφανιαία αγγεία. Ο ρόλος της μέτρησης ασβεστίου συνεχώς αναθεωρείται αλλά υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι μπορεί να οδηγήσει με ασφάλεια στην απόφαση θεραπευτικού σχήματος σε ασθενείς με κίνδυνο ανάπτυξης αθηρωματικής νόσου. Επίσης βοηθάει στην ανίχνευση ασβεστώσεων σε άλλες καρδιακές δομές όπως βαλβίδες, αορτή και περικάρδιο.

Αναλυτικότερα η Αξονική Στεφανιογραφία έχει σαν ενδείξεις στην διάγνωση, στον χαρακτηρισμό και στο προεγχειρητικό έλεγχο τα εξής :

- Στεφανιαία αθηρωματική ή μη αθηρωματική νόσος.
- Συγγενείς καρδιακές και αγγειακές ανωμαλίες.
- Επανελέγχος μετά από επέμβαση ή παρηγορητική θεραπεία για συγγενείς καρδιοπάθειες
- Εκτίμηση μετεγχειρητικών καταστάσεων (θρομβώσεις, ανευρύσματα κτλ).
- Αξιολόγηση προηγούμενων ενδοστεφανιαίων επεμβάσεων (Stents, αορτοστεφανιαίες παρακάμψεις (By-pass)).
- Αξιολόγηση προ ή μετά την διενέργεια καρδιακών επεμβάσεων (πχ Ablation, αλλαγή καρδιακής βαλβίδας, βηματοδότης, απομόνωση πνευμονικής φλέβας κ.α)
- Αξιολόγηση επιπτώσεων στεφανιαίας ισχαιμίας (ουλώδης ιστός, ιστική νέκρωση, θρόμβος, ψευδοανευρύσματα).
- Απεικόνιση καρδιακών όγκων και κακοηθειών (μάζες κτλ).

Γενικά σαν εξέταση προτείνεται σε ασθενείς χαμηλού ή μετρίου βαθμού επικινδυνότητας για ανάπτυξη στεφανιαίας νόσου σε συνδυασμό πάντα με τα κλινικά, εργαστηριακά και απεικονιστικά δεδομένα.

Οι ασθενείς υψηλού κινδύνου με στεφανιαία νόσο είναι προτιμότερο να ακολουθήσουν την επεμβατική κλασική εκλεκτική αγγειογραφία αλλά ο ρόλος της αξονικής στεφανιογραφίας συνεχώς ενισχύεται στον πληθυσμό των ασθενών αυτών.

Η επιλογή ασθενών για την διενέργεια αξονικής στεφανιογραφίας γίνεται βάσει των κλινικών κριτηρίων που παρατίθενται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2.

Κλινικά κριτήρια επιλογής ασθενών για διενέργεια Αξονικής Στεφανιογραφίας (ACR) (7)	
1	Ανεξήγητο ή άτυπο θωρακικό άλγος με χαμηλού ή μετρίου βαθμού πιθανότητα στεφανιαίας αθηρωματικής νόσου βάσει ηλικίας, φύλλου και παραγόντων κινδύνου.
2	Γνωστή ή υποπτευόμενη στεφανιαία νόσος με προηγούμενη ΗΚΓ εξέταση ή μη ολοκληρωμένη κλασική αγγειογραφία για τον καθορισμό σταδίου νόσου και αιτίας.
3	Αξιολόγηση συμμετοχής στεφανιαίας αρτηρίας σε νόσο Kawasaki.
4	Τυπικό ή άτυπο θωρακικό άλγος με φυσιολογικό ή διφορούμενο Test κοπώσεως και φυσιολογικά ή διφορούμενα αποτελέσματα ΗΚΓ.
5	Ανεξήγητο οξύ θωρακικό άλγος σε ασθενή με γνωστή ή όχι, στεφανιαία νόσο και φυσιολογικά ή διφορούμενα αποτελέσματα ΗΚΓ.
6	Ανεξήγητο οξύ θωρακικό άλγος σε ασθενή με κλινική εικόνα που χρήζει διαφοροδιάγνωση για άλλες απειλητικές καταστάσεις (διαχωρισμός αορτής κτλ).

7	Θωρακικό άλγος σε ασθενείς με αρνητική εξέταση καρδιακών ενζύμων και φυσιολογικό ΗΚΓ.
8	Διαγνωσθείσα καρδιομυοπάθεια ισχαιμικής αιτιολογίας.
9	Προεγχειρητικός έλεγχος σε ασθενείς μετρίου βαθμού επικινδυνότητας για αθηρωματική νόσο που θα υποβληθούν σε μή καρδιολογική επέμβαση .
10	Εκ νέου θωρακικό άλγος σε ασθενείς που έλαβαν κάποιου είδους θεραπεία για την στεφανιαία ή αθηρωματική νόσο.

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει πλέον μια κοινή γραμμή πάνω στην οποία μπορούν να βασίζονται με σχετική ασφάλεια όλοι οι κλινικοί ιατροί για το πότε οι ενδείξεις είναι κατάλληλες για την απόφαση διενέργειας αξονικής στεφανιογραφίας.

Τέλος η στεφανιαία νόσος εξακολουθεί να είναι η πρώτη αιτία θανάτου στις ανεπτυγμένες χώρες αλλά η θεαματική ελάττωση της οφείλεται στην πρωτογενή και δευτερογενή πρόληψή της.

Σε ένα γενικότερο πλαίσιο ελέγχου συνιστάται όλοι οι άνδρες ηλικίας από 45 έως 75 ετών και όλες οι γυναίκες από 55 έως 75 ετών να υποβάλλονται σε υπερηχογραφική εξέταση καρωτίδων και σε αξονική στεφανιογραφία για την απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων τους σε περιπτώσεις αυξημένων παραγόντων κινδύνου όπως τιμές χοληστερίνης μεγαλύτερες από 200mg, καπνιστές (είτε βαριοί, είτε χρόνιοι), υψηλή αρτηριακή πίεση υψηλότερη από 13mmHg, σακχαρώδης διαβήτης, υπέρβαροι ασθενείς (>90kg) και ύπαρξη θετικού οικογενειακού ιστορικού εμφράγματος του μυοκαρδίου, στεφανιαίας νόσου και γενικότερα ιστορικό αγγειακών παθήσεων.


2.3 Προετοιμασία και διενέργεια της εξέτασης

Η αξονική στεφανιογραφία σαν εξέταση έχει σημαντικές διαφορές όσον αφορά την προετοιμασία και την διαδικασία της εκτέλεσής της ,απο μία απλή αξονική τομογραφία. Οι διαφορές αυτές θα πρέπει πάντα να μελετώνται και να λαμβάνονται υπ' όψιν ούτως ώστε να μπορούν να εγγυηθούν την επιτυχία της εξέτασης. Η απεικόνιση μικρών δομών (στεφανιαία αγγεία και κλάδοι) ενός ταχέως κινούμενου οργάνου αποτελούν μια πρόκληση για έναν Τεχνολόγο-Ακτινολόγο ο οποίος θα πρέπει να εφαρμόσει συγκεκριμένες πρακτικές για να πετύχει το βέλτιστο απεικονιστικό αποτέλεσμα. Η προετοιμασία του ασθενούς και η ενημέρωσή του πριν την εκτέλεση της εξέτασης αποτελούν βασικά κομμάτια της εξέτασης που δεν πρέπει να παραλείπονται. Κάθε τμήμα Αξονικής Τομογραφίας σε οποιοδήποτε ακτινολογικό

εργαστήριο έχει το δικό του πρωτόκολλο προετοιμασίας προσαρμοσμένο στις δυνατότητές του (αξονικός τομογράφος, προσωπικό κτλ). Παρακάτω παρατίθεται ένα γενικότερο πλαίσιο οδηγιών για την προετοιμασία της εξέτασης . Αρχικά δίνονται οδηγίες στον ασθενή τουλάχιστον 3 ώρες πριν την εξέταση να αποφύγει την κατανάλωση ροφημάτων με υψηλή περιεκτικότητα σε καφεΐνη διότι ενδέχεται να αυξήσουν τον καρδιακό ρυθμό, όπως επίσης και να απέχει από το κάπνισμα. Επίσης σημαντικό είναι να έχει ενημερωθεί ήδη ο ασθενής

για τον καρδιακό ρυθμό που απαιτείται (<70 bpm) για την διενέργεια της εξέτασης ώστε να έχει προετοιμαστεί, εάν είναι δυνατόν, φαρμακευτικά από τον καρδιολόγο. Κατά την προσέλευση τους ασθενούς ζωτικής σημασίας είναι η λήψη ενός αναλυτικού καρδιολογικού και μη ιστορικού. Στην εικόνα 2.10 παρουσιάζεται ένα τέτοιο φυλλάδιο για την αξονική στεφανιογραφία.

Ερωτηματολόγιο Αξονικής Στεφανιογραφίας (CTCA)



Όνοματεπώνυμο εξεταζόμενου			Όνομα πατρός
Παραπέμπων Ιατρός		ΑΜΚΑ	
Τεχνολόγος Ακτινολόγος		Ημερομηνία εξέτασης	

Για ποιά λόγα κάνετε την εξέταση :

Πιθανότητα εγκυμοσύνης ; Θηλάζετε :	Συμπληρώνετε ΝΑΙ ή ΟΧΙ ανάλογα με την απάντησή σας	Ύψος (εκ)	
Έχετε υποβληθεί σε αξονική τομογραφία με ενδοφλέβια χορήγηση σκιαγραφικού στο παρελθόν ; Παρουσιάζετε κάποια αντίδραση ;	Αν ναι αναφέρετε :	Βάρος (κ)	
Έχετε αλλεργίες ;	Αν ναι αναφέρετε :	Παλμοί/λεπτό	
Είστε καπνιστής ;		Τιμή κρεατινίνης	
		Τιμή ουρίας	
		eGFR	
		Τιμή χοληστερίνης	

Παρακαλώ επιλέξτε αν πάσχετε από τα παρακάτω :

Αρρυθμίες	
Άσθμα	
Σακχαρώδης διαβήτης	
Υπέρταση	
Υπόταση	
Αορτική στένωση	
Νόσος θυρεοειδή αδένα	
Νόσος ήπατος	
Κολπική μαρμαρυγή	
Κολποκοιλιακός αποκλεισμός 2 ^{ου} - 3 ^{ου} βαθμού	
Άλλη σοβαρή νόσος	

Παρακαλώ αναφέρετε :

Παρακαλώ αναφέρετε προηγούμενο καρδιαγγειακό ιστορικό ή καρδιοαγγειογραφικές επιδόσεις (ιστορικό στεφανιαίας νόσου, αλλαγή καρδιακής βλάβδας, αγγειοπλαστική (stent), βηματοδότης κτλ) :

Παρακαλώ αναφέρετε αν έχει υποβληθεί σε οποιαδήποτε καρδιολογική εξέταση στο παρελθόν :

Παρακαλώ αναφέρετε αν λαμβάνετε :

Μεταφορμίνη (Glucophage κτλ)	Βεραπαμίλη (ισορτίνη)	Αγωγή για άσθμα
Οποιαδήποτε φαρμακευτική αγωγή		

ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΕΠΙΣΤΡΑΦΕΥΣΤΙΚΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

Αγαπητέ Κύριε/Κυρία

Όσα υποβλήθηκαν σε επικοινωνητική ερώτηση που θα χρειαζόταν να σας περιηγηθούμε ενδοφλέβια στεφανιογραφία αυτή για την καλύτερη μέτρηση του προβλήματός σας. Τα αναφορικά που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ενσωματωμένα από ειδικούς φορείς (FDA,EMA,ΕΟΦ) και χρησιμοποιούνται σε ανάλογες εγχειρήσεις στην Ε.Ε. της Η.Π.Α. στην Ιαπωνία και σε άλλες χώρες. Η χρησιμοποίηση αναφορμικού ή ασπιρίνης και αντιβίωσης δεν προκαλεί πρόβλημα, σπάνια όμως, μπορούν να προκαλέσουν όπως μερικοί ή σπάνια ανεπιθύμητες ενέργειες ή αλλεργικές αντιδράσεις. Σας σπάζω αυτές τις πληροφορίες σας για να είστε όλο στο τηλέφωνο υπόλοιπο ο απαραίτητος προφυλακτικός εξοπλισμός και η απαραίτητη εμπειρία για την αντιμετώπισή τους.

Όνοματεπώνυμο Εξεταζόμενου Υπογραφή Εξεταζόμενου

Εικόνα 2.10 : Ερωτηματολόγιο αξονικής στεφανιογραφίας.

(Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

Το αναλυτικό ιστορικό έχει σαν σημασία τις επιπλέον κλινικές πληροφορίες που ενδεχομένως να βοηθήσουν και τον Ιατρό Ακτινολόγο κατά την διάρκεια της γνωμάτευσης, αλλά και τον Τεχνολόγο Ακτινολόγο για την διαδικασία της εξέτασης.

Αναλυτικότερα με την λήψη ιστορικού γίνεται η καταγραφή των σωματοδομικών χαρακτηριστικών του ασθενούς (ύψος, βάρος) προκειμένου να επιλεγεί το κατάλληλο πρωτόκολλο απεικόνισης (παράγοντες έκθεσης κτλ) με βάση τα δεδομένα αυτά, αλλά η επιλογή πρωτοκόλλου μπορεί να διαφοροποιηθεί και με βάση το προηγούμενο καρδιολογικό ιστορικό όπως τοποθέτηση Stent ή παρουσία αορτοστεφανιαίας παράκαμψης. Επίσης είναι απαραίτητο ούτως ώστε να διαπιστωθεί εάν υπάρχει κάποια αντένδειξη στην χορήγηση ιωδιούχου σκιαγραφικού μέσου (νεφρική λειτουργία, ιστορικό αλλεργικών αντιδράσεων, θυρεοειδοπάθεια κ.α). Απαραίτητες είναι οι τιμές κρεατινίνης (Cr) και ουρίας (Ur). Ακόμα ένα σημαντικό κομμάτι της προετοιμασίας αποτελεί η πιθανή χορήγηση φαρμάκων για την ρύθμιση του καρδιακού ρυθμού σε ασθενείς που προσήλθαν με καρδιακούς παλμούς υψηλότερους από αυτούς που απαιτούνται για την εξέταση. Εφόσον δεν έχει προηγηθεί φαρμακευτική προετοιμασία από τον παραπέμποντα ιατρό (συνήθως καρδιολόγο), το εκάστοτε τμήμα είναι σε θέση να χορηγήσει με ασφάλεια και σε συγκεκριμένες δοσολογίες, φάρμακα τα οποία δρουν και μειώνουν τον υψηλό καρδιακό ρυθμό αλλά και ελαχιστοποιούν την πιθανότητα έκτακτων καρδιακών συστολών. Όπως έχει

ειπωθεί παραπάνω ο επιθυμητός καρδιακός ρυθμός θα πρέπει να είναι μικρότερος από 70bpm για να μειωθεί η πιθανότητα κινητικών τεχνικών σφαλμάτων (artifacts) στα στεφανιαία αγγεία. Ωστόσο αυτό έχει να κάνει και με την χρονική διακριτική ικανότητα του αξονικού τομογράφου που χρησιμοποιείται δηλαδή την συχνότητα λήψης εικόνων στην ίδια ανατομική περιοχή. Για το σύστημα από το οποίο αντλήθηκαν τα δεδομένα για την εργασία αυτή (64 τομών), ένας καρδιακός ρυθμός μικρότερος από 70bpm, είναι ικανοποιητικός για την απεικόνιση ολόκληρης της καρδιάς σε δευτερόλεπτα (8-10 s). Συστήματα πολυτομικών αξονικών τομογράφων 128 τομών μείωσαν ακόμα περισσότερο την χρονική διακριτική ικανότητα άρα και την εξάρτηση από τον καρδιακό ρυθμό , αλλά και τα συστήματα 256 και 320 τομών οδήγησαν στην θεαματική μείωση των καρδιακών κύκλων που απαιτούνταν για την απεικόνιση της καρδιάς ακόμα και σε έναν, δηλαδή μία μόνο περιστροφή της λυχνίας γύρω από τον ασθενή. (8)(22)

Περαιτέρω ανάλυση θα οδηγούσε την εργασία εκτός των στόχων της.

Τα φάρμακα αυτά ονομάζονται β-αδρενεργικοί αναστολείς ή b-lockers και εφόσον κριθεί αναγκαία η χορήγηση τους, ο ασθενής θα πρέπει να μείνει στο τμήμα για περίπου μια ώρα με τακτική παρακολούθηση του καρδιακού ρυθμού. Σε περιπτώσεις όπου και μετά την χορήγηση των β-αναστολέων δεν επιτευχθεί ο επιθυμητός καρδιακός ρυθμός, η εξέταση πρέπει να ματαιώνεται και ο ασθενής θα πρέπει να λάβει ειδική καρδιολογική αγωγή και να επανέλθει σε μελλοντικό χρόνο.

Μετά την λήψη ιστορικού και τον έλεγχο του καρδιακού ρυθμού εάν δεν προκύψει κάποια αντένδειξη ο ασθενής οδηγείται στον θάλαμο του αξονικού τομογράφου. Τοποθετείται ύπτιος στο εξεταστικό τραπέζι του αξονικού τομογράφου με τα χέρια ανασηκωμένα πίσω από την κεφαλή.

Εν συνεχεία τοποθετούνται στο σώμα του ασθενούς, ανάλογα με το σύστημα που χρησιμοποιείται, τα ηλεκτρόδια του καρδιογράφου που είναι συνδεδεμένος με τον αξονικό τομογράφο για την λήψη των ηλεκτροκαρδιογραφικών δεδομένων και τον συγχρονισμό της σάρωσης με τα δεδομένα αυτά. Στην φάση αυτή πολύ σημαντικό ρόλο καταλαμβάνει η εκπαίδευση του ασθενούς στις αναπνευστικές ασκήσεις. (8)

Ο ασθενής θα πρέπει να εκπαιδευτεί από τον Τεχνολόγο-Ακτινολόγο επαρκώς και χωρίς πίεση χρόνου, στην λήψη εισπνοών με συγκεκριμένο τρόπο για να αποφευχθεί η εκτέλεση βαθιάς εισπνοής (δοκιμασία Valsalva) κατά την οποία υπάρχει μεγάλη μεταβολή του καρδιακού ρυθμού. Στον ασθενή θα δοθούν οδηγίες ούτως ώστε να λάβει χαλαρή εισπνοή, αν είναι δυνατόν διαφραγματική, να κρατήσει τον αέρα και να μην αναπνέει για όσο χρονικό διάστημα εκτελείται η σάρωση (δευτερόλεπτα).

Είναι αναγκαίο η τεχνική λήψης των χαλαρών εισπνοών να εκτελείται από τον ασθενή με ακρίβεια και επαναληψιμότητα για όσες φορές χρειαστεί μέχρι την ολοκλήρωση της εξέτασης. Τέλος ο ασθενής φλεβοκεντείται, συνήθως στο δεξιό άνω άκρο, με φλεβοκαθετήρα μεγάλης διαμέτρου (18G) μέσω του οποίου θα γίνει η ταχεία χορήγηση του ενδοφλέβιου σκιαγραφικού μέσου από το σύστημα αυτόματης έγχυσης (εγχυτής) στο οποίο έχει τοποθετηθεί ποσότητα σκιαγραφικού μέσου και φυσιολογικού ορού ανάλογα με το πρωτόκολλο εξέτασης και τον ασθενή(8)(14) . Απαραίτητο κρίνεται να ενημερωθεί ο ασθενής για την αίσθηση καύσου λόγω του ιωδιούχου σκευάσματος για να αποφευχθούν τυχόν ταχυκαρδίες ή ανησυχία και αναστάτωση. Στην συνέχεια επικεντρώνεται στο ισόκεντρο του απεικονιστικού συστήματος με τις δέσμες laser και προωθείται στην θέση εξέτασης. Από το σημείο αυτό η εξέταση της αξονικής στεφανιογραφίας είναι έτοιμη για την έναρξή της από

τον Τεχνολόγο -Ακτινολόγο ο οποίος στην κονσόλα χειρισμού θα επιλέξει το κατάλληλο πρωτόκολλο απεικόνισης.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

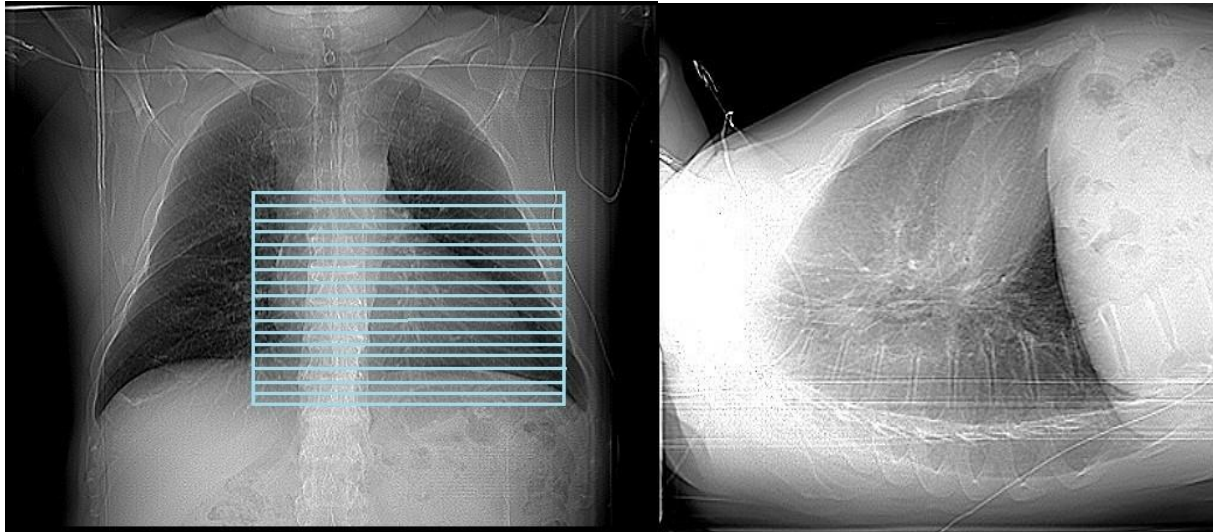
Κεφάλαιο 3^ο "Πρωτόκολλα εξετάσεων"

3.1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι ενδείξεις της αξονικής στεφανιογραφίας καθώς και η απαιτούμενη προετοιμασία του ασθενούς. Είναι πολύ σημαντικό να ληφθεί ένα αναλυτικό ιατρικό ιστορικό από τον ασθενή, διότι με βάση αυτό θα μπορεί να γίνει η επιλογή του βέλτιστου απεικονιστικού πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας. Σύμφωνα λοιπόν με τις κλινικές πληροφορίες που λαμβάνονται τα συνήθη πρωτόκολλα αξονικής στεφανιογραφίας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι τα εξής : **A)** Μέτρηση φορτίου ασβεστίου στεφανιαίων αγγείων (Calcium Score), **B)** Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς <90 κιλών **Γ)** Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς >90 κιλών **Δ)** Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς με ενδοστεφανιαία προθέματα (Stents) και **Ε)** Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς με αορτοστεφανιαίες παρακάμψεις (Bypass). Στο σκέλος αυτό της εργασίας θα αναλυθούν τα συγκεκριμένα πρωτόκολλα τόσο από τεχνικής άποψης σχετικά με τους παράγοντες έκθεσης κτλ , όσο και από τα αναμενόμενα απεικονιστικά τους αποτελέσματα και από τις κλινικές ενδείξεις τους. Σημαντικό κρίνεται να τονισθεί πως τα εν λόγω πρωτόκολλα δεν προκύπτουν από κάποιες κατευθυντήριες οδηγίες απλώς είναι εφαρμοσμένα πρωτόκολλα που ανταποκρίνονται πλήρως στο κλινικό ερώτημα για το οποίο εφαρμόζονται. Ως εκ τούτου σημαίνει πως μπορεί να υπάρχουν πολλά παρόμοια ή και διαφορετικά πρωτόκολλα σε διάφορα τμήματα αξονικής τομογραφίας τα οποία χρησιμοποιούνται στην καθημερινή κλινική πρακτική.

3.2 Μέτρηση φορτίου ασβεστίου (Calcium Score)

Η μέτρηση του φορτίου ασβεστίου αποτελεί σχεδόν πάντα, το πρώτο κομμάτι της αξονικής στεφανιογραφίας. Ρόλος της μέτρησης αυτής είναι να προσδιορίσει την ποσότητα ασβεστίου που έχει εναποτεθεί στα στεφανιαία αγγεία. Στον πίνακα 1 αναφέρονται οι κλινικές ενδείξεις της μέτρησης του φορτίου ασβεστίου. Εφ' όσον έχει προηγηθεί η κατάλληλη προετοιμασία του ασθενούς όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 2.3, αρχικά λαμβάνεται το εντοπιστικό ψηφιακό τοπόγραμμα σε πλάγια και προσθιοπίσθια θέση, για τον σχεδιασμό της εξέτασης. Τα όρια του περιλαμβάνουν τις κορυφές των πνευμόνων έως και τις πλευροδιαφραγματικές γωνίες. Ωστόσο ο σχεδιασμός της σάρωσης για το Calcium Score έχει σαν όρια μόνο την καρδιά. Πιο συγκεκριμένα η σάρωση με κεφαλουραία κατεύθυνση, ξεκινά από την ανατομική περιοχή της τρόπιδας και τελειώνει μετά το τέλος της καρδιάς με επιπλέον 3-5 εκατοστά κάτω από το διάφραγμα. Πάντοτέ λαμβάνεται υπ' όψιν η ανατομία του κάθε ασθενούς για τυχόν τροποποιήσεις.



Εικόνα 3.1:
Σχεδιασμός ορίων σάρωσης στα τοπογράμματα.

Η τεχνική σάρωσης για την συγκεκριμένη μέτρηση, δεν χρειάζεται να είναι ελικοειδής καθότι με την τεχνική των συνεχόμενων εγκάρσιων τομών (Sequential Axial Scan) τα δεδομένα αυτά είναι επαρκή για τον προσδιορισμό που απαιτείται. Η λήψη των εικόνων γίνεται πάντοτε με συγχρονισμό της σάρωσης και του ηλεκτροκαρδιογραφήματος του ασθενούς (προοπτικός συγχρονισμός ή Prospective ECG Triggering) (9) . Η τεχνική αυτή έχει σαν σκοπό το βέλτιστο απεικονιστικό αποτέλεσμα καθότι οι εικόνες λαμβάνονται πάντοτε κατά την τελοδιαστολική φάση του καρδιακού κύκλου για την μείωση των σφαλμάτων κίνησης καθώς και την μείωση της δόσης ακτινοβολίας. Στον πίνακα 3 αποτυπώνονται οι παράγοντες σάρωσης της εξέτασης.

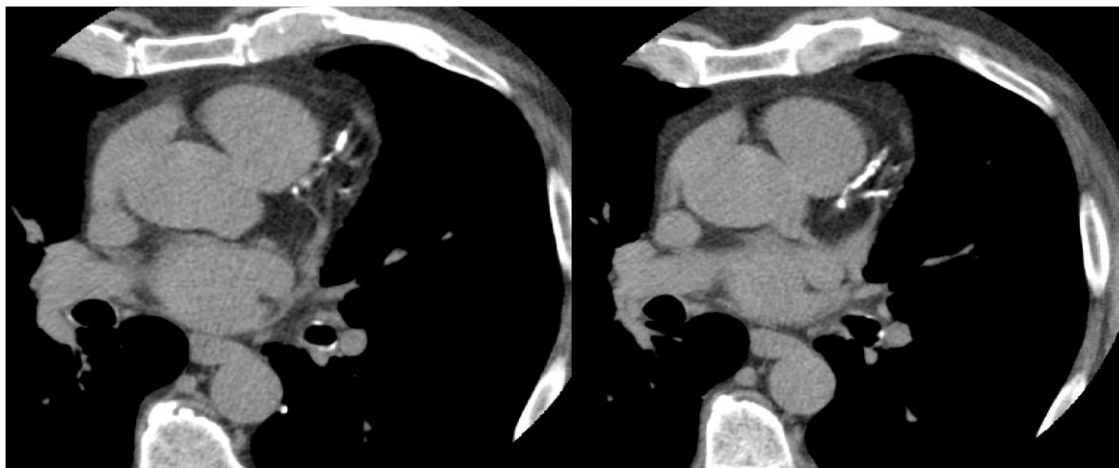
Πίνακας 3.

Τεχνικές παράμετροι σάρωσης Calcium Score.(9)

Τεχνική σάρωσης	Axial (Prospective ECG Triggering)
Παράγοντες έκθεσης (mAs, kV, Rotation Time)	mAs με βάση τον ΔΜΣ(BMI) :
	● ΔΜΣ < 30 : 40-50 mAs
	● ΔΜΣ 30-34 : 50-70 mAs
	● ΔΜΣ > 34: 60-90 mAs
	150- 300 mA .(Z-διαμόρφωση mA) Ακτινοβολία μόνο στην τελοδιαστολική φάση
	120 kV για κάθε τιμή mAs
	0.2 ή 0.3 sec (ανάλογα το σύστημα)

Πάχος τομής	<ul style="list-style-type: none"> ● 2.5mm ● 3 mm
Παράθυρο απεικόνισης	Μαλακών μορίων (επιπλέον πνευμονικό προαιρετικά)

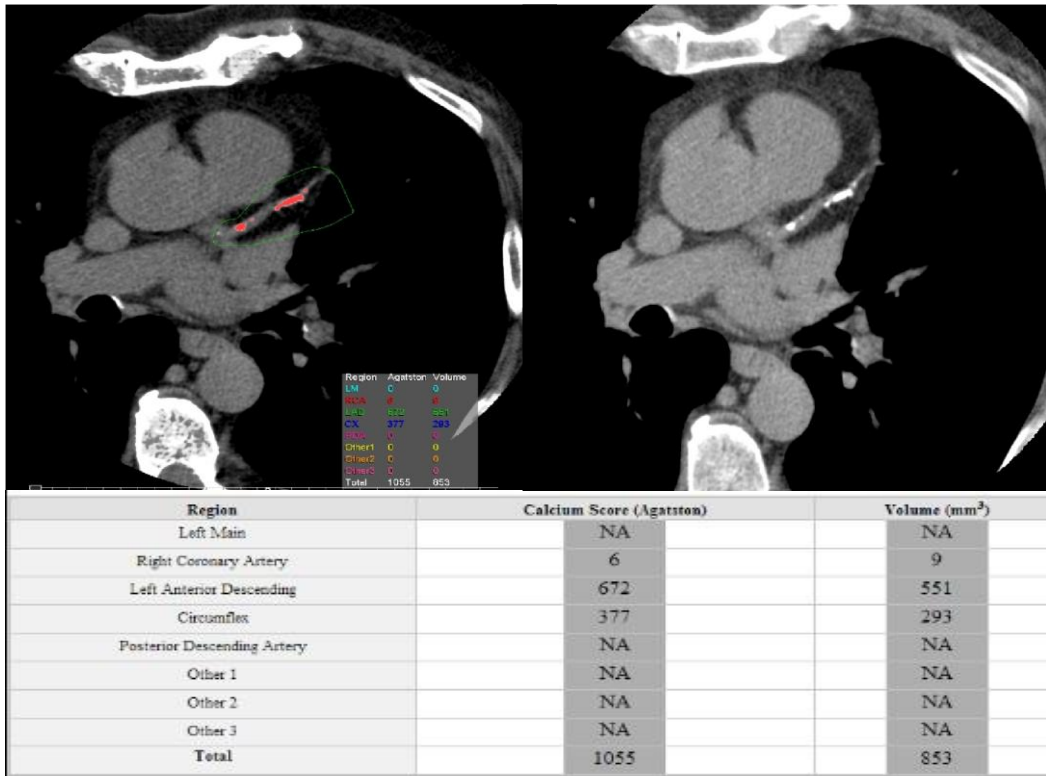
Ο τεχνολόγος ακτινολόγος ξεκινάει την σάρωση αφού πρώτα έχει γίνει η κατάλληλη εκπαίδευση του ασθενούς στις αναπνευστικές οδηγίες. Η διάρκεια σάρωσης για έναν καρδιακό ρυθμό 65 bpm κυμαίνεται από 10 έως 20 δευτερόλεπτα. Εφ' όσον η σάρωση ολοκληρωθεί ο τεχνολόγος ακτινολόγος θα ελέγξει τις εικόνες για τυχόν κινητικά artifacts ή μεγάλη αλλαγή στον καρδιακό ρυθμό του ασθενούς (ανησυχία, αρρυθμίες, μη σωστή εκτέλεση των αναπνευστικών οδηγιών). Το επόμενο σημαντικό κομμάτι στην εξέταση αποτελεί η μέτρηση του ασβεστίου ανά περιοχή και ανά στεφανιαίο αγγείο με την βοήθεια του λογισμικού μετεπεξεργασίας της εξέτασης. Σχεδιάζεται μια περιοχή ενδιαφέροντος (ROI) γύρω από κάθε απεικονιζόμενη αθηρωματική αλλοίωση και το λογισμικό αναγνωρίζει τιμές εντός του ROI μεγαλύτερες από 130 HU(9). Αυτή η διαδικασία γίνεται σε όλες τις τομές της εξέτασης και για όλα τα αγγεία από όπου προκύπτει το συνολικό φορτίο ασβεστίου και συνήθως αυτό περιλαμβάνεται στην διαδικασία της γνωμάτευσης της εξέτασης από τον ακτινοδιαγνώστη. Ιδιαίτερη προσοχή και μέριμνα σε αυτό το κομμάτι θα πρέπει να επιδεικνύει ο εκάστοτε τεχνολόγος ακτινολόγος διότι αν κατά την απόκτηση των εικόνων διαπιστωθούν εκτεταμένες αθηρωματικές αλλοιώσεις στα στεφανιαία αγγεία, θα πρέπει άμεσα να ενημερώσει τον ιατρό ακτινολόγο για να πραγματοποιήσει την μέτρηση του φορτίου ασβεστίου. Αυτό γίνεται διότι σε πολύ υψηλές τιμές Calcium Score >800, τίθεται ζήτημα για το αν θα συνεχιστεί η εξέταση δηλαδή η στεφανιογραφία με το ενδοφλέβιο σκιαγραφικό. Οι πολύ υψηλές τιμές φορτίου ασβεστίου δεν επιτρέπουν την ακριβή εκτίμηση του αυλού των αγγείων λόγω πιθανών τεχνικών σφαλμάτων που προκύπτουν από τις πολύ υψηλές πυκνότητες όπως γραμμοειδή τεχνικά σφάλματα. (8)(13)



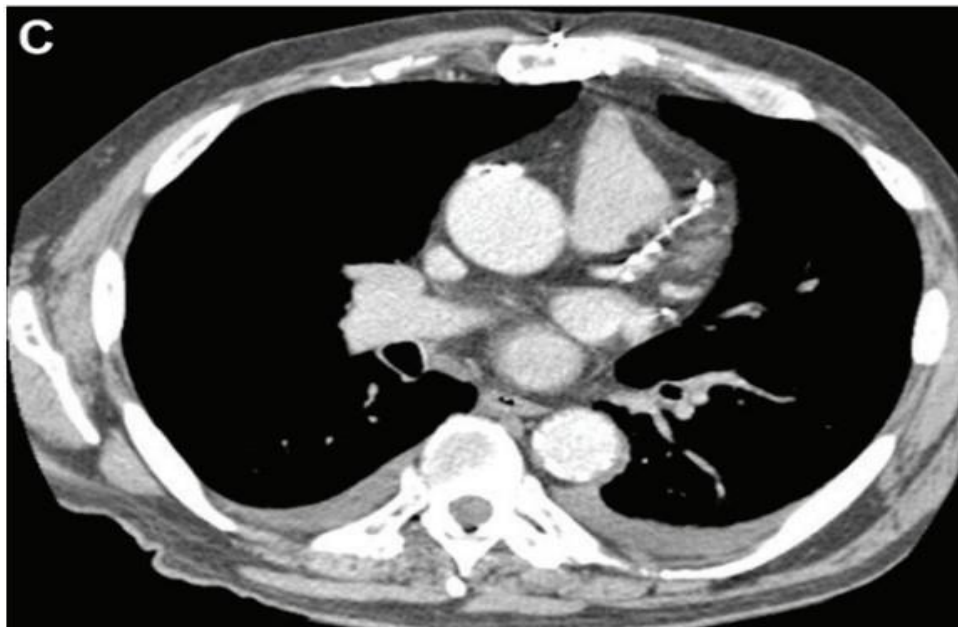
Εικόνα 3.2 :

Διαδοχικές εικόνες Calcium Score με αθηρωματώσεις στον πρόσθιο κατιόντα κλάδο.

(Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 3.3 : Calcium score εικόνες και ROI στον πρόσθιο κατιόντα για υπολογισμό τιμών φορτίου ασβεστίου. Πίνακας τιμών για κάθε αγγείο αναφοράς. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 3.4 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με τιμή φορτίου ασβεστίου 1544. Γραμμοειδή τεχνικά σφάλματα στον πρόσθιο κατιόντα λόγω εκτεταμένων αθηρωματώσεων. (Πηγή: Gupta et al, Coronary artery calcium scoring, current status and future directions, RadioGraphics 2022; 42:947–967.)(9)

Οι μετρήσεις των τιμών φορτίου ασβεστίου γίνονται με βάση 3 διαφορετικές μεθόδους. Α) την Agatston, Β) την Calcium mass score και Γ) την Volume Score μέθοδο. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος μέτρησης είναι η Agatston (9). Ο πίνακας 4 αποτυπώνει τα αποτελέσματα των μετρήσεων τιμών φορτίου ασβεστίου και την κλινική τους σημασία.

Πίνακας 4.

Ερμηνεία τιμών φορτίου ασβεστίου. (8)(10)

Οπτικό Φορτίο	Απόλυτη τιμή (Agatston μέθοδος)	Κλινική ερμηνεία
Μηδενικό	* 0	Φυσιολογική εξέταση. Πολύ μικρή πιθανότητα μελλοντικού στεφανιαίου συνδρόμου.
Ελαφρά αυξημένο	*1-100	Μικρή πιθανότητα μελλοντικού στεφανιαίου συνδρόμου ή μυοκαρδιακής ισχαιμίας.
Μετρίως αυξημένο	*101-400	Αυξημένη πιθανότητα στεφανιαίου συνδρόμου. Πιθανή κατηγοριοποίηση του ασθενούς σε αυξημένου κινδύνου πληθυσμό
Πολύ αυξημένο	> 400	Αυξημένος κίνδυνος μυοκαρδιακής ισχαιμίας. Ασθενής υψηλού κινδύνου για στεφανιαία νόσο.

Με την πάροδο των ετών, έχει πιστοποιηθεί η ισχυρή συσχέτιση του Calcium score με τον κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίου επεισοδίου, ενώ η ασβέστωση των στεφανιαίων αγγείων αποτελεί έναν σημαντικό προγνωστικό παράγοντα για μελλοντική στεφανιαία νόσο. Ωστόσο υπάρχουν και κάποιοι περιορισμοί. Η τεχνική απεικόνισης με Calcium score δεν μπορεί να ανιχνεύσει την μη αποτιτανωμένη αθηρωματική πλάκα και δεν μπορεί να διαφοροποιήσει την σταθερή από την ασταθή πλάκα. Επιπρόσθετα ο βαθμός στένωσης που προκαλεί η αθηρωματική πλάκα στο αγγείο, δεν μπορεί να καθορισθεί. (10) Προκειμένου η εξέταση μέτρησης φορτίου ασβεστίου, να είναι ακριβής και επιτυχής ο τεχνολόγος ακτινολόγος που την εκτελεί θα πρέπει να είναι σε εγρήγορση για πιθανές αστοχίες.

Τεχνικές παραμετροποιήσεις μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα κατά την εξέταση.

Επί παραδείγματι θα πρέπει να έχουν δοθεί σαφείς αναπνευστικές οδηγίες στον ασθενή για αποφυγή αναπνευστικών σφαλμάτων κίνησης και οποιαδήποτε αλλαγή στον καρδιακό ρυθμό ή στο ΗΚΓ σήμα θα πρέπει να αναγνωρίζεται άμεσα. Δεδομένη θεωρείται η άριστη γνώση της ακτινοανατομίας της περιοχής.

Η σωστή εξέταση ξεκινάει από τον σωστό σχεδιασμό ο οποίος περιλαμβάνει την απαραίτητη ανατομία. Σε σπάνιες περιπτώσεις μηδενικού φορτίου ασβεστίου με υποψία μικροαποτιτανώσεων που δεν είναι ξεκάθαρες στις εικόνες των 3 ή 2.5 mm, χρήσιμη θα ήταν η ανακατασκευή εικόνων με πάχος τομής 0.5 mm. (11)

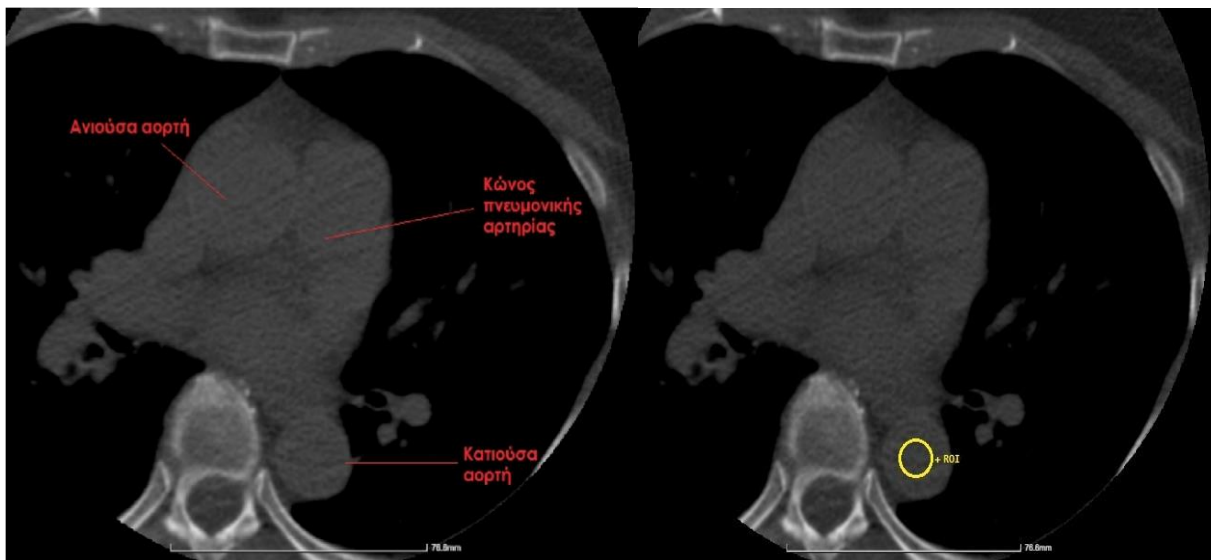
Επίσης κάνοντας χρήση χαμηλότερων τιμών kV από 120 σε 100 ή και 80 kV, μπορεί να επιτευχθεί μείωση στην δόση της ακτινοβολίας έως και 70%. αξιοποιώντας το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο λόγω της μεγαλύτερης απορρόφησης των ακτίνων-X από την αθηρωματική πλάκα. Στα μέχρι τώρα δεδομένα η μέτρηση του φορτίου ασβεστίου επιβαρύνει τον ασθενή με 1mSv δόση ακτινοβολίας. Όμως η μείωση των τιμών kV μπορεί να μειώσει την ποιότητα της απεικόνισης. Ωστόσο αν επιλεγεί η τιμή των 100 kV θα πρέπει να αυξηθεί και η τιμή του ROI μέτρησης, στα 150 HU προς αποφυγή υπερεκτίμησης της αθηρωμάτωσης.

Ακόμα, όταν είναι εφικτό, η χρήση επαναληπτικών αλγορίθμων (iterative reconstructions) για την ανακατασκευή των εικόνων αντί της κλασσικής μεθόδου της οπισθοπροβολής, βοηθάει στην απόκτηση εικόνων Calcium score με λιγότερο θόρυβο, καλύτερη ποιότητα και μειωμένη δόση ακτινοβολίας. (12)(13)

3.3 Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς < 90 κιλά

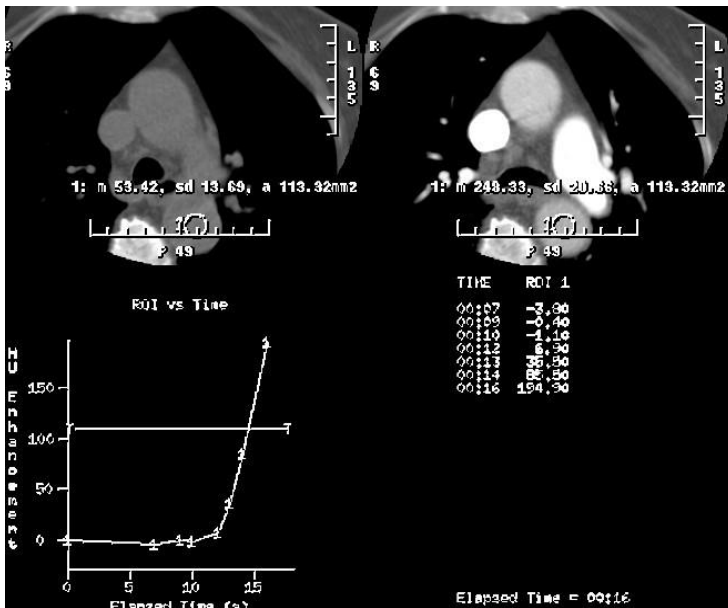
Όπως περιεγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, το calcium score αποτελεί το πρώτο κομμάτι της αξονικής στεφανιογραφίας. Από εδώ και στο εξής αξονική στεφανιογραφία θα νοείται η εξέταση με την χορήγηση του ενδοφλέβιου σκιαγραφικού μέσου. Στην ουσία πρόκειται για μία αξονική αγγειογραφία των στεφανιαίων αγγείων. Τα σωματοδομικά χαρακτηριστικά και το ιστορικό του ασθενούς είναι αυτά που θα οδηγήσουν τον τεχνολόγο ακτινολόγο να επιλέξει το κατάλληλο πρωτόκολλο απεικόνισης.

Το πρωτόκολλο για ασθενείς με βάρος μικρότερο των 90 κιλών αφορά ασθενείς οι οποίοι μπορούν να χαρακτηριστούν από αδύνατοι έως κανονικοί. Το όριο των 90 κιλών έχει οριστεί για πρακτικούς λόγους για να γίνεται πιο εύκολα ο διαχωρισμός των ασθενών. Ο σχεδιασμός της αξονικής στεφανιογραφίας βασίζεται στο τοπόγραμμα που έχει ληφθεί για την μέτρηση του φορτίου ασβεστίου και τις εικόνες από την μέτρηση. Το πεδίο απεικόνισης είτε είναι το ίδιο με αυτό του calcium score είτε μπορεί να τροποποιηθεί μειώνοντας τομές από την τρόπιδα έως και 5 τομές πριν από την έκφυση των στεφανιαίων αγγείων από την αορτική ρίζα (14). Επίσης μπορεί να μειωθούν και τομές, οριοθετώντας την σάρωση έως και 5 τομές μετά το τέλος της καρδιάς. Αυτό έχει σαν σκοπό να μειωθεί η δόση ακτινοβολίας αποκλείοντας περιοχές που δεν θα προσφέρουν διαγνωστική πληροφορία στην εξέταση. Στην συνέχεια λαμβάνεται μία μόνο εγκάρσια τομή η οποία αντιστοιχεί την αρχή της σάρωσης, με μειωμένη ποιότητα απεικόνισης (μειωμένοι παράγοντες έκθεσης). Η τομή αυτή θα χρησιμοποιηθεί για τον σχεδιασμό και τον συγχρονισμό της έγχυσης του ενδοφλέβιου σκιαγραφικού μέσου, με την σάρωση. Σε αυτή την τομή συνήθως περιλαμβάνονται η ανιούσα αορτή, ο κώνος της πνευμονικής αρτηρίας και η κατιούσα αορτή. Έπειτα στην τομή αυτή και συνήθως στην κατιούσα αορτή θα τοποθετηθεί η περιοχή ενδιαφέροντος (ROI) και ορίζεται μία τιμή μέτρησης πυκνότητας. Επιλέγεται η κατιούσα αορτή για τον λόγο ότι εφ' όσον ανιχνευθεί πυκνότητα σκιαγραφικού εντός του αγγείου αυτού, ίση με την τιμή που έχει οριστεί, αυτό σημαίνει πρακτικά μια ικανοποιητική σκιαγράφιση του αρτηριακού δικτύου (σ.σ στεφανιαία αγγεία). Εντός της περιοχής αυτής, θα γίνει αυτόματη μέτρηση των τιμών HU μετά την χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου. (8)(14)



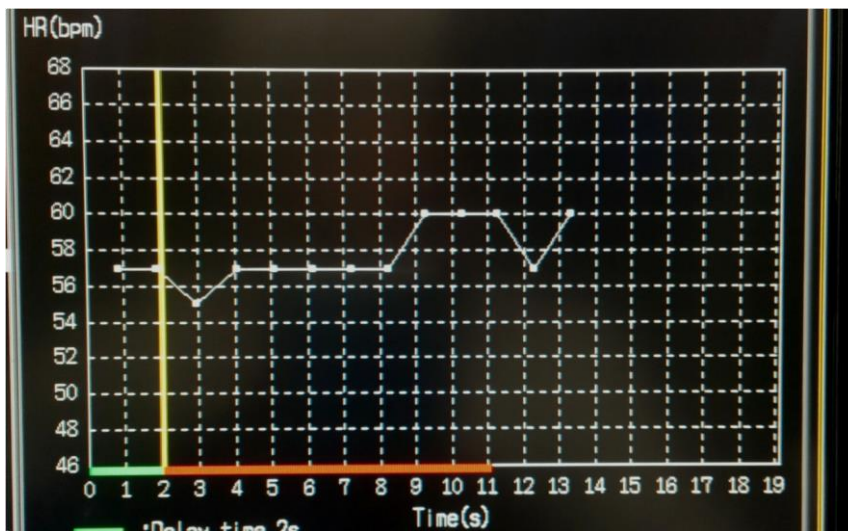
Εικόνα 3.5 : Μονή εγκάρσια τομή και ROI στην κατιούσα αορτή. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

Η σκιαγραφική ουσία, χορηγείται ενδοφλεβίως από τον καθετήρα που έχει ήδη τοποθετηθεί στον ασθενή, δια μέσου του εγχυτή, συνήθως διπλής σύριγγας. Το πρωτόκολλο έγχυσης για τον συγκεκριμένο πρωτόκολλο απεικόνισης, περιλαμβάνει την χρήση ιωδιούχου σκιαγραφικού σκευάσματος πυκνότητας ιωδίου από 35 έως 37% , σε ποσότητα από 70 έως 90 ml, με την ακολουθούμενη χορήγηση 40 έως 50 ml φυσιολογικού ορού. Η χρήση φυσιολογικού ορού είναι απαραίτητη για να αποφευχθούν φαινόμενα σκλήρυνσης της δέσμης και για να προωθηθεί τυχόν σκιαγραφικό το οποίο παραμένει στην υποκλείδιο φλέβα και την άνω κοίλη φλέβα (14) (15). Η ταχύτητα έγχυσης για μέγιστη αρτηριακή σκιαγράφιση των στεφανιαίων αγγείων, για τον τομογράφο 64 τομών τίθεται στα 5ml/sec. Τα παραπάνω περιγράφουν ένα γενικό πλαίσιο οδηγιών. Επειδή στο πρωτόκολλο αυτό μπορεί να υπάρξει η ανάγκη εκ νέου κατηγοριοποίησης των ασθενών, για παράδειγμα πολύ αδύνατοι ασθενείς, θα πρέπει να διαφοροποιηθεί και το πρωτόκολλο έγχυσης. Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν τα πρωτόκολλα έγχυσης για κάθε πιθανή υποκατηγορία. Η τεχνική ανίχνευσης του σκιαγραφικού στο ROI το οποίο έχει σχεδιάσει ο τεχνολόγος ακτινολόγος, γίνεται με την μέθοδο bolus tracking, όπου λαμβάνονται χαμηλής δόσης, συνεχείς ή διαδοχικές τομές ανά 2-3 δευτερόλεπτα, στην περιοχή ενδιαφέροντος χωρίς μετακίνηση του τραπέζιού του αξονικού τομογράφου, και μόλις αναπτυχθεί τιμή πυκνότητας ίση με αυτή που έχει επιλέξει ο τεχνολόγος ακτινολόγος κατά τον σχεδιασμό, τότε η σάρωση ξεκινάει αυτόματα. Η τιμή πυκνότητας ορίζεται στα 200-250 HU για να επιτευχθεί η μέγιστη τιμή αρτηριακής σκιαγράφισης. (16)(21)



Εικόνα 3.6 : Μέτρηση τιμών HU μετά την έγχυση του σκιαγραφικού μέσου.

Πολύ σημαντικό κομμάτι για την επιτυχία της εξέτασης αποτελεί η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας του ασθενούς μετά την εκτέλεση των αναπνευστικών οδηγιών. Πριν την έναρξη της σάρωσης, εκτελείται μια αναπνευστική άσκηση με τις ίδιες εντολές που δίνονται κατά την εξέταση, ούτως ώστε το λογισμικό του αξονικού τομογράφου να μπορεί να καταγράψει την αλλαγή του καρδιακού ρυθμού και τότε αυτός σταθεροποιείται, με σκοπό να συγχρονίσει την έναρξη της σάρωσης με την χρονική στιγμή αυτή (22).



Εικόνα 3.7 : Καταγραφή καρδιακού ρυθμού έπειτα από την εκτέλεση των αναπνευστικών οδηγιών πριν την έναρξη της σάρωσης. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ιατρικού)

Εφόσον διαπιστωθεί μια ομαλή καταγραφή στον καρδιακό ρυθμό χωρίς ιδιαίτερες και σημαντικές διακυμάνσεις, η εξέταση είναι έτοιμη για έναρξη. Ο τεχνολόγος ακτινολόγος ταυτόχρονα εκκινεί την σάρωση και την έγχυση του σκιαγραφικού, και μόλις η τιμή στο ROI φτάσει στο επιθυμητό όριο, ξεκινάει η ελικοειδής σάρωση της αξονικής στεφανιογραφίας. Με την ελικοειδή σάρωση σε αντίθεση με την σάρωση με τεχνική step & shoot που χρησιμοποιείται στο calcium score, λαμβάνονται συνεχή δεδομένα από όλους τους καρδιακούς κύκλους (R-R στο καρδιογράφημα) μέχρι την ολοκλήρωση της σάρωσης(14). Ανάλογα το σύστημα του αξονικού τομογράφου μπορεί να υπάρχει μία μόνο τιμή ρεύματος στην λυχνία καθ' όλη την διάρκεια της σάρωσης ή η λυχνία να τροφοδοτείται με την μέγιστη τιμή ρεύματος μόνο κατά την τελοδιαστολική φάση του καρδιακού κύκλου σύμφωνα με το καρδιογράφημα (8). Στην συνέχεια το λογισμικό του αξονικού τομογράφου με βάση το καρδιογράφημα θα ανακατασκευάσει τις τελικές εικόνες της στεφανιογραφίας, αναγνωρίζοντας δεδομένα μόνο από την τελοδιαστολική φάση ενός ή περισσότερων καρδιακών κύκλων που αποκτήθηκαν (22).



Εικόνα 3.8 :

Επιλογή ανακατασκευής εικόνων από τα δεδομένα της τελοδιαστολικής φάσης του καρδιακού κύκλου(κίτρινη κάθετη γραμμή στο ΗΚΓ).

(Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

Τέλος και πάλι με βάση το σύστημα του αξονικού τομογράφου που χρησιμοποιείται μπορεί να προκύψουν εικόνες αξονικής στεφανιογραφίας σε διαστολική ή συστολική φάση ή εικόνες στεφανιογραφίας σε διαφορετικά τμήματα της τελοδιαστολικής φάσης π.χ. στο 60 ή 70 ή 80 % αυτής. Από το σημείο αυτό οι εικόνες της αξονικής στεφανιογραφίας που αποκτήθηκαν θα αποσταλούν στον σταθμό μετεπεξεργασίας για την διαδικασία της γνωμάτευσης. (8)(14) Το πρωτόκολλο αυτό όπως έχει επισημανθεί παραπάνω, μπορεί να τροποποιηθεί για την απεικόνιση ασθενών με μικρότερα σωματοδομικά χαρακτηριστικά. Η τροποποίηση αυτή έχει να κάνει κυρίως με τα κιλά των ασθενών και δευτερευόντως με άλλους παράγοντες και αφορά την μείωση των παραγόντων έκθεσης και την ποσότητα ενδοφλέβιου σκιαγραφικού.

Για παράδειγμα, σε άντρα ασθενή με σωματικό βάρος 80 κιλών και ύψος 170 εκατοστών θα χρησιμοποιηθεί το πρωτόκολλο ως έχει. Αντίστοιχα, σε γυναίκα ασθενή ύψους 155 εκατοστών και σωματικού βάρους 60 κιλών θα χρησιμοποιηθεί το τροποποιημένο πρωτόκολλο. Επίσης σε γυναίκα ασθενή 65 κιλών και ύψους 160 εκατοστών αλλά με ευμεγέθεις πυκνούς μαστούς που περιλαμβάνονται στο πεδίο απεικόνισης θα χρησιμοποιηθεί το πρωτόκολλο χωρίς τροποποιήσεις. Στους πίνακες που ακολουθούν καταγράφονται οι παράγοντες σάρωσης και το πρωτόκολλο έγχυσης του σκιαγραφικού για κάθε υποκατηγορία που μπορεί να προκύψει.

Πίνακας 5.

Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης, πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς ελαφρύτερους από 90 κιλά αλλά βαρύτερους από 75 κιλά.

Μονή τομή για ROI	kV	mA	Rotation Time	Πάχος τομής
	120	50	0.4 sec	4

Bolus Tracking τομές παρακολούθησης σκιαγράφησης	120	50	0.4 sec	4 mm
---	-----	----	---------	------

*Λήψη τομών ανά 2-3sec ή συνεχόμενα ανάλογα το σύστημα με μέγιστο χρονικό όριο σάρωσης 30 δευτερόλεπτα.

Αξονική στεφανιογραφία	Τεχνική σάρωσης	kV	mA	Rotation time	Πάχος τομής	Pitch
	Ελικοειδής (με ΗΚΓ αναδρομική ανακατασκευή εικόνων)	120	400 mA (Eff mAs :712)	0.35 sec	0.5 mm (0.5x64)	0.197

Έγχυση σκιαγραφικού	Συγκέντρωση ιωδίου	Ποσότητα	Ποσότητα Φ.Ο	Ταχύτητα έγχυσης	Ταχύτητα έγχυσης Φ.Ο	Τιμή ROI
	350mgI/ml	80-95 ml	40-50 ml	5 ml/sec	5 ml/sec	200-250 HU
	370mgI/ml	70-90 ml	40-50 ml	5 ml/sec	5ml/sec	200-250 HU

Οι κλινικές ενδείξεις για το συγκεκριμένο πρωτόκολλο απεικόνισης μπορεί να είναι οι συνήθεις που έχουν ήδη περιγράψει σε προηγούμενα κεφάλαια. Είναι το ίδιο εφαρμόσιμο τόσο σε άνδρες όσο και σε γυναίκες ασθενείς. Τυπικές εικόνες αξονικής στεφανιογραφίας

από αυτό το πρωτόκολλο, χρησιμοποιήθηκαν στο κεφάλαιο 2.1, για την ακτινοανατομία. Η τροποποιημένη εκδοχή του πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς με σωματικό βάρος μικρότερο των 90 κιλών αφορά εξαιρετικά αδύνατους ασθενείς οι οποίοι αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνόλου των ασθενών που υποβάλλονται σε αξονική στεφανιογραφία. Η τροποποίηση αυτή αν δεν μπορεί να υπάρξει σαν ήδη υπάρχον πρωτόκολλο στον αξονικό τομογράφο, σκόπιμο κρίνεται κάθε φορά που ένας τέτοιος ασθενής προσέρχεται για την διενέργεια της συγκεκριμένης εξέτασης, να εφαρμόζεται από τον τεχνολόγο ακτινολόγο.

Πίνακας 6 : Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης, πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς σωματικού βάρους μικρότερο των 75 κιλών.

Μονή τομή για ROI	kV	mA	Rotation time	Πάχος τομής
	100	50	0.4 sec	4 mm
Bolus tracking τομές παρακολούθησης σκιαγράφισης	100	50	0.4 sec	4 mm

*Λήψη τομών ανά 2-3sec ή συνεχόμενα ανάλογα το σύστημα με μέγιστο χρονικό όριο σάρωσης 30 δευτερόλεπτα.

Αξονική στεφανιογραφία	Τεχνική σάρωσης	kV	mA	Rotation time	Πάχος τομής	Pitch
	Ελικοειδής (με ΗΚΓ αναδρομική ανακατασκευή εικόνων)	100-80	250-300 mA (Eff mAs:600)	0.375 sec	0.5 mm (0.5x64)	0.197

*Ανάλογα το σύστημα η μικρότερη τιμή των kV μπορεί να διαφέρει,.

Έγχυση σκιαγραφικού	Συγκέντρωση ιωδίου	Ποσότητα	Ποσότητα Φ.Ο	Ταχύτητα έγχυσης	Ταχύτητα έγχυσης Φ.Ο	Τιμή ROI
	350mg/ml	70-80 ml	30-40 ml	4-4.5 ml/sec	4 - 4.5 ml/sec	180-250 HU
	370mg/ml	60-75 ml	20-35 ml	4-4.5 ml/sec	4 - 4.5 ml/sec	180-250 HU

Οι αλλαγές αυτές στοχεύουν στην μείωση της δόσης ακτινοβολίας με την χρήση χαμηλότερων τιμών kV αφού η διάπλαση του ασθενούς το επιτρέπει όπως επίσης επιτρέπει και τη χρήση μικρότερων ποσοτήτων σκιαγραφικής ουσίας. Όμως ο βαθμός σκιαγράφησης δεν υποβαθμίζεται για τον λόγο ότι σε χαμηλότερες τιμές kV, ενισχύεται το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο επειδή η τιμή των kV είναι πιο κοντά στην K-αίχμη του ιωδίου, τα 33keV, οπότε η απορρόφηση των ακτίνων-X από το ιώδιο αυξάνεται. Άρα, μπορεί να υπάρξει ακόμα

ικανοποιητική σκιαγράφιση με μικρότερες ποσότητες σκιαγραφικού μέσου άρα και ελαχιστοποίηση των κινδύνων από αυτό (σ.σ νεφροτοξικότητα).

Για την διατήρηση της ποιότητας της εικόνας και την μείωση του θορύβου λόγω μείωσης των kV, μπορούν να αυξηθούν ελάχιστα τα mA. Σε καμία άλλη όμως περίπτωση, εκτός από αυτών που παρουσιάστηκαν παραπάνω δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται η συγκεκριμένη τροποποίηση διότι διαφορετικά υποβαθμίζεται η ποιότητα των εικόνων και μπορεί να προκύψουν διαγνωστικά σφάλματα και παραλήψεις. (14)

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι που θα πρέπει να επισημανθεί είναι η σωστή επιλογή του πρωτοκόλλου έγχυσης. Επειδή στην ουσία πρόκειται για μία αγγειογραφία, η ορθή επιλογή των παραγόντων που θα επηρεάσουν την σωστή σκιαγράφιση των στεφανιαίων αγγείων, θα πρέπει να γίνεται προσεκτικά και απαιτεί κλινική εμπειρία. Τα πρωτόκολλα που παρουσιάστηκαν έχουν απόλυτη κλινική εφαρμογή στο τμήμα το οποίο χρησιμοποιούνται έπειτα από πολλαπλές μετατροπές μέχρι να αποδώσουν το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Ωστόσο οι βασικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την σωστή σκιαγράφιση είναι οι εξής. Αρχικά παράγοντες που έχουν να κάνουν με τον αξονικό τομογράφο όπως διάρκεια σάρωσης, κατεύθυνση σάρωσης, καθυστέρηση έναρξης σάρωσης. Δεύτερον παράγοντες που αφορούν τον ασθενή όπως κλάσμα εξώθησης αριστερής κοιλίας, βάρος, ύψος, ικανότητα συγκράτησης αναπνοής και τέλος παράγοντες που αφορούν το ιωδιούχο σκιαγραφικό μέσο όπως συγκέντρωση ιωδίου, ποσότητα, ταχύτητα έγχυσης (17). Κάθε αλλαγή σε έναν από αυτούς τους παράγοντες επιφέρει άμεση αλλαγή στην επιθυμητή σκιαγράφιση των αγγείων και ο τεχνολόγος ακτινολόγος θα πρέπει να είναι εξοικειωμένος με όλες αυτές τις έννοιες ούτως ώστε να επιτύχει την καλύτερη δυνατή απεικόνιση. Η σκιαγράφιση θεωρείται ικανοποιητική όταν τα στεφανιαία αγγεία είναι σκιαγραφημένα πλήρως, το σκιαγραφικό υπάρχει μόνο στην αριστερή κυκλοφορία και στην αορτή και όταν δεν είναι σκιαγραφημένα ή είναι ελάχιστα σκιαγραφημένα η μέση καρδιακή φλέβα. (17)(21)

3.4 Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς >90 κιλά

Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο αφορά τους ασθενείς με σωματικό βάρος μεγαλύτερο των 90 κιλών. Αυτή η εκδοχή περιλαμβάνει στην ουσία όλους τους παχύσαρκους ασθενείς οι οποίοι αποτελούν ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό στο γενικό σύνολο των ασθενών. Από τις βασικές γνώσεις ακτινοτεχνολογία, είναι γνωστό ότι όταν το πάχος θέματος αυξάνεται, παράλληλα αυξάνεται και ο θόρυβος στην παραγόμενη εικόνα. Επίσης για την σωστή απεικόνιση και σκιαγράφιση μεγαλύτερων θεμάτων λόγω της μεγαλύτερης ιστικής απορρόφησης του σκιαγραφικού απαιτείται και περισσότερη ποσότητα σκιαγραφικού. Οπότε από αυτά προκύπτουν αμέσως οι βασικές στοχεύσεις για την δημιουργία πρωτοκόλλου απεικόνισης τέτοιων ασθενών. Εν τούτοις τίθεται το ερώτημα του μέγιστου ορίου κιλών το οποίο θα επιτρέπει την διενέργεια της εξέτασης.

Το βασικό μέλημα της ακτινοδιάγνωσης είναι να εξάγει ασφαλή ιατρικά πορίσματα τα οποία βασίζονται σε απεικονίσεις χωρίς σφάλματα. Και πάλι στο σημείο αυτό ο τεχνολόγος ακτινολόγος κατέχει κρίσιμο ρόλο, διότι θα πρέπει να μπορεί να διακρίνει πότε μία αξονική στεφανιογραφία δεν θα έχει το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Προκειμένου να διασφαλιστεί η αξιοπιστία της εξέτασης αλλά και κυρίως η ασφάλεια των ασθενών (δόση ακτινοβολίας, σκιαγραφικό κτλ), ως ανώτατο όριο για το συγκεκριμένο πρωτόκολλο ορίζονται τα 150 κιλά.

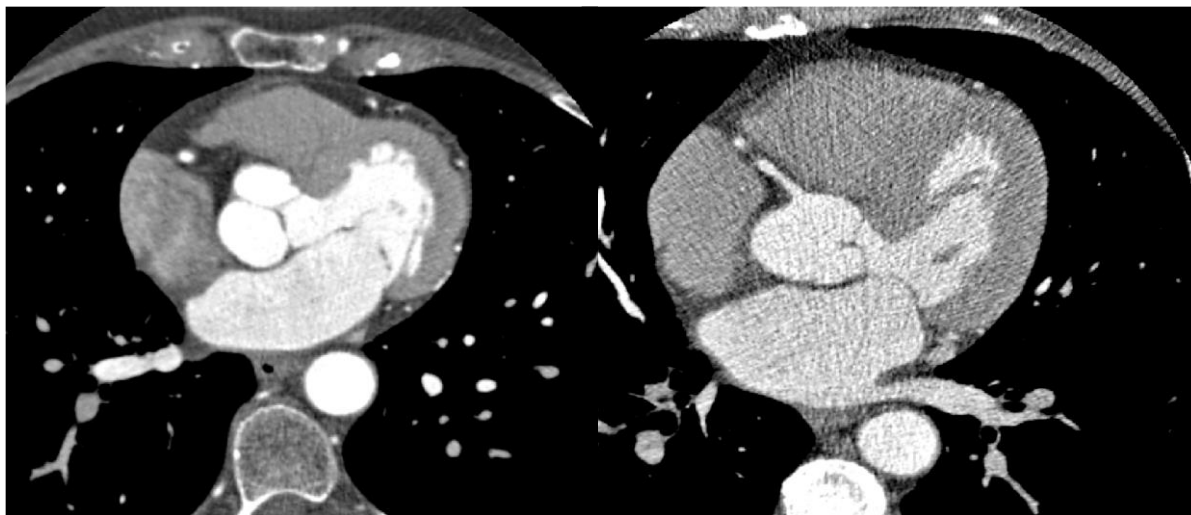
Ωστόσο περιπτώσεις ασθενών με κιλά άνω του ορίου αυτού θα πρέπει να ελέγχονται μεμονωμένα. (14)(22)

Επί παραδείγματι, ασθενής με σωματικό βάρος 160 κιλών και ύψος 210 εκατοστά έχει διαφορετική κατανομή του λίπους από έναν ασθενή 160 κιλών και ύψους 170 εκατοστών, και θα μπορούσε να υποβληθεί στην εξέταση. Αρκετές φορές το συγκεκριμένο πρωτόκολλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε γυναίκες ασθενείς με ευμεγέθεις μαστούς.

Η απόφαση για την διενέργεια ή όχι της αξονικής στεφανιογραφίας σε εξαιρετικά εύσωμους ασθενείς θα πρέπει να είναι αποτέλεσμα ιατρικών χειρισμών από τον υπεύθυνο ιατρό ακτινολόγο έπειτα από την ανάλυση όλων πρακτικών περιορισμών και των πιθανών σφαλμάτων στην απεικόνιση από τον τεχνολόγο ακτινολόγο. Στην ουσία το συγκεκριμένο πρωτόκολλο απεικόνισης διαφοροποιείται σε σχέση με το πρωτόκολλο <90 κιλών, στους παράγοντες έκθεσης οι οποίοι είναι ελαφρώς αυξημένοι για να βελτιωθεί η ποιότητα απεικόνισης λόγω του αυξημένου πάχους θέματος και στο πρωτόκολλο έγχυσης του σκιαγραφικού. Όλη η υπόλοιπη διαδικασία είναι ακριβώς η ίδια όπως παρουσιάστηκε παραπάνω. (17)

Πίνακας 7. Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης, πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς σωματικού βάρους μεγαλύτερου των 90 κιλών.

Μονή τομή για ROI	kV	mA		Rotation time	Πάχος τομής	
	120	50-10	0	0.4 sec	4 mm	
Bolus Tracking τομές παρακολούθησης σκιαγράφησης	120-135	50-10	0	0.4 sec	4 mm	
Αξονική στεφανιογραφία	Τεχνική σάρωσης	kV	mA	Rotation time	Πάχος τομής	Pitch
	Ελικοειδής (ΗΚΓ αναδρομική ανακατασκευή εικόνων)	135-140	400-600 (Eff.mAs: 712800)	0.375 sec	0.5 mm (0.5x64)	0.197
Έγχυση σκιαγραφικού	Συγκέντρωση ιωδίου	Ποσότητα	Ποσότητα Φ.Ο	Ταχύτητα έγχυσης	Ταχύτητα έγχυσης Φ.Ο	Τιμή ROI
	350 mgI/ml	100-110 ml	50 ml	5 ml/sec	5ml/sec	200-250 HU
	370 mgI/ml	90-110 ml	50 ml	5 ml/sec	5ml/sec	200-250 HU



Εικόνα 3.9: Εικόνες αξονικής στεφανιογραφίας. (Αριστερά) Πρωτόκολλο >90κιλών. Ασθενής 115 κιλών άνδρας. (Δεξιά) Πρωτόκολλο <90 κιλών. Ασθενής 98 κιλών, άνδρας. Εμφανείς διαφορές στην ποιότητα της εικόνας και στον βαθμό σκιαγράφησης (370mgI/ml και στις δύο περιπτώσεις). (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

3.5 Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς με ενδοστεφανιαία προθέματα (Stent)

Στο κεφάλαιο 2.2 και ειδικότερα στον πίνακα 1, αναφέρεται πώς η αξονική στεφανιογραφία αποτελεί μία απεικονιστική μέθοδο για παρακολούθηση ασθενών που έλαβαν κάποιου είδους θεραπεία για την στεφανιαία νόσο. Μια από αυτές τις θεραπείες και από τις συχνότερα εφαρμοζόμενες είναι η διαδερμική αγγειοπλαστική με εφαρμογή ενδοστεφανιαίων προθεμάτων ή αλλιώς Stents. Η αγγειοπλαστική είναι μια μη χειρουργική διαδικασία διάνοιξης της στεφανιαίας αρτηρίας, όταν αυτή έχει υποστεί στένωση ή ακόμη και πλήρη απόφραξη (οξύ έμφραγμα). Με την αγγειοπλαστική αποκαθίσταται η ομαλή κυκλοφορία του αίματος στα στεφανιαία αγγεία και η αιμάτωση των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας(6).

Το stent είναι μια μικρή, μεταλλική πρόθεση η οποία τοποθετείται μόνιμα μέσα στην αρτηρία. Κατά την διαδικασία, το stent μένει και ασκεί μόνιμα πίεση στο τοίχωμα της αρτηρίας και την διατηρεί ανοιχτή. Πρόκειται για μεταλλικά υλικά με ποικίλη σύσταση. Μπορεί να είναι ανοξείδωτο ατσάλι, κοβάλτιο, νικέλιο, τιτάνιο κ.α . Επίσης η αρχιτεκτονική και η δομή τους είναι και αυτή ποικιλόμορφη.(8)

Λόγω λοιπόν της σύστασής τους (μέταλλο) ευθύς αμέσως προκύπτουν οι περιορισμοί που ισχύουν για όλα τα μέταλλα στην ακτινοδιάγνωση, δηλαδή artifacts. Ιδιαίτερα δε, τα artifacts αυτά θα εμφανιστούν σε πολύ μικρές δομές και θα επηρεάσουν την διαγνωστική ακρίβεια.(18) Τα Stents τοποθετούνται συνήθως σε θέσεις όπου υπάρχει ασβεστωμένη αθηρωματική πλάκα άρα στα σημεία αυτά συνυπάρχουν υψηλές ακτινολογικές πυκνότητες, άρα και φαινόμενα μερικού όγκου και σκλήρυνσης της δέσμης.

Μελετώντας εκ νέου και προσεκτικά τον πίνακα 1, θα διαπιστώσει κανείς ότι η αξονική στεφανιογραφία αποτελεί ένδειξη σε ασθενείς με Stent διαμέτρου >3 χιλιοστών για τον λόγο ότι σε μικρότερης διαμέτρου Stent ο αυλός του αγγείου ασαφοποιείται περισσότερο σε σχέση με τα Stents μεγαλύτερης διαμέτρου τα οποία όμως δίνουν ψευδή εντύπωση στένωσης. Με την αξονική στεφανιογραφία σε τέτοιους ασθενείς γίνεται μελέτη και

αξιολόγηση της βατότητας του Stent για πιθανή εκ νέου στένωση εντός του αυλού. Πριν την εκτέλεση της εξέτασης σε αυτή την ομάδα των ασθενών απαραίτητο κρίνεται να μελετηθούν κυρίως από τον ιατρό ακτινολόγο αλλά και από τον τεχνολόγο ακτινολόγο, όλες οι προηγούμενες απεικονιστικές εξετάσεις (πιθανώς προηγούμενη CTCA), αλλά και τα έγγραφα και οι πρακτικές της επεμβατικής διαδικασίας.

Σαν διαδικασία δεν υπάρχει καμία διαφορά σε ότι έχει να κάνει με την προετοιμασία της εξέτασης. Ωστόσο για να μην συνυπάρχουν τα artifacts λόγω της σύστασης του stent με τα πιθανά κινητικά artifact λόγω υψηλού καρδιακού ρυθμού, για την εξέταση τέτοιων ασθενών ένας καρδιακός ρυθμός <60 bpm θα ήταν επιθυμητός. Συνήθως δεν λαμβάνεται το Calcium score για ευνόητους λόγους λόγω της ύπαρξης του Stent(19). Ωστόσο αν υπάρχει προηγούμενη αξονική στεφανιογραφία και χρειάζεται να γίνει σύγκριση τιμών φορτίου σε αγγείο που δεν έχει τοποθετηθεί Stent, τότε λαμβάνεται και το Calcium score. Τα όρια σάρωσης είναι ακριβώς τα ίδια με μια κανονική αξονική στεφανιογραφία. (19) (22)

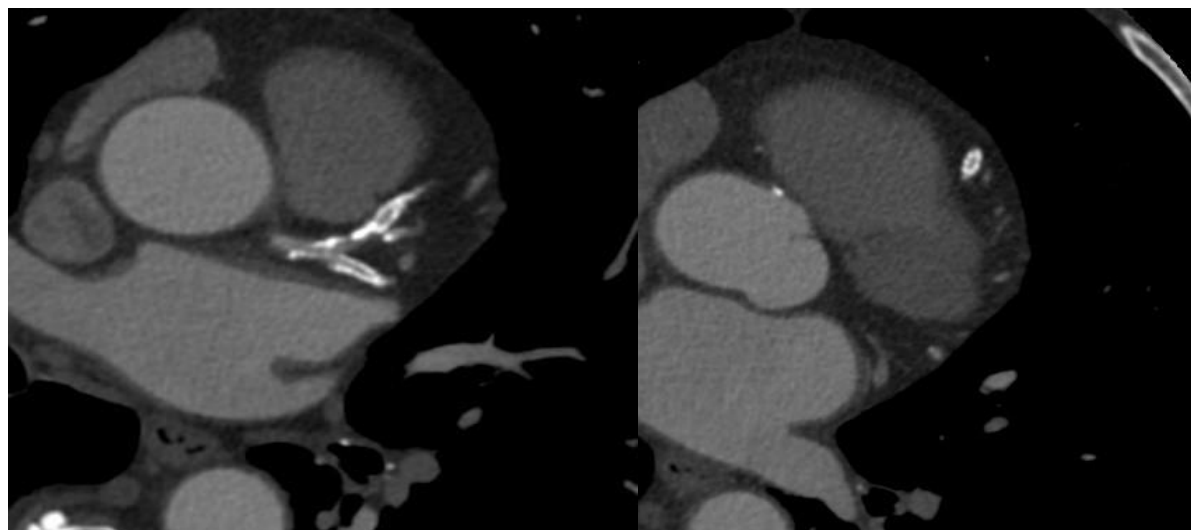
Η τροποποίηση που υπάρχει αφορά το φίλτρο ανακατασκευής της εικόνας. Ανάλογα με τον κατασκευαστή (Αξονικός τομογράφος) τα φίλτρα και η ονομασία τους μπορεί να διαφέρουν. Γενικά για την καλύτερη απεικόνιση του αυλού του Stent απαιτείται ένα οξύ φίλτρο (Sharp) ανακατασκευής των εικόνων. Τυπικές ονομασίες είναι Cardiac-Stent-S και B46. Μερικά συστήματα μπορεί να περιέχουν και την επιλογή για επαναληπτικό αλγόριθμο ανακατασκευής που μειώνει τα artifacts λόγω της παρουσίας του μεταλλικού στοιχείου(20). Με την επιλογή αυτή τα πιθανά artifacts δεν εμφανίζονται καθόλου στις ανακατασκευασμένες εικόνες της στεφανιογραφίας.

Ωστόσο για την καλύτερη αξιολόγηση του αγγείου πριν και μετά το Stent, ένα πιο μαλακό φίλτρο ανακατασκευής (Smooth) είναι χρήσιμο.

Άρα συνολικά μπορεί να προκύψουν 3 διαφορετικά πακέτα ανακατασκευασμένων εικόνων αξονικής στεφανιογραφίας. Ένα με Standard φίλτρο, ένα με Sharp φίλτρο και ένα με Smooth φίλτρο. Κατά την γνωμάτευση θα συνδυαστούν και τα 3 για να δώσουν την πλήρη διαγνωστική πληροφορία. Αναφορικά με το πρωτόκολλο έγχυσης του ενδοφλέβιου σκιαγραφικού δεν υπάρχουν ιδιαίτερες τροποποιήσεις καθότι ρυθμίζεται κυρίως από τα σωματοδομικά χαρακτηριστικά, και αναλόγως επιλέγεται η κατάλληλη ποσότητα και ταχύτητα έγχυσης(17). Ο πίνακας 8 δείχνει το πρωτόκολλο απεικόνισης και έγχυσης για ασθενείς με ενδοστεφανιαία πρόθεση.

Πίνακας 8. Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης , πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς με ενδοστεφανιαία πρόθεση (Stent).

Calcium score	Όχι πάντα απαραίτητο. Επί κλινικών ενδείξεων από προηγούμενη CTCA						
Μονή τομή για ROI	kV	mA	Rotation Time	Πάχος τομής			
	120	50	0.4 sec	4 mm			
Βolus Tracking τομές παρακολούθησης σκιαγράφησης	120-135	50-100	0.4 sec	2 mm			
Αξονική στεφανιογραφία	Τεχνική σάρωσης	kV	mA	Rotation time	Πάχος τομής	Pitch	Φίλτρο ανακατασκευής εικόνων
	Ελικοειδής (με ΗΚΓ αναδρομική ανακατασκευή εικόνων)	135-140	400-600	0.35 sec	0.5 mm (0.5x64)	0.1972) 3)	Sharp -Stent Smooth Std
Έγχυση σκιαγραφικού	Συγκέντρωση ωδίου	Ποσότητα	Ποσότητα Φ.Ο	Ταχύτητα έγχυσης	Ταχύτητα έγχυσης Φ.Ο	Τιμή ROI	
	350 mgI/ml	90-110 ml	40-50 ml	5 ml/sec	5 ml/sec	200-250 HU	
	370 mgI/ml	80-110 ml	40-50 ml	5 ml/sec	5 ml/sec	200-280 HU	



Εικόνα 3.10 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με Stent. Τυπικές εικόνες. Παρουσία Stent στον περισπώμενο (αριστερά) και τον πρόσθιο κατιόντα κλάδο (δεξιά).

(Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισομού)

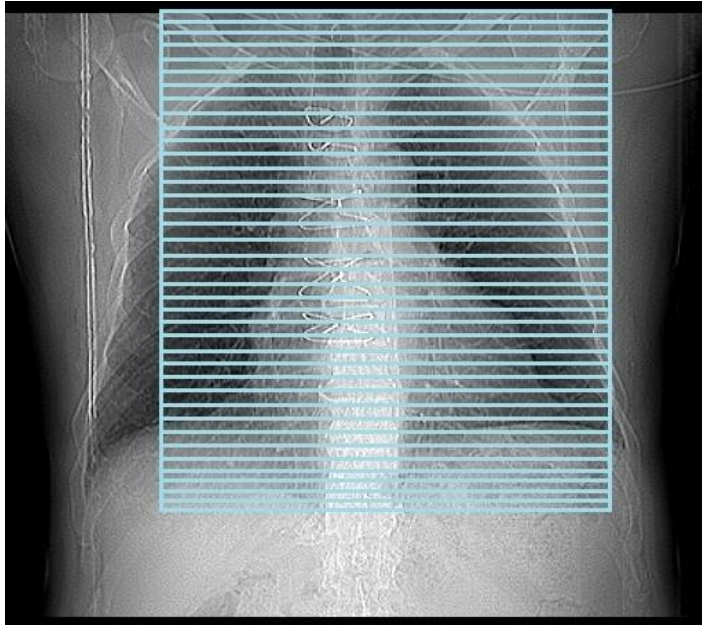
3.6 Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς με αορτοστεφανιαία παράκαμψη (By-pass)

Η αντιμετώπιση εκτεταμένων αθηρωματικών βλαβών που προκαλούν αιμοδυναμικά σημαντικές στενώσεις στα στεφανιαία αγγεία, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό καρδιολογικό και καρδιοχειρουργικό ζήτημα. Η αορτοστεφανιαία παράκαμψη ή όπως συνηθέστερα λέγεται bypass είναι μια διαδεδομένη καρδιοχειρουργική τεχνική για την αντιμετώπιση των στενώσεων των στεφανιαίων αγγείων. Χρησιμοποιούνται φλέβες και αρτηρίες του ασθενή προκειμένου να παρακαμφθούν τα στεγνωμένα τμήματα των αγγείων της καρδιάς και έτσι να αποκατασταθεί η κυκλοφορία αίματος στα καρδιακά τοιχώματα. Οι στενώσεις εξακολουθούν να υπάρχουν και να εξελίσσονται, χωρίς όμως να δημιουργούν πλέον προβλήματα από τη στιγμή που έχει αποκατασταθεί η ροή του αίματος μέσω των μοσχευμάτων. Το By-Pass αποτελεί επιλογή αντιμετώπισης των πιο σοβαρών και πιο εκτεταμένων βλαβών των αγγείων της καρδιάς (8). Κάποια γενικά στοιχεία που ακολουθούν, θα βοηθήσουν τον αναγνώστη να κατανοήσει ελαφρώς την πολυπλοκότητα της επέμβασης αυτής αλλά και πώς η αξονική στεφανιογραφία αποτελεί μια πολύ αξιόπιστη εξέταση για την παρακολούθηση ασθενών που υποβάλλονται σε μία τέτοια επέμβαση.

Για να οδηγηθεί ένας ασθενής σε μία τέτοια χειρουργική επέμβαση οι κύριες ενδείξεις αποτελούν οι εκτεταμένες μη αναστρέψιμες αθηρωματικές βλάβες που προκαλούν σημαντικές στενώσεις ή αποφράξεις στα στεφανιαία αγγεία. Επιπλέον διακρίνονται οι περιπτώσεις νόσου τριών αγγείων, ενός ή δύο αγγείων. Ανάλογα με το ποιο αγγείο ή κλάδος αγγείου είναι αποφραγμένο, επιλέγεται και διαφορετικό αγγείο αναστόμωσης, δηλαδή αγγείο σύνδεσης και επαναγγείωσης. Σε περιπτώσεις όπου ο πρόσθιος κατιόντας κλάδος αποτελεί το αγγείο αναφοράς (απόφραξη) συνήθως χρησιμοποιείται η αριστερή έσω μαστική αρτηρία (**LIMA**) ως αγγείο εκλογής για επαναγγείωση αυτού (8).

Η δεξιά έσω μαστική αρτηρία (**RIMA**) χρησιμοποιείται για την αναστόμωση της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας. Γενικά τα μοσχεύματα των έσω μαστικών αρτηριών χαρακτηρίζονται από υψηλά ποσοστά βατότητας. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν και μοσχεύματα από φλέβες, όπως αυτή της μείζονος σαφηνούς φλέβας (**SVG**), κυρίως για την αναστόμωση της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας και του οπίσθιου κατιόντα κλάδου.

Στις περιπτώσεις αυτές προκύπτουν διάφορα ζητήματα λόγω της ανατομίας και τις φυσιολογίας των φλεβών (βαλβίδες κτλ) που διαφέρουν από τα αρτηριακά μοσχεύματα (8). Ακόμα η κερκιδική αρτηρία (**RA**) και η κάτω επιγάστρια αρτηρία (**IEA**) αποτελούν αρτηριακά μοσχεύματα για την επαναγγείωση της αριστερής κοιλίας και μικρών αγγείων αντίστοιχα. Τα παραπάνω είναι απαραίτητες ιατρικές πληροφορίες και θα πρέπει να προσκομίζονται πριν την διενέργεια της αξονικής στεφανιογραφίας ούτως ώστε να υπάρχει ήδη χαρτογραφημένη η ανατομία και η θέση των μοσχευμάτων που χρησιμοποιήθηκαν. Με την αξονική στεφανιογραφία μπορεί αξιόπιστα να ελεγχθεί η έκφυση των μοσχευμάτων, η βατότητά τους, το σώμα των μοσχευμάτων, η περιοχή της αναστόμωσης, ο βαθμός απόφραξης ενός φλεβικού μοσχεύματος, η παρουσία ψευδοανευρυσμάτων και τυχόν χειρουργικές αστοχίες. Τα παραπάνω αποτελούν τόσο τις κλινικές ενδείξεις της απεικόνισης με CTCA, όσο και τους διαγνωστικούς στόχους των ιατρών ακτινολόγων. Τεχνικά η αξονική στεφανιογραφία σε ασθενείς με By-pass, δεν διαφέρει ιδιαίτερα από την τυπική αξονική στεφανιογραφία. Οι κύριες αλλά ουσιαστικές διαφορές που υπάρχουν αφορούν κυρίως τα όρια σάρωσης και την ποσότητα του ενδοφλέβιου σκιαγραφικού που χορηγείται.



Εικόνα 3.11 : Όρια σάρωσης αξονικής στεφανιογραφίας σε ασθενείς με αρτοστεφανιαία παράκαμψη.

Τα όρια σάρωσης όπως απεικονίζει και η εικόνα 3.11 , είναι σαφώς μεγαλύτερα κατά την ουροκεφαλική διεύθυνση. Αυτό έχει να κάνει με το γεγονός ότι πρέπει να απεικονισθεί και να καλυφθεί ολόκληρο το αορτικό τόξο και τμήμα των υποκλείδιων αρτηριών καθότι αποτελούν τα σημεία σύνδεσης των μοσχευμάτων για αρτηριακή παροχή. Οι θέσεις σύνδεσης μπορεί να ποικίλλουν και να ανευρίσκονται είτε στην ανιούσα αορτή, είτε πάνω στην πορεία του αορτικού τόξου είτε στην κατιούσα αορτή.

Επιπρόσθετα η μεσότητα των υποκλείδιων αρτηριών είναι η περιοχή έκφυσης των έσω μαστικών αρτηριών οι οποίες χρησιμοποιούνται σαν μοσχεύματα.

Λόγω αυτών η σάρωση έχει σχεδόν τα ίδια όρια έναρξης με την απλή αξονική τομογραφία θώρακος, ώστε να περιλαμβάνονται οι παραπάνω ανατομικές δομές καθώς και οι κορυφές των πνευμόνων και ολόκληρο το στέρνο για έλεγχο πιθανών μετεγχειρητικών βλαβών. Πλαγίως και κεφαλουραία τα όρια σάρωσης κατά περιπτώσεις μπορεί να αυξηθούν .

Η μέτρηση φορτίου ασβεστίου όταν εξετάζονται ασθενείς αυτής της κατηγορίας μπορεί να παραληφθεί αφού σκοπός δεν είναι να απεικονιστεί μια πιθανή αθηρωμάτωση η οποία είναι ήδη γνωστό ότι προϋπήρχε σε σημαντικό βαθμό και οδήγησε τον ασθενή στην επέμβαση αυτή. Οι παράγοντες σάρωσης λόγω μεγαλύτερης ανατομικής κάλυψης και επιπλέον ανατομικών δομών που παρεμβάλλονται (θωρακικό τοίχωμα, μασχαλιαίες περιοχές κτλ), είναι ελαφρώς αυξημένοι.

Ο πίνακας 9 καταγράφει όλες τις τεχνικές πληροφορίες του εν λόγω πρωτοκόλλου.

Πίνακας 9. Παράγοντες σάρωσης και έγχυσης, πρωτοκόλλου αξονικής στεφανιογραφίας για ασθενείς με αορτοστεφανιαία παράκαμψη (By-pass).

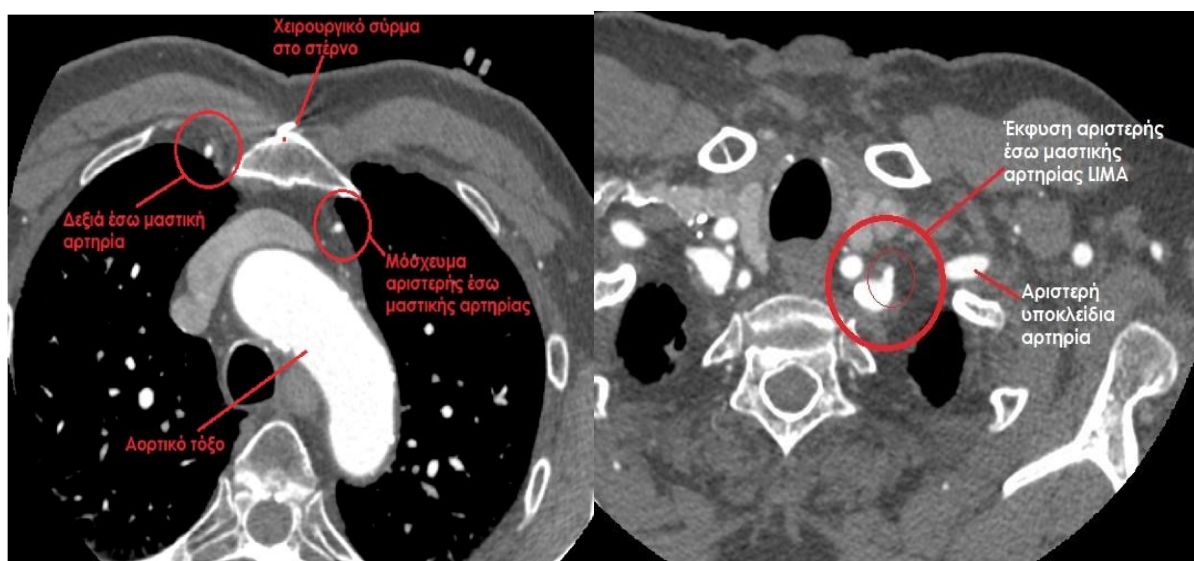
Calcium score	Όχι πάντα απαραίτητο. Επί ειδικών κλινικών ενδείξεων					
Μονή τομή για ROI	kV	mA	Rotation Time	Πάχος τομής		
	120	50	0.4 sec	4 mm		
Bolus Tracking τομές παρακολούθησης σκιαγράφησης	120-135	50-100	0.4 sec	2 mm		
Αξονική στεφανιογραφία	Τεχνική σάρωσης	kV	mA	Rotation time	Πάχος τομής	Pitch
	Ελικοειδής (ΗΚΓ αναδρομική ανακατασκευή εικόνων)	135-140	400-600	0.375 sec	0.5 mm (0.5x64)	0.197
Έγχυση σκιαγραφικού	Συγκέντρωση ιωδίου	Ποσότητα	Ποσότητα Φ.Ο	Ταχύτητα έγχυσης	Ταχύτητα έγχυσης Φ.Ο	Τιμή ROI
	350 mgI/ml	100-120 ml	50 ml	4.5 ml/sec	4.5 ml/sec	150-180 HU
	370 mgI/ml	90-120 ml	50 ml	4.5 ml/sec	4.5 ml/sec	150-180 HU

Χρήσιμο κρίνεται σε περιπτώσεις πιθανής αρχόμενης αθηρωματικής πλάκας σε ένα αρτηριακό μόσχευμα ή αξιολόγησης αποτιτανώσεων στις καρδιακές βαλβίδες. Σε τέτοιου είδους ενδείξεις, η μέτρηση φορτίου ασβεστίου περιλαμβάνει σάρωση μόνο της καρδιάς με ελαφρώς αυξημένα όρια επί περαιτέρω ενδείξεων. Λόγω του προοπτικού συγχρονισμού της σάρωσης με το ΗΚΓ, ο χρόνος σάρωσης δεν μπορεί να παραταθεί αρκετά (διάρκεια συγκράτησης αναπνοής) (8). Τεχνικά το πρωτόκολλο αυτό διαφέρει στον συνολικό χρόνο σάρωσης, στην ποσότητα του ενδοφλέβιου σκιαγραφικού και στους παράγοντες σάρωσης. Είναι πολύ σημαντικό ο ασθενής να κατανοήσει την διαδικασία και τον τρόπο εκτέλεσης των αναπνευστικών οδηγιών καθότι όπως γίνεται αντιληπτό ο χρόνος σάρωσης αυξάνεται λόγω μεγαλύτερης ανατομικής κάλυψης. Συνήθως ο χρόνος κυμαίνεται από 10 έως 20 δευτερόλεπτα το μέγιστο, και αυτό κατά περιπτώσεις. Η σάρωση έχει κεφαλουραία κατεύθυνση και πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή του αγγείου για ανίχνευση του σκιαγραφικού και έναρξης της σάρωσης (22). Στα προηγούμενα πρωτόκολλα, ως αγγείο αναφοράς επιλέγεται η κατιούσα αορτή για ικανοποιητική σκιαγράφιση των στεφανιαίων αγγείων. Στην περίπτωση By-pass, επειδή υπάρχουν περισσότερα αγγεία τα οποία πρέπει να

μελετηθούν και άρα να σκιαγραφηθούν επαρκώς, σαν αγγείο ανίχνευσης επιλέγεται η ανιούσα αορτή ή το αορτικό τόξο.

Με την επιλογή αυτή επιτυγχάνεται μέγιστη αρτηριακή σκιαγράφιση όλων των αγγείων αναφοράς, για τον λόγο ότι το σκιαγραφικό ανιχνεύεται νωρίτερα, παρά την χρονική καθυστέρηση που απαιτείται για την αναγγελία των αναπνευστικών εντολών και την προώθηση της εξεταστικής κλίνης στην αρχή της σάρωσης (κορυφές πνευμόνων) , από το επίπεδο της ανιούσας αορτής (21) (22).

Επιπλέον, με ταυτόχρονη ελαφρά μείωση στην ταχύτητα χορήγησης και τις μετρούμενες τιμές HU, αξιοποιείται καλύτερα ο νεκρός χρόνος μετακίνησης της εξεταστικής κλίνης και μπορεί να επιτευχθεί ασφαλέστερα η μέγιστη αρτηριακή ενίσχυση και να μην υπάρξει ελλιπής σκιαγράφιση. Σύμφωνα με τα παραπάνω συμπεραίνεται επιπλέον, ότι η ποσότητα σκιαγραφικού μέσου είναι αρκετά μεγαλύτερη και ανάλογη του βάρους του ασθενούς (21) .

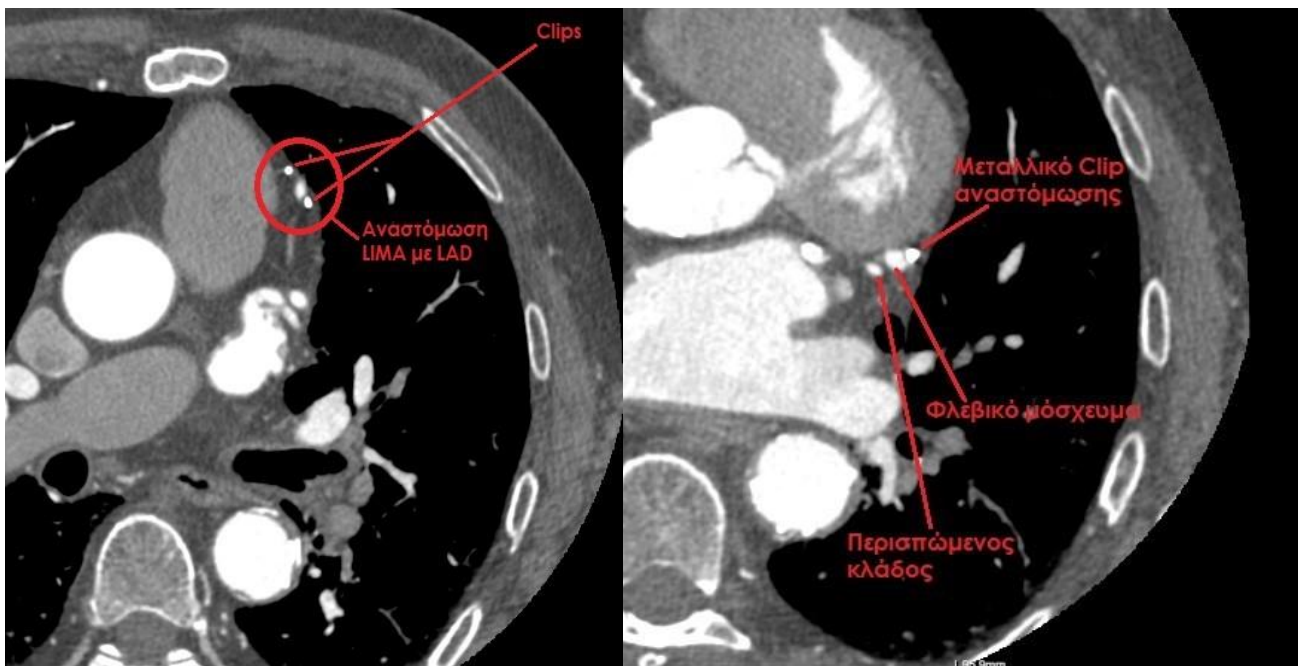


Εικόνα 3.12 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με By-pass. Μόσχευμα αριστερής έσω μαστικής αρτηρίας (LIMA). Αριστερά : Πορεία της LIMA ως μόσχευμα έμπροσθεν του αορτικού τόξου και η σχέση της με την RIMA. Δεξιά: Έκφυση της αριστερής έσω μαστικής αρτηρίας από την αριστερή υποκλείδια αρτηρία. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 3.13:
Απεικόνιση φλεβικού
μοσχεύματος.
Παρουσιάζεται
παχύτερο σε σχέση με
το αρτηριακό (βλ.
Εικόνα 3.12)

(Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



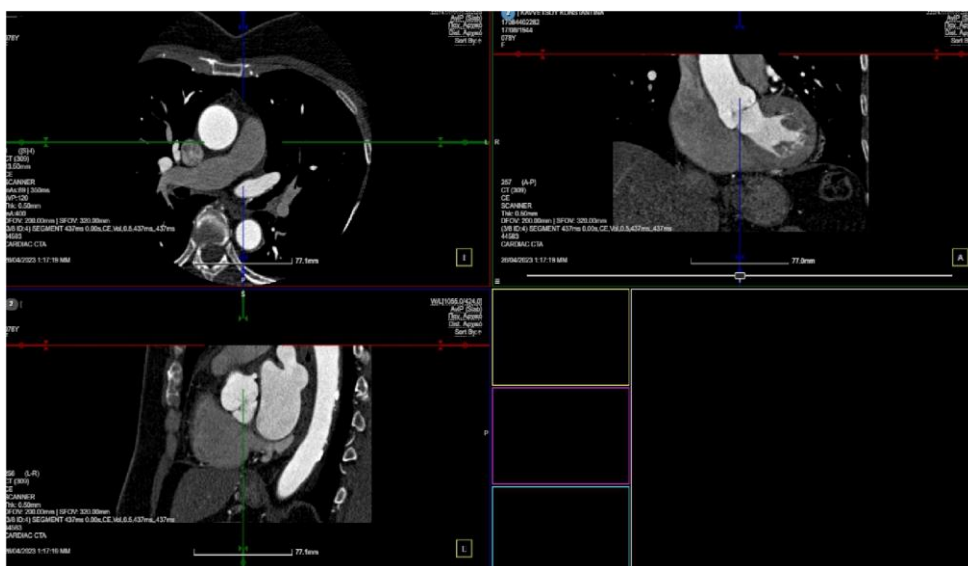
Εικόνα 3.14 : Αριστερά : Αναστόμωση φλεβικού μοσχεύματος με τον περισπώμενο κλάδο.
Δεξιά : Αναστόμωση LIMA με τον πρόσθιο κατιόντα κλάδο. Απεικονίζονται μεταλλικά clips στις περιοχές των αναστομώνσεων.

(Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

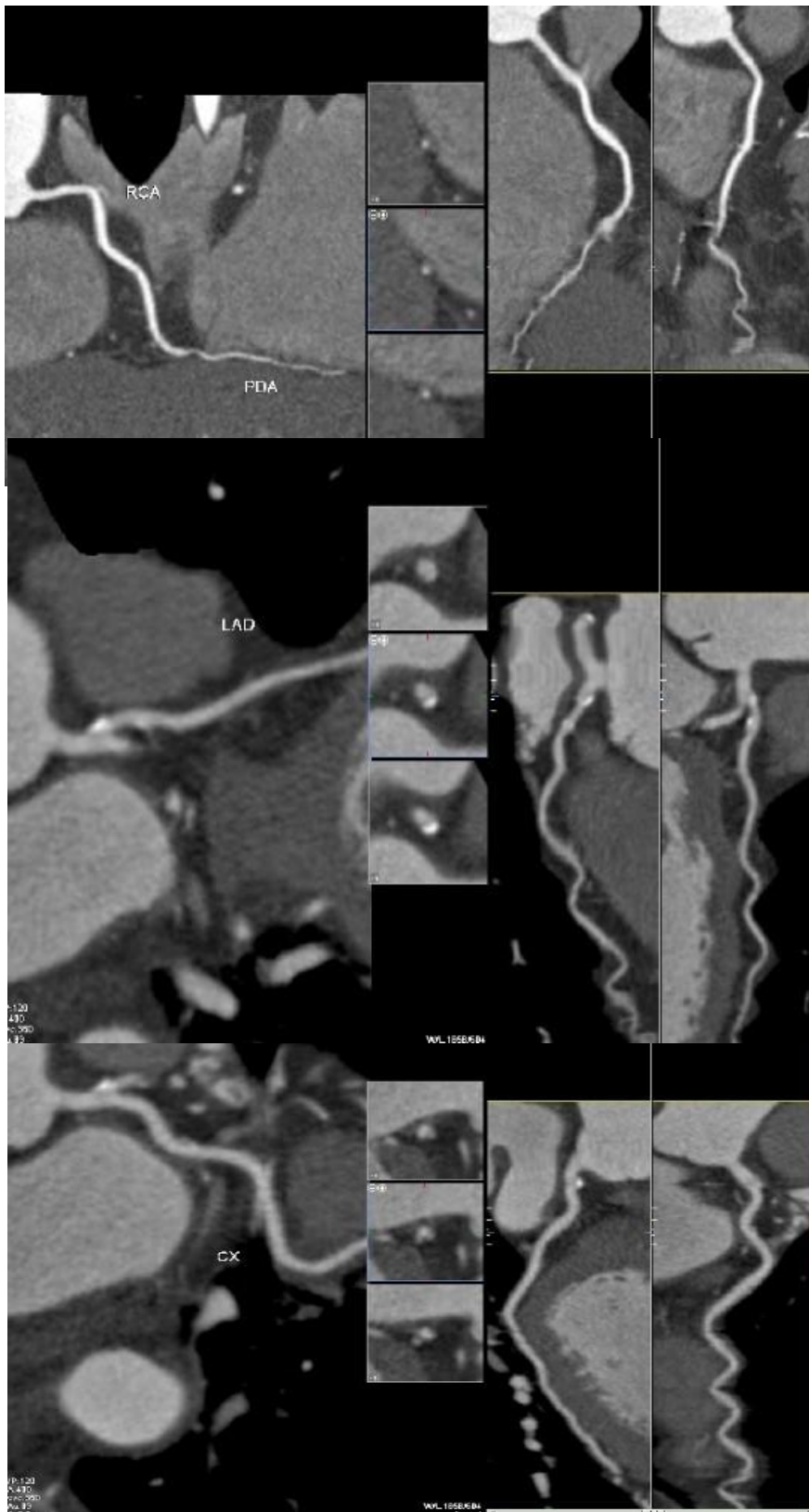
3.7 Μετεπεξεργασία αξονικής στεφανιογραφίας

Με την ολοκλήρωση της εξέτασης οι εικόνες και οι ανασυνθέσεις που έχουν προκύψει, αποστέλλονται στον σταθμό μετεπεξεργασίας. Η μετεπεξεργασία της αξονικής στεφανιογραφίας, στην ουσία αναφέρεται στην διαδικασία ανάλυσης και επεξεργασίας των εγκάρσιων εικόνων μέσα από την οποία ο ιατρός ακτινολόγος θα θέσει την ιατρική γνωμάτευση του. Το λογισμικό του σταθμού εργασίας επιτρέπει την πολυεπίπεδη ανασύνθεση των εγκάρσιων εικόνων σε καμπυλόγραμμες ή ορθογωνιακές εικόνες. Η δυνατότητα αυτή των πολυτομικών συστημάτων αξονικής τομογραφίας είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην στεφανιογραφία, διότι η ανατομική πορεία των στεφανιαίων αγγείων δεν είναι κάθετη στην πορεία της δέσμης ακτινοβολίας και αυτό δημιουργεί δυσχέρεια στην εκτίμηση εξαιρετικά μικρών δομών. (23)

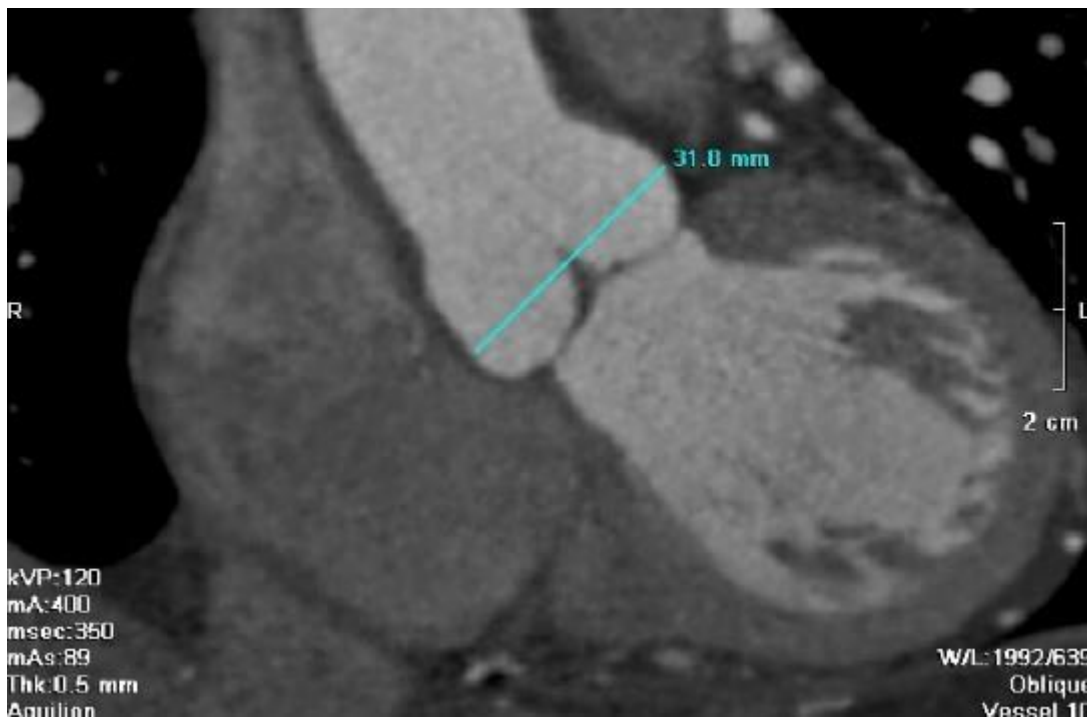
Με τις πολυεπίπεδες ανασυνθέσεις το αγγείο αναφοράς απεικονίζεται συνεχές σε ένα επίπεδο και αυτό δίνει την δυνατότητα ολοκληρωτικής εκτίμησης. Επίσης η απεικόνιση σε στεφανιαίο και οβελιαίο επίπεδο επιπλέον από το εγκάρσιο επιτρέπουν την αξιολόγηση τμημάτων του ίδιου αγγείου, από διαφορετική γωνία θέασης. Ανάλογα με το σύστημα αξονικού τομογράφου και του σταθμού εργασίας, μπορεί να γίνει αυτόματα η αναγνώριση και η επιλογή των αγγείων αναφοράς. Για κάθε ένα αγγείο που επιλέγεται, γίνεται πολυεπίπεδη ανασύνθεση και αναγνωρίζονται στενώσεις και τυχόν ανωμαλίες. Ο ιατρός ακτινολόγος με ειδικά λογισμικά εργαλεία που του παρέχει το σύστημα μπορεί να εκτιμήσει το σημείο και τον βαθμό στένωσης ή απόφραξης του αγγείου, να μετρήσει την διάμετρο αγγείου ή το πάχος των καρδιακών κοιλοτήτων. Επίσης η πολυεπίπεδη επεξεργασία είναι πολύ χρήσιμη στην μελέτη των καρδιακών βαλβίδων, λόγω της ανατομίας τους, καθότι οι γλωχίνες τους μπορούν να απεικονισθούν όλες σε ένα επίπεδο. Ο σταθμός μετεπεξεργασίας χρησιμοποιείται και για την αξιολόγηση των αθηρωματικών βλαβών από τα δεδομένα Calcium score. Η διαδικασία και οι πρακτικές που αναφέρθηκαν στην ενότητα 3.2 αφορούν την μετεπεξεργασία. (8)(23)



Εικόνα 3.15 : Πολυεπίπεδη ανασύνθεση αξονικής στεφανιογραφίας σε στεφανιαίο, οβελιαίο και εγκάρσιο επίπεδο. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



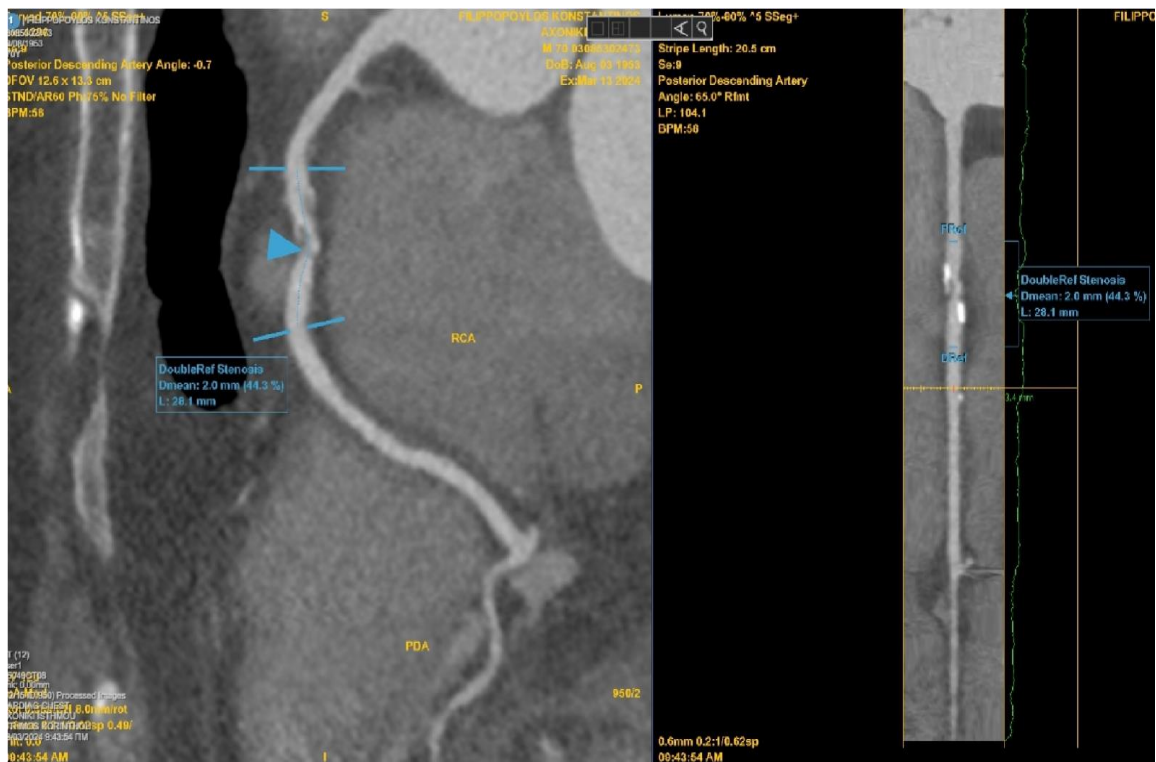
Εικόνα 3.16 : (Πάνω) Αυτόματη πολυεπίπεδη ανασύνθεση δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας, (μέση) πρόσθιου κατιόντα κλάδου και (κάτω) περισπώμενου κλάδου. Απεικόνιση των αγγείων αναφοράς σε δύο επιπλέον ορθογωνιακά επίπεδα, από το εγκάρσιο. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισομού)



Εικόνα 3.17 : Οβελιαία ανασύνθεση καρδιάς για μέτρηση διαστάσεων αορτικής ρίζας. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 3.18 : Απεικόνιση αορτικής ρίζας και τριγλώχινας βαλβίδας με αξονική στεφανιογραφία. Αριστερά απεικονίζεται η αορτική βαλβίδα πριν την πολυεπίπεδη επεξεργασία και δεξιά μετά την επεξεργασία. Παρατηρείται σαφής απεικόνιση των γλωχίνων και των κόλπων του Valsalva έπειτα από την επεξεργασία. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 3.19 : Μετεπεξεργασία αξονικής στεφανιογραφίας. Εκτίμηση ποσοστού και μήκους στένωσης της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

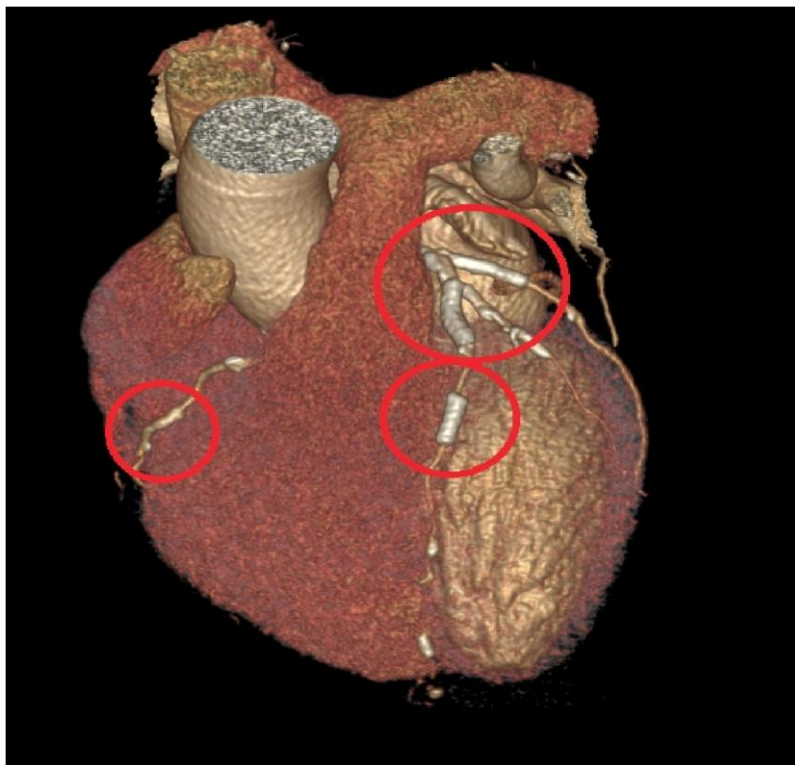
Εκτός από την διενέργεια της εξέτασης, ο τεχνολόγος ακτινολόγος συμμετέχει και στην διαδικασία της μετεπεξεργασίας της αξονικής στεφανιογραφίας. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό της μετεπεξεργασίας, θα δημιουργήσει τρισδιάστατες εικόνες (3D) των αγγείων ή και τμημάτων των καρδιακών κοιλοτήτων, εικόνες με απεικόνιση μέγιστης έντασης (MIP) καθώς επίσης και εικόνες με ενίσχυση των ενδοστεφανιαίων προθεμάτων (Stents). (23) Οι εικόνες αυτές που θα δημιουργηθούν δεν χρησιμοποιούνται στην διάγνωση, απλώς αναδεικνύουν την εκάστοτε παθολογία ή ανατομία με μια διαφορετική οπτική πλησιέστερη στην πραγματικότητα.



Εικόνα 3.20 : Τρισδιάστατες εικόνες καρδιάς. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 3.21: 3D-VR επεξεργασία καρδιάς. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 3.22 : 3D απεικόνιση καρδιάς σε ασθενή με Stent στην δεξιά στεφανιαία αρτηρία, στον πρόσθιο κατιόντα και την περισπώμενη αρτηρία (κόκκινοι κύκλοι).

(Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



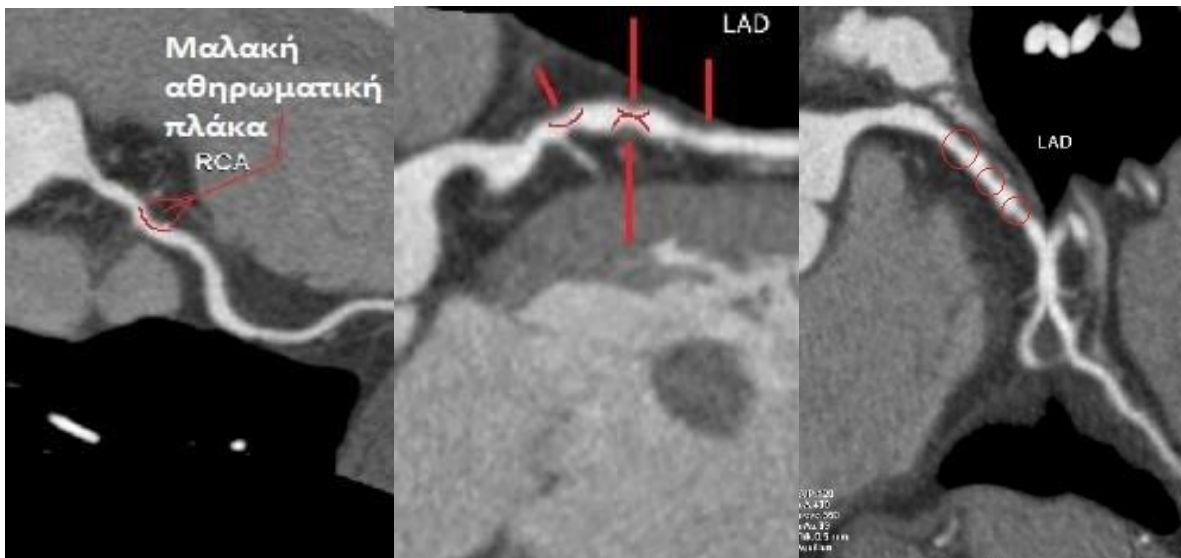
Εικόνα 3.23 : Εκλεκτική 3D απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων χωρίς τις υπόλοιπες δομές της καρδιάς. Δεξιά Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με By-pass και απεικόνιση των μοσχευμάτων. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

3.8 Παθολογία στην αξονική στεφανιογραφία

Όπως έχει περιγράψει σε προηγούμενο κεφάλαιο της εργασίας, η αξονική στεφανιογραφία έχει συγκεκριμένες ενδείξεις εφαρμογής αλλά και συγκεκριμένους διαγνωστικούς στόχους. Οι παθολογικές καταστάσεις που μπορούν να οδηγήσουν έναν ασθενή στην διενέργεια της εν λόγω εξέτασης είναι ποικίλες όπως ποικίλες και περίπλοκες είναι και οι παθολογίες που θα προκύψουν κατά την ακτινοδιάγνωση και απαιτείται εμπειρία και επιστημονική κατάρτιση για την λεπτομερή περιγραφή και αξιολόγηση τους. Για να γίνει σωστή εκτίμηση των παθολογιών αυτών θα πρέπει τεχνικά η εξέταση να είναι άρτια, με την εφαρμογή των κατάλληλων διαγνωστικών πρωτοκόλλων. Οι παθολογίες που μπορούν να προκύψουν κατά την διάγνωση είναι πολυάριθμες, ποικιλόμορφες και αρκετές φορές περίπλοκες. Θα χρειαζόταν μια ξεχωριστή διπλωματική εργασία για να αποτυπωθεί αναλυτικά όλη αυτή η πληθώρα παθήσεων που αφορά τα στεφανιαία αγγεία και πώς αποτυπώνονται με την αξονική στεφανιογραφία, το οποίο δεν αποτελεί το κυρίως αντικείμενο της παρούσας εργασίας. Σε ένα γενικότερο πλαίσιο η παθολογία που συναντάται σε μία τέτοιου είδους εξέταση και με την οποία ο τεχνολόγος ακτινολόγος θα πρέπει να είναι εξοικειωμένος, αφορά :

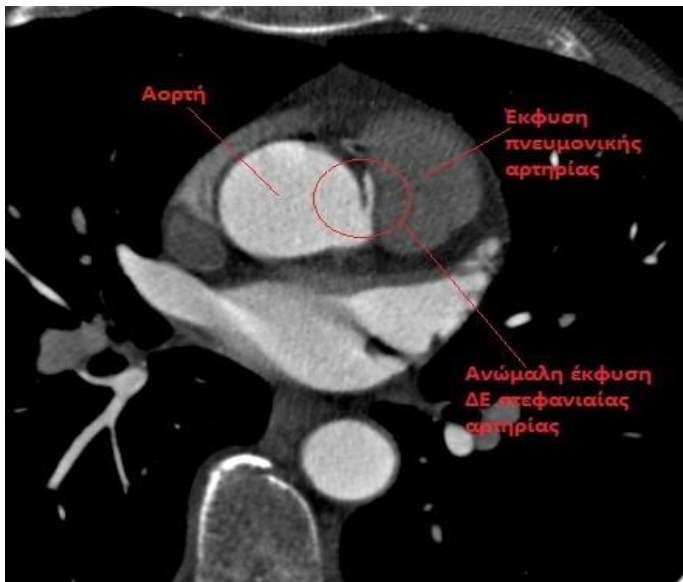
α) Την ύπαρξη αποτιτανωμένης αθηρωματικής πλάκας εντός του αυλού των αγγείων. Στο κεφάλαιο 3.2 για το Calcium score, αναλύονται λεπτομερώς οι πιθανοί κίνδυνοι από την ύπαρξη αποτιτανωμένης αθηρωματικής πλάκας εντός των αγγείων καθώς και χαρακτηριστικές παθολογικές εικόνες. *(8)(24)*

β) Την ποιοτική αξιολόγηση των αθηρωματικών πλακών. Όπως προκύπτει από τα προαναφερόμενα το Calcium score δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ποιοτική αξιολόγηση σε περιπτώσεις μη αποτιτανωμένης πλάκας. Γενικά εκτός από τις αποτιτανωμένες υπάρχουν οι μαλακές και οι μικτού τύπου πλάκες. Η αξιολόγηση της παρυφής και της σύστασης τους μπορεί να δώσει πληροφορίες για την επικινδυνότητα τους. Πλάκες με λιπώδη σύσταση (μαλακές) και με ανώμαλη παρυφή θεωρούνται πιο ευάλωτες και ασταθείς με απώτερο κίνδυνο την μετακίνηση τους και την απόφραξη αγγείου ή αγγειακού κλάδου. *(8)(24)*

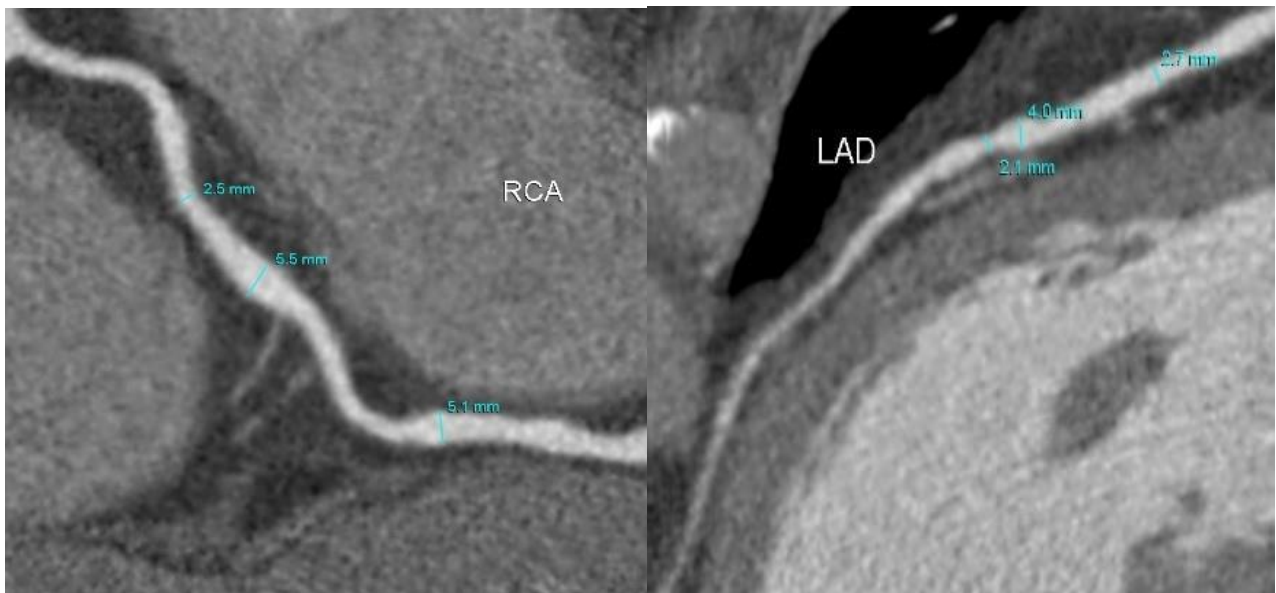


Εικόνα 3.24 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με αθηρωματικές βλάβες στην δεξιά στεφανιαία αρτηρία (αριστερά) και τον πρόσθιο κατιόντα κλάδο (μέση & δεξιά). Μαλακές αθηρωματικές πλάκες που προβάλλουν εντός του αυλού των αγγείων στο εγγύς τμήμα τους προκαλώντας στενώσεις. Παρατηρείται υπόπυκνη απεικόνιση των βλαβών λόγω λιπώδους σύστασης. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

γ) Την παρουσία τυχόν ανατομικών παραλλαγών που μπορεί να προκαλούν αιμοδυναμικές και παροχικές διαταραχές στα αγγεία και τα τοιχώματα της καρδιάς. Το κεφάλαιο 2.1 της ακτινοανατομίας αποτυπώνει την φυσιολογική απεικόνιση όλων των δομών της καρδιάς όπως αυτές θα πρέπει με βάση την φυσιολογία να υπάρχουν. Οι ανατομικές παραλλαγές κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την κλινική τους σημασία και με βάση τα ανατομικά δεδομένα όπως παραλλαγές έκφυσης και πορείας, επικοινωνίας αρτηριακών κλάδων, τερματισμού και συνέχισης στεφανιαίων αρτηριών κ.α. Επίσης αρκετές φορές ο συσχετισμός του λοιπού ιατρικού ιστορικού του ασθενούς μπορεί να δικαιολογήσει την μη φυσιολογική παρουσία των στεφανιαίων αγγείων.[\(8\)\(24\)](#)



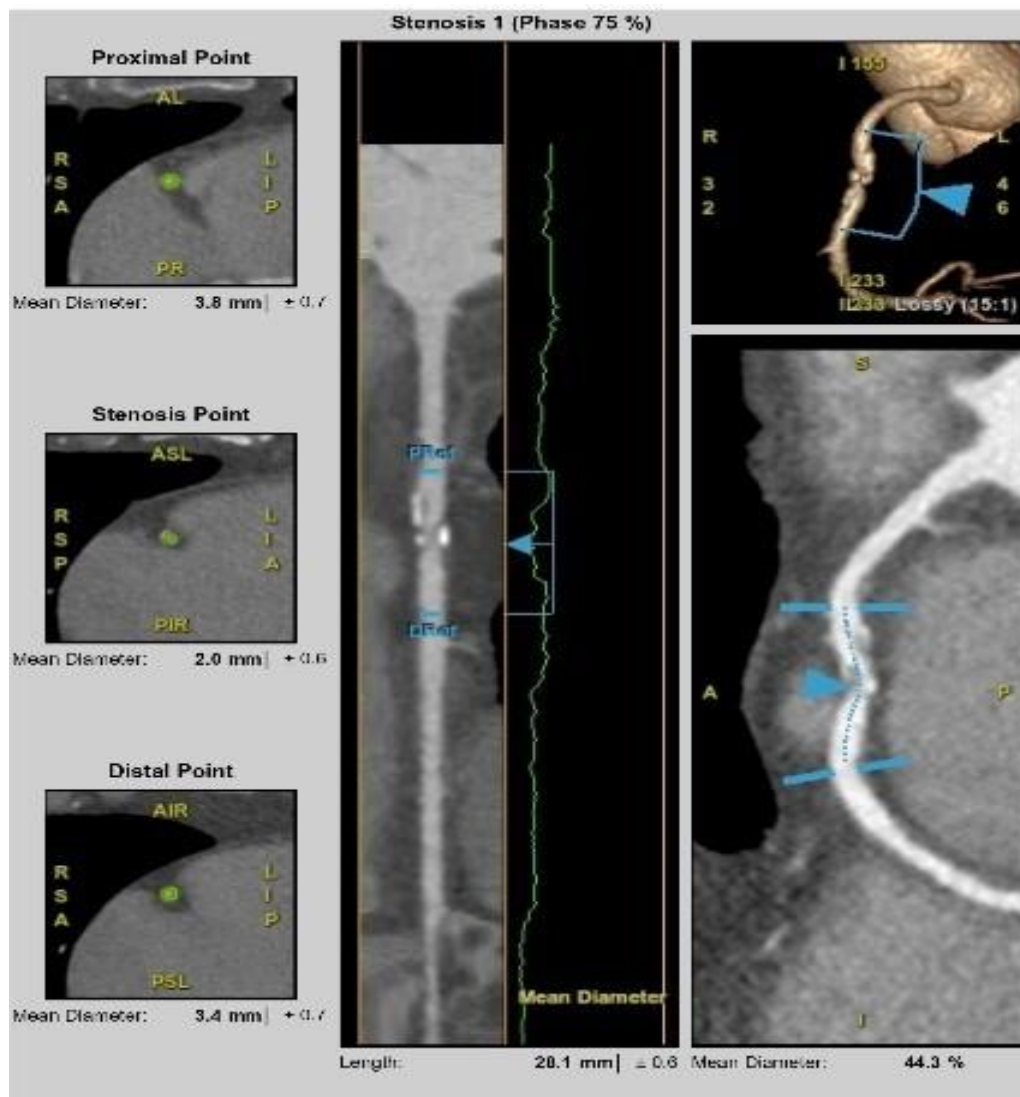
Εικόνα 3.25: Αξονική στεφανιογραφία ασθενούς με άτυπο θωρακικό άλγος. Παρατηρείται ανώμαλη έκφυση της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας εκ του αριστερού κόλπου του Valsalva σε οπίσθια και υψηλή θέση πλησίον της κολποσωληνώδους συμβολής. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)



Εικόνα 3.26 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με ιστορικό νευρινωμάτωσης. Η νευροϊνωμάτωση είναι ένα γενετικό νόσημα, που χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη καλοήθων όγκων στο Νευρικό Σύστημα. Η δεξιά στεφανιαία και πρόσθιος κατιόντας κλάδος παρουσιάζουν κατά τόπους διευρύνσεις και στενώσεις χωρίς την παρουσία αθηρωματώσεων.

(Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

δ) Την στένωση του αυλού των αγγείων που αποτελεί έναν από τους κυρίαρχους διαγνωστικούς στόχους όπως γίνεται αντιληπτό από τα προαναφερόμενα της εργασίας. Εκτός από την αξιολόγηση των αθηρωματικών βλαβών, αυτό που στην συνέχεια απασχολεί τον θεράποντα ιατρό και τον ίδιο τον ασθενή είναι ο βαθμός στένωσης που προκαλεί αυτή η βλάβη. Στενώσεις μεγαλύτερες του 50%, θεωρούνται αιμοδυναμικά σημαντικές και αυξημένου κινδύνου για συμπτωματική στεφανιαία νόσο. Η εκτίμηση του βαθμού στένωσης επιτυγχάνεται με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια με τις εικόνες των αγγείων που προκύπτουν από την μετεπεξεργασία δηλαδή ορθογωνιακές και κυρτές ανασυνθέσεις (MPR, cMPR). (8)(24)



Εικόνα 3.27 : Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή με ευρήματα αποτιτανωμένης και μικτής σύστασης αθηρωματικής πλάκας στην δεξιά στεφανιαία αρτηρία. Το λογισμικό μετεπεξεργασίας υπολογίζει τον βαθμό στένωσης του αυλού του αγγείου έως 44.3% και μέγιστη διάμετρο τα 2mm στο σημείο της στένωσης. Επιπλέον οριοθετείται αυτόματα το τμήμα του αγγείου που παρουσιάζει την στένωση. Χρήσιμες κλινικές πληροφορίες για την θεραπευτική αντιμετώπιση. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

ε) Την μειωμένη βατότητα των μοσχευμάτων και των ενδοαγγειακών προθεμάτων (Stent). Η επαναξιολόγηση ασθενών που έλαβαν θεραπεία για στεφανιαία νόσο είναι από τις βασικές ενδείξεις της αξονικής στεφανιογραφίας. Σε πολλές περιπτώσεις προκαλείται εκ νέου στένωση ή ανάπτυξη αθηρωματικών βλαβών στην περιοχή τοποθέτησης Stent ή βλάβη στην περιοχή αναστόμωσης αγγείων οδηγώντας έτσι σε επιπλέον θεραπευτική αντιμετώπιση. (8)(24)

ζ) Την συνυπάρχουσα παθολογία στο μεσοθωράκιο ή τους πνεύμονες. Λόγω της ταυτόχρονης σάρωσης και τμήματος των πνευμόνων, συχνά παρατηρούνται και παθολογικές καταστάσεις που δεν θα γίνονταν ποτέ γνωστές αν ο ασθενής δεν υποβαλλόταν σε εξέταση με αξονική στεφανιογραφία, ή θα έδιναν συμπτωματολογία σε πολύ προχωρημένα στάδια. (8)(24)



Εικόνα 3.28: Αξονική στεφανιογραφία σε ασθενή που υποβλήθηκε σε διαδερμική αγγειοπλαστική με τοποθέτηση Stent. Οι εικόνες Α και Γ είναι εικόνες αξονικής στεφανιογραφίας πριν την τοποθέτηση των Stent. Παρατηρούνται αθηρωματικές βλάβες και στένωση του αυλού της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας και του περιस्पώμενου κλάδου. Οι εικόνες Β και Δ, είναι εικόνες αξονικής στεφανιογραφίας στον ίδιο ασθενή κατά τον επανέλεγχό του 3 χρόνια μετά. Παρουσία Stent στα προαναφερόμενα αγγεία και σαφής διαφορά στην βατότητα του αυλού της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας αλλά μία εκ νέου στένωση του αυλού του περιस्पώμενου κλάδου λόγω επικαθήμενης αθηρωματικής πλάκας στα τοιχώματα του Stent.



Εικόνα 3.29: Αξονική στεφανιογραφία σε άνδρα ασθενή, καπνιστή στα πλαίσια προληπτικού καρδιολογικού ελέγχου λόγω προκάρδιου άλγους. Παρατηρούνται αθηρωματικές βλάβες στην δεξιά στεφανιαία αρτηρία, στην περισπώμενη αρτηρία και στην ρίζα της αορτής (κόκκινοι κύκλοι). Επιπλέον παρατηρείται μόρφωμα με κεντρική αποτιτάνωση στον πρόσθιο άνω λοβό του δεξιού πνεύμονα (κίτρινος κύκλος). Το εύρημα ταυτοποιήθηκε με την λήψη βιοψίας. (Πηγή: Μαγνητική – Αξονική Ισθμού)

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία έγινε παρουσίαση της αξονικής στεφανιογραφίας σαν εξέταση και σαν διαδικασία, κυρίως μέσα από τις πρακτικές πτυχές που την αποτελούν. Κύρια στόχευση υπήρξε να αναδειχθεί ο ρόλος του τεχνολόγου ακτινολόγου και πώς αυτός ενεργεί για την ορθή εκτέλεση της ειδικής αυτής απεικονιστικής εξέτασης. Αρχικά, η άριστη γνώση και κατανόηση της ανατομίας, της φυσιολογίας και της ακτινοανατομίας της καρδιάς αποτελούν την αρχή για μία επιτυχημένη εξέταση. Με τις γνώσεις της ακτινοανατομίας που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 1, ο τεχνολόγος ακτινολόγος είναι σε θέση να εστιάσει συγκεκριμένα και ειδικά ώστε να απεικονίσει την καρδιά ανάλογα με τις κλινικές πληροφορίες που λαμβάνει. Επιπλέον, οι κλινικές πληροφορίες θα πρέπει να κατανοούνται διότι η εκάστοτε παθολογία, όπως για παράδειγμα οι υψηλές τιμές φορτίου ασβεστίου σε ένα αγγείο αλλά και οι κλινικές ενδείξεις, αλλάζουν το πλάνο της εξέτασης όπως αναφέρθηκε στις ενότητες 3.1 και 2.2 αντίστοιχα. Η σταδιακά αυξανόμενη αξιοπιστία της εξέτασης με την πάροδο των ετών, έχει οδηγήσει και σε αναθεώρηση των κλινικών ενδείξεων της εξέτασης. Πλέον, υπάρχουν σαφείς οδηγίες και πρωτόκολλα ελέγχου καρδιολογικών και μη, ασθενών και τότε αυτοί θα πρέπει να υποβάλλονται σε αξονική στεφανιογραφία (6)(7). Η δομή της εργασίας ήταν τέτοια στην συνέχεια όπου αναλύθηκε επεξηγηματικά η προετοιμασία του ασθενούς πριν την έναρξη της εξέτασης. Αυτή η ενότητα παρόλο που δεν αναφερόταν σε θέματα ακτινοτεχνολογίας, παρουσίασε ίσως την βασική προϋπόθεση για μία βέλτιστη απεικόνιση. Ιδιαίτερη μέριμνα θα πρέπει να επιδεικνύουν οι τεχνολόγοι ακτινολόγοι και κατ'επέκταση τα ακτινολογικά εργαστήρια, ούτως ώστε οι ασθενείς να έχουν τον απαιτούμενο καρδιακό ρυθμό, ανάλογα με το σύστημα του τομογράφου, και έτσι να αποφεύγονται ανεπιθύμητα κινητικά σφάλματα ή και επιπλέον ανεπιθύμητες εκθέσεις σε ακτινοβολία. Ακόμα, η διαδικασία εκπαίδευσης των ασθενών στις αναπνευστικές οδηγίες, θα πρέπει να γίνεται με σαφήνεια και να αφιερώνεται ο απαιτούμενος χρόνος για να γίνουν κατανοητές. Η σύγχρονη ιατρική, ο όγκος των ασθενών και συχνά η ροή των εξετάσεων δεν επιτρέπουν στον τεχνολόγο ακτινολόγο να αφιερώσει επαρκή χρόνο στην εκπαίδευση οδηγώντας συχνά σε αστοχίες την εξέταση. Όλα τα προαναφερόμενα αναλύθηκαν στο γενικό μέρος της εργασίας και αφορούν τα βασικά στοιχεία με τα οποία θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι οι τεχνολόγοι ακτινολόγοι που εκτελούν την εξέταση. Το βασικό σκέλος της εργασίας παρουσίασε κυρίως πρωτόκολλα εξετάσεων αξονικής στεφανιογραφίας και την ανάλυση τους τόσο από άποψη τεχνικών χαρακτηριστικών, όσο και από άποψη κλινικών ενδείξεων. Για ακόμη μια φορά θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα συγκεκριμένα πρωτοκόλλα δεν προκύπτουν από κάποιες κατευθυντήριες οδηγίες, αλλά είναι πρωτόκολλα αξονικής στεφανιογραφίας τα οποία εφαρμόζονται ήδη κλινικά και καλύπτουν το γενικό σύνολο ασθενών και παθολογιών που χρήζουν έλεγχο με αξονική στεφανιογραφία. Η εξήγηση για τις κατηγοριοποιήσεις των πρωτοκόλλων που υπάρχουν στην εργασία, είναι το ότι τα σωματοδομικά χαρακτηριστικά, οι παράγοντες έκθεσης, οι τεχνικές παράμετροι και οι ιδιότητες των ιωδιούχων σκιαγραφικών, αλληλοεπηρεάζονται και αλληλεξαρτώνται σε τέτοιο βαθμό ώστε να αλλάζουν άρδην την ποιότητα των εικόνων αξονικής στεφανιογραφίας. Έτσι τα πρωτόκολλα μπορούν να παραμετροποιηθούν για να καλύπτουν διαφορετικές κατηγορίες ασθενών. Αρχικά το πρωτόκολλο της μέτρησης φορτίου ασβεστίου (Calcium Score), αποτελεί σχεδόν πάντα το πρώτο σκέλος της αξονικής στεφανιογραφίας. Το

φορτίο ασβεστίου αποτελεί έναν σημαντικό προγνωστικό παράγοντα για πιθανή στεφανιαία νόσο ή χρόνιο στεφανιαίο σύνδρομο. Οι μετρήσεις που θα προκύψουν θα συσχετιστούν κλινικά, όπως αποτυπώνεται στον πίνακα 4, και θα δώσουν επιπλέον πληροφορίες για την περεταίρω αξιολόγηση των ασθενών. Ιδιαίτερη μέριμνα χρειάζεται από τον τεχνολόγο ακτινολόγο σε περιπτώσεις υψηλών τιμών φορτίου ασβεστίου διότι μπορεί να υποβαθμίσουν την διαγνωστική ακρίβεια της αξονικής στεφανιογραφίας αν αυτή διενεργηθεί. Τεχνικά, η ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει το πρωτόκολλο αυτό έχει να κάνει στην τεχνική σάρωσης η οποία δεν είναι ελικοειδής. Η τεχνική step & shoot που χρησιμοποιείται συγχρονίζει τα ηλεκροκαρδιογραφικά δεδομένα του ασθενούς με τον αξονικό τομογράφο, ακτινοβολώντας μόνο κατά την τελοδιαστολική φάση του καρδιακού κύκλου μειώνοντας έτσι την δόση ακτινοβολίας. Οι τεχνικές παράμετροι μπορούν να ρυθμίζονται με βάση τον δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ ή BMI). Οι μελλοντικές εξελίξεις στην μέτρηση του φορτίου ασβεστίου θα έχουν να κάνουν με σαρώσεις χαμηλής δόσης ακτινοβολίας χωρίς συγχρονισμό με το ΗΚΓ του ασθενούς αλλά με την χρήση μεγαλύτερων τιμών pitch ούτως ώστε να υπάρχει αλληλοεπικάλυψη των τομών και να μην χάνονται δεδομένα από τυχόν αναπνευστικά ή άλλου είδους σφάλματα. Επίσης συστήματα διπλής ενέργειας ακτινοβολίας θα είναι σε θέση να παράγουν εικόνες Calcium score από τις εικόνες της στεφανιογραφίας με το ενδοφλέβιο σκιαγραφικό, αποφεύγοντας έτσι επιπλέον σάρωση του ασθενούς. Τέλος όλο και πιο ενεργό ρόλο δείχνει να καταλαμβάνει η τεχνητή νοημοσύνη στις μετρήσεις φορτίου ασβεστίου δίνοντας περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την σύσταση της αθηρωματικής πλάκας και τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης της. Το πρωτόκολλο για ασθενείς με σωματικό βάρος μικρότερο των 90 κιλών στην υποενότητα 3.3 μαζί με την τροποποίηση που μπορεί να υποστεί όπως και αυτή αποτυπώνεται στη ίδια υποενότητα, αφορούν τους ασθενείς που μπορούν να χαρακτηριστούν κανονικοί έως πολύ αδύνατοι. Μελετώντας τους πίνακες 5, 6 και συγκρίνοντας τα δεδομένα που τους αποτελούν με τον πίνακα 7, θα παρατηρήσει κανείς σαφείς διαφορές στην ποσότητα και στις ταχύτητες έγχυσης του ενδοφλέβιου σκιαγραφικού και στις τιμές των παραγόντων έκθεσης. Ο πίνακας 7 αφορά το πρωτοκόλλο για ασθενείς μεγαλύτερους των 90 κιλών (υποενότητα 3.4). Σε μικρότερα σωματοδομικά χαρακτηριστικά είναι δυνατόν να προκύψουν εικόνες αξονικής στεφανιογραφίας με μειωμένη δόση ακτινοβολίας αφού η μείωση των παραγόντων έκθεσης είναι αποδεκτή λόγω της δομής των ασθενών όπως επίσης και η χρήση μικρότερων ποσοτήτων σκιαγραφικής ουσίας. Όμως σε περιπτώσεις ασθενών με αυξημένο σωματικό βάρος θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην ορθή επιλογή των παραγόντων αυτών όπως υποδεικνύει ο πίνακας 7, διότι η ποιότητα της απεικόνισης διαφορετικά θα είναι πολύ υποβαθμισμένη. Όλα τα βήματα και οι πρακτικές οδηγίες που αναφέρουν οι υποενότητες 3.3 και 3.4, είναι ιδιαίτερα σημαντικές και στοχεύουν σαν ένας αλγόριθμος, στην εύρεση είτε του πιθανού λάθους που θα οδηγήσει σε απεικονιστικό σφάλμα είτε της βέλτιστης πρακτικής.

Εν συνεχεία οι υποενότητες 3.5 και 3.6 αφορούν ένα ιδιαίτερο κομμάτι της αξονικής στεφανιογραφίας. Η παρουσία ενδοστεφανιαίων προθεμάτων (Stents) και αορτοστεφανιαίας παράκαμψης (By-pass) αποτελούν απεικονιστική πρόκληση λόγω των συνοδών τεχνικών σφαλμάτων, την πολύπλοκη ανατομία κ.α. Επίσης και οι δυο κατηγορίες αυτές αποτελούν βασικές ενδείξεις για την εκτέλεση αξονικής στεφανιογραφίας. Στην απεικόνιση των ασθενών με Stents, χρειάζεται ιδιαίτερη μέριμνα στο κομμάτι της

συνεργασίας του ασθενούς για να εκμηδενιστούν πιθανά σφάλματα (π.χ. αναπνοή) που θα δυσκολέψουν την ακριβή απεικόνιση των εξαιρετικά μικρών διαστάσεων Stents.

Η απεικόνιση των By-pass συγκριτικά με όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες δείχνει να είναι λίγο πιο περίπλοκη. Απαιτείται άριστη γνώση της ακτινοανατομίας για να συμπεριληφθούν όλες οι δομές ενδιαφέροντος με βάση τα δεδομένα της επέμβασης. Επίσης στην αξονική στεφανιογραφία τέτοιου είδους ασθενών η σκιαγραφική ενίσχυση των αγγείων της καρδιάς και των μοσχευμάτων θα πρέπει να είναι απόλυτα ικανοποιητική (όπως και στις άλλες κατηγορίες) και η επιλογή του κατάλληλου πρωτοκόλλου έγχυσης αποτελεί την βασική πτυχή μίας επιτυχημένης εξέτασης. Η συνέχεια της εργασίας περιελάμβανε ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στο οποίο συμμετέχει ενεργά ο τεχνολόγος ακτινολόγος. Η μετεπεξεργασία της αξονικής στεφανιογραφίας αποτελεί κυρίως πεδίο ενεργειών του ιατρού ακτινολόγου, διότι αφορά την διαδικασία της ακτινοδιάγνωσης και της ιατρικής γνωμάτευσης. Ωστόσο ο χειρισμός και η γνώση του σταθμού μετεπεξεργασίας των εικόνων αξονικής στεφανιογραφίας θα πρέπει να θεωρούνται δεδομένα από ένα τεχνολόγο ακτινολόγο που διενεργεί τέτοιου είδους εξετάσεις, διότι θα κληθεί συχνά να επεξεργαστεί εικόνες, να διορθώσει τυχόν σφάλματα στις ήδη υπάρχουσες εικόνες καθώς και να δημιουργήσει την τελική μορφή της ολοκληρωμένης πλέον και γνωματευμένης αξονικής στεφανιογραφίας.

Τα περιστατικά παθολογίας τα οποία παρουσιάστηκαν αφορούν ένα ελάχιστο δείγμα από την πληθώρα των περιστατικών που μπορούν να υπάρξουν από μία αξονική στεφανιογραφία. Οι τεχνολόγοι ακτινολόγοι, είναι θεωρητικά τουλάχιστον αποδεκτό, ότι δεν οφείλουν να αναγνωρίσουν οποιαδήποτε παθολογία στην αξονική στεφανιογραφία διότι αυτό δεν άπτεται των επιστημονικών καθηκόντων τους. Όμως η στοιχειώδης γνώση της ακτινολογικής παθολογίας σε αυτή την εξέταση μαζί με την άρτια και πλήρη επιστημονική κατάρτιση του τεχνολόγου ακτινολόγου σε θέματα ακτινοτεχνολογίας δημιουργούν έναν επιστήμονα υγείας ικανό να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εξέτασης.

Ένα κομμάτι στο οποίο δεν έγινε αναλυτική περιγραφή, ήταν η δοσιμετρία στην αξονική στεφανιογραφία. Η πλήρης ανάλυση των δοσιμετρικών δεδομένων θα οδηγούσε την εργασία σε μια πιο διευρυμένη έκταση και ίσως σε διαφορετικούς στόχους. Όμως δεν θα μπορούσε να παραληφθεί έστω και μία μικρή αναφορά διότι η εργασία απευθύνεται κυρίως σε τεχνολόγους ακτινολόγους οι οποίοι διασφαλίζουν την ασφάλεια των ιοντίζουσων ακτινοβολιών και την ορθή εφαρμογή των διαδικασιών που τις χρησιμοποιούν. Στην αξονική στεφανιογραφία η δόση ουσιαστικά επηρεάζεται από το πρωτόκολλο απεικόνισης. Για παράδειγμα στη μέτρηση φορτίου ασβεστίου η ενεργός δόση υπολογίζεται από 1 έως 3 mSv. Γενικότερα η δόση στην αξονική στεφανιογραφία με προοπτικό ΗΚΓ συγχρονισμό (step & shoot) κυμαίνεται από 2.7 έως 4.5 mSv, έναντι 8 έως 21 mSv με τον αναδρομικό ΗΚΓ συγχρονισμό. Με την τροποποίηση του ρεύματος της λυχνίας (mA modulation) με βάση το ηλεκτροκαρδιογράφημα μπορεί να μειώσει την ακτινική επιβάρυνση από 30 έως 50%. Η αντίστοιχη δόση στην κλασική στεφανιογραφία υπολογίζεται από 4 έως 10 mSv. (8) (25)

Το τελικό συμπέρασμα που θα μπορούσε να προκύψει από την συγκεκριμένη εργασία, θα ήταν ότι η αξονική στεφανιογραφία είναι μία απεικονιστική εξέταση η οποία για να εκτελεστεί σωστά και να είναι σε θέση να απεικονίσει παθολογικές καταστάσεις σε πολύ μικρές ανατομικές δομές (στεφανιαία αγγεία), θα πρέπει να εξατομικεύεται στις ιδιαιτερότητες και των ασθενών. Ακόμα, οι τεχνολόγοι ακτινολόγοι θα πρέπει συνεχώς να βρίσκονται σε εγρήγορση για τυχόν βελτιστοποιήσεις ή προσαρμογές στα απεικονιστικά

πρωτόκολλα και να διακρίνονται από επιστημονική κριτική σκέψη και όχι από καταστάσεις στερείας εφαρμογής οδηγιών. Οι επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της απεικόνισης ειδικότερα την τελευταία πενταετία με την εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης, οδηγούν στην εξέλιξη τόσο των συστημάτων αξονικής στεφανιογραφίας με αξονικούς τομογράφους νέας γενιάς (256 τομών, διπλής λυχνίας κ.ά.) όσο και των μεθόδων αξιολόγησης της αξονικής στεφανιογραφίας με την εισαγωγή αλγορίθμων ανάλυσης (FFR-CT Algorithm) (26). Τέλος, μια από τις τελευταίες εξελίξεις στην αξονική στεφανιογραφία που ενσωματώνει τον αλγόριθμο FFR-CT, αποτελεί το λεγόμενο CAD-RADS System. Το Σύστημα Αναφοράς και Δεδομένων Στεφανιαίας Νόσου (CAD-RADS) είναι μια τυποποιημένη μέθοδος αναφοράς και επικοινωνίας ευρημάτων αξονικής στεφανιογραφίας και χρησιμεύει ως εργαλείο υποστήριξης κλινικών αποφάσεων για την καθοδήγηση της μετέπειτα διαχείρισης του ασθενούς.(27)

Το σύστημα δημιουργήθηκε από μια συνεργασία της Εταιρείας Καρδιαγγειακής Υπολογιστικής Τομογραφίας (SCCT), του [Αμερικανικού Κολλεγίου Ακτινολογίας \(ACR\)](#) και της Βορειοαμερικανικής Εταιρείας Καρδιαγγειακής Απεικόνισης (NASCI) και εγκρίθηκε επίσης από το Αμερικανικό Κολλέγιο Καρδιολογίας (ACC). Το σύστημα CAD-RADS δημοσιεύθηκε αρχικά το 2016. Στη συνέχεια, το σύστημα ενημερώθηκε σε CAD-RADS 2.0 το 2022 και είναι ένα ειδικό έγγραφο που προορίζεται να χρησιμεύσει ως κατευθυντήρια γραμμή πρακτικής. Αυτή η έκδοση ενσωματώνει διάφορες μεθόδους για την κατηγοριοποίηση, συμπεριλαμβανομένων των τιμών του συνολικού φορτίου της στεφανιαίας πλάκας και επιλογές για συμπερίληψη κλάσματος εξώθησης ή αιμάτωσης του μυοκαρδίου για την αξιολόγηση της ειδικής για τη βλάβη ισχαιμίας. Περιλαμβάνει επίσης την περιγραφή των μη αθηρωματικών στεφανιαίων ανωμαλιών. Η χρήση του συστήματος CAD-RADS 2.0 περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Εφαρμογή σε βάση ανά ασθενή σε δύο διαφορετικά κλινικά περιβάλλοντα.
- Περιγραφή της πιο σημαντικής κλινικά και συνήθως πιο σοβαρής στένωσης του αυλού της στεφανιαίας αρτηρίας (ισχύει για αγγεία διαμέτρου $\geq 1,5$ mm).
- Διαφορετικές μεθόδους για την εκτίμηση, την ποσοτικοποίηση και την περιγραφή του συνολικού φορτίου της αθηρωματικής πλάκας.
- Οδηγός για τη διαχείριση ασθενών με βάση τα παραπάνω ευρήματα.(27)(28)

Η προσαρμογή των τεχνολόγων ακτινολόγων στο κύμα της εξέλιξης αποτελεί κομβικό στοιχείο για την διενέργεια εξετάσεων αξονικής στεφανιογραφίας που διακρίνονται από διαγνωστική ακρίβεια, ευστοχία και τελικά μια πλήρως εξατομικευμένη παροχή ιατρικής φροντίδας και πληροφορίας προς όφελος του ασθενούς διότι όλα θα πρέπει να οδηγούν σε αυτόν.

Βιβλιογραφία

1. M. Shunke, E.Schulte,U.Schumacher, K.Wesker : "Βασική περιγραφική ανατομική, Εσωτερικά Όργανα" Τόμος 2ος , ελληνική έκδοση "Προμηθέας", Κεφάλαιο 2, Υποενότητα 2.14, σελίδες 96113.
2. Φ. Χανιώτης & Δ. Χανιώτης, : ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας, Κεφάλαιο 6: Καρδιά & Κυκλοφορία, σελίδες 139-150.
3. Benson R. Wilcox, Andrew C. Cook, Robert H . Anderson , "Χειρουργική ανατομία της καρδιάς", (επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Χρήστος Ρόκκας) , Εκδόσεις Πασχαλίδης Κεφάλαιο 1 , σελίδες 1319.
4. <https://www.xn--mxaafdcskbbdjf5cbbqjk8acaf.gr/2017/08/08/%CE%B7-%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BB%CE%B7%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7-h-%CF%86%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-oi-%CE%BA%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%B9/>
5. Pei Ing Ngam ,Ching Ching Ong,Ping Chai, Siong Sung Wong, Chong Ri Liang Lynette Li San Teo, Computed Tomography coronary angiography-past, present ,future, Singapore Med J ,2020 Mar , 61(3): p 109-115.
6. [Gianluca Pontone , Alexia Rossi , Marco Guglielmo , Marc R Dweck , Oliver Gaemperli , Koen Nieman , Francesca Pugliese , Pal Maurovich-Horvat , Alessia Gimelli , Bernard Cosyns, and Stephan Achenbach](#) ,Clinical applications of cardiac computed tomography: a consensus paper of the European Association of Cardiovascular Imaging—part I & II, [Eur Heart J Cardiovasc Imaging](#). 2022 Apr; 23(4): p136–p161.
7. <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/CardiacCT.pdf>
8. Ιωάννης Ανδρέου, Αθανάσιος Γουλιαμός, : "Αξονική Στεφανιογραφία", Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Κεφάλαιο 1, σελίδες 9-19, Κεφάλαιο 3 ,σελίδες 21-45, Κεφάλαιο 4,σελίδες 47-49, Κεφάλαιο 5 , σελίδες 51-69, Κεφάλαιο 6 ,σελίδες 74-84, Κεφάλαιο 8 ,σελίδες 94-98, Κεφάλαιο 10 , σελίδες 109-113.
9. Gupta et al,Coronary artery calcium scoring,current status and future directions, RadioGraphics 2022; 42:947–967.
10. Hecht H, Blaha MJ, Berman DS, et al. Clinical indications for coronary artery calcium scoring in asymptomatic patients: expert consensus statement from the Society of Cardiovascular Computed Tomography. J Cardiovasc Comput Tomogr 2017;11(2):157–168.
11. Urabe Y, Yamamoto H, Kitagawa T, et al. Identifying small coronary calcification in non-contrast 0.5mm slice reconstruction to diagnose coronary artery disease in patients with a conventional zero coronary artery calcium score. J Atheroscler Thromb 2016;23(12):1324-1333.
12. Nadjiri J, Kaissis G, Meurer F, et al. Accuracy of calcium scoring calculated from contrast-enhanced coronary computed tomography angiography using a dual-layer spectral CT: a comparison of calcium scoring from real and virtual non-contrast data. PLoS One 2018;13(12):e0208588.

13. Van Velzen SGM, Lessmann N, Velthuis BK, et al. Deep learning for automatic calcium scoring in CT: validation using multiple cardiac CT and chest CT protocols. *Radiology* 2020;295(1):66–79.
14. Standards of practice of computed tomography coronary arteries (CTCA) in adults patients, The royal college of radiologists, 2014, www.rcr.ac.uk, Ref-No BFCR(14)16
15. Kim DJ et al. Saline flush effect for enhancement of aorta and coronary arteries at multidetector CT coronary angiography. *Radiology* 2008;246:110 –15.
16. Becker CR et al. Optimal contrast application for cardiac 4-detector row computed tomography. *Invest Radiol* 2003;38:690–4.
17. [W-H Yin](#), [Y-T Yu](#) et al, Contrast medium injection protocols for coronary CT angiography: should contrast medium volumes be tailored to body weight or body surface area?, *Clin Radiol*, 2020 May;75(5):395.e17-395.e24.doi: 10.1016/j.crad.2019.12.005.Epub 2020 Jan 7.
18. Michel, Thomas (2006) [1941]. "Treatment of Myocardial Ischemia". In Laurence L. Brunton, John S. Lazo, & Keith L. Parker. *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics* (11th ed.). New York: McGraw-Hill. pp. 842.
19. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® cardiac imaging topics. Available at: <http://www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria>. Accessed January 13, 2020.
20. Korsholm K, Berti S, Iriart X, et al. Expert Recommendations on Cardiac Computed Tomography for Planning Transcatheter Left Atrial Appendage Occlusion. *JACC Cardiovasc Interv* 2020;13:277-92.
21. American College of Radiology. ACR manual on contrast media, version 10.3. Available at: https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/ClinicalResources/Contrast_Media.pdf. Accessed January 13, 2020.
22. Abbara S, Blanke P, Maroules CD, et al. SCCT guidelines for the performance and acquisition of coronary computed tomographic angiography: A report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee: Endorsed by the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). *Journal of cardiovascular computed tomography* 2016;10:435-49.
23. American College of Radiology. ACR practice parameter for communication of diagnostic imaging findings. Available at: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/CommunicationDiag.pdf>. Accessed January 13, 2020.
24. Cury RC, Abbara S, Achenbach S, et al. CAD-RADS(TM) Coronary Artery Disease - Reporting and Data System. An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Radiology (ACR) and the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). Endorsed by the American College of Cardiology. *Journal of cardiovascular computed tomography* 2016;10:269-81.
25. [Bartłomiej Kędzierski](#), [Piotr Macek](#), [Barbara Dziadkowiec-Macek](#), [Krystian Truszkiewicz](#), [Rafał Poręba](#), and [Paweł Gać](#), Dimitris Tousoulis, Academic Editor, Radiation Doses in

Cardiovascular Computed Tomography, [Life \(Basel\)](#), 2023 Apr13(4): 990, Published online 2023 Apr 11.

26. [Andreas A.Giannopoulos,MD, PhD](#) et al,High-Speed On-Site Deep Learning–Based FFR-CT Algorithm: Evaluation Using Invasive Angiography as the Reference Standard, Cardiothoracic Imaging ,May 3, 2023,[Volume 221,Issue 4](#)
27. Cury R, Blankstein R, Leipsic J et al. CAD-RADS™ 2.0 - 2022 Coronary Artery Disease - Reporting and Data System an Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Cardiology (ACC), the American College of Radiology (ACR) and the North America Society of Cardiovascular Imaging (NASCI). J Cardiovasc Comput Tomogr. 2022. [doi:10.1016/j.jcct.2022.07.002 - Pubmed](#)
28. Canan A, Ranganath P, Goerne H, Abbara S, Landaras L, Rajiah P. CAD-RADS: Pushing the Limits. Radiographics. 2020;40(3):629-52. [doi:10.1148/rg.2020190164 - Pubmed](#)