



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

Μελέτη Ιατρικών Εγκαταστάσεων σε Ακτινοδιαγνωστικό Τμήμα

ΑΝΔΡΕΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ
Αριθμός Μητρώου: 48015009

Επιβλέπων Καθηγητής
Νεκτάριος Καλύβας, Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, Μάρτιος 2022

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Επιβλέπων Καθηγητής

Νεκτάριος Καλύβας

Αικατερίνη Σκουρολιάκου

Παναγιώτης Λιαπαρίνος

Αναπληρωτής
Καθηγητής

Αναπληρώτρια
Καθηγήτρια

Αναπληρωτής
Καθηγητής

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υπογράφουσα Ανδρεοπούλου Παναγιώτα του Χρήστου, με αριθμό μητρώου 48015009 φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Βιοϊατρικής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και 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/διπλώματός μου».

Ημερομηνία
8/3/2022

Η Δηλούσα
Παναγιώτα
Ανδρεοπούλου



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διάγνωση και η πρόληψη ασθενειών αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για μια υγιή ζωή. Από την ανακάλυψη των Ακτίνων-X το 1895 από τον Wilhelm Conrad Roentgen, την εισαγωγή του φιλμ από τον George Eastman το 1918, το οποίο αντικατέστησε τις ακτινογραφίες σε γυάλινες φωτογραφικές πλάκες, έως τις σημερινές ψηφιακές μεθόδους παραγωγής εικόνων υψηλής ανάλυσης που εφαρμόζουν και άλλες απεικονιστικές τεχνολογίες αιχμής, ο τομέας της ιατρικής απεικόνισης έχει συμβάλει τα μέγιστα στην ιατρική επιστήμη και συνεχίζει να καινοτομεί και να αξιοποιεί όλο και περισσότερες εφαρμογές προσφέροντας υψηλά στάνταρντ στην παροχή φροντίδας ασθενών.

Η εργασία αυτή βασίζεται σε έρευνα που έγινε σχετικά με τις τεχνικές προδιαγραφές των κτιριακών εγκαταστάσεων και τις προδιαγραφές του κύριου απεικονιστικού εξοπλισμού που απαντάται σε ένα σύγχρονο ακτινοδιαγνωστικό εργαστήριο. Το θέμα που επιλέχθηκε προσφέρει σημαντικές και επικαιροποιημένες γνώσεις και στοιχεία σχετικά με τον πιο απαραίτητο ακτινοδιαγνωστικό εξοπλισμό που εγκαθίσταται στο ακτινοδιαγνωστικό τμήμα καθώς επίσης και των τεχνικών προδιαγραφών του. Ακόμη γίνεται αναφορά και για το προσωπικό που απασχολείται σε ένα ακτινοδιαγνωστικό τμήμα. Στην συνέχεια, παρατίθεται μία πρόταση αρχιτεκτονικής σχεδίασης ενός ακτινοδιαγνωστικού τμήματος με 7 συνολικά απεικονιστικές αίθουσες ήτοι ακτινολογικό γενικής χρήσης, ακτινολογικό – ακτινοσκοπικό, αξονικός τομογράφος, μαγνητικός τομογράφος, δωμάτιο υπερήχων, δωμάτιο μαστογραφίας και ορθοπαντογράφος, με όλους τους υπόλοιπους βοηθητικούς χώρους που απαιτούνται.

Τέλος, στα συμπεράσματα αναφέρονται τα οφέλη που έχουν προκύψει από την εξέλιξη της τεχνολογίας της ιατρικής απεικόνισης καθώς επίσης και οι νέες τεχνολογικές εξελίξεις και εφαρμογές που αναπτύσσονται με σκοπό την μεγιστοποίηση της ωφέλειας που προσφέρει ο τομέας της ακτινοδιάγνωσης και θεραπείας στην ιατρική επιστήμη.

Λέξεις Κλειδιά: *Ακτινοδιαγνωστικά εργαστήρια, εξοπλισμός, απεικονιστικά συστήματα, τεχνικές προδιαγραφές*

ABSTRACT

Diagnosis and prevention of diseases are crucial for a healthy life. From the discovery of X-rays in 1895 by Wilhelm Conrad Roentgen, the introduction of the film by George Eastman in 1918, which replaced x-rays on glass photographic plates, to the current high-resolution digital image production methods which are being used by more cutting edge technologies, the field of medical imaging has contributed the most at medicine and continues to innovate and utilize more applications by offering high quality standards in patient care.

This bachelor's thesis is based on research carried out on the technical specifications of imaging equipment and building design requirements regarding modern diagnostic imaging laboratories. The chosen topic offers important and up-to-date knowledge and data on the most necessary diagnostic equipment installed in such departments as well as its technical specifications. Reference is also made to the staff which is employed in the department. Later we provide a proposal for the architectural design of a medical imaging department with 7 imaging rooms including general radiology room, radiology-fluoroscopy room, CT scanner, MRI, ultrasound, mammography and orthopantograph room, including all other spaces/areas as required.

Finally, conclusions are drawn on the benefits derived from the technological advances in the field of medical imaging and on future technological innovations and applications currently under development and which are capable to maximize the benefits the field of medical imaging & treatment offers to medical sciences.

Keywords: Medical Imaging Department, equipment, medical imaging systems, technical specifications

Ευχαριστίες:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που μου συμπαραστάθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησης μου και ιδιαίτερα τους ακόλουθους που συνέβαλαν με διαφορετικό τρόπο ο καθένας στη συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας.

Αρχικά θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας, κ. Νεκτάριο Καλύβα, όπου οι κατευθυντήριες οδηγίες του για την συγγραφή της εργασίας ήταν ξεκάθαρες και απόλυτα βοηθητικές.

Στην πολύ καλή μου φίλη Χρύσα Κούτσια, όπου οι αρχιτεκτονικές της γνώσεις συνέβαλαν καθοριστικά στην υλοποίηση της διπλωματικής εργασίας.

Στον πατέρα μου Χρήστο Ανδρεόπουλο, που βοήθησε στην μελέτη μου και στήριξε την προσπάθεια μου.

Τέλος, δεν θα παραλείψω την ευχάριστη παρέα που μου προσέφερε όλο αυτό το διάστημα ο φίλος μου Σωτήρης Κολοκοτρώνης και το λατρεμένο μου σκυλάκι η Μιλού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – ΠΙΝΑΚΩΝ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	12
1.1 Υγεία.....	12
1.2 Ιδιωτικές υπηρεσίες υγείας	12
1.3 Δημόσιες υπηρεσίες υγείας.....	13
1.4 Κλασική Ακτινολογία.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΩΝ	
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	15
2.1 Διαγνωστικός ακτινολογικός εξοπλισμός.....	15
2.1.1 Ψηφιακό ακτινολογικό μηχάνημα	16
2.1.2 Ακτινοσκοπικό μηχάνημα.....	21
2.1.3 Αξονικός τομογράφος.....	23
2.1.4 Μαστογράφος Τομοσύνθεσης.....	27
2.1.5 Ψηφιακός Ορθοπαντογράφος.....	30
2.1.6 Ψηφιακός Υπερηχοτομογράφος	33
2.2 Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (MRI).....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ.....	42
3.1 Τμηματικές ενότητες ακτινοδιαγνωστικού τμήματος	45
3.1.1 Μαστογραφία Τομοσύνθεσης	47
3.1.2 Αξονική τομογραφία.....	48
3.1.3 Ακτινολογικό.....	48
3.1.4 Οδοντιατρικό - Ορθοπαντογράφος.....	48
3.1.5 Δωμάτιο Υπερήχων	49
3.2 Διαμόρφωση ακτινοδιαγνωστικού τμήματος.....	49
3.2.1 Θωράκιση - Ακτινοπροστασία	52
3.2.2 Σχεδίαση κάτοψης τυπικού ακτινοδιαγνωστικού τμήματος	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΤΕΛΕΧΩΣΗ ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ	67
4.1 Οργανωτική δομή - Ιεραρχία	67
4.2 Καθήκοντα - Αρμοδιότητες του Προσωπικού	68
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ.....	75

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – ΠΙΝΑΚΩΝ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνες

Εικόνα 1 Κλασικό σύστημα ακτινογραφικής απεικόνισης	14
Εικόνα 2 Διάταξη ενός σύγχρονου ψηφιακού ακτινολογικού συγκροτήματος με ανάρτηση λυχνίας οροφής και όρθιο Buckytable. Μοντέλο Philips Digital Diagnost C50	17
Εικόνα 3 Διάταξη ενός σύγχρονου τηλεχειριζόμενου ψηφιακού ακτινοσκοπικού συγκροτήματος.....	21
Εικόνα 4 Σύγχρονος αξονικός τομογράφος 128 τομών. Μοντέλο Siemens Somatom X cite	24
Εικόνα 5 Σύγχρονος μαστογράφος τομούσνθεσης . Μοντέλο Siemens Mammomat Revelation	28
Εικόνα 6 Ψηφιακός Ορθοπαντογράφος με βραχίονα για κεφαλομετρικές εξετάσεις	31
Εικόνα 7 Υπερηχοτομογράφος GE healthcare μοντέλο logiq-p9.....	34
Εικόνα 8: Σύγχρονος Μαγνητικός Τομογράφος. Μοντέλο Philips Ingenia 3.0 T.....	38
Εικόνα 9 Control room αίθουσας αξονικού τομογράφου	46
Εικόνα 10 Παραδείγματα θωράκισης τοίχων και πόρτας με φύλλα μολύβδου.....	53
Εικόνα 11 Θωράκιση ραδιοσυχνοτήτων (RF shielding) αίθουσας μαγνητικού τομογράφου με φύλλα χαλκού.....	54
Εικόνα 12 Κάτοψη ακτινοδιαγνωστικού τμήματος (AUTOCAD).....	57
Εικόνα 13 Χώρος εισόδου, αναμονής και πληροφοριών για το κοινό.....	57
Εικόνα 14: Είσοδος στον κεντρικό χώρο με τις απεικονιστικές αίθουσες.....	58
Εικόνα 15 Χώρος προετοιμασίας και ανάνηψης (AUTOCAD)	58
Εικόνα 16 Γραφεία ιατρών (AUTOCAD).....	59
Εικόνα 17 Αίθουσα ακτινογραφίας και ακτινοσκόπησης (AUTOCAD).....	59
Εικόνα 18 Αίθουσα μαγνητικής και αξονικής τομογραφίας (AUTOCAD).....	60
Εικόνα 19 Αίθουσα υπερήχων (AUTOCAD).....	61
Εικόνα 20 Αίθουσα μαστογραφίας (AUTOCAD).....	62

Εικόνα 21 Αίθουσα ορθοπαντογράφου (AUTOCAD)..... 63

Εικόνα 22 Συγκρότημα Ποζιτρονικής Υπολογιστικής Τομογραφίας PET/CT 66

Πίνακες

Πίνακας 1 Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα των δύο μεθόδων ψηφιακής..... 20

Πίνακας 2 Κανονισμός Υπουργείου Υγείας για προδιαγραφές χώρων
Ακτινοδιαγνωστικού εργαστήριου..... 65

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1 Λειτουργικό διάγραμμα διακεκριμένων περιοχών (Ζώνες)
ακτινοδιαγνωστικών εργαστηρίων..... 44

Διάγραμμα 2 Τυπικό οργανόγραμμα επιστημονικού προσωπικού ακτινολογικού
τμήματος..... 68

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η επισκόπηση των προδιαγραφών που ισχύουν για την σχεδίαση ενός σύγχρονου ακτινοδιαγνωστικού τμήματος/εργαστηρίου και οι προδιαγραφές του απεικονιστικού εξοπλισμού του. Στο τέλος γίνεται μια σύντομη αναφορά για την στελέχωσή του.

Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος βασίστηκε στη μεγάλη και συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση που υπάρχει για τις ιατρικές υπηρεσίες που προσφέρουν τα ακτινοδιαγνωστικά εργαστήρια αλλά και στην ανάγκη για αναζήτηση και εξεύρεση των βέλτιστων οικονομικά και πρακτικά σχεδιαστικών λύσεων συνδυάζοντας και εφαρμόζοντας τις νεότερες τεχνολογίες που επικρατούν σήμερα στην ακτινολογία.

Η εργασία αποτελείται συνολικά από τέσσερα κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη αναφορά στις δημόσιες και στις ιδιωτικές υπηρεσίες υγείας που υπάρχουν στην Ελλάδα. Στη συνέχεια γίνεται μια μικρή εισαγωγή στην επιστήμη της κλασικής διαγνωστικής ακτινολογίας όπως αυτή αναδείχθηκε με την ανακάλυψη των ακτίνων – Χ και της ιστορικής εξέλιξής της τις τελευταίες δεκαετίες.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στον βασικό ιατρικό (απεικονιστικό) εξοπλισμό ενός τυπικού ακτινοδιαγνωστικού εργαστηρίου. Η επιλογή των μηχανημάτων έγινε βάσει του μεγάλου αριθμού εξετάσεων που διενεργούνται στην ακτινολογία με συγκεκριμένα μηχανήματα. Τα μηχανήματα αυτά περιλαμβάνουν το ψηφιακό ακτινολογικό μηχάνημα, το ακτινοσκοπικό μηχάνημα, τον αξονικό τομογράφο, το μαστογράφο τομοσύνθεσης, το ψηφιακό ορθοπαντογράφο, το ψηφιακό υπερηχοτομογράφο και το μαγνητικό τομογράφο. Περιγράφονται αναλυτικά τα συστήματα από τα οποία αποτελείται το καθένα από αυτά, οι βασικές αρχές λειτουργίας τους, οι εξετάσεις που πραγματοποιούνται από τα εν λόγω μηχανήματα, οι διαφορές και τα πλεονεκτήματα σε σχέση με μηχανήματα παλαιότερης τεχνολογίας, καθώς και τα τυχόν πλεονεκτήματα που προσφέρει μια απεικονιστική εξέταση έναντι μιας άλλης. Τέλος, παραθέτουμε επίκαιρες προδιαγραφές ορισμένων απεικονιστικών μηχανημάτων όπως αυτές δημοσιεύονται στο διαδίκτυο, κυρίως σε προκηρύξεις Δημοσίων Διαγωνισμών από διάφορους φορείς υγείας.

Στη συνέχεια στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα κτιριολογικά πρότυπα σχεδίασης των ακτινοδιαγνωστικών εργαστηρίων όπως αυτά αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία και λαμβάνοντας υπόψη τις ισχύουσες προδιαγραφές και κανονισμούς της κείμενης εθνικής νομοθεσίας.

Με τη μορφή διαγραμμάτων παρουσιάζονται οι βασικές αρχές ανάπτυξης και σχεδίασης ενός σύγχρονου και λειτουργικού ακτινοδιαγνωστικού εργαστηρίου. Γίνεται αναφορά στη γενική αρχιτεκτονική διάταξη με τη δημιουργία διαφορετικών λειτουργικών ζωνών. Στη συνέχεια περιγράφονται πιο αναλυτικά οι κύριες αίθουσες και οι βοηθητικοί χώροι που απαρτίζουν το τμήμα με γνώμονα τη βέλτιστη εξυπηρέτηση των αναγκών τόσο του προσωπικού όσο και των ασθενών.

Επίσης γίνεται αναφορά στη μελέτη των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, των δικτύων επικοινωνίας με το απαραίτητο hardware και software, την απαιτούμενη

από τους κανονισμούς ακτινοπροστασία μελέτη θωράκισης καθώς και άλλες εξειδικευμένες εργασίες που απαιτούνται για τη διαμόρφωση του τμήματος με έμφαση στην αποτελεσματική και ασφαλή λειτουργία του.

Στη συνέχεια και λαμβάνοντας υπόψη τους κανονισμούς και προτάσεις της κείμενης νομοθεσίας καθώς και άλλων διεθνών προτύπων, σχεδιάσαμε με τη χρήση του αρχιτεκτονικού προγράμματος Autocad μία τυπική κάτοψη ενός ακτινοδιαγνωστικού εργαστηρίου, η οποία αντιπροσωπεύει είτε ένα ανεξάρτητο, αυτόνομο ακτινοδιαγνωστικό κέντρο είτε ένα ακτινολογικό τμήμα ενός Γενικού Νοσοκομείου.

Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού γίνεται μια μικρή αναφορά στις νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται καθώς και σε άλλα απεικονιστικά μηχανήματα που θα μπορούσαν επίσης να ενσωματωθούν σε ένα μεγαλύτερου μεγέθους εργαστήριο με παράλληλη αύξηση των επιφανειών και διαμόρφωσης των χώρων ανάλογα με τις λειτουργικές τους ανάγκες και τις τεχνικές απαιτήσεις τους.

Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη αναφορά στο προσωπικό που απαιτείται σε ένα ακτινοδιαγνωστικό τμήμα. Αναφέρεται η οργανωτική δομή του προσωπικού και παρουσιάζεται ένα τυπικό οργανόγραμμα με βάση την ιεραρχία που συνήθως επικρατεί. Επιπλέον περιγράφονται τα καθήκοντα και οι αρμοδιότητες του προσωπικού ξεχωριστά για τον καθένα.

Στο τέλος της εργασίας παρατίθενται τα συμπεράσματα και οι παρατηρήσεις που προέκυψαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΥΓΕΙΑΣ

1.1 Υγεία

Η υγεία, με βάση τον ορισμό που διατυπώθηκε στο καταστατικό του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, είναι η κατάσταση πλήρους σωματικής, ψυχικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι μόνο η απουσία ασθένειας ή αναπηρίας.¹ Συνεπώς, το πολύτιμο αυτό αγαθό, αποδίδεται πέρα από την ιατρική και σε άλλους παράγοντες όπως είναι το περιβάλλον, η οικονομία, η εργασία κ.α.

Οι ανάγκες υγείας των μεμονωμένων ασθενών μπορεί να μην αντικατοπτρίζουν τις ευρύτερες ανάγκες υγείας της κοινότητας. Εάν οι άνθρωποι έχουν πρόβλημα υγείας που πιστεύουν ότι δεν θα επιλυθεί από την υπηρεσία υγείας, τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να μην παρευρεθούν. Σε άλλη περίπτωση, υπάρχουν ομάδες ασθενών που μπορεί να χρειάζονται υγειονομική περίθαλψη αλλά δεν την απαιτούν και συνήθως σε αυτή την ομάδα περιλαμβάνονται οι άστεγοι και άτομα με χρόνια ψυχική ασθένεια.

Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα διαφορετικά άτομα αντιλαμβάνονται την υγεία σε προσωπικό επίπεδο, θα μπορούσε να παρέχει στους επαγγελματίες υγείας χρήσιμες ενδείξεις για το τι μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά σε σχέση με την υγεία και την ευεξία στο γενικό πληθυσμό.

Η διάκριση μεταξύ ατομικών αναγκών και ευρύτερων αναγκών της κοινότητας είναι σημαντική στο σχεδιασμό και την παροχή τοπικών υπηρεσιών υγείας. Εάν αγνοηθούν αυτές οι ανάγκες, τότε υπάρχει κίνδυνος λάθους προσέγγισης στην παροχή υπηρεσιών υγείας, το οποίο οδηγεί στην παρερμηνεία του γενικού σκοπού της υγείας.

Το τρέχον νοσοκομειακό σύστημα στην Ελλάδα είναι άμεσο αποτέλεσμα του νόμου 1397/1983 που ίδρυσε το Εθνικό Σύστημα Υγείας (ΕΣΥ). Οι νόμοι που αργότερα επιβλήθηκαν επέφεραν ορισμένες αλλαγές, αλλά δεν τροποποίησαν τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος.

1.2 Ιδιωτικές υπηρεσίες υγείας

Οι ιδιωτικές μονάδες υγείας προσφέρουν τις υπηρεσίες τους στην Πρωτοβάθμια ή στην Δευτεροβάθμια Φροντίδα Υγείας. Με τον όρο Πρωτοβάθμια παροχή υπηρεσιών υγείας ορίζεται το σύνολο των υπηρεσιών υγείας προληπτικού, διαγνωστικού και/ή θεραπευτικού χαρακτήρα για τις οποίες δεν απαιτείται η διανυκτέρευση του ασθενούς εντός νοσηλευτικής μονάδας.²

Στην Πρωτοβάθμια παροχή υπηρεσιών υπάρχουν τα διάφορου τύπου διαγνωστικά κέντρα και ιατρεία όπως τα ακτινοδιαγνωστικά κέντρα τα μικροβιολογικά εργαστήρια κλπ.

Ανάλογα με το μέγεθός τους οι ιδιωτικοί φορείς παροχής νοσηλείας (νοσοκομεία/κλινικές) κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Μεγάλες πολυδύναμες κλινικές: Αυτές διαθέτουν άριστα εκπαιδευμένο ιατρικό προσωπικό και πλήρη, τελευταίας τεχνολογίας ιατρικό εξοπλισμό. Διάφοροι ασφαλιστικοί οργανισμοί του δημοσίου και του ιδιωτικού τομέα έχουν εξασφαλίσει μαζί τους συμφωνίες συνεργασίας και περίθαλψης των ασφαλισμένων τους.

- Μεσαίες κλινικές: Σε αυτές τις κλινικές, υποστηρίζονται συμβάσεις με ασφαλιστικούς οργανισμούς του ιδιωτικού τομέα, αλλά και με διάφορα ταμεία του δημόσιου τομέα.
- Μικρές κλινικές: Οι κλινικές αυτές διατηρούν συμβάσεις με ασφαλιστικούς οργανισμούς του δημόσιου τομέα που καλύπτουν συνήθως ένα μέρος του κόστους νοσηλείας του ασθενή, ή και ολόκληρο
- Νευροψυχιατρικές κλινικές, Μαιευτικές - Γυναικολογικές, Ειδικά Κέντρα αποκατάστασης: Είναι ειδικής κατηγορίας κλινικών αρκετές σε αριθμό και αποτελούν μία ξεχωριστή κατηγορία και εμφανίζουν μεγάλη πληρότητα όλο τον χρόνο.³

Επισημαίνεται ότι οι περισσότερες ιδιωτικές κλινικές-νοσοκομεία βρίσκονται συγκεντρωμένες στην Αθήνα ενώ αρκετές υπάρχουν και στη Θεσσαλονίκη. Τα τελευταία χρόνια συμβαίνουν σημαντικές ανακατατάξεις στο χώρο των ιδιωτικών θεραπευτηρίων, καθώς μερικές μονάδες απορροφούνται, εξαγοράζονται ή συγχωνεύονται με μεγαλύτερες, ενώ παράλληλα ορισμένες μεγάλες ιδιωτικές μονάδες αποκτούν διεθνή χαρακτήρα επεκτείνοντας τις εργασίες τους και σε χώρες του εξωτερικού.

Η ραγδαία εξέλιξη της ιατρικής τεχνολογίας απαιτεί συνεχείς προσαρμογές με ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις σε χρηματοδότηση και στελέχωση σε περιβάλλον έντονου ανταγωνισμού. Συνδυάζοντας τους παράγοντες αυτούς με το υψηλό κόστος κατασκευής και εξοπλισμού μιας νέας θεραπευτικής μονάδας παρατηρείται μία τάση συνεργασιών καθώς και εξαγορών ή συγχωνεύσεων των μικρότερων μονάδων από μεγαλύτερες επιχειρήσεις.

1.3 Δημόσιες υπηρεσίες υγείας

Τα Δημόσια νοσοκομεία, σήμερα, διαθέτουν το 70% του συνόλου των νοσοκομειακών κλινών. Ωστόσο, η αυξανόμενη ζήτηση δεν είναι σε θέση να καλυφθεί από τον αριθμό αυτό. Το κενό αυτό καλύπτεται με τη σημαντική αύξηση των νοσηλευτικών κλινών των ιδιωτικών νοσοκομείων και άλλων Νομικών Προσώπων Ιδιωτικού Δικαίου (ΝΠΙΔ) κυρίως από την δεκαετία του 1980 και μετέπειτα. Τη δεκαετία π.χ του 1990 η αναλογία κλινών 5,08 ανά 1000 κατοίκους αποτελούσε ένα ποσοστό πολύ χαμηλότερο από άλλες Δυτικοευρωπαϊκές χώρες ενώ το ποσοστό πληρότητας κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα ξεπερνά το 90%.

Επιπρόσθετα σε πολλά Δημόσια Νοσοκομεία υφίσταται μεγάλη ανάγκη ανανέωσης του ιατρικού εξοπλισμού και στελέχωσης με επιπλέον ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό.

Λόγω των ανωτέρω αδυναμιών του δευτεροβάθμιου τομέα υγείας ένας μεγάλος αριθμός κυρίως περιφερειακών νοσοκομείων δεν μπορεί να αντιμετωπίσει ένα ευρύ φάσμα περιστατικών με αποτέλεσμα να λειτουργεί με χαμηλή πληρότητα (50%-60%) όταν παράλληλα τα νοσοκομεία των αστικών κέντρων αντιμετωπίζουν το καθιερωμένο πλέον πρόβλημα των μεγάλων λιστών αναμονής.⁴

1.4 Κλασική Ακτινολογία

Ακτινολογία ονομάζεται η ειδικότητα της Ιατρικής που χρησιμοποιεί τεχνολογίες και μηχανήματα απεικόνισης των εσωτερικών οργάνων ή άλλων μερών του σώματος, με σκοπό τη διάγνωση ασθενειών.⁵ Ο Γερμανός φυσικός Wilhelm Röntgen το 1895 ανακάλυψε τις ακτίνες X, οι οποίες έχουν την δυνατότητα να διαπερνούν το ανθρώπινο σώμα.

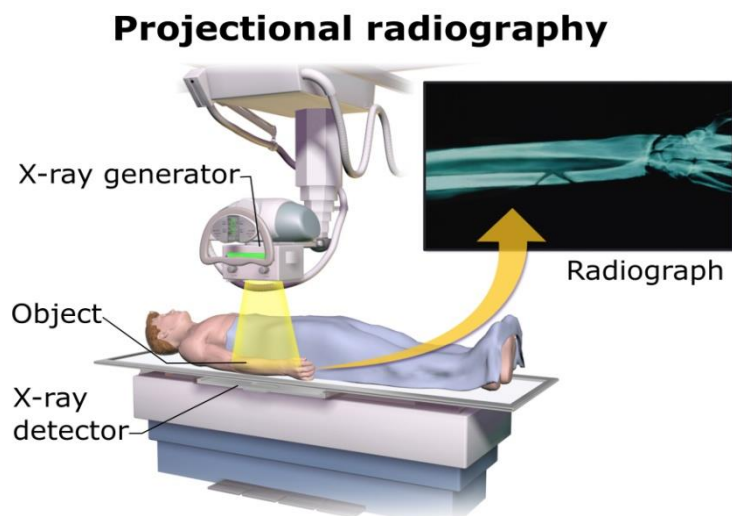
Παλαιότερα επικρατούσαν δύο βασικές κατηγορίες συστημάτων διαγνωστικής Ακτινολογίας-Ακτινοδιαγνωστικής με τη χρήση ακτίνων-X⁶:

1. Τα ακτινογραφικά συστήματα
2. Τα ακτινοσκοπικά συστήματα

Η ακτινογραφία ήταν η πρώτη απεικονιστική εφαρμογή στην ιστορία και μέχρι σήμερα έχει σημαντικό ρόλο στη λήψη διαγνωστικών πληροφοριών. Η αρχή της λήψης ακτινογραφιών βασίζεται στο γεγονός ότι οι ακτίνες-X διαπερνούν σε ποικίλο βαθμό τα μαλακά μέρη του σώματος και τον αέρα, ενώ αντίθετα η πορεία τους διακόπτεται στα συμπαγή μέρη.

Το σημείο του σώματος που προορίζεται να αποτυπωθεί στην ακτινογραφία τοποθετείται μπροστά σε κατάλληλο ανιχνευτή και μια πηγή ακτίνων X, αφού επικεντρωθεί κατάλληλα, το ακτινοβολεί (σε διαφορετική απόσταση και για διαφορετική χρονική διάρκεια ανάλογα με την εξέταση). Ο αέρας απεικονίζεται μαύρος και τα συμπαγή μέρη, λευκά (σκίαση ή τύκνωση).⁴ Η τελική εικόνα είναι μια δισδιάστατη προβολή των οργάνων του σώματος και επιθυμητό είναι να έχει τη καλύτερη δυνατή διακριτική ικανότητα και ευκρίνεια με την μικρότερη δυνατή δόση ακτινοβολίας.⁷

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα ακτινολογικό συγκρότημα κλασικής ακτινογραφίας.



Εικόνα 1 Κλασικό σύστημα ακτινογραφικής απεικόνισης(https://en.wikipedia.org/wiki/X-ray_machine)

Με την πρόοδο των ερευνών στις απεικονιστικές εφαρμογές καθιερώθηκε αργότερα η ακτινοσκόπηση η οποία είναι μία απεικονιστική μέθοδος που πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο, με πολύ καλή διακριτική ικανότητα χρόνου και έχει στόχο την απεικόνιση των κινήσεων εσωτερικών ιστών του σώματος.⁸ Κατά την ακτινοσκόπηση η δέσμη ακτίνων X κατευθύνεται δια μέσου του ασθενή σε ένα φθορίζον υλικό ευαίσθητο στην ακτινοβολία X.

Η λήψη της εικόνας παλαιότερα γινόταν με ενισχυτή εικόνας ο οποίος σήμερα έχει αντικατασταθεί με τους επίπεδους ανιχνευτές ενεργού μήτρας (AMFPI-Active Matrix Flat Panel Imager).⁷

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

2.1 Διαγνωστικός ακτινολογικός εξοπλισμός

Με τον όρο διαγνωστικός ακτινολογικός εξοπλισμός αναφερόμαστε συνήθως σε κάθε ακτινοδιαγνωστικό μηχάνημα το οποίο χρησιμοποιεί ιοντίζουσες ακτινοβολίες (ακτίνων - X), που βοηθάνε αφενός στην διάγνωση διαφόρων παθήσεων και αφετέρου στην παρακολούθηση της εξέλιξης μιας νόσου και τον σχεδιασμό του πλάνου θεραπείας.

Με τις ακτινοβολίες που παράγονται από τις ακτινολογικές λυχνίες (X-Ray tubes) και με τους κατάλληλους ψηφιακούς ανιχνευτές κατορθώνουμε να λαμβάνουμε υψηλής ανάλυσης εικόνες ώστε να απεικονίσουμε με ακρίβεια τα υπό εξέταση όργανα ή περιοχές εντός του σώματος.

Τα βασικότερα μηχανήματα που χρησιμοποιούν ακτίνες X για την λήψη των ακτινογραφιών τα οποία συναντάμε στα σύγχρονα ακτινοδιαγνωστικά τμήματα είναι τα εξής:

- Ψηφιακό ακτινολογικό μηχάνημα
- Ψηφιακό ακτινολογικό- ακτινοσκοπικό μηχάνημα
- Αξονικός τομογράφος
- Μαστογράφος τομοσύνθεσης
- Ορθοπαντομογράφος

Επίσης τα μεγάλα διαγνωστικά κέντρα περιλαμβάνουν στον εξοπλισμό τους μαγνητικούς τομογράφους που δεν εκπέμπουν ιοντίζουσα ακτινοβολία. Επιπλέον τα περισσότερα διαγνωστικά κέντρα εκτελούν υπερηχοτομογραφικές εξετάσεις.

Παλαιότερα η ακτινογράφιση εκτελούνταν από τα προαναφερόμενα ακτινολογικά μηχανήματα όπου απεικόνιζαν τα οστά ή άλλα τμήματα και όργανα του ανθρώπινου σώματος, χρησιμοποιώντας ακτινολογικό φιλμ. Πλέον σήμερα όλα τα ακτινοδιαγνωστικά μηχανήματα που κατασκευάζονται από τους κατασκευαστικούς

οίκους έχουν αντικατασταθεί με ψηφιακού τύπου μηχανήματα (DR), με την απεικόνιση των εικόνων να γίνεται κατευθείαν στα μόνιτορ υψηλής ευκρίνειας/ανάλυσης που συνοδεύουν τα ακτινοδιαγνωστικά συγκροτήματα.

Η ακτινοσκόπηση είναι μια παρόμοια διαδικασία με την ακτινογράφιση με την διαφορά ότι με το ακτινοσκοπικό μηχάνημα είναι δυνατή η παρατήρηση των εσωτερικών οργάνων και των ιστών με κίνηση σε πραγματικό χρόνο με την χρήση κατάλληλων σκιαγραφικών ουσιών, μέσω ενός ή περισσότερων monitors. Με τα εν λόγω μηχανήματα είναι επίσης εφικτή η διενέργεια ορισμένων αγγειογραφιών π.χ τύπου Digital Subtraction Angiography (DSA).

Όλα τα ακτινοσκοπικά μηχανήματα εκ κατασκευής δύνανται να εκτελούν και όλη τη γκάμα των κοινών ακτινολογικών εξετάσεων που κάνουν τα απλά ακτινολογικά μηχανήματα. Στα σύγχρονα ακτινοσκοπικά μηχανήματα οι ανιχνευτές της ακτινοβολίας που παράγεται από τις ενσωματωμένες ακτινολογικές λυχνίες, είναι τύπου AMFPI.

Στην αξονική τομογραφία χρησιμοποιείται η τεχνική της ελικοειδούς σάρωσης του εξεταζόμενου με ταυτόχρονη κίνηση της εξεταστικής τράπεζας. Βασίζεται στην διαφορετική απορρόφηση των παραγόμενων ακτίνων X από τους ιστούς του σώματος με ταυτόχρονη ανίχνευση της ακτινοβολίας από συστοιχίες ανιχνευτών. Με την συνεχόμενη περιστροφική κατά 360° κίνηση της λυχνίας λαμβάνονται πολλαπλές τομές της περιοχής του σώματος που σαρώνεται, επιτυγχάνοντας έτσι την ανακατασκευή εικόνων υψηλής ανάλυσης με δυνατότητες απεικόνισης των εξεταζόμενων περιοχών ακόμη και σε τρισδιάστατο επίπεδο.

Επιπλέον με την αξονική τομογραφία διενεργούνται αγγειογραφίες καθώς και ορισμένου είδους “εικονικών” απεικονίσεων (virtual imaging) όπως π.χ εικονική κολονοσκόπηση, βρογχοσκόπηση κλπ.

Η ψηφιακή μαστογραφία με τομοσύνθεση αποτελεί την τελευταία εξέλιξη στον τομέα της απεικόνισης του μαστού εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη διαγνωστική ευαισθησία σε σχέση με τις κλασικές 2D μαστογραφίες. Η διαδικασία περιλαμβάνει την τρισδιάστατη απεικόνιση του μαστού με μία σάρωση υπό διαφορετικές γωνίες λαμβάνοντας πολλαπλές λεπτές τομές, συνήθως του ενός χιλιοστού.

Ο ορθοπαντογράφος είναι ένα ακτινολογικό μηχάνημα που είναι εξειδικευμένο στην απεικόνιση των οδόντων είτε περιστρέφοντας το σύστημα λυχνίας- ανιχνευτή γύρω από το σαγόι του εξεταζόμενου (πανοραμική ακτινογραφία) είτε απεικονίζοντας το τμήμα του κρανίου που βρίσκεται η οδοντοστοιχία σε πλάγια προβολή (κεφαλομετρικό), κυρίως για χρήση στη γναθοχειρουργική.

2.1.1 Ψηφιακό ακτινολογικό μηχάνημα

Όπως προαναφέραμε, στην επιστήμη της ακτινολογίας η ακτινογραφία είναι μια εξέταση για την απεικόνιση εσωτερικών δομών του σώματος με τη βοήθεια των ακτίνων X. Οι ακτινογραφίες χρησιμοποιούνται ευρέως για την διάγνωση μεγάλου αριθμού παθήσεων -ή διαπιστώνουν αρνητικά ευρήματα- συμβάλλοντας έτσι σε μεγάλο βαθμό στην πρόοδο της ιατρικής επιστήμης.

Οι πιο συνηθισμένες ακτινολογικές εξετάσεις που εκτελούνται από ένα ακτινολογικό μηχάνημα είναι οι εξής:

- Ακτινογραφία θώρακος
- Ακτινογραφία ιγμορείων

- Ακτινογραφία σπονδυλικής στήλης
- Ακτινογραφία κρανίου
- Ακτινογραφία λεκάνης- ισχίων
- Ακτινογραφία άνω και κάτω άκρων
- Ακτινογραφία κοιλίας



Εικόνα 2 Διάταξη ενός σύγχρονου ψηφιακού ακτινολογικού συγκροτήματος με ανάρτηση λυχνίας οροφής και όρθιο Buckytable. Μοντέλο Philips Digital Diagnost C50(<https://www.philips.gr/healthcare/product/HCNOCTN502/digitaldiagnost-c50-ceiling-mounted-digital-xray-system>)

Ένα ψηφιακό ακτινολογικό συγκρότημα στη συνηθέστερη μορφή του αποτελείται από τα παρακάτω υποσυστήματα:

1. Την γεννήτρια ακτινών Χ.
2. Ακτινολογική λυχνία η οποία αναρτάται είτε σε ράγες οροφής είτε τοποθετείται επιδαπέδια.
3. Ακτινοδιαγνωστική τράπεζα.
4. Ψηφιακό ανιχνευτή τύπου AMFPI.
5. Σταθμός ψηφιακής απεικόνισης και επεξεργασίας (H/Y με οθόνες υψηλής ανάλυσης)
6. Όρθιο σύστημα τοποθέτησης ανιχνευτή (bucky-table).

Παρακάτω παρατίθενται οι γενικές προδιαγραφές, με τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τις λειτουργίες και τις τεχνικές δυνατότητες που έχει το κάθε ένα υποσύστημα που απαρτίζει το ακτινολογικό συγκρότημα και χαρακτηρίζουν τα σημερινά ψηφιακά ακτινολογικά μηχανήματα των εταιρειών που κυκλοφορούν στην αγορά.

ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Ακτινολογικό σύστημα ψηφιακής τεχνολογίας, συνοδευόμενο με 2 σταθερούς ενσύρματους ψηφιακούς ανιχνευτές (flat panels), το οποίο αποτελείται από τα εξής υποσυστήματα:

- 1) Ακτινολογική γεννήτρια (X-Ray Generator) υψηλής συχνότητας έως 450Khz , ισχύος 70-80KW. Τιμές τάσης στην κλίμακα 35-140KV και τιμές mAs στην κλίμακα από 0,10-900mAs. Ρυθμιζόμενος χρόνος έκθεσης 1msec – 4sec. Να διαθέτει πλήθος ανατομικών προγραμμάτων APR, σύστημα αυτοδιάγνωσης με μηνύματα σφαλμάτων επί της οθόνης χειρισμού καθώς επίσης και σύστημα αυτόματου ελέγχου της έκθεσης(AEC) και μέτρησης της δόσης(DAP)
- 2) Ακτινολογική λυχνία(X-ray tube) περιστρεφόμενης ανόδου από 5000-8000 στρ/λεπτό, με δύο εστίες 0,5 & 1,2 χιλ περίπου, θερμοχωρητικότητας ανόδου άνω των 350 KHU και θερμοχωρητικότητα όλου του περιβλήματος της λυχνίας >2 MHU
- 3) Σύστημα με ράγες για ανάρτηση της λυχνίας στην οροφή, το οποίο περιλαμβάνει μαγνητικά φρένα για κινήσεις της λυχνίας στους 3 άξονες. Κατά μήκος & πλάτος κίνηση 2.5μ περίπου. Κατά ύψος κίνηση 1.5μ – 2μ. Επίσης να εκτελεί περιστροφικές κινήσεις στον κατακόρυφο και οριζόντιο άξονα +/- 180°. Διαθέτει ηλεκτρικά διαφράγματα φωτεινής και αυτόματης δέσμης επικέντρωσης, ενσωματωμένα φίλτρα αλουμινίου ή χαλκού και ένδειξη τιμής SID
- 4) Ακτινοδιαγνωστική τράπεζα ασθενούς διαστάσεων 210X85cm περίπου, με κινούμενη επιφάνεια στους 3 άξονες ήτοι κατά μήκος κίνηση 60cm, κατά πλάτος 30cm(με ηλεκτρομαγνητικά φρένα) και κατά ύψος(ηλεκτρομηχανική) κίνηση 40-70cm περίπου. Μέγιστο βάρος ασθενή τουλάχιστον 210 κιλά. Περιλαμβάνει ειδική θέση για την τοποθέτηση του ανιχνευτή και αποσπώμενο grid.Με τιμές R10:1, 33 I/cm & F=150cm
- 5) Όρθιο Bucky-table που να μπορεί να εξυπηρετεί και ασθενείς σε φορεία ή αναπηρικά αμαξίδια. Κλίση της ακτινοδιαπερατής επιφάνειας 90° έως 15°. Κατά ύψος κίνηση της επιφάνειας (μηχανικά με αντίβαρα) έως 150εκ. Με αποσπώμενο πλέγμα (grid) με τιμές R10:1, 35 I/cm & F150cm. Να έχει ειδική θέση για την τοποθέτηση σταθερού (ενσύρματο) ανιχνευτή (flat panel).
- 6) Ενσύρματος ανιχνευτής (flat panel detector) τεχνολογίας άμορφης σιλικόνης με σπινθηριστή Ιωδιούχου Καισίου (CSI) ή άλλης αντίστοιχης τεχνολογίας ενεργού πεδίου 43x43cm.Μέγεθος pixels <150 μm, διακριτικής ικανότητας <4 lp/mm, AD conversion> 14bit.Matrix εικόνας τουλάχιστον 3.500 x3.500 pixels. DQE> 65% σε 0. lp/mm και MTF> 40% σε 2 lp/mm. Χρόνος μεταξύ λήψεων <9sec. Να διαθέτει προστασία από υγρά > IP52.
- 7) Σταθμός λήψης & επεξεργασίας των ψηφιακών ακτινολογικών εικόνων που φέρει λειτουργικό σύστημα παραθυρικού περιβάλλοντος. Διαθέτει ενδείξεις για την έκθεση σε ακτινοβολία της γεννήτριας με όλες τις λειτουργίες και εικόνα της κατάστασης του μηχανήματος σε μία οθόνη απεικόνισης. Με προγράμματα APR και ρυθμίσεις AEC και γραφικές παραστάσεις της εξέτασης. Με λογισμικό προστασίας των ιατρικών δεδομένων. Επεξεργαστής με μνήμη RAM>4GB, αποθήκευση τουλάχιστον 20.000 εικόνων σε δίσκοHDI TB τουλάχιστον. Επιπλέον διαθέτει σειρές εργαλείων για την επεξεργασία των εικόνων και με δυνατότητες απεικόνισης διαφορετικών δομών. Ρυθμίσεις φωτεινότητας & αντίθεσης (contrast). Δυνατότητα περιστροφής εικόνας και εργαλεία μέτρησης. Δυνατότητα απεικόνισης πολλαπλών εικόνων. Συνοδεύεται με monitor υψηλής ευκρίνειας, τουλάχιστον 2MP, επίπεδης

οθόνης τουλάχιστον 22". Επικοινωνία με συστήματα HIS/RIS του Νοσοκομείου με ασφάλεια. Πρωτόκολλα DICOM 3.0 και εγγραφή σε CD-R/DVD-R και εκτύπωση σε εκτυπωτές film. Να συνοδεύεται με σύστημα UPS σε περίπτωση πτώσης τάσης δικτύου.

- 8) *Δεύτερος ανεξάρτητος σταθμός εργασίας – διάγνωσης /αποθήκευσης εικόνων. Περιλαμβάνει PC για την επεξεργασία και την αποθήκευση των ψηφιακών ακτινογραφιών με monitor 24" υψηλής ευκρίνειας τουλάχιστον 3MP και εξειδικευμένο λογισμικό επεξεργασίας & μετρήσεων. Το hardware να περιλαμβάνει σκληρό δίσκο τουλάχιστον 2TB. Σύστημα εγγραφής ψηφιακών εικόνων σε CD/DVD. Δυνατότητα επικοινωνίας με εκτυπωτή ακτινολογικών film. Επικοινωνία με PACS/RIS/HIS. Διαθέτει πρωτόκολλο DICOM 3.0 για εκτύπωση, δεσμευμένη αποθήκευση, λίστα εργασίας, MPPS & Work list.*

Πηγή⁹ :

<https://did-hosp.gr/wp-content/uploads/2020/03/%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3-%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%94%CE%99%CE%91%CE%93%CE%A1%CE%91%CE%A6%CE%95%CE%A3-%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9D%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%9A%CE%9F.pdf>

Τα τελευταία χρόνια τα ψηφιακά ακτινολογικά μηχανήματα DR (Digital Radiography) έχουν σχεδόν πλήρως αντικαταστήσει τα παλαιότερου τύπου ακτινολογικά μηχανήματα που χρησιμοποιούσαν τις ακτινολογικές κασέτες με φιλμ ή αργότερα τις κασέτες με ενισχυτικές πινακίδες φωσφόρου που συνδυάζονταν με τους ψηφιοποιητές ακτινογραφιών (CR systems) και τους εκτυπωτές laser printers για την εκτύπωση των ακτινογραφιών σε φιλμ.

Η ψηφιακή ακτινογραφία κάνει χρήση των επίπεδων ανιχνευτών AMFPI για την άμεση μετατροπή των ακτίνων- X σε εικόνες στις οθόνες του χειριστή χωρίς την παρέμβαση άλλου μηχανήματος. Οι ανιχνευτές τοποθετούνται εύκολα στην οριζόντια εξεταστική τράπεζα ή στο όρθιο αντιδιαχυτικό διάφραγμα bucky και συνδέονται στον υπολογιστή του σταθμού εργασίας μέσω καλωδίωσης ή ασύρματα (τύπου wireless).

Επισημαίνεται ότι η χρήση κασετών με πινακίδες φωσφόρου σε ακτινολογικά μηχανήματα παραμένει μέχρι και σήμερα αρκετά διαδεδομένη καθότι χρησιμοποιούνται για να “ψηφιοποιήσουν” παλαιότερα σταθερά ακτινολογικά μηχανήματα ή ακόμη άλλα φορητά ακτινολογικά. Χρησιμοποιούν ίδιου μεγέθους κασετών και τοποθετούνται με τον ίδιο τρόπο εντός της ακτινολογικής τράπεζας ή του όρθιου bucky όπως τοποθετούνταν παλαιότερα οι κασέτες με το ακτινογραφικό φιλμ.

Για την ολοκλήρωση της ψηφιοποίησης του ακτινολογικού συγκροτήματος σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται επιπλέον η αγορά ενός ψηφιοποιητή ακτινογραφιών CR όπου εισάγονται οι πινακίδες φωσφόρου που έχουν καταγράψει την ακτινογραφία. Αφού γίνει η σάρωση της πινακίδας από τον ψηφιοποιητή εμφανίζεται άμεσα η εικόνα στον πλησιέστερο σταθμό εργασίας (υπολογιστή) για επεξεργασία και διάγνωση από τον ακτινολόγο. Στην συνέχεια οι εικόνες (ακτινογραφίες) αποθηκεύονται είτε τοπικά στον H/Y είτε συνηθέστερα σε κεντρικούς σταθμούς

(servers) με εγκατεστημένα πληροφοριακά συστήματα αποθήκευσης και διαχείρισης εικόνας (PACS) στα οποία έχουν άμεση δικτυακή πρόσβαση απομακρυσμένοι υπολογιστές οποιουδήποτε εγκεκριμένου χρήστη.

Το μεγάλο πλεονέκτημα των ψηφιακών ακτινολογικών συστημάτων είναι ότι πέραν της πολύ υψηλής ανάλυσης της ακτινολογικής εικόνας που λαμβάνουμε, μπορούμε αυτές τις εικόνες να τις επεξεργαστούμε με διάφορα λογισμικά προγράμματα - εργαλεία, και να τις αποθηκεύσουμε με μεγάλη ευκολία και για μεγάλα χρονικά διαστήματα στους PACS- servers. Έτσι είναι διαθέσιμες ανά πάσα στιγμή στους χρήστες γιατρούς, για την διάγνωση, μηδενίζοντας την ανάγκη να μεταφέρονται και να αποθηκεύονται οι ακτινογραφίες σε φιλμ όπως γινόταν παλαιότερα. Οι γνωματεύσεις των ακτινογραφιών από τους ακτινολόγους-γιατρούς μπορούν επίσης να καταχωρηθούν ψηφιακά στον ίδιο φάκελο του ασθενή μαζί με τις ακτινογραφίες του. Οι ασθενείς παραλαμβάνουν σε CD ή USB stick πλήρη φάκελο με τις ακτινογραφίες από τις εξετάσεις τους.

Συνοψίζοντας, μερικά από τα πλεονεκτήματα και οφέλη της ψηφιακής απεικόνισης έχουν ως ακολούθως:

- Σχεδόν μηδενίζονται τα ανθρώπινα λάθη από τεχνικά σφάλματα των λήψεων αποφεύγοντας την ανάγκη των συχνών επαναλήψεων.
- Λήψη υψηλής ποιότητας ακτινογραφικής εικόνας μεγάλης διακριτικής ικανότητας.
- Πολλαπλές δυνατότητες με τη χρήση εργαλείων software π.χ να εστιάζει σε συγκεκριμένο σημείο ενδιαφέροντος, να μεγεθύνει, να κάνει μετρήσεις κλπ., που ήταν αδύνατον με τα φιλμ.
- Εξασφαλίζεται η μακροχρόνια και σε άριστη κατάσταση αποθήκευση-διατήρηση των ψηφιακών ακτινογραφιών με δυνατότητες άμεσης απόκτησης αντιγράφων οποιαδήποτε στιγμή ζητηθούν.
- Μειώνεται σημαντικά η δόση ακτινοβολίας που λαμβάνουν οι εξεταζόμενοι ασθενείς.

Στον παρακάτω συγκριτικό πίνακα παραθέτουμε τα πλεονεκτήματα / μειονεκτήματα των δύο μεθόδων ψηφιακής απεικόνισης CR&DR

CR	DR
Μικρότερο αρχικό κόστος επένδυσης	Μεγαλύτερο κόστος επένδυσης
Εύκολη εγκατάσταση σε υπάρχοντες χώρους – εγκαταστάσεις	Απαιτείται νέα εγκατάσταση
Χαμηλότερη ποιότητα εικόνας	Καλύτερη ποιότητα εικόνας
Χρόνος απεικόνισης εικόνας στο μονитор : 7-10min από την έκθεση	Ταχύτερη απεικόνιση σε <1 min
Χρόνος προετοιμασίας-μεταφοράς κασέτας	Χωρίς χρονοτριβές. Απευθείας λήψη εικόνων
Μικρότερος αριθμός εξετάσεων/ημέρα	Μεγαλύτερος αριθμός εξεταζόμενων/ημέρα
Λιγότερο αποτελεσματικό	Περισσότερο αποτελεσματικό
Λιγότερο δαπανηρό σε ανταλλακτικά ή αντικατάσταση	Ακριβότερα ανταλλακτικά ιδίως για την αντικατάσταση του flat panel
Υψηλότερο κόστος συντήρησης κυρίως λόγω λειτουργικών βλαβών του CR	Δυνατότητα remote/online service

Πίνακας 1 Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα των δύο μεθόδων ψηφιακής απεικόνισης CR&DR.

2.1.2 Ακτινοσκοπικό μηχάνημα

Το τηλεχειριζόμενο ακτινοσκοπικό μηχάνημα είναι παρόμοιο με το ακτινολογικό, καλύπτοντας όλη τη γκάμα των απλών ακτινογραφιών όπως π.χ ακτινογραφία θώρακος ,άνω - κάτω άκρων, λεκάνης-ισχίων, κοιλίας κλπ. Η διαφοροποίηση του σε σχέση με το απλό ακτινολογικό είναι ότι επιπλέον διενεργούνται ορισμένες ειδικές εξετάσεις με τη χρήση σκιαγραφικών ουσιών.

Οι επιπρόσθετες ακτινοσκοπικές εξετάσεις που εκτελούνται από ένα ακτινοσκοπικό μηχάνημα είναι μεταξύ άλλων οι κάτωθι:

- Ενδοφλέβιες και ανιούσες πυελογραφίες/ουρογραφίες
- Εντερόκλυση
- Απεικόνιση οισοφάγου/στομάχου με βαριούχο γέυμα
- Υστεροσαλπιγγογραφία
- Μελέτες χοληφόρων

Ένα σύγχρονο ψηφιακό τηλεχειριζόμενο ακτινοσκοπικό συγκρότημα (Εικόνα 3) αποτελείται συνήθως από τα παρακάτω υποσυστήματα:

1. Γεννήτρια ακτινών Χ.
2. Ακτινολογική Λυχνία.
3. Τηλεχειριζόμενη ακτινοδιαγνωστική τράπεζα.
4. Ψηφιακό ανιχνευτή
5. Σύστημα/Σταθμός ψηφιακής απεικόνισης και επεξεργασίας.



Εικόνα 3 Διάταξη ενός σύγχρονου τηλεχειριζόμενου ψηφιακού ακτινοσκοπικού συγκροτήματος (<https://www.medicaexpo.com/prod/canon-medical-system-europe/product-70354-428611.html>)

Παρακάτω παραθέτουμε τις τεχνικές προδιαγραφές ψηφιακών ακτινολογικών-ακτινοσκοπικών μηχανημάτων (για κάθε ένα υποσύστημα ξεχωριστά) που χαρακτηρίζουν τα μηχανήματα των εταιρειών που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά.

**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΙΚΟΥ - ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ
ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ**

Να αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- 1) Γεννήτρια ακτίνων – X (X-Ray generator) ελεγχόμενη από μικροεπεξεργαστή, πολυκορυφών, υψηλής συχνότητας και ισχύ 80 - 100 KW. Μέγιστη τάση 140-150KV, ρυθμιζόμενης έκθεσης 700- 800 mAs και σταθεροποιητή τάσεως δικτύου. Χρόνος έκθεσης <1 msec. Διαθέτει αυτόματη ρύθμιση έκθεσης (AEC) για όλες τις εφαρμογές (ακτινογραφία/ακτινοσκόπηση). Να διαθέτει σύστημα ένδειξης και υπολογισμού της δόσης, στην οποία εκτίθεται ο ασθενής(DAP). Ανατομική τεχνική (APR) μεγάλου αριθμού προγραμμάτων ρυθμιζόμενων από το χρήστη. Περιλαμβάνει και σύστημα αυτοδιάγνωσης των βλαβών με μηνύματα.
- 2) Ακτινολογική λυχνία (X-ray tube) περιστρεφόμενης ανόδου, 8000 – 9000 στροφές/λεπτό, διπλοεστιακή (0,6 mm η μικρή και ≤ 1.2 mm η μεγάλη). Θερμοχωρητικότητα ανόδου >650 KHU Θερμοχωρητικότητα του περιβλήματος της λυχνίας >2.1MHU, ρυθμός απαγωγής θερμότητας ανόδου >150 kWhU/min . Διαθέτει φωτεινή επικέντρωση και διαφράγματα βάθους & ίριδας. Με αυτόματη επιλογή των φίλτρων για την βέλτιστη διαχείριση της δόσης ανάλογα με την εκτελούμενη εξέταση. Βραχίονας στήριξης της λυχνίας κλίσης $\pm 45^\circ$ και περιστροφής για ακτινογράφιση σε όρθιο bucky.
- 3) Τηλεχειριζόμενη τράπεζα κατάλληλη για ακτινογράφιση/ακτινοσκόπηση με μεταβαλλόμενη εστιακή απόσταση από 120 - 150 cm περίπου. Δέχεται ασθενείς βάρους >200 κιλά χωρίς περιορισμούς των κινήσεων της. Με εγκάρσια κίνηση της τράπεζας τουλάχιστον ± 20 cm και επιμήκη κίνηση αυτής ± 60 cm. Δυνατότητα κατάκλισης -17° έως $+90^\circ$ τουλάχιστον. Με αυτόματο (ηλεκτροκίνητο) σύστημα ελεγχόμενης συμπίεσης και συστήματα ασφαλείας για τον εξεταζόμενο. Διαθέτει αυτόματα εναλλασσόμενα φίλτρα μείωσης δόσης του ασθενούς.
- 4) Ψηφιακός ανιχνευτής (flat panel detector) ενεργού πεδίου > 42 X 42 cm .Μέγεθος pixel <145 μ m. Matrix size τουλάχιστον 3000 X 3000 pixels. DQE > 60% / 0.05 lpm. Δυνατότητα μέτρησης δόσης (DAP).
- 5) Σταθμός απεικόνισης και επεξεργασίας. Να διαθέτει σκληρό δίσκο (HD) με μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα 2 TB, μήτρας 1024x1024 pixels και βάθους 12 bit. Να διαθέτει σύστημα εγγραφής εικόνων σε CD/DVD. Διαθέτει πρωτόκολλο DICOM 3.0 για αποθήκευση αποστολή και εκτύπωση εικόνων. Λειτουργικό σύστημα παραθυρικού περιβάλλοντος, multitasking. Ταχύτητα λήψης εικόνων 10 frames/sec(1024x1024, 12 bit) τουλάχιστον. Διαθέτει επίσης δυνατότητα αναβάθμισης για τη πραγματοποίηση αγγειογραφίας με σκιαγραφικό και χαρτογράφηση (Roadmapping). Προγράμματα εφαρμογής ηλεκτρονικών διαφραγμάτων στις εικόνες, περιστροφής- αντιστροφής μεγέθυνσης εικόνων, μείωσης του θορύβου, (edge enhancement), ταυτόχρονη απεικόνιση πολλαπλών εικόνων, μετρήσεις αποστάσεων/ γωνιών, calibration, σημειώσεις επί των εικόνων, πάγωμα τελευταίας εικόνας, κ.λ.π. Με μόνιτορ υψηλής ανάλυσης/ευκρίνειας 2MP επίπεδης τεχνολογίας 21” τουλάχιστον για τη παρουσίαση εικόνων.

Πηγή¹⁰:

<http://hosplak.gr/sites/default/files/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B6%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF%20%CE%A8%CE%B7%CF%86%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%20%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CF%8C.pdf>

Επισημαίνεται ότι πολλοί κατασκευαστές περιλαμβάνουν στα μηχανήματα τους την τεχνολογία της παλμικής ακτινοσκόπησης (pulsed fluoroscopy) η οποία σε αντίθεση με την συνεχόμενη ακτινοσκόπηση (continuous fluoroscopy) μειώνει κατά πολύ την δόση στον εξεταζόμενο επιλέγοντας χαμηλότερους ρυθμούς παλμών.

2.1.3 Αξονικός τομογράφος

Η λειτουργία ενός αξονικού τομογράφου βασίζεται στην λήψη εγκάρσιων τομών, της ανατομικής περιοχής του σώματος που μας ενδιαφέρει να απεικονίσουμε, με ανίχνευση της δέσμης των ακτίνων- X που διαπερνούν την περιοχή αυτή. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της συνεχόμενης περιστροφικής κίνησης κατά 360° της ακτινολογικής λυχνίας γύρω από τον ασθενή. Η δέσμη των ακτίνων- X εξασθενεί λόγω μερικής απορρόφησης των φωτονίων από τους ιστούς. Οι διαφορές αυτές καταγράφονται από ειδικούς ανιχνευτές (detectors) που βρίσκονται διαμετρικά αντίθετα από την ακτινολογική λυχνία. Με τους ανιχνευτές μετατρέπουμε την ακτινοβολία σε ηλεκτρικά σήματα τα οποία, μέσω κατάλληλων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, μεταφέρονται στους υπολογιστές όπου γίνεται η τομογραφική ανασύνθεση και επεξεργασία των εικόνων/τομών.

Επειδή τα δεδομένα λαμβάνονται ογκομετρικά μπορούν να ανακατασκευασθούν όχι μόνο εγκάρσιες τομές αλλά και μετωπιαίες, οβελιαίες, ακόμη και τρισδιάστατες εικόνες από το σύνολο των τομών που ελήφθησαν.¹¹

Σήμερα οι εμπορικότεροι τομογράφοι που κυκλοφορούν στην αγορά είναι αυτοί της κατηγορίας των 64 & 128 τομών κυρίως λόγω της μείωσης του κόστους αγοράς τους. (Εικόνα 4)



Εικόνα 4 Σύγχρονος αξονικός τομογράφος 128 τομών. Μοντέλο Siemens Somatom X cite (<https://cardiology2.com/fda-clears-siemens-healthineers-somatom-x-cite-ct-scanner-with-intelligent-user-interface-concept/>)

Τα βασικά μέρη που απαρτίζουν ένα αξονικό τομογράφο έχουν ως εξής:

1. Λυχνία παραγωγής ακτίνων – X
2. Οι ανιχνευτές
3. Το σύστημα απόκτησης δεδομένων και ανακατασκευής των εικόνων
4. Η/Υ για τον έλεγχο της διαδικασίας και παρουσίαση των ανακατασκευασμένων εικόνων
5. Εξεταστική κλίνη κινούμενης επιφάνειας.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΞΟΝΙΚΟΥ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΥ 64 ΤΟΜΩΝ

- 1) Διάταξη ανιχνευτών με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά: εξεταστικό πεδίο >60cm;
 Πάχος τομής 0,6- 4,55mm; Χρόνος περιστροφής για όλες τις εξετάσεις. 0,40sec;
 Διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης(ισοτροπική ικανότητα)< 0,4mm. Μέγιστη χωρική διακριτική ικανότητα (MTF) lp/cm $\geq 15@ 2\%$
 Μέγιστη διακριτική ικανότητα (MTF)lp/cm $\geq 12 @ 50\%$. Διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης για δόση $\leq 6\text{m}m @ 0,4\%$. Περιλαμβάνει ειδικό software ανασύνθεσης & μείωσης θορύβου /παρασίτων.
- 2) Συγκρότημα GANTRY. Κλίση $\pm 25^\circ$, διάμετρος $\geq 70 \text{ cm}$. Επικέντρωση με χρήση δέσμης Laser. Control panel στο πρόσθιο μέρος του gantry ή μέσω άλλων συσκευών π.χ. tablet.

- 3) Ακτινολογική Λυχνία με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: Θερμοχωρητικότητα ανόδου >6 MHU; Θερμοαπαγωγή ανόδου >650 kHU/min ; Εστιακό μέγεθος > 0.8 mm.
- 4) Γεννήτρια ακτίνων X. Ισχύς >75 KW; Τάσης, 85-140KV ; Ένταση ρεύματος >400 mA
- 5) Εξεταστική τράπεζα ρυθμιζόμενου ύψους 40-75cm κατά μήκος κίνηση > 150cm. Βάρος ασθενή χωρίς περιορισμούς κίνησης, >210kg . Στατική ψηφιακή ακτινογραφία topogram –scout. Κατάλληλη για ελικοειδή σάρωση με χρόνους >120sec. Δυνατότητα απλής συμβατικής λήψης (axial).
- 6) Σταθμός επεξεργασίας & διάγνωσης εικόνων με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: Μήτρα ανασύνθεσης εικόνας 512x512 με μέγιστο ρυθμό ανασύνθεσης εικόνας > 15frames/sec. Χωρητικότητα αποθήκευσης >350.000 εικόνες. Με λογισμικό επεξεργασίας της ψηφιακής εικόνας, διόρθωσης ψευδών ενδείξεων (artifacts) και ειδικό πρόγραμμα καταστολής μεταλλικών προθέσεων (Metal artifact reduction); Μείωση θορύβου εικόνων ; Realtime πολυεπίπεδης ανασύνθεσης εικόνων(MPR); Τρισδιάστατης απεικόνισης ; Αγγειογραφίας MIP και mIP ; Εικονικής ενδοσκόπησης ; Ανίχνευση πνευμονικών οζιδίων ; Ανάλυση αιμάτωσης εγκεφάλου(Cerebral perfusion); Πλήρες καρδιολογικό πακέτο για εξετάσεις στεφανιαίων αγγείων με τεχνικές σάρωσης prospective & retrospective gating; ποσοστού ασβέστωσης των αγγείων, Calcium Scoring; Πρωτόκολλο επικοινωνίας DICOM 3.0 (Full DICOM).
- 7) Δεύτερος διαγνωστικός σταθμός εργασίας. Να συνοδεύεται με δεύτερο σταθμό εργασίας & διάγνωσης με H/Y και δύο 24” οθόνες υψηλής ευκρίνειας 3MP για ιατρική διαγνωστική χρήση, με αρχιτεκτονική τύπου server client. Με λογισμικό με δυνατότητες επεξεργασίας της εικόνας όπως ανασύνθεση εικόνων (MPR) , τρισδιάστατης απεικόνισης χρησιμοποιώντας τεχνικές τύπου shaded surface & volume rendering , με δυνατότητα αγγειογραφίας MIP / mIP , μετρήσεις του όγκου οργάνων (VRT) . Επιπλέον να έχει δυνατότητες για ανάλυση της αιμάτωσης του εγκεφάλου (celebral perfusion), ειδικό καρδιολογικό λογισμικό για την ποσοτικοποίηση και αξιολόγηση των αποτιτανώσεων των στεφανιαίων αρτηριών και υπολογισμό calcium scoring, την ανακατασκευή / απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων, υπολογισμό καρδιολογικών δεικτών για τον προσδιορισμό της καλής λειτουργίας αριστερής / δεξιάς κοιλίας κλπ. Πλήρες με πρωτόκολλο DICOM 3.0 για επικοινωνία μέσω δικτύου με άλλα συστήματα.

8) ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Έγχυτής

Συσκευή έγχυσης σκιαγραφικών ουσιών κατάλληλη για χρήση στις εξετάσεις αζονικής τομογραφίας. Δυνατότητα έγχυσης ορού. Να στηρίζεται σε τροχήλατη βάση. Η έγχυση του σκιαγραφικού να γίνεται σε φάσεις 1-6 επιπέδων. Μέγιστο όριο της πίεσης 250- 300 psi. Να δέχεται αναλώσιμα κιτ για συνεχή χρήση τουλάχιστον 9 ωρών. Ρυθμιζόμενη ροή από 0,3 έως 15 ml/sec περίπου.

Σύστημα καταγραφής δόσης

Να περιλαμβάνεται σύστημα καταγραφής της δόσης ανά εξέταση και επιπλέον η εφαρμογή να δύναται να εξάγει διάφορα στατιστικά αναφορικά με την χρησιμοποιούμενη από τον αξονικό δόση (dose management tools)

Πηγή¹²

<http://www.agandreashosp.gr/diabouleysi/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%82%20%CE%91%CE%BE%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20%CE%A4%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%85%2064%CF%84%CE%B1%20%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7.pdf>

Οι κύριες εξετάσεις που διενεργούνται σε ένα αξονικό τομογράφο κατηγοριοποιούνται ως ακολούθως:

Κλασσικές αξονικές τομογραφίες

Εγκεφάλου-Σπονδυλικής Στήλης- Θώρακα – Άνω / κάτω άκρων - Άνω Κοιλίας / Κάτω Κοιλίας - Λεκάνης-Ισχίων

Αγγειογραφίες

Στεφανιογραφίες – Εγκεφάλου - Τραχήλου (καρωτίδων – Σπονδυλικών Αρτηριών) - Θωρακικής Αορτής
Κοιλιακής Αορτής - Λαγονιών Αρτηριών - Άνω/κάτω άκρων Αρτηριών

Επεμβατικές πράξεις

A. Βιοψίες

Ήπατος, παγκρέατος, επινεφριδίων, νεφρών, σπληνός, πνευμόνων κλπ

B. Επισκληρίδιες εγχύσεις αντιφλεγμονωδών

Γ. Θερμοκαυτηριασμοί όγκων ήπατος, οστεομάτων, κλπ

Δ. Διάφορες διαδερμικές επεμβάσεις (π.χ. κήλης μεσοσπονδυλίου δίσκου), παροχετεύσεις κύστεων, νεφροστομίες κλπ.

Ανάμεσα στα οφέλη και τα πλεονεκτήματα της αξονικής τομογραφίας συμπεριλαμβάνονται το χαμηλό κόστος αγοράς, της συντήρησης και λειτουργίας ενός συστήματος CT , η πολύ ταχεία μέθοδος εξέτασης του ασθενή διάρκειας ολίγων

λεπτών, η πολύ καλύτερη απεικόνιση κυρίως σε παθήσεις/κακώσεις του σκελετικού, στην ανάδειξη των αποτιτανώσεων οργάνων και η πολύ καλή απεικόνιση που έχουμε σε ασθενείς που φέρουν μεταλλικές προθέσεις, βηματοδότες και άλλου είδους εμφυτεύματα.

Αξίζει τέλος να σημειωθεί ότι ένα σχετικά σημαντικό μειονέκτημα στις αξονικές είναι η δόση ακτινοβολίας που λαμβάνει ο ασθενής κατά την διάρκεια της εξέτασης η οποία είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από ότι θα ελάμβανε σε μια κλασσική ακτινογραφία. Π.χ. η δόση μίας αξονικής τομογραφίας θώρακος είναι 7 mSv ενώ σε μία απλή ακτινογραφία η δόση είναι περίπου 0,1 mSv.

2.1.4 Μαστογράφος Τομοσύνθεσης

Η μαστογραφία είναι μορφή απεικόνισης των μαστών όπου χρησιμοποιείται ένα ακτινολογικό μηχάνημα ακτίνων- X χαμηλής δόσης για την εξέταση αυτών για να βοηθήσει στην διάγνωση ασθενειών που σχετίζονται με το μαστό στις γυναίκες.

Η ψηφιακή μαστογραφία ονομάζεται επίσης και ψηφιακή μαστογραφία πλήρους πεδίου (Full Field Digital Mammography- FFDM). Χαρακτηρίζεται από ένα σύστημα μαστογραφίας στο οποίο το ακτινογραφικό φιλμ που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα έχει αντικατασταθεί από τους ανιχνευτές στερεάς κατάστασης οι οποίοι μετατρέπουν την δέσμη ακτίνων- X σε ηλεκτρικά σήματα τα οποία στη συνέχεια (όπως και στα άλλα ακτινοδιαγνωστικά μηχανήματα) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή εικόνων του μαστού και την απεικόνιση αυτών σε monitors πολύ υψηλής ανάλυσης .

Με τις εξελίξεις της τεχνολογίας οι σημερινοί μαστογράφοι διαθέτουν τεχνικές λήψης εικόνων όπως η ψηφιακή μαστογραφία με ανιχνευτές άμορφου σεληνίου, όπως επίσης αλγόριθμους αυτόματης αναγνώρισης και επισήμανσης ύποπτων περιοχών/σημείων με χρήση CAD καθώς και αλγορίθμους τεχνικής νοημοσύνης.



Εικόνα 5 Σύγχρονος μαστογράφος τομούσθησης . Μοντέλο Siemens Mammomat Revelation (https://cdn0.scrvt.com/39b415fb07de4d9656c7b516d8e2d907/1800000004848077/d969fa3d169f/D-I-XP-WH-MAMMOMAT_Revelation_Brochure_152100155.pdf)

Ένας ψηφιακός μαστογράφος αποτελείται από τα κάτωθι υποσυστήματα:

- Γεννήτρια ακτίνων Χ
- Χειριστήριο-Η/Υ σταθμό λήψης - CAD
- Ακτινολογική λυχνία
- Περιστρεφόμενο βραχίονα με ψηφιακό ανιχνευτή
- Σύστημα στερεοτακτικής βιοψίας

Παρακάτω παραθέτουμε τις γενικές προδιαγραφές ψηφιακών μαστογράφων για κάθε ένα υποσύστημα που χαρακτηρίζουν μηχανήματα εταιρειών που κυκλοφορούν στην αγορά.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΟΥ

Να αποτελείται από τα κάτωθι τμήματα :

- 1) *Γεννήτρια Ακτίνων Χ. Ισχύος τουλάχιστον 4.5 KW, υψηλής συχνότητας , ελεγχόμενη από μικροεπεξεργαστή. Εύρος τάσης 22-37KV και εύρος έκθεσης 2-700mas. Διαθέτει σύστημα αυτόματης έκθεσης AEC.*
- 2) *Ακτινολογική λυχνία. Περιστρεφόμενης ανόδου, 8000-9.000 στρ/λεπτο. Να συνοδεύεται από τουλάχιστον δύο αυτόματα φίλτρα, ανάλογα με την πυκνότητα των*

μαστών. Σημειακές εστίες 0,1mm & 0,3mm περίπου με δυνατότητα αυτόματης επιλογής ανάλογα με την πυκνότητα του μαστού.

- 3) Βάση με βραχίονα στήριξης ανιχνευτή. Περιλαμβάνει ηλεκτροκίνητο βραχίονα με δυνατότητα περιστροφής +180° έως -140° και ηλεκτροκίνητη αυξομείωση ύψους 70-150cm περίπου. Να διαθέτει ψηφιακές ενδείξεις για AEC sensor position, γωνία βραχίονα, πάχος μαστού. Η συμπίεση (και η αποσυμπίεση) να μπορεί να ελέγχεται είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα με ρύθμιση και επιλογή των τιμών της ασκούμενης πίεσης. Θα πρέπει να προσφέρονται τουλάχιστον 3 ακτινοδιαπερατά πίεστρα διαφορετικού μεγέθους/σχήματος. Απόσταση εστίας-ανιχνευτή τουλάχιστον 70cm. Να περιλαμβάνει grid κυψελοειδές για μείωση της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας με ταυτόχρονη αύξηση της διεισδυτικότητας.
- 4) Ψηφιακός Ανιχνευτής. Να είναι τεχνολογίας άμορφου σεληνίου (aSe) πεδίου 24X30cm για ευρεία κάλυψη των μαστών. Τιμές DQE τουλάχιστον 73% (@ 0lp/mm) MTF >85% @ 2lp/mm. Χρόνος προεπισκόπησης αρχικής 2D εικόνας να είναι έως <10sec. Προαιρετικά να έχει δυνατότητα τομοσύνθεσης μαστού τύπου DBT υπό διαφορετικές γωνίες. Δυνατότητα ανακατασκευασμένης 2D εικόνας από τις 3D λήψεις ώστε να μειώνεται η δόση ακτινοβολίας κατά το ελάχιστο στην τομοσύνθεση.
- 5) Κονσόλα ελέγχου. Συνοδεύεται από πλαίσιο-πάνελ με μολυβδύαλο ακτινοπροστασίας. Με ψηφιακές ενδείξεις για όλες τις παραμέτρους καθώς επίσης και ενδείξεις για λάθη χειρισμού και μηνύματα βλαβών. Διαθέτει οθόνη υψηλής ανάλυσης, >2 MP επίπεδη 22" τουλάχιστον κατηγορίας medical grade. PC station με τουλάχιστον 4GB μνήμη RAM και σκληρό δίσκο > 1TB και ενσωματωμένο CD-RW drive. Με δυνατότητα επεξεργασίας της εικόνας όπως π.χ zoom, αντιστροφή/ περιστροφή, contrast-brightness κλπ. Πρωτόκολλο επικοινωνίας DICOM 3.0 για αποθήκευση, send/receive, printint, worklist. Ρυθμιζόμενου ύψους χειριστήριο για εργονομική λειτουργία στους χρήστες.
- 6) Ανεξάρτητος σταθμός επεξεργασίας – διάγνωσης. Περιλαμβάνει ανεξάρτητο και εξειδικευμένο σταθμό εργασίας για διάγνωση μαστογραφίας με ξεχωριστό PC station. Διαθέτει δύο monitors 21", με 5MP ανάλυση. Δυνατότητες επεξεργασίας της εικόνας με εργαλεία όπως zoom, pan, roaming, contrast adjustment, μετρήσεις, κλπ.
- 7) Συσκευή στεροτακτικής βιοψίας. Να περιλαμβάνει στην βασική σύνθεση και ένα σύστημα ψηφιακής στερεοτακτικής βιοψίας μαστού μικρού βάρους <8 κιλά. Να είναι κατάλληλο για τοποθέτηση συρμάτινων οδηγών, συμβατό με κάθε τύπο στερεοτακτικής βιοψίας. Ενσωματωμένο interface με δυνατότητα καθοδήγησης από τον σταθμό εργασίας του μαστογράφου. Δυνατότητα βιοψίας υπό γωνία περίπου 8-10 μοιρών και σύστημα υπολογισμού των συντεταγμένων. Να διαθέτει ακρίβεια συστήματος +/-1 mm και γωνία στερεοταξίας +/-13 . Επιπλέον να διαθέτει πίεστρα τουλάχιστον 5 X 5 cm καθώς και πίεστρο συμπίεσης της μασχαλιαίας περιοχής.
- 8) CAD λογισμικό. Να προσφερθεί σύστημα CAD για την υποβοήθηση της διάγνωσης από τον γιατρό όπου το ειδικό αυτό λογισμικό βοηθά στον εντοπισμό των περιοχών με αποτιτανώσεις ή/και ύποπτα μορφώματα. Παρέχει επίσης την δυνατότητα

απεικόνισης των ύποπτων περιοχών στις τρισδιάστατες λήψεις ώστε να εντοπίζεται με περισσότερη ακρίβεια η θέση της βλάβης. Οι ύποπτες περιοχές να απεικονίζονται με διάφορες ενδείξεις και περιγράμματα ανάλογα με τη σημασία και τα χαρακτηριστικά ενός ύποπτου σημείου. Προς επιλογή να προσφερθεί επιπλέον λογισμικό αντικειμενικής αξιολόγησης & παρακολούθησης της πυκνότητας μαστού σε σχέση με το ποσοστό του λίπους και του ινώδους ιστού.

Πηγή¹³:

<https://www.gonkhosp.gr/datafiles/file/20190111%20psifiakou%20mastografou.docx>

Όπως προαναφέραμε, τα σύγχρονα συστήματα μαστογραφίας περιλαμβάνουν και λογισμικό ανίχνευσης ύποπτων περιοχών (CAD) το οποίο αναζητά μη φυσιολογικές περιοχές πυκνότητας ή ασβεστοποίησης που μπορεί να υποδηλώνουν την παρουσία καρκίνου. Το σύστημα CAD επισημαίνει αυτές τις περιοχές στις εικόνες, εφιστώντας την προσοχή του ακτινολόγου για την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης της.

Δεδομένου ότι η μαστογραφία με τεχνική τομοσύνθεσης μπορεί να εξετάσει πολλαπλές τομές στο μαστό, μπορούμε με αυτήν τη μέθοδο να ξεπεράσουμε μερικούς από τους περιορισμούς που είχαν οι συμβατικές 2D μαστογραφίες.

Ένα άλλο σημαντικό όφελος της τομοσύνθεσης είναι ότι μπορεί να ανιχνεύσει το καρκίνο του μαστού στις γυναίκες πριν εμφανίσουν κλινικά συμπτώματα όπως π.χ εκκένωση θηλών, πόνος στο στήθος, δερματικές αλλοιώσεις κλπ. Επιπλέον βοηθά στη μείωση ψευδών θετικών και αρνητικών ευρημάτων.

Έχει καλύτερη ακρίβεια στον προσδιορισμό του μεγέθους, του σχήματος καθώς και του εντοπισμού των ανωμαλιών του μαστού. Στη μαστογραφία τομοσύνθεσης, υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα ανίχνευσης πολλαπλών όγκων του μαστού.

Μερικά από τα μειονεκτήματα που θα μπορούσαν να αναφερθούν για την τομοσύνθεση είναι ότι λαμβάνοντας περισσότερες εικόνες του μαστού υπάρχει μεγαλύτερη έκθεση στην ακτινοβολία. Η ακτινοβολία όμως είναι πολύ μικρή και παραμένει εντός ασφαλών επιπέδων όπως ορίζονται από τους κανονισμούς

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι συνδυάζοντας 2D και 3D τεχνικές ψηφιακής μαστογραφίας εξασφαλίζεται 40% αύξηση στην ανίχνευση των διηθητικών καρκίνων, 27% αύξηση στην ανίχνευση καρκίνων (διηθητικών και μη) και 15% μείωση σε ψευδώς θετικά αποτελέσματα.¹⁴

Σημαντικό θέμα όμως είναι το κόστος αγοράς & συντήρησης το οποίο για τους εν λόγω μαστογράφους είναι αρκετά υψηλότερο από τους απλούς ψηφιακούς λόγω και της μεγαλύτερης πολυπλοκότητας αυτών των συστημάτων.

2.1.5 Ψηφιακός Ορθοπαντογράφος

Για την διάγνωση παθήσεων στην οδοντιατρική, για τον σχεδιασμό του πλάνου θεραπείας και την μετέπειτα παρακολούθηση των ασθενών, λαμβάνονται ακτινογραφίες από ειδικά ακτινολογικά μηχανήματα, τους ψηφιακούς ορθοπαντομογράφους, οι οποίοι έχουν εξελιχθεί τεχνολογικά ώστε να παρέχουν σήμερα εικόνες υψηλής ευκρίνειας και ανάλυσης με ελάχιστη δόση ακτινοβολίας.



Εικόνα 6 Ψηφιακός Ορθοπαντογράφος με βραχίονα για κεφαλομετρικές εξετάσεις
[\(<https://www.kavo.com/en-us/imaging-solutions/kavo-op-3d-cone-beam-3d-imaging#configurations>\)](https://www.kavo.com/en-us/imaging-solutions/kavo-op-3d-cone-beam-3d-imaging#configurations)

Η λήψη της ακτινογραφίας πραγματοποιείται με περιστροφικές κινήσεις της λυχνίας γύρω από το ακινητοποιημένο κεφάλι του ασθενή ο οποίος παραμένει για λίγα λεπτά σε όρθια θέση.

Οι πανοραμικές ακτινογραφίες που λαμβάνονται με αυτόν τον τρόπο επιτρέπουν την απεικόνιση ολόκληρης της οδοντοστοιχίας για την διάγνωση των οδοντιατρικών προβλημάτων. Επιπλέον οι πανοραμικές απεικονίζουν τα οστά των γνάθων, τα ιγμόρεια, τη ρινική κοιλότητα και τους τραχηλικούς ιστούς. Γίνεται εντοπισμός έγκλειστων και υπεράριθμων δοντιών. Χρησιμοποιείται ακόμη για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων των επεμβάσεων που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν.

Με τις κεφαλομετρικές ψηφιακές ακτινογραφίες απεικονίζεται σε πλάγια θέση το κεφάλι, ώστε να υπολογισθούν οι αποστάσεις οι δομές και οι θέσεις των οστών και των μαλακών μορίων του κρανίου. Χρησιμοποιείται ευρέως από τους οδοντιάτρους και από τους ορθοδοντικούς για την διάγνωση ορισμένων παθήσεων των γνάθων όπως αποστήματα, κύστες, κατάγματα καθώς και η ιγμορίτιδα. Με την σωστή διάγνωση μπορεί να υποδειχθεί η κατάλληλη θεραπεία.

Παραθέτουμε στη συνέχεια τις γενικές προδιαγραφές ψηφιακών ορθοπαντογράφων όπως συνήθως δημοσιοποιούνται στις διακηρύξεις στους διαγωνισμούς δημοσίων φορέων υγείας.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΟΡΘΟΠΑΝΤΟΓΡΑΦΟΥ

Σύγχρονης τεχνολογίας σύστημα ψηφιακού Ορθοπαντογράφου κατάλληλο για διεξαγωγή των κάτωθι πανοραμικών ακτινογραφιών και κεφαλομετρικών εξετάσεων:

- Πανοραμική λήψη των γνάθων με και χωρίς τις κροταφογοναθικές αρθρώσεις
- Πλάγια απεικόνιση/τομή ΚΓΔ
- Παιδιατρικές λήψεις με προσαρμοσμένο πεδίο ακτινοβολήσης και ειδικό διάφραγμα
- Ιγμορείων
- Πλάγιες κεφαλομετρικής ακτινογραφίες
- Συμμετρική Π/Ο & Ο/Π
- Μελλοντικά να μπορεί να αναβαθμισθεί με λειτουργία απεικόνισης 3D

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Να περιλαμβάνει γεννήτρια υψηλής συχνότητας περίπου 130- 140 KHz, υψηλής τάσης μεταξύ 60-80 kV και έντασης ρεύματος 4-10 mA.

Χρόνος λήψης πανοραμικής ακτινογραφίας μεταξύ 3-13 sec.

Όλες οι παράμετροι έκθεσης να ρυθμίζονται από τον χειριστή αυτόματα με επιλογή του προγράμματος εξέτασης αλλά και χειροκίνητα .

Να διαθέτει δυνατότητα επιλογών του σωματότυπου του ασθενούς και της γεωμετρίας της γνάθου.

ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΗ ΛΥΧΝΙΑ

Μέγεθος της εστίας της λυχνίας περίπου 0,5mm X 0,5mm με φίλτρο ισοδύναμο με 2.3 mmAl@90KV περίπου.

ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ

Απόσταση SID στην πανοραμική λήψη περίπου 55cm και στην κεφαλομετρική λήψη περίπου 160 - 170 cm.

Μεγέθυνση στην πανοραμική λήψη $\geq 1.3x$

Ρυθμιζόμενη κατακόρυφη κίνηση τουλάχιστον 50 εκ. με μηχανισμό ακινητοποίησης μέσω ηλεκτρομαγνητικών φρένων. Να μπορεί να εξυπηρετεί ασθενείς ΑΜΕΑ σε αναπηρικό καροτσάκι.

ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ

Να διαθέτει ανιχνευτή τύπου CMOS με μέγεθος pixel περίπου 100µm.

Διάσταση πεδίου στις πανοραμικές λήψεις τουλάχιστον 5 x 13 cm.

Ανάλυση εικόνας στην πανοραμική περίπου 5lp/mm.

ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

Να αποτελείται από H/Y με οθόνη υψηλής ανάλυσης.

Να περιλαμβάνει επεξεργασία εικόνας με φίλτρα ενίσχυσης παρυφών, χρωματικής απεικόνισης και μεγέθυνση.

Με σύστημα αυτοδιάγνωσης προβλημάτων λειτουργίας και μηνύματα επί της οθόνης .

Να διαθέτει πρωτόκολλο επικοινωνίας DICOM για σύνδεση σε δίκτυο και σε PACS

ΚΕΦΑΛΟΜΕΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Να περιλαμβάνει ειδικού σχεδιασμού βραχίονα κατάλληλο για κεφαλομετρικές εξετάσεις

Η διάσταση του πεδίου στην κεφαλομετρική λήψη να είναι περίπου 5x25 cm.

Βάθος ανάλυσης (διαβαθμίσεις του γκρι) τουλάχιστον 12 bits

Ο χρόνος λήψης κεφαλομετρικής εξέτασης να είναι <20 sec περίπου.

Η ανάλυση εικόνας περίπου να είναι 2,5 lp/mm

Πηγή¹⁵ :

<http://www.hosplak.gr/sites/default/files/%CE%A4%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%82%20%CE%A8%CE%B7%CF%86%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20-%20%CE%9A%CE%B5%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D.pdf>

Με την πανοραμική ακτινογραφία λαμβάνουμε απεικονίσεις δύο διαστάσεων ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις όπως π.χ. όταν απαιτείται μια εμφύτευση, είναι σημαντικό να έχουμε τρισδιάστατες απεικονίσεις της γνάθου. Αυτό σήμερα επιτυγχάνεται ικανοποιητικά με την τρισδιάστατη τομογραφία κωνικής δέσμης (CBCT) όπου έχουμε την δυνατότητα λήψης τομών και 3D απεικονίσεων της γνάθου χρησιμοποιώντας πολύ χαμηλές δόσεις ακτινοβολίας σε σχέση με αντίστοιχες από τον αξονικό τομογράφο. Για την απόκτηση των εικόνων το μηχάνημα περιστρέφεται γύρω από το κεφάλι του εξεταζόμενου με ταυτόχρονη λήψη άνω των 500 εικόνων. Στη συνέχεια μέσω ειδικού λογισμικού γίνεται η ανασύνθεση αυτών των εικόνων σε τρισδιάστατη (3D) εικόνα υψηλής ευκρίνειας για την απεικόνιση των γνάθων και των δοντιών.

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για τον προεγχειρητικό σχεδιασμό στην τοποθέτηση εμφυτευμάτων όπως επίσης και στην ενδοδοντία, στην ορθοδοντική, περιοδοντολογία. Τέλος εφαρμόζεται στην διάγνωση για ακρορριζικές αλλοιώσεις που δεν αναγνωρίζονται με τις πανοραμικές, για κύστεις, νεοπλασίες κλπ

2.1.6 Ψηφιακός Υπερηχοτομογράφος

Οι εξετάσεις με υπέρηχους αποτελούν μια από τις πιο συχνές και αξιόπιστες διαγνωστικές μεθόδους στην ακτινολογία. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι είναι μία ανώδυνη εξέταση, σχετικά γρήγορη και το κυριότερο ότι δεν χρησιμοποιεί ιοντίζουσα ακτινοβολία καθ' όλη την διάρκεια της εξέτασης, σε αντίθεση με τις άλλες απεικονιστικές μεθόδους οι οποίες χρησιμοποιούν τέτοιου είδους ακτινοβολίες.



Εικόνα 7 Υπερηχοτομογράφος GE healthcare μοντέλο logiq-p9
 (<https://www.gehealthcare.co.uk/products/ultrasound/logiq>)

Με εφαρμογές σε ευρύ γκάμα απεικονιστικών εξετάσεων σήμερα ο τομέας της υπερηχοτομογραφίας αποτελεί μια καταξιωμένη εξέταση. Διαθέτοντας ποικιλία απεικονιστικών τεχνικών παρέχει σημαντικότερες πληροφορίες όσο αφορά την μορφολογία των ανατομικών δομών του σώματος, την αιμάτωση αυτών ή ακόμη και της “σκληρότητάς” τους (με τη τεχνική της ελαστογραφίας) για την αξιολόγηση ύποπτων περιοχών με πιθανές κακοήθειες. Η τεχνική αυτή συντελεί στη διαφορική διάγνωση μεταξύ καλοήθων και κακοήθων ευρημάτων κυρίως των μαστών, του ήπατος, του θυρεοειδούς αδένου, του προστάτη κλπ. Επιπλέον με τη καθοδήγηση των υπερήχων γίνονται μια σειρά επεμβατικών πράξεων όπως π.χ παρακεντήσεις και βιοψίες οργάνων όπως του μαστού του προστάτη του θυρεοειδή, ενδαρθρικές εγχύσεις στο γόνατο, το ισχίο κλπ.

Στα διαγνωστικά εργαστήρια τα οποία είναι εξοπλισμένα με μηχανήματα υπερήχων σήμερα διενεργούνται οι ακόλουθες εξετάσεις:

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Υπερηχογραφήματα άνω/ κάτω κοιλίας, θυρεοειδούς, τραχήλου, μαστού, οσχέου
Διακολπικά / Διορθικά υπερηχογραφήματα
Υπέρηχοι μυοσκελετικού συστήματος
Υπερηχογραφήματα αγγείων (έγχρωμα Doppler -triplex αγγείων)
Υπέρηχοι συμπαγών οργάνων με έγχυση σκιαγραφικών

ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Διορθική απεικόνιση του προστάτη (με ή χωρίς ελαστογραφία) και κατευθυνόμενη βιοψία
Κατευθυνόμενη βιοψία μαστού.
Κατευθυνόμενη ιστολογική βιοψία ήπατος.
Παρακέντηση θυρεοειδούς / λεμφαδένων (FNA)
Παρακέντηση -Παροχέτευση ενδοκοιλιακών συλλογών/αποστημάτων.

Παρακάτω αναφέρουμε τις τεχνικές προδιαγραφές ψηφιακών υπερηχοτομογράφων όπως δημοσιεύονται σε διαγωνισμούς του Δημοσίου.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΥΠΕΡΗΧΟΤΟΜΟΓΡΑΦΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

Το σύστημα να είναι πλήρες, καινούργιο, αμεταχείριστο, σύγχρονης τεχνολογίας

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- 1) Να διαθέτει τεχνικές απεικόνισης : B-mode, M-mode, Doppler (PW), έγχρωμου Doppler (CFM), Power Doppler, TDI, Continuous Wave Doppler.*
- 2) Επίσης να περιλαμβάνει τις τεχνικές απεικόνισης : MultiSlice Imaging, Auto OB measurement, Auto NT measurement, Stress Echo, Strain rate, Real time 4D , λογισμικό ελαστογραφίας shearWave.*
- 3) Δυνατότητα ταυτόχρονης απεικόνισης συνδυασμού B-mode, παλμικού Doppler, και έγχρωμου Doppler (real time triplex), σε όλες τις σαρώσεις και με όλες τις ηχοβόλεςκεφαλές.*
- 4) Να διαθέτει τεχνική απεικόνισης για ιστούς της 2ης αρμονικής συχνότητας (Harmonic Imaging) με όλες τις ηχοβόλες κεφαλές του μηχανήματος.*
- 5) Να διαθέτει τεχνικές δημιουργίας εικόνας τύπου Compound Imaging για υψηλή ανάλυση αντίθεσης (contrast resolution), βέλτιστη διαφοροδιάγνωση των ιστών(textural differentiation) και ευκρινή απεικόνιση των ορίων των εσωτερικών οργάνων και των ιστών. Επιπλέον να περιέχει την τεχνολογία (FCI) Frequency Compound Imaging με εναλλαγές στις συχνότητες σάρωσης.*
- 6) Να προσφερθεί προς επιλογή η τεχνική τρισδιάστατης (3D) απεικόνισης για την απεικόνιση οργάνων η οποία να διενεργείται με τις ίδιες ηχοβόλες κεφαλές της δισδιάστατης απεικόνισης.*
- 7) Να λειτουργεί με ηχοβόλες κεφαλές ηλεκτρονικής σάρωσης τύπου Phased Array*

Sector , Convex Single crystal , Linear array, ενδοκοιλιακές με συχνότητες από 2.0 έως 20.0 MHz.

- 8) *Να διαθέτει σύγχρονο ψηφιακό διαμορφωτή δέσμης επεξεργασίας 250.000-300.000 καναλιών επεξεργασίας περίπου.*
- 9) *Βάθος σάρωσης (σε όλες τις ζητούμενες τεχνικές απεικόνισης) 35- 38 cm.*
- 10) *Με ψηφιακή μεγέθυνση σε πραγματικό χρόνο (Real time) οποιουδήποτε τμήματος της οθόνης και λειτουργία zoom πλήρους οθόνης.*
- 11) *Να διαθέτει τεχνική B-mode με δυνατότητα απεικόνισης σε υψηλό δυναμικό εύρος (Dynamic range) άνω των 240db, για την εύκολη ανίχνευση ιδιαίτερα μικρών και δυσδιάκριτων αλλοιώσεων στον ιστό όπως π.χ όζων, ιστών με την ίδια υφή.*
- 12) *Ενσωματωμένη cine μνήμη σειράς ασπρόμαυρων και έγχρωμων εικόνων καθώς και μνήμη για κυματομορφές M-mode και Doppler.*
- 13) *Ανανέωση εικόνων τουλάχιστον 2000 εικόνες / δευτερόλεπτο.*
- 14) *Να περιλαμβάνει πακέτα μετρήσεων και υπολογισμών για όλα τα είδη απεικονίσεων στις κλινικές εφαρμογές ακτινολογίας αλλά και άλλων ειδικοτήτων όπως της αγγειολογίας, γυναικολογίας, ουρολογίας, μαιευτικής, καρδιολογίας .*
- 15) *Να έχει τουλάχιστον 4 ενεργές θύρες, για την ταυτόχρονη σύνδεση των ηχοβόλων κεφαλών.*
- 16) *Να δέχεται κεφαλές τύπου 4D-real time.*
- 17) *Να διαθέτει έγχρωμη οθόνη υψηλής διακριτικής ικανότητας 24'' τύπου TFT/LCD, καθώς και οθόνη αφής των λειτουργιών και ελέγχου τουλάχιστον 12'' που να περιλαμβάνει και αλφαριθμητικό πληκτρολόγιο.*
- 18) *Με ψηφιακά Wall Filters μεγάλου εύρους συχνοτήτων για εξάλειψη των χρωματικών παρασίτων που οφείλονται σε κίνηση ιστών (π.χ. λόγω αναπνοής ασθενούς, καρδιακού ρυθμού, κ.λπ.) και για την ευκρινή απεικόνιση των αιματικών ροών των αγγείων.*
- 19) *Το έγχρωμο Doppler να κωδικοποιεί την ροή του αίματος με διάφορα χρώματα επιλογής του χειριστή.*
- 20) *Με δυνατότητα εμφάνισης χαμηλών ροών ανεξαρτήτου γωνίας προσπίπτουσας (Power Doppler).*
- 21) *Με σύστημα ψηφιακής αποθήκευσης και αρχειοθέτησης μεγάλου αριθμού ασπρόμαυρων και έγχρωμων κλινικών εικόνων . Η αποθήκευση των ασπρόμαυρων και έγχρωμων εικόνων να γίνεται μέσω ενσωματωμένου στη βασική μονάδα σκληρού δίσκου (SSD) χωρητικότητας τουλάχιστον 1 TB. Επιπλέον να διαθέτει 3-4 εξόδους USB.*

22) Δυνατότητα επικοινωνίας μέσω πρωτόκολλου DICOM 3.0

ΣΥΝΘΕΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

Να προσφέρεται ο ζητούμενος υπερηχοτομογράφος με την ακόλουθη σύνθεση:

- ✓ Σύστημα υπερηχοτομογραφίας γενικής ακτινολογικής χρήσης, μικρού όγκου και βάρους, ευέλικτο για εύκολη μετακίνηση, τροχήλατος.
- ✓ Ηχοβόλο κεφαλή Convex τεχνολογίας μονού κρυστάλλου, φάσματος συχνοτήτων 2-6 MHz κατάλληλη για χρήση με shearwave ελαστογραφία και σκιαγραφικά για εξετάσεις άνω/κάτω κοιλίας.
- ✓ Ηχοβόλο κεφαλή Linear ευρέως φάσματος συχνοτήτων 3-10 MHz για εξετάσεις αγγείων.
- ✓ Ηχοβόλο κεφαλή Linear συχνοτήτων 5-15 MHz κατάλληλη για χρήση με shearwave ελαστογραφία και σκιαγραφικά για εξετάσεις επιφανειακών οργάνων.
- ✓ Έγχρωμος laser printer για εκτύπωση σε σελίδες A4.
- ✓ Ασπρόμαυρος θερμογραφικός εκτυπωτής.

Πηγή¹⁶:

<https://hospital-agrinio.gr/wp-content/uploads/2020/10/%CE%99%CE%A3%CE%A4%CE%9F%CE%A3%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%94%CE%91-%CE%94%CE%99%CE%91%CE%92%CE%99%CE%92%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F-%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D-%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%94%CE%99%CE%91%CE%93%CE%A1%CE%91%CE%A6%CE%A9%CE%9D13102020-3.pdf>

Η υπερηχογραφία, σε σύγκριση με άλλες απεικονιστικές εξετάσεις όπως η αξονική τομογραφία η μαγνητική τομογραφία και η ψηφιακή αγγειογραφία, έχει καθιερωθεί σαν μία μέθοδος που δίνει άμεσα εκείνες τις πληροφορίες που χαρακτηρίζουν το παθολογικό και το φυσιολογικό εύρημα. Με τις προηγμένες τεχνικές της ελαστογραφίας εξασφαλίζεται μία “ψηλάφηση” ιστού η οποία μπορεί πολλές φορές να αντικαταστήσει την ιστολογική εξέταση τοποθετώντας έτσι τους υπερήχους σε πλεονεκτικότερη θέση και με πολύ χαμηλότερο κόστος σε σχέση με τις άλλες απεικονιστικές μεθόδους.

2.2 Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (MRI)

Σε αντίθεση με τα ακτινοδιαγνωστικά μηχανήματα που χρησιμοποιούν ιοντίζουσες ακτίνες- X και παρουσιάσαμε στην προηγούμενη ενότητα, οι μαγνητικοί τομογράφοι χρησιμοποιούν τελείως διαφορετική τεχνολογία λήψης εικόνων για την απεικόνιση των εσωτερικών δομών του σώματος.

Η Μαγνητική Τομογραφία, ή διαφορετικά, η Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού (Magnetic Resonance Imaging), είναι μία διαγνωστική μέθοδος στην επιστήμη της ακτινολογίας η οποία βασίζεται στις αρχές του μαγνητικού συντονισμού χρησιμοποιώντας ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο, ραδιοκύματα και ραδιοσυχνότητες χωρίς έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία.¹⁷

Συνοπτικά, ο μαγνητικός τομογράφος (Εικόνα 8) αποτελείται από έναν μεγάλο ισχυρό μαγνήτη (συνήθως έως 3 Tesla) μέσα στον οποίο τοποθετείται ο ασθενής. Με

ένα πηνίο ραδιοκυμάτων γίνεται η αποστολή σημάτων στο σώμα και παράλληλα γίνεται η ανίχνευση των εκπεμπόμενων σημάτων από το σώμα. Εν συνεχεία τα σήματα αυτά μετατρέπονται σε εικόνες από έναν υπολογιστή συνδεδεμένο στο τομογράφο.



Εικόνα 8: Σύγχρονος Μαγνητικός Τομογράφος. Μοντέλο Philips Ingenia 3.0 T
<https://www.philips.gr/healthcare/product/HC781342/ingenia-30t-mr-system>

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η συμβολή της μεθόδου στην εκτίμηση των παθήσεων του νευρικού και του μυοσκελετικού συστήματος, ενώ συνεχώς κερδίζουν έδαφος νεότερες εφαρμογές της μεθόδου στη μελέτη των αγγείων, της καρδιάς και άλλων ανατομικών δομών. Η μαγνητική τομογραφία προσφέρει λεπτομερή ανατομική πληροφορία, τόσο των φυσιολογικών όσο και των πασχόντων είτε παθολογικών ιστών, έχοντας επιπρόσθετα τη δυνατότητα να παρέχει λειτουργική πληροφορία. Τα δεδομένα αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά και συχνά καθοριστικά για την ορθή διάγνωση, ώστε να ακολουθήσει η καταλληλότερη θεραπευτική αγωγή.¹⁸

Το βασικό τμήμα ενός τομογράφου αποτελείται από τον μαγνήτη που παράγει το στατικό πεδίο. Υπάρχουν τρεις τύποι μαγνητών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των τομογράφων:

- A) Οι μόνιμοι μαγνήτες (permanent magnets)
- B) Οι υπεραγώγιμοι μαγνήτες (super conductive magnets)
- Γ) Οι αποκαλούμενοι μαγνήτες αντιστάσεως (resistive magnets)

Τα υπόλοιπα τμήματα που απαρτίζουν έναν μαγνητικό τομογράφο είναι τα πηνία βαθμίδας (gradient coils) για την παραγωγή της βαθμίδας πεδίου και το χωρικό προσδιορισμό της απεικονιζόμενης περιοχής, τα πηνία εξομάλυνσης (shim coils) για την εξομάλυνση των ανομοιογενειών του στατικού μαγνητικού πεδίου, τα πηνία ραδιοσυχνότητας (RF coils), για παραγωγή μαγνητικών παλμών και ανίχνευση σημάτων FID, και τα πηνία επιφανείας (surface coils), για την διέγερση της επιλεγμένης περιοχής του σώματος.

Τέλος το απεικονιστικό σύστημα περιλαμβάνει έναν ισχυρό ηλεκτρονικό υπολογιστή για την ανακατασκευή και την επεξεργασία των λαμβανόμενων σημάτων.¹⁹

Τα άτομα που υπόκεινται σε Μαγνητική Τομογραφία δεν πρέπει να έχουν στο σώμα τους μεταλλικά υλικά όπως π.χ προθέσεις ισχίου, εμφυτευμένες ιατρικές συσκευές (βηματοδότες), που δεν επιτρέπουν την ασφαλή τοποθέτησή του ασθενή στο ισχυρό μαγνητικό πεδίο του μηχανήματος. Σε περίπτωση κλειστοφοβίας ή αδυναμίας ακινητοποίησης ή συνεργασίας για τη διενέργεια της εξέτασης, στον ασθενή χορηγείται ήπιας μορφής νάρκωση, ή διαφορετικά η εξέταση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ανοιχτού τύπου μαγνήτη εφόσον είναι διαθέσιμος. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, προηγείται πάντα συζήτηση και συνεννόηση με τον ιατρό. Για ορισμένες εξετάσεις Μαγνητικής Τομογραφίας είναι απαραίτητη η ενδοφλέβια χορήγηση ειδικής σκιαγραφικής ουσίας, η οποία είναι ασφαλής και σπάνια προκαλεί ανεπιθύμητες παρενέργειες. Ωστόσο στην περίπτωση γυναικών που κυοφορούν ή θηλάζουν αλλά και σε ασθενείς με σοβαρή νεφρική ανεπάρκεια απαιτούνται ειδικές προφυλάξεις.

Οι βασικές εξετάσεις που πραγματοποιούνται στην Μαγνητική Τομογραφία είναι οι εξής:

- Εγκεφάλου
- Υπόφυσης
- Λιθοειδών
- Οφθαλμικών κόγχων
- Παραρρινίων κόλπων
- Σπλαχνικού κρανίου
- Τραχήλου
- Θώρακος
- Αυχενικής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης
- Θωρακικής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης
- Οσφυϊκής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης
- Ιεροκοκκυγικής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης
- Άνω κοιλίας
- Οπισθοπεριτοναϊκού χώρου
- Κάτω κοιλίας (πυέλου)
- Μαγνητική Χολαγγειοπαγκρεατογραφία (MRCP)
- Μαγνητική Τομογραφία Οστών και Μαλακών Μορίων
- Μαγνητική Τομογραφία Αρθρώσεων (ώμος, αγκώνα, πηχεοκαρπική άρθρωση και άκρο χέρι, ισχίο, γόνατο, ποδοκνημική άρθρωση και άκρο πόδι)

Παρακάτω παραθέτουμε τις προδιαγραφές που χαρακτηρίζουν σύγχρονους μαγνητικούς τομογράφους

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ 3.0T

Συγκρότημα μαγνητικού υπεραγώγιμου τομογράφου εντάσεως μαγνητικού πεδίου 3 Tesla

Αποτελείται από τα κάτωθι υποσυστήματα:

- 1) *GANTRY* - Διάμετρος τουλάχιστον 70 εκ. με συνολικό εύρος σάρωσης ≥ 200 εκ. Με τεχνολογία μείωσης ακουστικού θορύβου. Μέγιστη ένταση πεδίου στους άξονες X, Y, Z, ≥ 42 mT/m . Ρυθμός ανόδου (slew rate) στους άξονες X, Y, Z, ≥ 200 T/m/s . Διαστάσεις εξεταστικού πεδίου (FOV) στον άξονα X, Y, ≥ 54 cm. Διάσταση εξεταστικού πεδίου (FOV) στον άξονα Z, ≥ 43 cm. Περιλαμβάνει κύκλωμα ψύξης νερού και βαθμιδωτών πηνίων. Ο αριθμός ανεξάρτητων καναλιών λήψης να είναι ≥ 30 . Ανεξάρτητοι Αναλογικοί/Ψηφιακοί Μετατροπείς(A/D Converters) ≥ 30 . Το εύρος συχνοτήτων σε κάθε ανεξάρτητο κανάλι λήψης, ≥ 1 MHz. Με δυνατότητα επιλογής παράλληλης απεικόνισης σε 1 & 2 κατευθύνσεις για 2D/3D εικόνες. Ελάχιστο πάχος τομής σε 2D/3D. Ελάχιστος χρόνος επανάληψης (TR) και χρόνος (TE) ακολουθίας Spin Echo σε μήτρα 256/ 2ms.

- 2) *ΠΗΝΙΑ* - Τα προσφερόμενα πηνία να μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα και/ή συνδυαστικά για την επίτευξη της εξέτασης.

Πηνίο Κεφαλής/Αυχένα με αριθμό στοιχείων ≥ 20 .

Πηνίο για σπονδυλική Στήλη Θωρακική & Οσφυϊκή με δυνατότητα συνδυασμού με πηνίο αυχένα για τη συνολική νευρολογική απεικόνιση. Αριθμός στοιχείων ≥ 30 . Συμβατό με παράλληλη απεικόνιση.

Πηνίο για απεικονίσεις θώρακα, κοιλίας, καρδιάς, πύελου. Αριθμός στοιχείων ≥ 15 .

Πηνίο αγγειογραφίας με δυνατότητα συνδυασμού με τα πηνία σπονδυλικής , κεφαλής και κοιλίας για ολόσωμη εξέταση χωρίς την επανατοποθέτηση των πηνίων. Αριθμός στοιχείων ≥ 15 . Με συμβατότητα για παράλληλη απεικόνιση.

Πηνίο μαστού αμφίπλευρο. Αριθμός στοιχείων ≥ 8 . Συμβατό με παράλληλη απεικόνιση και με δυνατότητα για βιοψία .

Πηνίο για εξετάσεις ώμου με αριθμό στοιχείων ≥ 9 .

Πηνίο γόνατος με αριθμός στοιχείων ≥ 15 και συμβατότητα με παράλληλη απεικόνιση.

Πηνίο για εξέταση ποδός και ποδοκνημικής με αριθμό στοιχείων ≥ 7 και συμβατότητα παράλληλης απεικόνισης.

Πηνίο για άκρα χειρός με στοιχεία ≥ 8 .

Να εκτελεί όλες τις βασικές ακολουθίες όπως *phase contrast; inversion recovery; spin echo, gradient echo; time of flight*, κτλ, καθώς και τα παράγωγά τους *dual-echo; turbofast, steadystate; Single / multishot, , multi-echo*, κτλ.

Επιπλέον να περιλαμβάνει νευρολογικές εφαρμογές *neuro- imaging*, τεχνικές διόρθωσης της κίνησης, τρισδιάστατη απεικόνιση των έσω ακουστικών πόρων. Επίσης τεχνικές για απεικόνιση αιμάτωσης με σκιαγραφικό απεικόνιση διάχυσης και *fMRI* σε πραγματικό χρόνο.

Αγγειολογικές εφαρμογές *MR angiography & 3D αγγειογραφία* με σκιαγραφικό.

Ειδικό καρδιολογικό πακέτο με απεικόνιση (*cine*)σε πολλά επίπεδα. Εφαρμογή για απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων, απεικόνιση αιμάτωσης του μυοκαρδίου.

Εφαρμογή για κοιλία & χολαγγειοπαγκρεατογραφίας με δυναμική απεικόνιση του ήπατος. Δυνατότητα διόρθωσης αναπνευστικών κινήσεων στις εξετάσεις κοιλίας.

Εφαρμογή για απεικόνιση μαστογραφίας με 3D τεχνικές & αμφίπλευρη καταστολή λίπους.

Επίσης να περιλαμβάνει τεχνική φασματοσκοπίας μαστού και oncology imaging.

- 3) *Ανεξάρτητος σταθμός εργασίας με εργαλεία ανάλυσης εικόνας όπως π.χ MPR, MIP, 3D volume rendering; για εξετάσεις με functional MRI ;ADC mapping /diffusion tensor imaging/ Tractography. Περιλαμβάνει επίσης πρόγραμμα επεξεργασίας καρδιολογικών εξετάσεων 3D end-diastolic/end-systolic, volume, stroke-volume, ejection fraction, cardiac output, κλπ*
- 4) *Εγγυητής σκιαγραφικού. Στηρίζεται σε τροχήλατη βάση με φρένα. Να είναι κατάλληλος για χρήση σε περιβάλλον έντασης πεδίου τουλάχιστον 3T. Έγχυση του σκιαγραφικού σε προγραμματιζόμενα επίπεδα για κάθε πρωτόκολλο εξέτασης. Πίεσης ≥ 310 psi, ρυθμός της ροής μεταβαλλόμενος από 0,1 -15 ml/sec σε βήματα 0,1 ml/sec περίπου. Συνοδεύεται με (2) σύριγγες σε δυο διαφορετικά έμβολα ενσωματωμένα σε μια κεφαλή. Με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.*

Πηγή²⁰:

<https://www.evangelismos-hosp.gr/files/BIOIATRICKI/-TECHNIKES PRODIAGRAFES TELIKES/2017-09-13 WIDE-BORE MRI 3T LAST.pdf>

Το κύριο πλεονέκτημα της μαγνητικής τομογραφίας είναι ότι στις εξετάσεις δεν χρησιμοποιούνται ιοντίζουσες ακτινοβολίες όπως συμβαίνει στις αξονικές ή στην απλή ακτινογραφία/ακτινοσκόπηση. Οι εικόνες που λαμβάνουμε ανακατασκευάζονται σε πολλαπλά επίπεδα (οβελιαία, μετωπιαία, 3D) χωρίς να χρειάζεται να επανατοποθετηθεί ο ασθενής.

Επίσης οι MRI εικόνες περιέχουν στοιχεία ανώτερης αντίθεσης μαλακών ιστών σε σχέση με τις αξονικές τομογραφίες και τις απλές ακτινογραφίες με αποτέλεσμα να προτιμώνται για την εξέταση δομών του εγκεφάλου, της σπονδυλικής στήλης, των αρθρώσεων και άλλων μαλακών ιστών/οργάνων.

Στις μαγνητικές τομογραφίες ακόμη έχουμε τη δυνατότητα εκτέλεσης της λειτουργικής μελέτης (Functional MRI) ορισμένων οργάνων του ανθρωπίνου σώματος εφαρμόζοντας διάφορες τεχνικές όπως π.χ. της απεικόνισης με διάχυση (Diffusion imaging) της απεικόνισης της αιμάτωσης σε μοριακό επίπεδο (MRI Perfusion), μελέτης της μεταβολικής δραστηριότητας, και φασματοσκοπίας (MRI Spectroscopy).

Η δυνατότητα πολλών επαναλήψεων της εξέτασης, αφού οι ασθενείς δεν επιβαρύνονται με ιοντίζουσες ακτινοβολίες ή άλλες χημικές ουσίες, είναι άλλο ένα πλεονέκτημα που αποδίδεται στις μαγνητικές τομογραφίες. Με την βοήθεια της μαγνητικής τομογραφίας είναι δυνατή η σταδιοποίηση, ο χαρακτηρισμός, η εκτίμηση της πορείας της νόσου και η ανταπόκριση των ασθενών στις εφαρμόζουσες θεραπείες.

Μερικά από τα μειονεκτήματα που θα μπορούσε να εκθέσει κανείς για τους μαγνητικούς τομογράφους είναι: α) απαιτούνται χώροι εγκατάστασης ειδικών προδιαγραφών και θωρακίσεων β) είναι χρονοβόρες εξετάσεις με αποτέλεσμα να χρειάζεται καταστολή σε ορισμένους ασθενείς κυρίως σε μικρά παιδιά γ) η κλειστοφοβία δ) ο θόρυβος που προκαλείται κατά την λειτουργία του μηχανήματος ε) η ευαισθησία της μεθόδου στις κινήσεις και την αναπνοή (motion artifacts) στ) η δυσκολία στην ανάδειξη αποτιτανώσεων ζ) ο αποκλεισμός MRI εξετάσεων σε ασθενείς με εμφυτεύσιμα υλικά.

Επίσης στα μειονεκτήματα θα μπορούσαν να αναφερθούν το μεγάλο κόστος αγοράς των μηχανημάτων αυτών με όλα τα παρελκόμενά τους όπως π.χ τα πηνία, ειδικός αντιμαγνητικός εξοπλισμός αιθούσης καθώς και περαιτέρω κόστους συντήρησης και λειτουργίας αυτών με κυριότερο κόστος αυτό της ανάγκης αναπλήρωσης με υγρό ήλιο που χρησιμοποιείται ως ψυκτικό στους υπεραγωγίσιμους μαγνήτες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Γενικά

Ο κύριος ρόλος λειτουργίας ενός ακτινοδιαγνωστικού τμήματος είναι η διενέργεια απεικονιστικών εξετάσεων με τη χρήση ιατρικών μηχανημάτων και η εξέταση των παραγόμενων διαγνωστικών εικόνων από τους ακτινολόγους. Οι εικόνες αυτές προέρχονται από τις κλασικές ακτινογραφίες, τα υπερηχογραφήματα, τις αξονικές και μαγνητικές τομογραφίες κλπ.

Οι ακτινολόγοι αξιολογούν τα εντοπισμένα ευρήματα για να διαγνώσουν τυχόν παθολογικές καταστάσεις ή την έλλειψη αυτών, παρέχοντας έτσι σημαντική βοήθεια στους παραπέμποντες ιατρούς για να αποφασίσουν τον τρόπο διαχείρισης και/ή παρακολούθησης της εξέλιξης μιας νόσου καθώς επίσης και του προσδιορισμού του πλάνου θεραπείας μιας ασθένειας ή μιας πάθησης γενικότερα όπως αυτές εκδηλώνονται σε έναν ασθενή.

Στην επεμβατική ακτινολογία οι ιατρικές πράξεις επί των ασθενών όπως π.χ οι καθετηριασμοί, θερμοκαυτηριάσεις, παροχετεύσεις κλπ, εκτελούνται με ζωντανή (live) απεικόνιση των στοχευόμενων οργάνων από τους επεμβατικούς ακτινολόγους. Οι ακτινολόγοι αυτοί έχουν σημαντικό ρόλο και συμβάλλουν στη θεραπεία ορισμένων παθήσεων που προσβάλλουν τους ασθενείς.

Στα ακτινοδιαγνωστικά εργαστήρια οι συνηθέστερες τεχνικές πλήρους ψηφιακής απεικόνισης που εφαρμόζονται σήμερα είναι οι ακόλουθες:

- Ακτινογραφία
- Ακτινοσκόπηση
- Υπερηχογράφημα
- Μαστογραφία
- Αξονική τομογραφία
- Μαγνητική τομογραφία

Τοποθεσία

Η χωροθέτηση ενός ακτινοδιαγνωστικού τμήματος, εφόσον αυτό ευρίσκεται εντός του νοσοκομείου, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την εύκολη πρόσβαση από ασθενείς που προέρχονται από το τμήμα επειγόντων περιστατικών(ΤΕΠ), τα εξωτερικά ιατρεία αλλά και από τα τμήματα των νοσηλευτικών μονάδων.

Ιδανικά το ακτινοδιαγνωστικό τμήμα θα πρέπει να βρίσκεται στο ισόγειο ενός κτιρίου ούτως ώστε να αποφεύγονται οι άσκοπες και χρονοβόρες μετακινήσεις μέσω ανελκυστήρων κυρίως από τους εξωτερικούς ασθενείς. Μπορεί επίσης να συνορεύει ή και να ενσωματώνει στον πυρήνα του παρόμοιες μονάδες διαγνωστικών ή/και θεραπευτικών εφαρμογών όπως π.χ το τμήμα πυρηνικής ιατρικής , το αιμοδυναμικό /αγγειογραφικό, PET-ογκολογικό, ακτινοθεραπευτικό.

Λειτουργικές Ζώνες

Κατά τα αρχικά σχέδια σχεδιασμού ενός ακτινοδιαγνωστικού τμήματος λαμβάνονται υπόψη οι λειτουργικές περιοχές/ζώνες που απαιτούνται ανάλογα με το μέγεθος του νοσοκομείου και τις σχεδιαζόμενες εξετάσεις που θα προσφέρει.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι ζώνες αυτές εμφανίζουν την ακόλουθη διάταξη:(*Διάγραμμα 1*)

A. Ζώνη εισόδου- υποδοχής κοινού

Αυτή περιλαμβάνει τη γραμματεία με τα γραφεία υποδοχής και εξυπηρέτησης των ασθενών: Χώροι αναμονής κοινού με καθίσματα και χώρους W.C

B. Ζώνη Χώρων εξέτασης/απεικονίσεων

Σε αυτή την ζώνη βρίσκονται οι χώροι(αίθουσες) όπου πραγματοποιούνται οι ακτινογραφίες οι ακτινοσκοπήσεις οι υπέρηχοι, αξονικές/ μαγνητικές τομογραφίες κλπ.

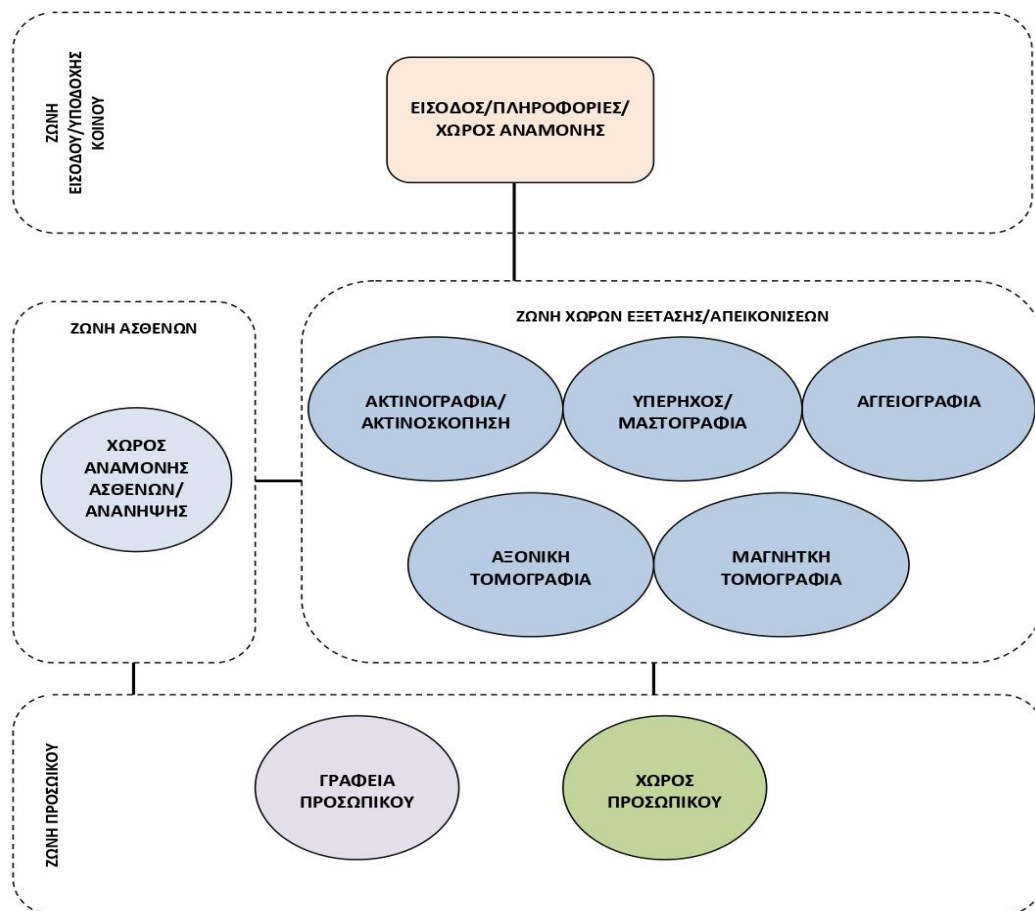
Γ. Ζώνη παραμονής ασθενών

Στη ζώνη αυτή βρίσκονται οι χώροι στάθμευσης & παραμονής φορείων καθώς και χώροι ανάνηψης ασθενών μετά από τυχόν πραγματοποιηθείσες επεμβατικές πράξεις όπως π.χ βιοψίες με καθοδήγηση αξονικής τομογραφίας.

Σχεδιάζονται εντός του ακτινοδιαγνωστικού τμήματος και σε σημεία τέτοια ούτως ώστε να υπάρχει άμεση πρόσβαση στους χώρους των απεικονίσεων.

Δ. Ζώνη Προσωπικού

Περιλαμβάνει τους χώρους ανάπαυσης προσωπικού, τα γραφεία ιατρών και άλλου προσωπικού καθώς και βοηθητικούς χώρους αποθήκευσης υλικών, είδη καθαρισμού κλπ



Διάγραμμα 1 Λειτουργικό διάγραμμα διακεκριμένων περιοχών (Ζώνες) ακτινοδιαγνωστικών εργαστηρίων

3.1 Τμηματικές ενότητες ακτινοδιαγνωστικού τμήματος

Ανάλογα με το μέγεθος και το είδος υπηρεσιών που προσφέρει ένα νοσηλευτικό συγκρότημα (π.χ Γενικό Περιφερειακό Νοσοκομείο , Γενικό -Ογκολογικό, Πανεπιστημιακό κλπ) η διάταξη ενός ακτινοδιαγνωστικού τμήματος περιλαμβάνει και τους ανάλογους χώρους απεικονίσεων.

Όπως προαναφέραμε ο αριθμός των απεικονιστικών αιθουσών που περιλαμβάνει ένα σύγχρονο ακτινοδιαγνωστικό τμήμα νοσοκομείου εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος του νοσοκομείου και το είδος του (π.χ Γενικό, Πανεπιστημιακό, Ογκολογικό κλπ).

Το ακτινοδιαγνωστικό τμήμα π.χ ενός Περιφερειακού Γενικού Νοσοκομείου 300-400 κλινών περιλαμβάνει συνήθως αίθουσες για 1-2 ψηφιακά ακτινολογικά, ακτινολογικό-ακτινοσκοπικό, αξονικού τομογράφου, μαγνητικού τομογράφου, αγγειογραφικού, 1-2 υπερήχων, μαστογραφιών, ορθοπαντογράφου και οστικής πυκνότητας.

Επισημαίνεται ότι εξετάσεις με υπέρηχους εκτελούνται και σε άλλα τμήματα του νοσοκομείου όπως π.χ στα ΤΕΠ, στα εξωτερικά ιατρεία (ουρολογικό, γυναικολογικό, καρδιολογικό) στα μαιευτήρια, ΜΕΘ, στα εξεταστήρια των νοσηλευτικών μονάδων κλπ.

Περιγραφή λειτουργίας

Χώροι υποδοχής

Στους χώρους υποδοχής βρίσκονται η γραμματεία-πληροφορίες για την καταχώρηση εισαγωγής και τον προγραμματισμό της εξέτασης των εισερχόμενων ασθενών, οι χώροι παραμονής με WC, οι χώροι διεκπεραίωσης εργασιών προσωπικού με σταθμούς Η/Υ, οι αρχαιοθετήσεις κλπ

Χώροι απεικονίσεων

Προορίζονται για την διενέργεια των διαγνωστικών εξετάσεων με μηχανήματα ακτίνων- X (ακτινολογικά- ακτινοσκοπικά), CT, μαγνητικού τομογράφου (MRI scanner), υπερήχων, πανοραμικής ακτινογραφίας (ορθοπαντογράφου), μαστογραφίας, οστικής πυκνότητας.

Συγγενή τμήματα όπως αυτά της πυρηνικής ιατρικής , της υβριδικής απεικόνισης PET/CT, η αιμοδυναμική μονάδα με αγγειογραφικά μηχανήματα κ.α., συνήθως λειτουργούν ανεξάρτητα. Σχεδιάζονται σε άλλες τοποθεσίες του κτιρίου επειδή χρειάζονται για την λειτουργία τους επιπλέον ειδικούς χώρους όπως π.χ δωμάτια αναμονής ασθενών στους οποίους χορηγήθηκε ραδιοφάρμακο, θερμό εργαστήριο (HotLab) κλπ.

Στους χώρους των απεικονίσεων υπάρχει το control room (χώρος χειριστηρίου) όπου τοποθετείται η κονσόλα χειρισμού του ακτινοδιαγνωστικού μηχανήματος σε άμεση οπτική επαφή με την κυρίως αίθουσα της εξέτασης όπου είναι τοποθετημένο το εκάστοτε ακτινοδιαγνωστικό μηχάνημα. (Εικόνα 9)

Σε πολλές περιπτώσεις το control room σχεδιάζεται ούτως ώστε να είναι κοινό ανάμεσα σε δύο ακτινολογικές αίθουσες.



Εικόνα 9 Control room αίθουσας αξονικού τομογράφου

<https://www.raybar.com/shielding-information/radiation-room-types/ct-scan-rooms>

Για ορισμένες εξετάσεις όπως οι πνευλογραφίες, οι υπέρηχοι κάτω κοιλίας, είναι απαραίτητη η ύπαρξη WC το οποίο ιδανικά τοποθετείται εντός του χώρου της εξέτασης.

Εντός των αιθουσών απεικόνισης ή πλησίον αυτών, θα πρέπει να διαμορφωθεί ένας μικρός χώρος για χρήση ως αποδυτήριο. Επίσης πάνω στους τοίχους εντός των αιθουσών ή στα control rooms θα πρέπει να υπάρχουν ειδικές κρεμάστρες για τις ποδιές ακτινοπροστασίας.

Σε μερικές αίθουσες όπως στον μαγνητικό, απαιτείται ειδικός μηχανολογικός χώρος δίπλα από την αίθουσα εξέτασης όπου τοποθετείται ο απαιτούμενος για την λειτουργία του, Η/Μ εξοπλισμός όπως π.χ τα συστήματα ψύξης, οι μετασχηματιστές κτλ.

Χώροι παραμονής & προετοιμασίας/ανάληψης ασθενών

Για την παραμονή και την προετοιμασία των ασθενών που μεταφέρονται για εξετάσεις πάνω σε κρεβάτι ή φορεία, θα πρέπει να προβλέπεται ξεχωριστός χώρος ο οποίος σε ένα μεσαίου μεγέθους νοσηλευτικό συγκρότημα μπορεί να είναι κατά προτίμηση κοινός για όλες τις αίθουσες απεικονίσεων.

Ο χώρος αυτός χρησιμοποιείται από το νοσηλευτικό προσωπικό του ακτινολογικού τμήματος για την προετοιμασία του ασθενή, την παροχή ήπιας αναλγησίας και αναισθησίας (εάν ενδείκνυται για την εξέταση) και την ολιγόωρη παραμονή και παρακολούθηση του ασθενή μετά την εξέταση ή την επεμβατική πράξη.

Χώροι προσωπικού/ Λοιποί βοηθητικοί χώροι

Στη ζώνη αυτή απαντώνται τα γραφεία προσωπικού ήτοι των ιατρών, των διευθυντών, των προϊσταμένων, νοσηλευτών, τεχνολόγων κλπ, οι ανεξάρτητοι χώροι με τους σταθμούς υπολογιστών για την απεικόνιση και την διάγνωση των εικόνων με τη χρήση οθονών υψηλής ανάλυσης, οι χώροι συνεδριάσεων, οι χώροι ανάπαυσης προσωπικού, WC- αποδυτήρια, χώροι αποθήκευσης υλικών και αναλωσίμων, ειδών καθαρισμού κλπ.

3.1.1 Μαστογραφία Τομοσύνθεσης

Απαιτείται ενιαίος χώρος, εμβαδού περίπου 15 τμ, όπου στεγάζεται το μηχάνημα μαστογραφίας-τομοσύνθεσης. Η κονσόλα χειρισμού βρίσκεται επίσης εντός της αίθουσας εξέτασης όπου ο χειριστής είναι πίσω από ένα ειδικό υαλοπέτασμα για λόγους ακτινοπροστασίας.

Μέσα στην αίθουσα τοποθετείται και ένα γραφείο με ανεξάρτητο σταθμό εργασίας (PC) με μόνιτορ υψηλής ανάλυσης (5 MP) για την επεξεργασία, διάγνωση και αποθήκευση των εικόνων (μαστογραφιών).

Ο χώρος αυτός απαιτείται να είναι θωρακισμένος σε όλες τις πλευρές του, συμπεριλαμβανομένων των θυρών, σύμφωνα με τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της μελέτης ακτινοπροστασίας που εκπονείται από ακτινοφυσικό.

Στα τοπικά δίκτυα που περιλαμβάνουν servers με PACS ο διαγνωστικός σταθμός μπορεί να βρίσκεται κεντρικά σε χώρο ανάγνωσης όπου τοποθετούνται όλοι οι διαγνωστικοί σταθμοί του τμήματος.

Στον ίδιο χώρο αλλά με αύξηση των τετραγωνικών θα μπορούσαν να γίνονται και υπερηχογραφήματα μαστών όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο από τα ευρήματα.

Επιπλέον, και εφόσον το τμήμα έχει τις δυνατότητες εκτέλεσης διαδερμικής βιοψίας, αυτή διενεργείται υπό την καθοδήγηση του μαστογράφου ή ακόμη και με την καθοδήγηση με υπέρηχους υψηλής ευκρίνειας όταν οι ύποπτες εστίες είναι υπερηχοτομογραφικά ορατές.

Σε τακτά χρονικά διαστήματα θα πρέπει να γίνονται ποιοτικοί έλεγχοι των μηχανημάτων ώστε να διασφαλίζονται συνθήκες καλής και ασφαλούς λειτουργίας του εξοπλισμού.

3.1.2 Αξονική τομογραφία

Για το δωμάτιο του αξονικού τομογράφου απαιτείται χώρος ιδανικά περίπου 45 τμ. Ο χώρος του χειριστηρίου σχεδιάζεται εκτός της αιθούσης του αξονικού όπου ο χειριστής είναι πίσω από παράθυρο για λόγους ακτινοπροστασίας και σε άμεση οπτική επαφή με τον ασθενή και επιπλέον με σύστημα ενδοεπικοινωνίας.

Οι θύρες εισόδου στην αίθουσα του αξονικού θα πρέπει να είναι ελάχιστου πλάτους περίπου 120 εκ. για την ανεμπόδιστη μεταφορά του ασθενή με φορείο ή με κλίνη.

Ο χώρος αυτός απαιτείται να είναι θωρακισμένος σε όλες τις πλευρές (συμπεριλαμβανομένων των θυρών) σύμφωνα με τις υποδείξεις της μελέτης ακτινοπροστασίας.

Στο βασικό εξοπλισμό του χώρου αυτού συμπεριλαμβάνεται η αυξομειούμενη καθ' ύψος τράπεζα με την αυτόματη ολισθαίνουσα επιφάνεια και η αντλία έγχυσης σκιαγραφικών.

3.1.3 Ακτινολογικό

Ο χώρος της ακτινολογικής αίθουσας μαζί με το control room έχει επιφάνεια περίπου 25 τμ. Ο χώρος του χειριστηρίου συνήθως βρίσκεται εκτός της αιθούσης με το χειριστή να είναι πίσω από ένα θωρακισμένο με μολυβδύαλο παράθυρο.

Εάν ο χώρος χρησιμοποιείται και για ακτινοσκοπήσεις (εφόσον είναι εγκαταστημένο αντίστοιχο ακτινολογικό-ακτινοσκοπικό μηχάνημα) θα πρέπει να προβλέπεται και ένας χώρος πλησίον ή εντός του δωματίου με πάγκους και ερμάρια εργασίας για την προετοιμασία μειγμάτων βαρίου όπως επίσης και ένα WC, κατά προτίμηση εντός του δωματίου εξέτασης.

Σε περιπτώσεις μικρών αιθουσών το χειριστήριο δύναται να είναι εντός της αίθουσας εξέτασης με τον χειριστή πίσω από προστατευτικό υαλοπέτασμα.

Οι θύρες εισόδου θα πρέπει να είναι πλάτους τουλάχιστον 120 εκ για την εύκολη πρόσβαση του ασθενή με φορείο ή με κλίνη. Το ύψος της ψευδοροφής θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3 μέτρα εφόσον το ακτινολογικό συγκρότημα φέρει την ακτινολογική λυχνία με ανάρτηση κινούμενη σε ράγες οροφής.

Το δωμάτιο με το ακτινολογικό μηχάνημα απαιτεί θωράκιση σύμφωνα με τη μελέτη ακτινοπροστασίας.

Στο βασικό εξοπλισμό συμπεριλαμβάνεται η αυξομειούμενη καθ' ύψος τράπεζα με την ολισθαίνουσα επιφάνεια, η ανάρτηση της λυχνίας σε ράγες οροφής (ή επιδαπέδιας τοποθέτησης), το όρθιο bucky και διάφορα ερμάρια εργασίας.

3.1.4 Οδοντιατρικό - Ορθοπαντογράφος

Οι σημερινοί ορθοπαντογράφοι είναι πλήρως ψηφιακού τύπου για την διενέργεια οδοντιατρικών διαγνωστικών εξετάσεων όπως π.χ ψηφιακή πανοραμική ακτινογραφία παρέχοντας υψηλή διαγνωστική ακρίβεια και χαμηλή δόση ακτινοβολίας.

Όπως και στο δωμάτιο μαστογραφίας απαιτείται ενιαίος χώρος περίπου 15-20 τμ όπου εδράζει το μηχάνημα.

Η κονσόλα χειρισμού βρίσκεται επίσης εντός της αίθουσας εξέτασης σε ειδικά διαμορφωμένο σημείο όπου ο χειριστής είναι πίσω από θωρακισμένο υαλοπέτασμα. Μέσα στην αίθουσα επίσης τοποθετείται γραφείο με το Η/Υ σταθμό εργασίας εικόνων.

3.1.5 Δωμάτιο Υπερήχων

Στο χώρο αυτό δεν χρησιμοποιούνται ιοντίζουσες ακτινοβολίες και επομένως δεν απαιτείται ειδική θωράκιση. Το απαιτούμενο εμβαδόν υπολογίζεται στα 15 τμ περίπου.

Στον εξοπλισμό του χώρου περιλαμβάνεται το μηχάνημα υπερήχων με ηχοβολείς, διαφόρων συχνοτήτων, η εξεταστική κλίνη, ερμάρια και γραφεία με υπολογιστή.

3.2 Διαμόρφωση ακτινοδιαγνωστικού τμήματος

Γενικά

Για όλα τα μηχανήματα και τον εξοπλισμό απεικόνισης που πρόκειται να εγκατασταθεί σε ένα χώρο είναι απαραίτητο να τηρούνται όλες οι οδηγίες και τα λεπτομερή σχέδια εγκατάστασης των κατασκευαστών, ειδικά όσον αφορά στις Η/Μ απαιτήσεις ούτως ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη εγκατάσταση και η ασφαλή λειτουργία του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού.

Για όλους τους χώρους του ακτινοδιαγνωστικού τμήματος η σχεδίαση των ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων θα πρέπει να έχει ως στόχο και να επιτυγχάνει ιδανικές περιβαλλοντολογικές συνθήκες κατά την παραμονή και εργασία του προσωπικού, των ασθενών και άλλων επισκεπτών.

Στις αίθουσες απεικόνισης, στους χώρους προετοιμασίας/ανάληψης, καθώς επίσης και στους υποστηρικτικούς βοηθητικούς χώρους όπως της καθαρίστριας κλπ. θα πρέπει να τοποθετείται νιπτήρας ή ερμάριο με νεροχύτη για πλύση χεριών.

Στις διαγνωστικές-επεμβατικές αίθουσες όπου διενεργούνται οι καθετηριασμοί-αγγειογραφίες είναι προτιμητέο να τοποθετούνται λεκάνες πλύσης χεριών τύπου scrub-up.

Όλες οι ψευδοροφές θα πρέπει να προβλεφθεί εξ αρχής να είναι επισκέψιμες, αποτελούμενες από αποσπώμενα πλαίσια τύπου κασέτας ή από λωρίδες αλουμινίου, για την εύκολη πρόσβαση των τεχνικών συνεργείων για τις συντηρήσεις και επισκευές όλων των καλωδιώσεων, των σωληνώσεων και των αεραγωγών που διατρέχουν τις οροφές.

Επισημαίνεται ότι στους χώρους όπου είναι εγκατεστημένος ο μαγνητικός τομογράφος όλος ο εξοπλισμός και τα ιατρικά μηχανήματα όπως π.χ τα αναισθησιολογικά, αναπνευστήρες, τα monitors, οι απινιδωτές, τα διάφορα τροχήλατα κλπ, θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα από αντιμαγνητικά υλικά.

Σε ότι αφορά θέματα σήμανσης, και σύμφωνα με τις εκάστοτε κατευθυντήριες οδηγίες και κανονισμούς, θα πρέπει να υπάρχει οπτικό σήμα σε εμφανές σημείο στην είσοδο του κάθε ακτινοδιαγνωστικού χώρου το οποίο θα ενεργοποιείται όταν λειτουργεί (εκπέμπει ακτινοβολία) το μηχάνημα. Επιπλέον, θα πρέπει να υπάρχουν σε εμφανή σημεία προειδοποιητικές πινακίδες ιοντιζουσών ακτινοβολιών με ειδικές οδηγίες και σημάνσεις π.χ αυτές που αφορούν στις εγκύους .

Σε όλους τους χώρους των απεικονίσεων και στα γραφεία θα πρέπει να τοποθετούνται πρίζες data για πρόσβαση στο δίκτυο LAN του νοσοκομείου. Η μηχανογράφηση του ακτινολογικού τμήματος αφορά κυρίως την εγκατάσταση εξειδικευμένων προγραμμάτων PACS και RIS εγκατεστημένα στους servers και σε άλλους προσωπικούς υπολογιστές. Το λογισμικό PACS(Picture Archive and Communication System), προσφέρει στους χρήστες τα κατάλληλα εργαλεία software που τους είναι χρήσιμα στη διάγνωση στην επεξεργασία και στην αρχειοθέτηση των εικόνων (ακτινογραφιών) που λαμβάνονται από τα εγκατεστημένα στο τμήμα μηχανήματα τα οποία συνδέονται και επικοινωνούν με τους Η/Υ σταθμούς εργασίας και τους servers μέσω του τοπικού δικτύου LAN.

Το RIS (Radiology Information System) είναι μια μηχανογραφημένη βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται στο ακτινολογικό τμήμα για την διαχείριση, την αποθήκευση και τη διανομή των δεδομένων ασθενών. Το λογισμικό αυτό περιλαμβάνει την παρακολούθηση και τον προγραμματισμό των ραντεβού των ασθενών, την αναφορά αποτελεσμάτων, την επισύναψη εικόνων καθώς και διάφορα οικονομικά στοιχεία. Το RIS είναι ένα υποσύστημα το οποίο συνδέεται και συμπληρώνει το ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης νοσηλεύομενων ασθενών HIS (Hospital Information System). Μαζί με το PACS θεωρούνται από τα πλέον απαραίτητα και χρήσιμα λογισμικά συστήματα ενός ακτινολογικού τμήματος που βοηθούν στην οργάνωσή του στην αποτελεσματικότητα και στην ευκολία ροής των εργασιών.

Ηλεκτρικές Παροχές – Ισχυρά/Ασθενή ρεύματα

Σε ορισμένους χώρους των ακτινοδιαγνωστικών εργαστηρίων όπως π.χ στον αξονικό, στο ακτινολογικό/ακτινοσκοπικό , μαγνητικό τομογράφο θα πρέπει να παρέχεται τριφασικό ρεύμα για τις συγκεκριμένες ανάγκες του εξοπλισμού. Σε αυτούς τους χώρους θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται μέριμνα για τις οδεύσεις των ηλεκτρικών καλωδιώσεων, των σωλήνων ψύξης κλπ., οι οποίες θα πρέπει κατά προτίμηση να είναι μέσα σε ενδοδαπέδια κανάλια ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής κίνηση του προσωπικού και των ασθενών.

Όλες οι πρίζες και οι διακόπτες φωτισμού, τα μπουτόν κλήσης αδελφής κλπ θα πρέπει να είναι εργονομικά τοποθετημένα για την εξυπηρέτηση των αναγκών του προσωπικού των ασθενών και του εξοπλισμού.

Οι ηλεκτρικοί πίνακες θα πρέπει να εγκαθίστανται με όλα τα εξαρτήματα και τις διατάξεις ασφαλείας, με πλήρη και επαρκή σήμανση.

Εφεδρικά ηλεκτρικά φορτία ανάγκης από τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (H/Z) των κεντρικών εγκαταστάσεων του νοσοκομείου συνήθως προβλέπονται σε περιπτώσεις βλάβης του δικτύου της ΔΕΗ και τροφοδοτούν:

1. Ορισμένα φωτιστικά κρίσιμων χώρων σύμφωνα με την μελέτη και τους κανονισμούς
2. Φωτιστικά ασφαλείας οδών διαφυγής
3. Εξωτερικούς φωτισμούς ασφαλείας
4. Τα ακτινολογικά μηχανήματα τον αξονικό, τον μαστογράφο κλπ.

Επίσης σύμφωνα με την μελέτη των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων από τα εφεδρικά H/Z τροφοδοτούνται ορισμένες πρίζες σε διάφορα σημεία του τμήματος, οι τοπικές εγκαταστάσεις των ιατρικών αερίων, ορισμένα κλιματιστικά, τα τηλέφωνα, η πυρανίχνευση, η κλήση αδελφής, άλλες ενδοεπικοινωνίες κλπ

Για λόγους ασφαλείας των δεδομένων (data) όλοι οι Η/Υ των ακτινοδιαγνωστικών μηχανημάτων συμπεριλαμβανομένων των υπερήχων και των PACS περιέχουν στη βασική τους σύνθεση συστήματα αδιάλειπτου παροχής (UPS) για την αυτόνομη λειτουργία τους σε περιπτώσεις πτώσης τάσης ή διακοπών ρεύματος. Σε νέες εγκαταστάσεις προβλέπεται η εγκατάσταση ειδικών πριζών UPS εντός του χώρου εξέτασης οι οποίες τροφοδοτούνται απευθείας από το κεντρικό σύστημα συσσωρευτών (UPS) του νοσοκομείου.

Πάνω από την πόρτα εισόδου των αιθουσών όπου υπάρχουν ακτινοδιαγνωστικά μηχανήματα, τοποθετείται προειδοποιητική λυχνία απαγόρευσης εισόδου στην αίθουσα κατά την διάρκεια της ακτινοβολήσης.

Θα πρέπει επίσης να γίνουν και προβλέψεις για εγκατάσταση καλωδίωσης με ασθενή ρεύματα για την λειτουργία συστημάτων επικοινωνίας όπως π.χ κλήση αδελφής, μεγαφωνική εγκατάσταση, θυροτηλέφωνα-θυροτηλεοραση ,πρίζες για TV, δίκτυα LAN, CCTV κλπ

Κλιματισμός (Θέρμανση - Ψύξη) / Αερισμός Εξαερισμός

Όλοι οι χώροι θα πρέπει να είναι κλιματιζόμενοι για να παρέχουν ένα άνετο εργασιακό περιβάλλον για το προσωπικό τους ασθενείς και τους επισκέπτες.

Ο κλιματισμός των χώρων αυτών γίνεται συνήθως με τη χρήση αυτόνομων κλιματιστικών μονάδων θέρμανσης-ψύξης τύπου Fan Coil Units (FCUs) τα οποία τοποθετούνται είτε επιδαπέδια είτε ενσωματώνονται εντός της ψευδοροφής. Στους χώρους του τμήματος προσάγεται επίσης και προκλιματισμένος νωπός αέρας ο οποίος προέρχεται από τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ). Για την τοπική αυτόνομη ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι επιθυμητό να υπάρχουν θερμοστάτες σε όσο το δυνατό περισσότερους χώρους.

Στις αίθουσες όπου διενεργούνται επεμβατικές πράξεις, ενδείκνυται να τοποθετεί σύστημα αερισμού με προσαγωγή φιλτραρισμένου αέρα και το δωμάτιο να έχει θετική πίεση σε σχέση με τους παρακείμενους χώρους για λόγους προστασίας του ασθενή και αποφυγής μολύνσεων.

Τα ακτινολογικά μηχανήματα είναι υψηλής ισχύος, παράγουν και εκλύουν στο χώρο θερμότητα κατά την λειτουργία τους επομένως οι χώροι αυτοί απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό και αξιόπιστους τρόπους εφαρμογής για την απαγωγή του πλεονάζοντος θερμικού φορτίου.

Σε περιπτώσεις που σε κάποιο χώρο δεν προβλέπεται κεντρικός κλιματισμός χρησιμοποιούνται οι αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες τύπου aircondition.

Εκτός του ελέγχου θερμοκρασίας, ο έλεγχος και ρύθμιση της υγρασίας είναι επίσης σημαντικός ιδιαίτερα σε χώρους όπου βρίσκεται ακτινολογικός εξοπλισμός και υπολογιστές.

Ο εξαερισμός των χώρων θα πρέπει επίσης να είναι σωστά μελετημένος, ιδίως σε χώρους όπου δεν προβλέπεται φυσικός αερισμός. Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη το πλήθος ατόμων που παρευρίσκονται σε ένα χώρο η επισκεψιμότητά του και η διάρκεια παραμονής εντός αυτού. Επίσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τυχόν άλλες ιδιαιτερότητες και το είδος εργασιών που πραγματοποιούνται σε αυτό.

Ιατρικά αέρια

Θα πρέπει να προβλέπονται κεντρικές επιτοίχιες παροχές για οξυγόνο (O₂) και αναρρόφηση (Vacuum) σε όλους τους χώρους όπου υπάρχουν ακτινοδιαγνωστικά μηχανήματα καθώς επίσης και στους χώρους προετοιμασίας – ανάνηψης.

Στους εξεταζόμενους στους οποίους πρόκειται να χορηγηθεί γενική αναισθησία (π.χ επεμβάσεις σε CT, MRI, CATH-LAB) είναι επιθυμητή η εγκατάσταση λήψεων με παροχές πεπιεσμένου (ιατρικού) αέρα 5 bar, και πρωτοξείδιο του αζώτου. Εναλλακτικά σε περιπτώσεις όπου δεν υφίστανται κεντρικές εγκαταστάσεις ιατρικών αερίων για την εξυπηρέτηση αυτών των αναγκών χρησιμοποιούνται φιάλες ιατρικών αερίων.

Για τον έλεγχο των δικτύων των ιατρικών αερίων εγκαθίστανται σε καίριες τοποθεσίες πίνακες ελέγχου και συναγερμού για να ειδοποιείται το προσωπικό για πιθανά σφάλματα ή βλάβες.

3.2.1 Θωράκιση - Ακτινοπροστασία

Όλες οι ακτινολογικές εγκαταστάσεις θα πρέπει να συμμορφώνονται με τους ισχύοντες νόμους, τους κανονισμούς και τις σχετικές απαιτήσεις της Εθνικής και Ευρωπαϊκής νομοθεσίας και να κατέχουν την σχετική αδειοδότηση. Στην Ελλάδα αρμόδια αρχή για την έκδοση αδειών είναι η ΕΕΑΕ (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας).

Αναφορικά με την ακτινοπροστασία, όλοι οι χώροι με εγκατεστημένα ακτινολογικά μηχανήματα απαιτούν θωράκιση των τοίχων, των οροφών, των δαπέδων, των θυρών και των παραθύρων από την ακτινοβολία των ακτίνων - X ή από άλλου είδους ιοντίζουσας ακτινοβολίας από πηγές που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές απεικονιστικές εφαρμογές π.χ στην Γ- κάμερα, στο PET/CT κλπ. (Εικόνα 10)



Εικονα 10 Παραδείγματα θωράκισης τοίχων και πόρτας με φύλλα μολύβδου
[\(https://bariumplaster.wordpress.com/2015/07/23/lead-lined-door-glass/](https://bariumplaster.wordpress.com/2015/07/23/lead-lined-door-glass/)
[https://www.medicalexpo.com/prod/raybloc/product-70705-445210.html\)](https://www.medicalexpo.com/prod/raybloc/product-70705-445210.html)

Για τη θωράκιση των τοίχων και των θυρών συνήθως χρησιμοποιούνται φύλλα μολύβδου καθαρότητας 99,99%. Από την εγκεκριμένη μελέτη ακτινοπροστασίας προκύπτει το είδος, η πυκνότητα και το πάχος του υλικού θωράκισης που θα χρησιμοποιηθεί, η θέση και ο τρόπος εφαρμογής του, για κάθε περιοχή που πρόκειται να προστατευτεί. Σε αρκετές περιπτώσεις τα συμβατικά δομικά υλικά κατασκευής με τα οποία κατασκευάστηκαν οι χώροι ενός κτιρίου ,π.χ τούβλα, το μπετόν, επαρκούν για την θωράκιση των παρακείμενων χώρων από την ακτινοβολία του μηχανήματος.

Η μελέτη ακτινοπροστασίας γίνεται από πιστοποιημένο ακτινοφυσικό όπως και η επίβλεψη των εργασιών θωράκισης. Με το πέρας των κατασκευών γίνονται τελικές μετρήσεις και τα αποτελέσματα αυτών συμπεριλαμβάνονται στο φάκελο που κατατίθεται στην ΕΕΑΕ για την αδειοδότηση.

Επιπλέον περιοδικοί έλεγχοι ακτινοπροστασίας διενεργούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα από τον ακτινοφυσικό μέσα στα πλαίσια των υφιστάμενων κανονισμών και οδηγιών από τις αρμόδιες αρχές.

Ειδική θωράκιση αίθουσας Μαγνητικού Τομογράφου

Για την αίθουσα μαγνητικού τομογράφου απαιτείται ειδική μαγνητική θωράκιση καθώς επίσης θωράκιση RF έναντι ραδιοσυχνοτήτων (κλωβός Faraday).

Η θωράκιση πρέπει να είναι συνεχόμενη και να καλύπτει όλες τις εσωτερικές πλευρές της αίθουσας χωρίς κενά (Εικόνα 11). Σκοπός της RF θωράκισης είναι να μην εισέρχεται στην αίθουσα του μαγνητικού τομογράφου εξωτερικός “θόρυβος” ραδιοσυχνοτήτων που θα αλλοίωνε τις εικόνες που λαμβάνονται κατά την λειτουργία του τομογράφου.

Κατά τη σχεδίαση και υλοποίηση της εγκατάστασης θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ούτως ώστε όλα τα δίκτυα των σωληνώσεων και καλωδιώσεων θα πρέπει να εισέρχονται στην αίθουσα υποχρεωτικά μέσω ειδικών μεταλλικών στομιών (wave guides) σύμφωνα με τις εκάστοτε οδηγίες και τις προβλέψεις του κατασκευαστή.



Εικόνα 11 Θωράκιση ραδιοσυχνοτήτων (RF shielding) αίθουσας μαγνητικού τομογράφου με φύλλα χαλκού.

Αναφορικά με την RF θωράκιση, οι καλύψεις των επιφανειών θα πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί έγκαιρα ώστε να γίνουν οι αρχικές μετρήσεις και οι πιστοποιήσεις καταλληλότητας της θωράκισης πριν από την προσκόμιση και εγκατάσταση του μαγνητικού τομογράφου και πριν από την ολοκλήρωση των εργασιών των εσωτερικών τελειωμάτων της αίθουσας.

Μετά το πέρας της εγκατάστασης του μαγνητικού τομογράφου στην αίθουσα θα πρέπει να ξαναγίνουν δοκιμές και μετρήσεις και εφόσον η θωράκιση κρίνεται επαρκής μπορούν να ολοκληρωθούν όλες οι εναπομένουσες εργασίες τελειωμάτων στους τοίχους και στις οροφές.

Συμπληρωματικά της θωράκισης ραδιοσυχνοτήτων (RF) χρειάζεται να ληφθεί υπόψη και η παθητική μαγνητική θωράκιση του μαγνήτη. Το τρισδιάστατο μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο υπεραγωγίμος μαγνήτης είναι μεγάλης έντασης και για αυτό το λόγο θα πρέπει να περιορίζεται όσο το δυνατό περισσότερο εντός της αιθούσης του τομογράφου, χωρίς να διαταράσσει τον παρακείμενο εξοπλισμό και τα συστήματα ή ακόμη να ενέχει κινδύνους για το προσωπικό και το κοινό.

Οι πιο πολλοί σύγχρονοι υπεραγωγίμοι μαγνητικοί τομογράφοι διαθέτουν ενεργή μαγνητική θωράκιση έχοντας τις κατάλληλες διατάξεις ενσωματωμένες μέσα στο συγκρότημα που περιορίζουν την εξάπλωση του μαγνητικού πεδίου γύρω από τον μαγνήτη.

Σε μερικές όμως περιπτώσεις η μείωση του πεδίου προς ορισμένες κατευθύνσεις δεν είναι εφικτή/επαρκής με αποτέλεσμα να χρειάζεται επιπλέον “παθητική” θωράκιση των τοίχων ή των δαπέδων υπό μορφή επικάλυψης αυτών με χαλύβδινα φύλλα ή με μεταλλικές πλάκες για να πετύχουμε την εξασθένιση και τον περιορισμό των γραμμών του μαγνητικού πεδίου προς μια ορισμένη κατεύθυνση.

3.2.2 Σχεδίαση κάτοψης τυπικού ακτινοδιαγνωστικού τμήματος

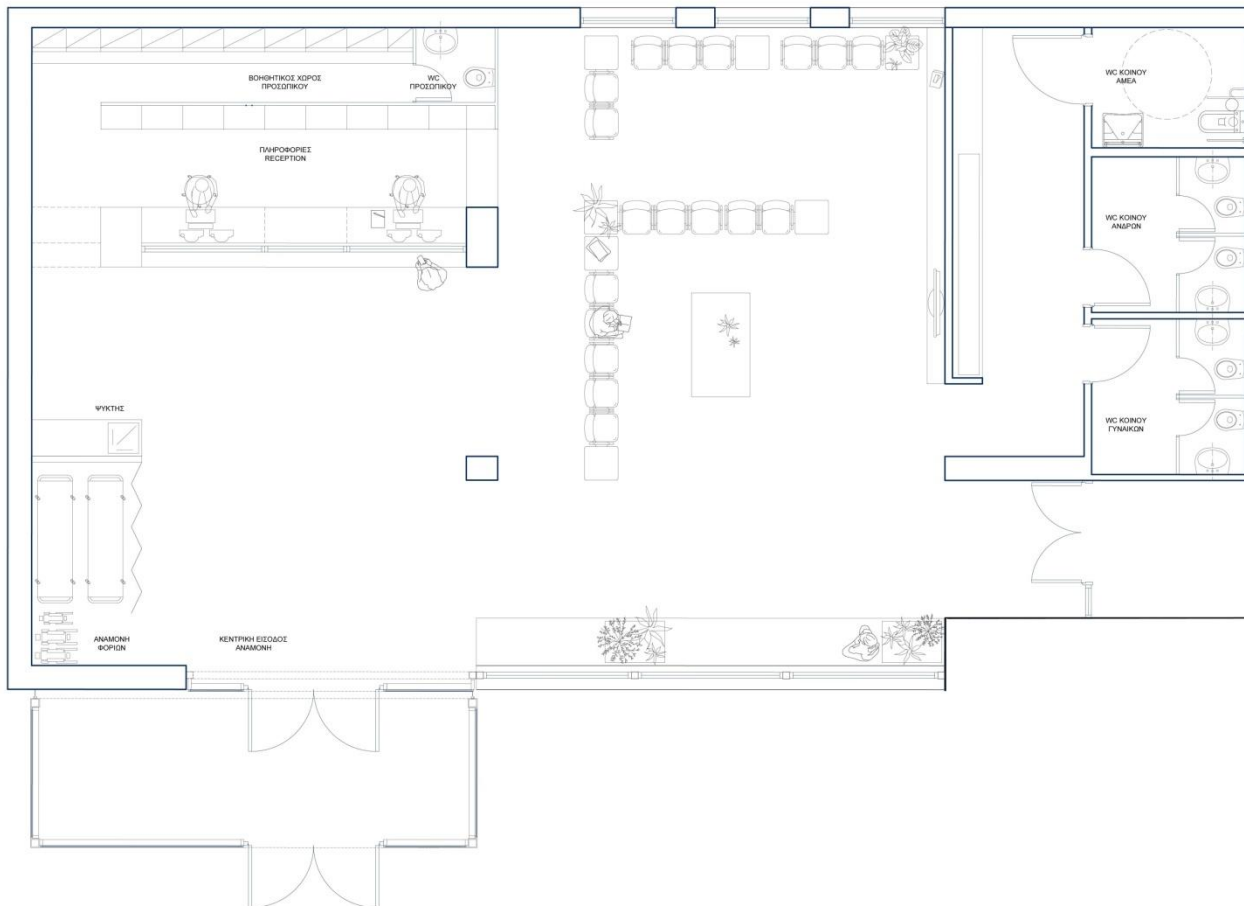
Με βάση όσα προαναφέραμε σχετικά με τις αρχές σχεδιασμού ενός τυπικού ακτινοδιαγνωστικού τμήματος και με την χρήση λογισμικού για αρχιτεκτονικές εφαρμογές (Autocad), σχεδιάσαμε μία αρχιτεκτονική κάτοψη ενός ακτινοδιαγνωστικού εργαστηρίου (*Εικόνα 12*). Στην κάτοψη αυτή σχεδιάσαμε τους εξής χώρους απεικονίσεων:

- Ακτινολογικό γενικής χρήσης
- Ακτινολογικό - Ακτινοσκοπικό
- Αξονικός τομογράφος
- Μαγνητικός τομογράφος
- Δωμάτιο υπερήχων
- Δωμάτιο μαστογραφίας
- Ορθοπαντογράφος

Εικόνα 12 Κάτοψη ακτινοδιαγνωστικού τμήματος (AUTOCAD)

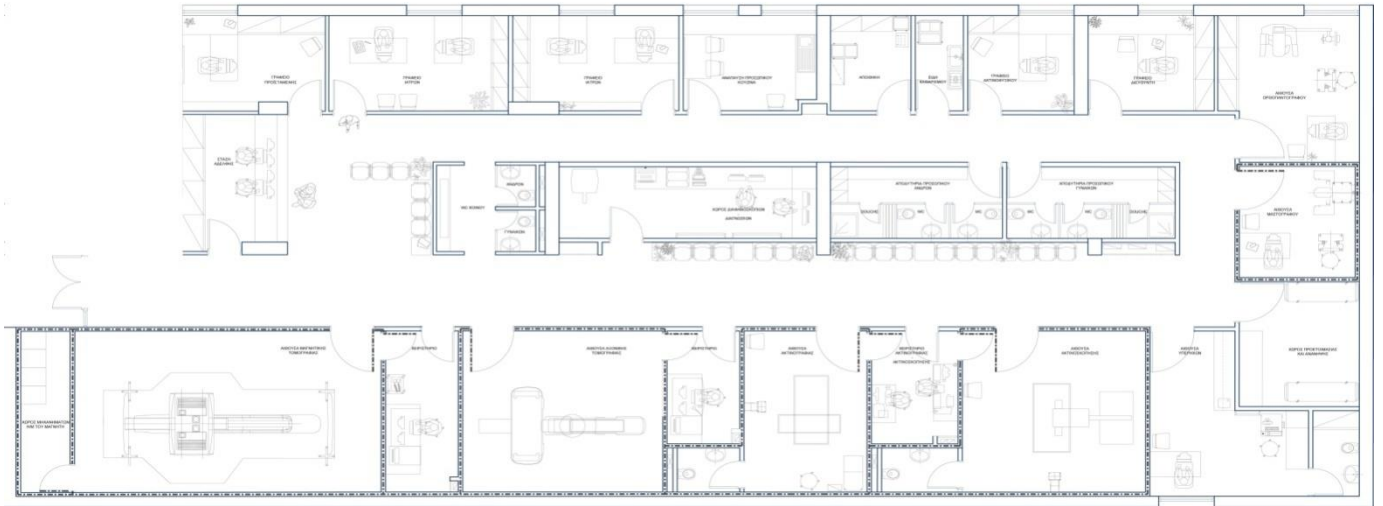
Λαμβάνοντας υπόψη τα λειτουργικά διαγράμματα και τις επί μέρους διακριτές ζώνες υπηρεσιών όπως περιγράψαμε στις προηγούμενες ενότητες, το τμήμα σχεδιάστηκε υπό μορφή ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου με συνολικό εμβαδό περίπου 800 τετραγωνικά.

Στην είσοδο διακρίνουμε την υποδοχή – γραμματεία με το καθιστικό και τους χώρους των W.C κοινού και των ΑΜΕΑ. Στον χώρο αυτό επίσης προβλέπονται και σημεία στάθμευσης για 1-2 φορεία καθώς και για αναπηρικά αμαξίδια που εξυπηρετούν τους προσερχόμενους ασθενείς (Εικόνα 13).



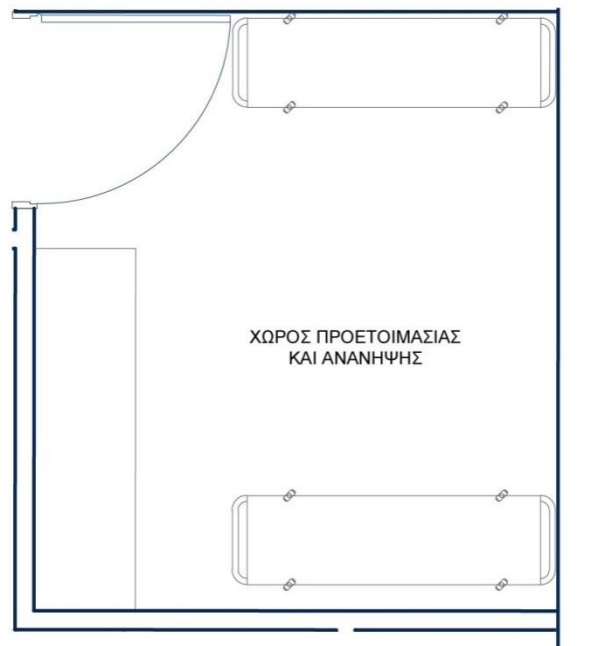
Εικόνα 13 Χώρος εισόδου, αναμονής και πληροφοριών για το κοινό

Οι χώροι των απεικονιστικών αιθουσών τοποθετούνται συνεχόμενοι, καταλαμβάνοντας δύο πλευρές του ορθογωνίου σχήματος. Στον κεντρικό άξονα εσωτερικά σχεδιάστηκαν η αναμονή με καθιστικά & τα WC κοινού, η στάση εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού, ο ανεξάρτητος χώρος για τις διαγνώσεις με τους Desktop υπολογιστές (PC), η αποθήκη υλικών, και τα αποδυτήρια (Εικόνα 14).



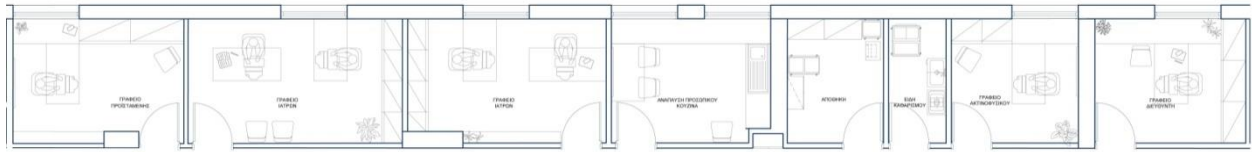
Εικόνα 14: Είσοδος στον κεντρικό χώρο με τις απεικονιστικές αίθουσες

Ο χώρος παραμονής ασθενών στα φορεία με τις συνυπάρχουσες λειτουργίες της προετοιμασίας και ανάληψης βρίσκεται διακριτικά απομονωμένος από τους άλλους χώρους αναμονής, και σε σημείο πλησίον των χώρων όπου πρόκειται να πραγματοποιηθούν οι εξετάσεις (Εικόνα 15).



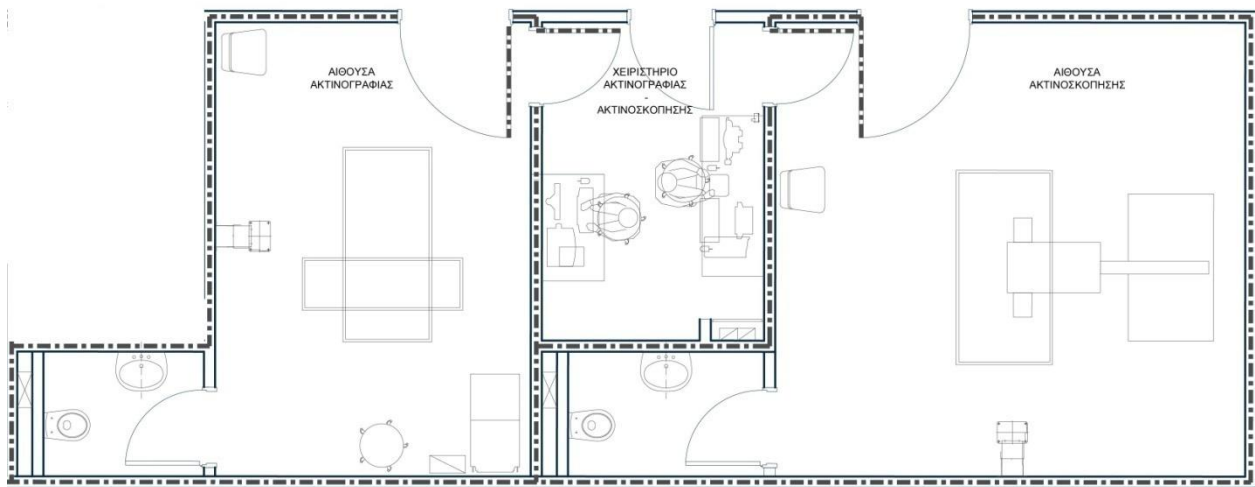
Εικόνα 15 Χώρος προετοιμασίας και ανάληψης (AUTOCAD)

Τέλος στην άλλη πλευρά τοποθετήθηκαν συνεχόμενα τα γραφεία των ιατρών και του υπόλοιπου προσωπικού καθώς και ο χώρος εστίασης-ανάπαυσης προσωπικού (Εικόνα 16).



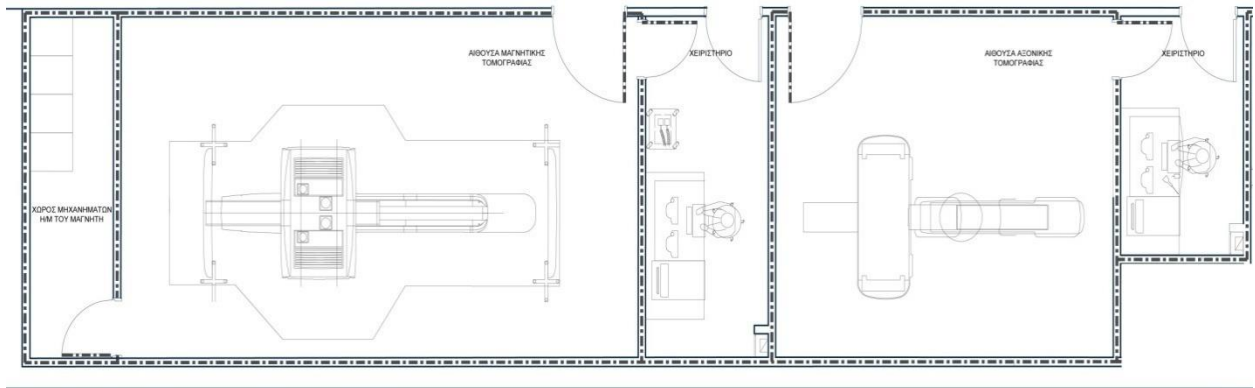
Εικόνα 16 Γραφεία ιατρών (AUTOCAD)

Οι χώροι του ακτινολογικού και του ακτινοσκοπικού έχουν εμβαδό 18τ.μ και 27 τ.μ αντίστοιχα. Εξυπηρετούνται από το ίδιο χειριστήριο (control room) το οποίο είναι ανάμεσα στις δυο αίθουσες. Και στις δύο αίθουσες έχουν τοποθετηθεί W.C (Εικόνα 17).



Εικόνα 17 Αίθουσα ακτινογραφίας και ακτινοσκόπησης (AUTOCAD)

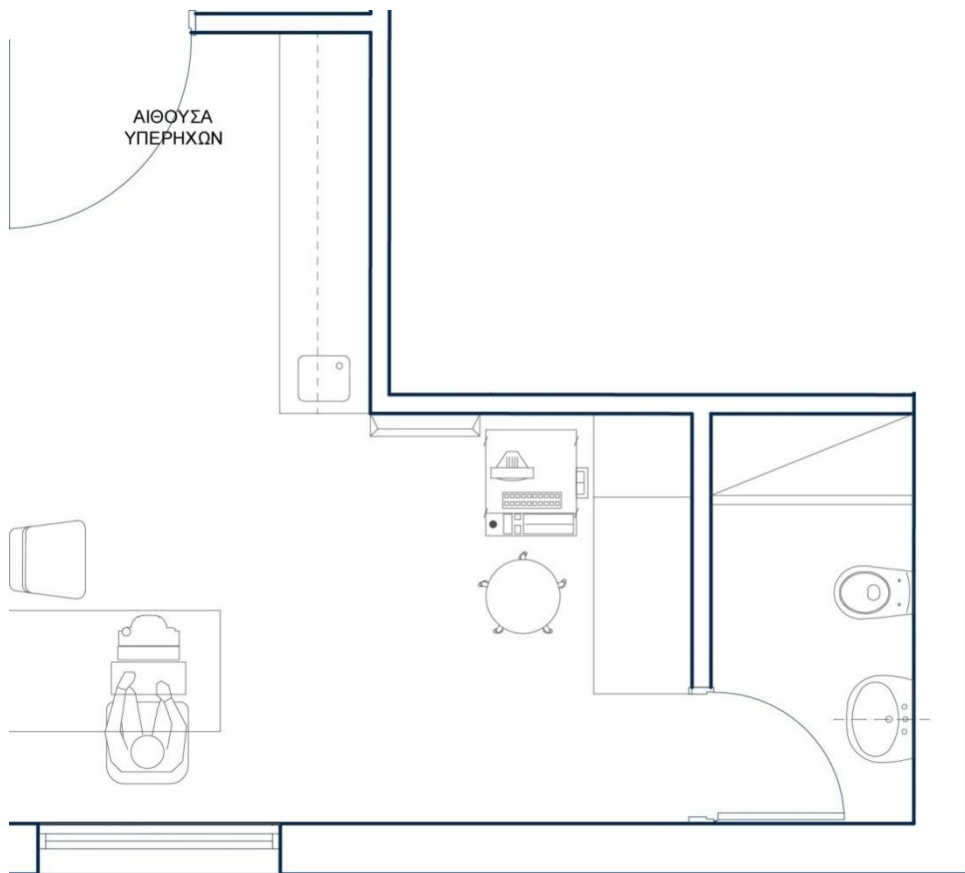
Οι αίθουσες του αξονικού και μαγνητικού τομογράφου έχουν εμβαδό 30 τ.μ και 46 τ.μ αντίστοιχα. Κάθε μία εξ αυτών σχεδιάστηκε με το δικό της control room (Εικόνα 18).



Εικόνα 18 Αίθουσα μαγνητικής και αξονικής τομογραφίας (AUTOCAD)

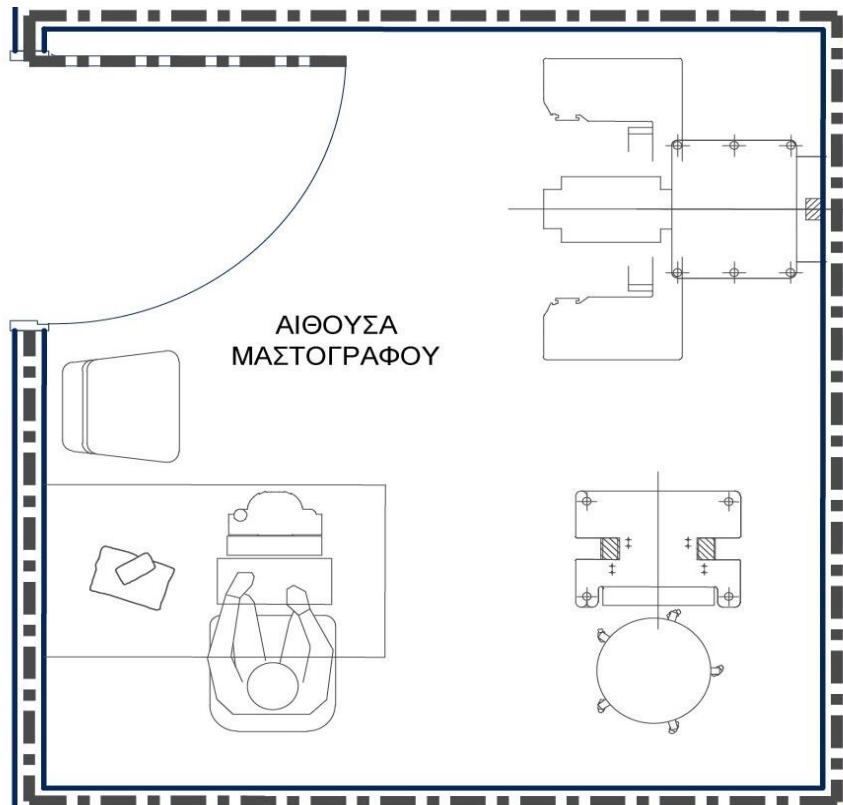
Ο μαγνητικός τομογράφος όπως προαναφέραμε απαιτεί έναν επιπλέον παρακείμενο μηχανολογικό χώρο για την τοποθέτηση των Η/Μ συστημάτων υποστήριξης και ειδικών ηλεκτρονικών εγκαταστάσεων ελέγχου των πηνίων του συστήματος, των διατάξεων ψύξης και της τροφοδοσίας του μηχανήματος.

Όσον αφορά τον χώρο υπερήχων αυτός έχει εμβαδόν περίπου 25 τ.μ και περιλαμβάνει εσωτερικό W.C.
Ο κύριος εξοπλισμός του απαρτίζεται από την εξεταστική κλίνη, το μηχάνημα υπερήχων και γραφείο με υπολογιστή (Εικόνα 19).



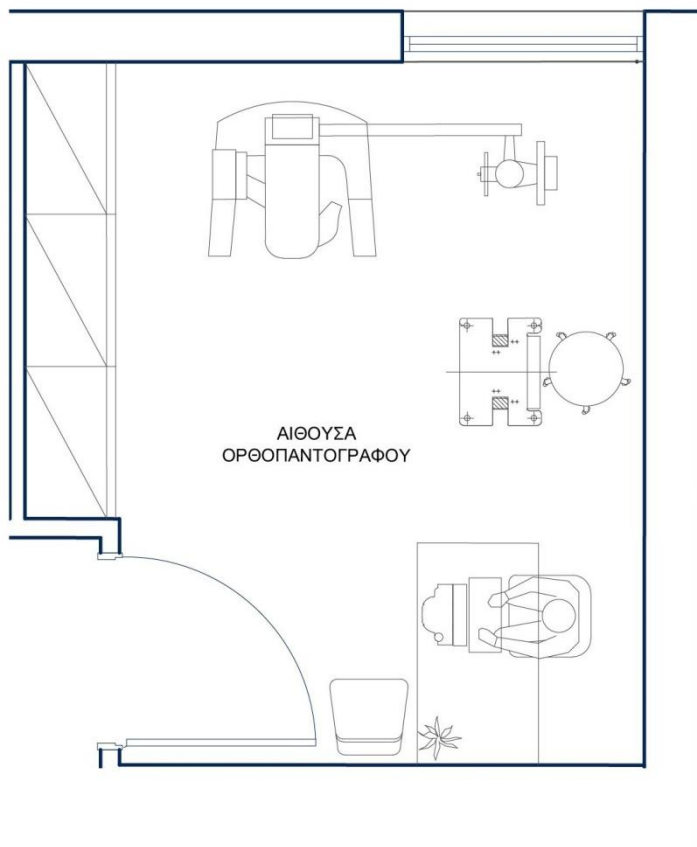
Εικόνα 19 Αίθουσα υπερήχων (AUTOCAD)

Η αίθουσα μαστογραφίας με επιφάνεια περίπου 15 τ.μ περιλαμβάνει στον βασικό της εξοπλισμό τον μαστογράφο τομοσύνθεσης το χειριστήριο με το προστατευτικό πάνελ (ακτινοπροστασίας) τοποθετημένου εντός του χώρου και γραφείο με υπολογιστή (Εικόνα 20).



Εικόνα 20 Αίθουσα μαστογραφίας (AUTOCAD)

Τέλος ο χώρος του ορθοπαντογράφου έχει επιφάνεια 19 τ.μ και διαθέτει εκτός του πανοραμικού μηχανήματος το πάνελ ακτινοπροστασίας το τηλεχειριστήριο και τα έπιπλα γραφείου με PC (Εικόνα 21).



Εικόνα 21 Αίθουσα ορθοπαντογράφου (AUTOCAD)

Στους παρακάτω πίνακες συνοψίζονται οι απαραίτητοι χώροι που οφείλουν να έχουν τα ακτινοδιαγνωστικά εργαστήρια με τα ελάχιστα εμβαδά επιφανειών ανά χώρο σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς του Υπουργείου Υγείας. **ΦΕΚ 2302/2014 τ.β΄ (τροποποίηση παραρτημάτων ΠΔ 84_2001 – ΦΕΚ 70/Α/2001)**

A/A	ΧΩΡΟΙ	ΕΠΦ. ΧΩΡΟΥ Μ2	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ (Μ)	ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΡΩΝ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1.	Αίθουσα ακτινοδιαγνωστικού α) Ακτινογράφιση και ακτινοσκόπηση β) Ακτινογράφιση ή Ακτινοσκόπηση	20.00* 15.00*	3.00	Για μία θέση εξέτασης	Περιλαμβάνεται χειριστήριο και αποδυτήριο
2.	Αίθουσα Μαστογράφου	10.00*	2.40	Για μία θέση εξέτασης	Με χειριστήριο
3.	Αίθουσα Ορθοπαντογράφου	6.00*	2.40	Για μία θέση εξέτασης	Με χειριστήριο
4.	Αίθουσα μέτρησης οστικής πυκνότητας	10.00*	2.80	Για μία θέση εξέτασης	Με χειριστήριο
5.	Αίθουσα υπερηχογράφου	8.00*	2.40		
6.	Αίθουσα Αξονικού Τομογράφου	25.00*	3.60		Με χώρους χειριστηρίου υπολογιστών και αποδυτήριο.
7.	Αίθουσα Μαγνητικού Τομογράφου	44.00*	4.00		Με χώρους χειριστηρίου υπολογιστών - gradient και προετοιμασία ασθενή με αποδυτήριο.
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ					
8.	Εμφανιστήριο	3.00	2.00	Για μια ή περισσότερες αίθουσες	Προαιρετικό αν διαθέτει ψηφιοποιητή ή ψηφιακό μηχάνημα.
9.	Αποθήκη αναλώσιμου υλικού μηχανημάτων	2.00		Για 1-4 αίθουσες. Για περισσότερες προστίθενται 0.50τμ ανά αίθουσα.	Προαιρετικά σε ενιαίο χώρο με το εμφανιστήριο.
10.	W.C. ασθενών συμβατικού ακτινολογικού	1.50	0.90	Για 1-4 αίθουσες	Σε άμεση επαφή με την αίθουσα.
11.	W.C. Θερμών ασθενών	1.50	0.90	Προαιρετικό, εφόσον γίνεται εξέταση με χρήση ραδιενεργών υλικών.	<Θερμή περιοχή> σχεδιασμός σύμφωνα με τον κανονισμό Ακτινοπροστασίας. Δίκτυο αποχέτευσης σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές.

A/A	ΧΩΡΟΙ	ΕΠΙΦ. ΧΩΡΟΥ Μ2	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ (Μ)	ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΡΩΝ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΧΩΡΟΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ					
12.	Υποδοχή, Γραμματεία, Λογιστήριο	5.00	2.00	Απαιτείται για περισσότερες από 2 αίθουσες	Μπορεί να εντάσσεται στην αναμονή με αύξηση του εμβαδού της
13.	Αναμονή	7.00	2.50	Για πάνω από 1 αίθουσα προστίθενται 2τμ ανά αίθουσα	
14.	Γραφείο Ιατρών	7.00	2.40	Για περισσότερους από 1 ιατρό προστίθενται 3τμ ανά ιατρό	
15.	Θερμό Εργαστήριο	4.00	2.00	Προαιρετικό, απαιτείται εφόσον γίνεται εξέταση με χρήση ραδιενεργών υλικών.	<Θερμή περιοχή> Απαιτείται θωράκιση. Συνθήκες αρνητικής πίεσης. Δίκτυο αποχέτευσης υγρών καταλοίπων. Περιλαμβάνεται θωρακισμένη κρύπτη ραδιοϊσοτόπων και ραδιενεργών καταλοίπων, απαγωγός εστία κ.λ.π. σύμφωνα με τον κανονισμό Ακτινοπροστασίας.
16.	Χώρος ανάπαυσης προσωπικού office	5.00	1.80	Προαιρετικό Για πάνω από 1 αίθουσα προστίθενται 1.50τμ ανά αίθουσα	Χ.Κ.Χ.
17.	W.C. κοινού - προσ.	1.50	0.90	Ανά 4 αίθουσες	
18.	Χώρος ακαθάρτων και ειδών καθαριότητας	2.00	1.20	Απαιτείται για πάνω από 2 αίθουσες.	

Πίνακας 2 Κανονισμός Υπουργείου Υγείας για προδιαγραφές χώρων Ακτινοδιαγνωστικού εργαστήριου

Μελλοντικές τάσεις σχεδιασμού ακτινοδιαγνωστικών εργαστηρίων

Οι υπάρχουσες μέθοδοι απεικόνισης με τα διαφορετικά τους απεικονιστικά συστήματα παρέχουν μοναδικές πληροφορίες οι οποίες είναι χρήσιμες για την διάγνωση διαφόρων παθήσεων.

Μελλοντικά τα συστήματα αυτά θα εξακολουθούν να είναι διαθέσιμα και να βελτιώνονται τεχνικά. Για κάθε ένα από τα υπάρχοντα απεικονιστικά συστήματα η έρευνα και οι εξελίξεις θα εστιάζονται κυρίως στην βελτίωση της χωρικής διακριτικής ικανότητάς τους της αντίθεσης και της περαιτέρω μείωσης της δόσης. Επιπλέον, θα συνεχιστεί και η τάση για απεικόνιση σε 3D & 4D και η βελτίωση των μεθόδων απεικόνισης της φυσιολογικής και μοριακής λειτουργίας δομών του σώματος.

Με την επικράτηση του πρωτοκόλλου DICOM και του πρωτοκόλλου HL7 για επικοινωνία με άλλα λογισμικά συστήματα τύπου RIS, HIS κλπ, οι εικόνες από τα διαγνωστικά μηχανήματα θα παραδίδονται πολύ γρήγορα μέσω δικτύων υψηλής ταχύτητας σε σταθμούς εξοπλισμένους με πακέτα λογισμικού τα οποία συνεχώς θα

αναβαθμίζονται και θα εξελίσσονται προσφέροντας στους χρήστες νέες λειτουργίες και ευκολίες με την αξιοποίηση μοναδικών εργαλείων για την μελέτη και αρχειοθέτηση των εικόνων.

Όσον αφορά στις νέες τάσεις και στις νέες τεχνολογίες που έχουν ήδη αρχίσει σταδιακά να εφαρμόζονται στον τομέα των ιατρικών διαγνωστικών μηχανημάτων, παρατηρούμε ότι υπάρχει μια διαρκής βελτίωση και ανάπτυξη νέων τεχνικών και υλικών στον τομέα της επεμβατικής ακτινολογίας, όπου εμφανίζεται σημαντική αύξηση των εκτελουμένων επεμβατικών πράξεων. Τέτοιου είδους θεραπευτικές πράξεις - οι οποίες ανάμεσα σε άλλα περιλαμβάνουν τους καθετηριασμούς, τις παρακεντήσεις, τις θερμοκαυτηριάσεις, χημειοεμβολισμούς κλπ - απαιτούν κατά κανόνα περισσότερο ιατρικό και βοηθητικό προσωπικό το οποίο θα πρέπει να παρευρίσκεται εντός της αιθούσης καθ' όλη την διάρκεια της επέμβασης. Επομένως σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να σχεδιάζονται μεγαλύτεροι σε επιφάνεια χώροι με τις ανάλογες προσαρμογές στη μελέτη και τον σχεδιασμό των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και στις προδιαγραφές του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού.

Σε πολλά μεγάλα νοσοκομεία, ορισμένου τύπου εξειδικευμένων απεικονιστικών εξετάσεων οργανώνονται σε ξεχωριστά τμήματα εντός του νοσοκομείου. Τέτοιου είδους εξετάσεις γίνονται με τα λεγόμενα υβριδικά απεικονιστικά συστήματα τα οποία συνδυάζουν διαφορετικές τεχνικές απεικόνισης όπως π.χ. τα συστήματα PET/CT, PET/MRI (Εικόνα 22).

Η αρχιτεκτονική σχεδίαση των χώρων αυτών που φέρουν τέτοιου είδους εξοπλισμό ακολουθεί τους ίδιους κανόνες σχεδίασης όπως των ακτινοδιαγνωστικών εργαστηρίων με προσθήκη επιπλέον χώρων όπως π.χ. για την παρασκευή των ραδιοφαρμάκων (hotlab), χώρους για την χορήγηση του ραδιοφαρμάκου και χώρο για την ολιγόωρη παραμονή του ασθενή μετά την εξέταση. Απαιτείται ακόμη να υπάρχουν ξεχωριστά W/C με αυτόνομο δίκτυο αποχέτευσης που να συνδέεται σε ειδικές δεξαμενές εξουδετέρωσης.



Εικόνα 22 Συγκρότημα Ποζιτρονικής Υπολογιστικής Τομογραφίας PET/CT
(<https://www.siemens-healthineers.com/ro/molecular-imaging/pet-ct/biograph-vision>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΤΕΛΕΧΩΣΗ ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

4.1 Οργανωτική δομή - Ιεραρχία

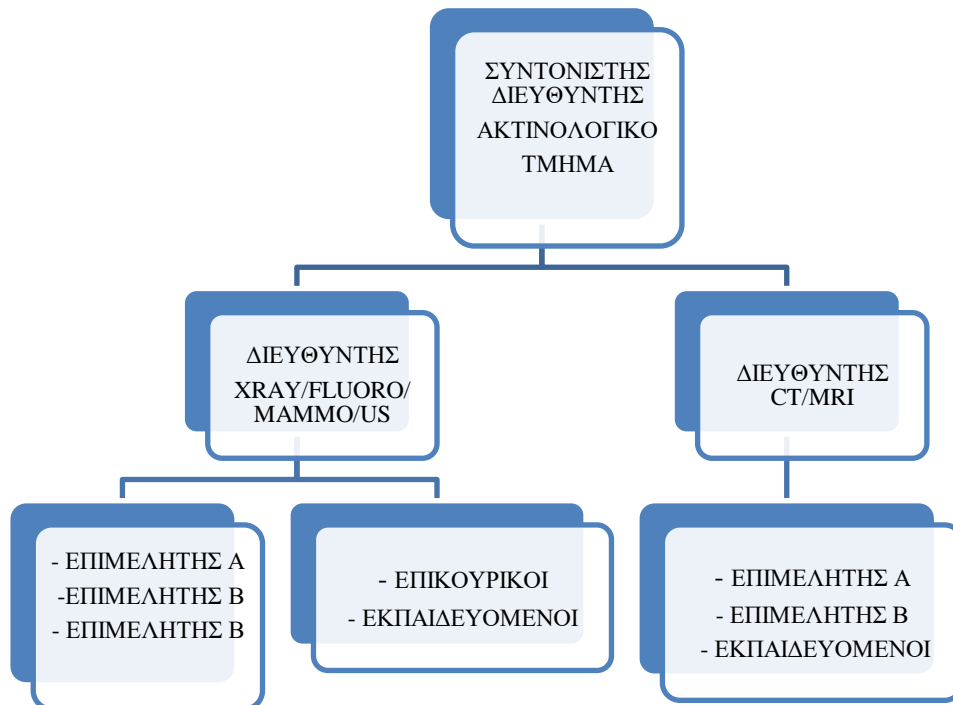
Οι απαιτήσεις σε προσωπικό, που είναι απαραίτητο σε ένα ακτινοδιαγνωστικό εργαστήριο για τις λειτουργικές του ανάγκες, καλύπτονται από το επιστημονικό, από το νοσηλευτικό, το παραϊατρικό και το βοηθητικό προσωπικό.

Στο επιστημονικό προσωπικό υπάγονται οι ιατροί ακτινολόγοι-ακτινοδιαγνώστες. Στο νοσηλευτικό έχουμε τους νοσηλευτές, στο παραϊατρικό τους τεχνολόγους ακτινολογίας, τους χειριστές ιατρικών συσκευών απεικόνισης και τους ακτινοφυσικούς. Τέλος, στο διοικητικό – βοηθητικό υπάγονται οι γραμματείς οι υπάλληλοι καθαριότητας οι τραυματιοφορείς κλπ. εκ των οποίων οι τελευταίοι συνήθως δεν είναι αποκλειστικοί αλλά μπορεί να εξυπηρετούν το τμήμα μαζί με άλλα τμήματα του νοσοκομείου.

Στο ακτινολογικό τμήμα ενός δημόσιου γενικού νοσοκομείου υπηρετούν ιατροί ακτινολόγοι σε θέσεις διευθυντών, επιμελητών Α και Β ανάλογα με την εμπειρία και τον χρόνο υπηρεσίας τους. Ενδέχεται να υπηρετούν επικουρικοί οι οποίοι συνάπτουν με τα νοσοκομεία συμβάσεις ορισμένου χρόνου. (Διάγραμμα 2)

Σε περιπτώσεις ύπαρξης περισσοτέρων του ενός ακτινολόγου ιατρού με βαθμό διευθυντή ορίζεται ένας εξ αυτών ως επικεφαλής Συντονιστής Διευθυντής υπεύθυνος για την οργάνωση και ομαλή λειτουργία όλου του ακτινολογικού τμήματος. Σύμφωνα με το εσωτερικό κανονισμό λειτουργίας του νοσοκομείου θέσεις προϊσταμένου μπορεί να προβλέπονται για τις άλλες κατηγορίες του προσωπικού π.χ. Προϊστάμενη νοσηλευτικού ή του παραιατρικού.

Σε ορισμένα νοσοκομεία προβλέπεται τα ακτινολογικά τμήματα να παρέχουν πλήρη ιατρική εκπαίδευση σε νέους ειδικευόμενους ιατρούς για την απόκτηση ειδικότητας ακτινοδιαγνωστικής. Ακόμη τα τμήματα αυτά είναι εξουσιοδοτημένα ώστε να παρέχουν εκπαίδευση και σε ιατρούς άλλων ειδικοτήτων όπως π.χ. σε παθολόγους στους υπέρηχους, οι οποίοι επιθυμούν να έχουν την αντίστοιχη εκπαίδευση και να λάβουν την πιστοποίηση στην ακτινοδιαγνωστική.



Διάγραμμα 2 Τυπικό οργανόγραμμα επιστημονικού προσωπικού ακτινολογικού τμήματος

4.2 Καθήκοντα - Αρμοδιότητες του Προσωπικού

Ακτινολόγοι

Οι ιατροί ακτινολόγοι ελέγχουν και ερμηνεύουν τα ευρήματα των απεικονιστικών εξετάσεων λαμβάνοντας υπόψη την συμπτωματολογία και το ιστορικό του ασθενή. Αναλόγως της πολυπλοκότητας του κάθε περιστατικού επικοινωνούν και συνεργάζονται με ιατρούς άλλων ειδικοτήτων. Με την ολοκλήρωση της εξέτασης συντάσσουν και διαβιβάζουν τις γνωματεύσεις τους για χρήση από τους παραπέμποντες ιατρούς καθώς και στην γραμματεία για την καταχώρηση αυτών στο φάκελο του ασθενή.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και της ιατρικής επιστήμης γενικότερα ο κλάδος της ακτινολογίας προσφέρει στους ειδικευόμενους στον τομέα αυτό την δυνατότητα να επιλέξουν από ένα μεγάλο εύρος υποειδικοτήτων. Συγκεκριμένα οι ακτινολόγοι σήμερα δύναται να ακολουθήσουν ειδικευση σε μία ή και περισσότερες από τις παρακάτω προσφερόμενες υποειδικότητες της ακτινολογίας:

Επεμβατική Ακτινολογία- Αγγειογραφίες

Η υποειδίκευση αυτή στοχεύει στη διάγνωση των παθολόγων καταστάσεων και στην θεραπεία των ασθενών με τη χρήση ελάχιστα επεμβατικών τεχνικών. Τέτοιου είδους επεμβατικών πράξεων πραγματοποιούνται μέσω απεικονιστικής καθοδήγησης με τη χρήση είτε των ακτινοσκοπικών μηχανημάτων ή φορητών ακτινοσκοπικών τύπου C-ARM , ή με χρήση CT αξονικής τομογραφίας , MRI μεθόδων και των υπερήχων.

Οι ακτινολόγοι μετά από την κατάλληλη εκπαίδευση που λαμβάνουν σε αναγνωρισμένα και πιστοποιημένα εκπαιδευτικά κέντρα - η οποία διαρκεί συνήθως 2 έτη – έχουν τα προσόντα και τις γνώσεις να διενεργούν εξετάσεις και πλήθος επεμβατικών πράξεων όπως λ.χ. ψηφιακές αφαιρετικές αγγειογραφίες (DSA) αγγειοπλαστικές για τοποθέτηση μεταλλικών stent, φλεβογραφίες ,εμβολισμούς αρτηριακών κλάδων, όγκων νεφρού, αιμαγγειώματων, χημειοεμβολισμούς, παροχετεύσεις χοληφόρων & ενδοκοιλιακών συλλογών, θερμοκαυτηριάσεις (RF Ablation), νεφροστομίες και πολλές άλλες οι οποίες συνεχώς εξελίσσονται με την εμφάνιση νέων υλικών και μεθόδων εφαρμογής.

Ακτινοσκοπήσεις – Κλασική ακτινολογία – Οστική Πυκνότητα – Υπέρηχοι

Εκπαίδευση με γνώμονα την απόκτηση δεξιοτήτων και εμπειρίας απαραίτητες για την διενέργεια εξετάσεων όπως μεταξύ άλλων:

- μυοσκελετικές ακτινογραφίες
- πυελογραφίες
- σαλπινγογραφίες
- διάβαση παχέος/λεπτού εντέρου
- US(υπερηχογράφημα) άνω-κάτω κοιλίας, US νεφρών – κύστεως
- μέτρηση οστικής πυκνότητας

Μαστογραφία

Η υποειδίκευση αυτή της ακτινολογίας αφορά στην απεικόνιση και στην διάγνωση διαφόρων παθήσεων του μαστού. Μετά την αντίστοιχη εκπαίδευση οι ακτινολόγοι δύνανται να διενεργούν εξετάσεις όπως μαστογραφίες (2D, 3D τομοσύνθεση); Υπέρηχοι μαστού; βιοψίες(FNA, CORE).

Νευροακτινολογία

Αφορά κυρίως σε εξετάσεις CT & MRI εγκεφάλου και της σπονδυλικής στήλης.

Τεχνολόγοι Ακτινολογίας

Οι τελειόφοιτοι σχολών των τμημάτων ακτινολογίας και ακτινοθεραπείας έχουν τα κατάλληλα προσόντα και τις γνώσεις για να σταδιοδρομήσουν επαγγελματικά σε θέσεις που απαντώνται τόσο στον δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα.

Ακολουθώντας τις οδηγίες και τις εντολές των υπεύθυνων των εκάστοτε τμημάτων ήτοι των ιατρών- ακτινολόγων, των πυρηνικών ιατρών, των ακτινοθεραπευτών ογκολόγων προετοιμάζουν κατάλληλα και σύμφωνα με τα πρωτόκολλα τον εξεταζόμενο και χειρίζονται τα μηχανήματα για την ορθή και ασφαλή εκτέλεση των εξετάσεων στο ακτινολογικό εργαστήριο και των αντιστοίχων που πραγματοποιούνται στο τμήμα πυρηνικής ιατρικής και της ακτινοθεραπευτικής ογκολογίας.

Για την ατομική του προστασία από την ακτινοβολία και εφόσον απαιτείται από την συγκεκριμένη εξέταση, χρησιμοποιεί ειδικές ποδιές από μόλυβδο κατά την διάρκεια της εξέτασης. Μέσα στα πλαίσια των αρμοδιοτήτων τους είναι επίσης και η τήρηση των προβλεπόμενων από την νομοθεσία κανόνων ακτινοπροστασίας. Επιπροσθέτως φροντίζουν για την εφαρμογή των καθορισμένων προγραμμάτων ποιοτικού ελέγχου έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η βέλτιστη απεικόνιση καθώς και η απρόσκοπτη λειτουργία του εξοπλισμού.

Στις υποχρεώσεις τους ακόμη είναι ο έλεγχος επάρκειας για τα χρησιμοποιούμενα αναλώσιμα υλικά και η φροντίδα και προγραμματισμός για την έγκαιρη παραγγελία τους. Πολλές φορές καλούνται για τη λήψη ακτινογραφιών χρησιμοποιώντας τα κινητά ακτινολογικά σε διάφορα άλλα τμήματα όπως π.χ στα ΤΕΠ, στις εντατικές και στους θαλάμους νοσηλείας όπου η λήψη της ακτινογραφίας γίνεται με τον ασθενή πάνω σε φορείο ή πάνω στο κρεβάτι του.

Νοσηλευτικό προσωπικό

Στα γενικά καθήκοντα και στις αρμοδιότητες του νοσηλευτικού προσωπικού είναι ο προγραμματισμός η οργάνωση και η εκτέλεση διαφόρων ενδεδειγμένων κατά περίπτωση νοσηλευτικών πράξεων.

Οι νοσηλευτές/τριες πραγματοποιούν εξετάσεις, παρακολουθούν και σημειώνουν την κατάσταση ενός εξεταζομένου. Παρέχουν υποστήριξη κατά την προετοιμασία του ασθενή και διενεργούν σειρά πράξεων όπως π.χ. χορήγηση ενδοφλέβιων φαρμάκων σκιαγραφικών σύμφωνα με τις οδηγίες των ακτινολόγων. Επιπλέον, οι νοσηλευτές φροντίζουν για την ενημέρωση του φακέλου του ασθενή από κοινού με τη γραμματεία.

Στις ευρύτερες αρμοδιότητες του νοσηλευτικού προσωπικού είναι επίσης η τήρηση των κανόνων λειτουργίας του νοσοκομείου όπως αυτές ορίζονται από την ισχύουσα νομοθεσία, τον κανονισμό λειτουργίας του νοσοκομείου και τις αποφάσεις της διοίκησης. Περιλαμβάνουν επίσης την συνεργασία με άλλες υπηρεσίες του νοσοκομείου όπως πχ τις τεχνικές, τις διοικητικές κλπ, το διαχειριστικό έλεγχο ήτοι καταγραφή της εισαγωγής αναλωσίμων υλικών και φαρμάκων τη διάθεση και κατανάλωση αυτών.

Ακτινοφυσικοί

Το προσωπικό ιατρικής φυσικής - ακτινοφυσικής είναι αρμόδιο κυρίως για θέματα που αφορούν την ακτινοπροστασία. Δραστηριοποιείται στα τμήματα των ακτινοδιαγνωστικών εργαστηρίων καθώς επίσης και των εργαστηρίων πυρηνικής ιατρικής και ακτινοθεραπείας.

Οι ακτινοφυσικοί ανά τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιούν όλους τους απαιτούμενους από τους κανονισμούς και νομοθεσία ποιοτικούς ελέγχους όλων των μηχανημάτων ιοντιζουσών ακτινοβολιών.

Είναι υπεύθυνοι για την σύνταξη των μελετών ακτινοπροστασίας καθώς και των εκθέσεων καλής και ασφαλούς λειτουργίας των μηχανημάτων όπως αυτές απαιτούνται από τις αρμόδιες αρχές για την έκδοση, την μετατροπή και την ανανέωση της άδειας λειτουργίας των ακτινοδιαγνωστικών εργαστηρίων.

Οργανώνουν και επιβλέπουν προγράμματα διασφάλισης ποιότητας στο ακτινολογικό τμήμα και προτείνουν νέες τρόπους και μεθόδους που στόχο έχουν τη βελτίωση των διαγνωστικών απεικονιστικών πληροφοριών και την ελαχιστοποίηση της δόσης ακτινοβολίας τόσο στους εξεταζόμενους, όσο και στο προσωπικό και στο κοινό.

Φροντίζουν να εκτελούνται όλα τα προβλεπόμενα προγράμματα ποιοτικών ελέγχων με σκοπό την άρτια και ασφαλή λειτουργία όλου του ακτινολογικού εξοπλισμού του τμήματος συμπεριλαμβανομένου του βοηθητικού εξοπλισμού όπως π.χ laser εκτυπωτές ενισχυτικές πινακίδες κλπ. Βοηθάει επίσης στη ρύθμιση βελτιστοποίηση των τεχνικών παραμέτρων των μηχανημάτων για τις ακτινολογικές εξετάσεις.

Ενημερώνουν και τηρούν ψηφιακό αρχείο δοσιμέτρησης των εργαζομένων.

Παρέχουν συμβουλές σε περιπτώσεις μελετών και επίβλεψης έργων που πρόκειται να πραγματοποιηθούν για τη διαρρύθμιση νέων ακτινολογικών χώρων και την εγκατάσταση νέου εξοπλισμού.

Για την εξυπηρέτηση των αναγκών τους οι ακτινοφυσικοί έχουν στη διάθεση τους ειδικά όργανα μετρήσεων, δοσιμετρίας και ποιοτικού ελέγχου, καθώς και phantoms με τα οποία διενεργούν τους απαραίτητους περιοδικούς τεχνικούς ελέγχους σύμφωνα και με την κείμενη νομοθεσία και τα διεθνή standards.

Ενδεικτικά για τους ελέγχους που διενεργούνται σε ακτινοδιαγνωστικά μηχανήματα είναι απαραίτητος μεταξύ άλλων ο ακόλουθος εξοπλισμός:

- Δοσίμετρο με θάλαμο ιονισμού & δοσίμετρο τύπου DAP
- Ψηφιακός πολυμετρητής KV και χρόνου(ακτινοδιαγνωστικών μηχανημάτων και μαστογράφου)
- Πολύμετρο (multimeter) κατάλληλο για μετρήσεις παραμέτρων όλων των ακτινοδιαγνωστικών μηχανημάτων.

- Κατάλληλα ομοιώματα ελέγχου ποιότητας εικόνας και καθετότητας δέσμης
- Κατάλληλους μετρητές ακτινοβολίας χώρου

Μηχανικοί Βιοιατρικής

Τα μεγάλα διαγνωστικά κέντρα ή τα νοσοκομεία έχουν επίσης στελεχωμένο τμήμα βιοϊατρικής τεχνολογίας, όπου το εκεί προσωπικό είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση, συντήρηση και επιδιόρθωση του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού. Επιπλέον είναι αρμόδιοι για την σχετική επικοινωνία με τις προμηθεύτριες εταιρείες και συμμετέχουν στις επιτροπές σύστασης προδιαγραφών και παραλαβής εξοπλισμού.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Το ακτινοδιαγνωστικό εργαστήριο μπορεί να είναι ένα διαγνωστικό κέντρο παροχής ακτινολογικών υπηρεσιών ιδιωτικά ή να εντάσσεται ως ένα ξεχωριστό τμήμα στα νοσοκομεία. Οι κυριότερες και περισσότερο ζητούμενες εξετάσεις περιλαμβάνουν τις ακτινογραφίες, ακτινοσκοπήσεις, υπερηχογράφημα, μαστογραφία, υπολογιστική τομογραφία (CT), μαγνητική τομογραφία (MRI)

Το τμήμα μπορεί να συστεγάζεται ή να ενσωματώνει άλλες ειδικότητες όπως π.χ τμήμα πυρηνικής Ιατρικής, PET και Ογκολογίας – Ακτινοθεραπείας.

Τα τελευταία 20 χρόνια ο τομέας της ακτινολογίας με την πλήρη ψηφιοποίηση των συστημάτων ιατρικής απεικόνισης εξελίσσεται ραγδαία και είναι σίγουρο ότι θα συνεχίσει να αλλάζει γρήγορα. Το βασικό πλεονέκτημα των σημερινών μηχανημάτων ψηφιακής απεικόνισης σε συνδυασμό με την εγκατάσταση γρήγορων δικτύων επικοινωνίας και πληροφοριακών συστημάτων είναι ότι πλέον επιτυγχάνουμε μετακίνηση των εικόνων και της πληροφορίας και όχι μετακίνηση των φιλμ και των ανθρώπων. Επομένως ο σχεδιασμός των τμημάτων απεικόνισης γίνεται με βάση τις ροές της πληροφορίας και όχι ροές σχετικές με την επεξεργασία και διακίνηση του φιλμ.

Με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας στο τομέα της ιατρικής ακτινολογίας και την μετάβαση στα σημερινά ψηφιακά απεικονιστικά συστήματα έχουμε καταφέρει να εξαλείψουμε αρκετά μειονεκτήματα που βάρυναν τα παλαιότερου τύπου αναλογικά μηχανήματα. Συγκεκριμένα,

- Οι χρόνοι εξέτασης έχουν ελαχιστοποιηθεί μαζί και με τα τεχνικά σφάλματα των λήψεων τα οποία επέφεραν την ανάγκη συχνών επαναλήψεων.
- Μείωση της δόσης ακτινοβολίας των εξεταζομένων. Καλύτερη ποιότητα με την ίδια δόση ακτινοβολίας
- Επεξεργασία των εικόνων με ολοένα και περισσότερα λογισμικά εργαλεία. Μακρόχρονη, ασφαλή και οικονομική αποθήκευση-διατήρηση των εξετάσεων σε ψηφιακά μέσα.
- Γρήγορη, ευρεία και ευχερή πρόσβαση στα δεδομένα & αποτελέσματα των εξετάσεων από τους παραπέμποντες ιατρούς. Εφαρμογές τηλεϊατρικής βοηθούν στην διάγνωση από απομακρυσμένα σημεία.

Τα περισσότερα ακτινολογικά-απεικονιστικά μηχανήματα έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις εγκατάστασης – θωράκισης και θα πρέπει να γίνεται προσεκτικός σχεδιασμός των κτιριακών εγκαταστάσεων λαμβάνοντας υπόψη τα σχέδια και τις απαιτήσεις εγκατάστασης που ορίζει ο κάθε κατασκευαστής ,για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του εξοπλισμού και τις αποτελεσματικές ροές εργασίας εντός του τμήματος.

Το ακτινοδιαγνωστικό τμήμα θα πρέπει να χωρίζεται σε διαφορετικές ζώνες εργασίας ακολουθώντας τις ροές εργασίας όπως εφαρμόζονται στο τμήμα ξεκινώντας από την προσέλευση του ασθενή και καταλήγοντας με την ολοκλήρωση της διάγνωσης και αρχειοθέτηση της εξέτασης.

Για εξοικονόμηση χώρου και των αντίστοιχων Η/Μ εγκαταστάσεων ορισμένοι χώροι όπως π.χ. τα control rooms και τα W.C μπορούν να σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν να εξυπηρετούν περισσότερες από μία αίθουσες απεικονίσεων. Οι ψηφιακές εικόνες που λαμβάνονται στις εξετάσεις δύνανται να μεταφέρονται για ανάγνωση-διάγνωση μέσω PACS και τοπικών δικτύων σε οποιοδήποτε χώρο επιθυμεί ο χρήστης παρέχοντας έτσι μεγάλη ευελιξία ,πολλές επιλογές και ευκολίες ως προς την διαμόρφωση των χώρων αυτών και την μελλοντική τροποποίηση τους.

Όλοι οι χώροι θα πρέπει να τηρούν κατ' ελάχιστο τα εμβαδά και όλες τις επιμέρους τεχνικές προδιαγραφές και κανόνες ακτινοπροστασίας όπως ορίζονται από διάφορα διεθνή πρότυπα και την ισχύουσα εθνική νομοθεσία.

Στους χώρους όπου προβλέπονται να γίνονται επεμβατικές πράξεις με την χρήση-καθοδήγηση των εικόνων θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα ως προς το θέμα επιλογής των κατάλληλων υλικών (π.χ. δάπεδα, βαφές, κλιματισμός, ιατρικά αέρια κλπ)) για λόγους αυξημένης υγιεινής, ευκολίας καθαρισμού, απολύμανσης και ασφάλειας που απαιτούνται για την διενέργεια αυτών των επεμβάσεων.

Ο τεράστιος όγκος δεδομένων (data) που λαμβάνονται από τα σημερινά απεικονιστικά συστήματα CT , PET, SPECT ,MRI ή τον συνδυασμό αυτών (υβριδικά), είναι πολύ δύσκολο να μελετηθεί από ένα ακτινολόγο με συνέπεια να αναπτυχθούν εργαλεία βοηθούμενης διάγνωσης (CAD) με τη βοήθεια υπολογιστών και εξειδικευμένου λογισμικού .

Τα συστήματα αυτά συνδυάζουν τεχνικές ψηφιακής επεξεργασίας & τεχνητής νοημοσύνης (AI) σαρώνοντας ένα μεγάλο αριθμό εικόνων και επισημαίνοντας ύποπτα σημεία για περαιτέρω διερεύνηση & αξιολόγηση από τους χρήστες.

Ο απαραίτητος εξοπλισμός για την κάλυψη των νέων αναγκών απεικόνισης που προκύπτουν, θα είναι εν μέρει διαφορετικός τα επόμενα χρόνια με την υιοθέτηση νέων κλινικών εφαρμογών δίνοντας έμφαση σε προηγμένα υβριδικά συστήματα όπως τα PET-MRI, PET-CT,SPECT-CT,MRI-PET, MRI-SPECT τα οποία προσφέρουν στοχευόμενη και εξατομικευμένη ιατρική στον ασθενή με αυξημένη διαγνωστική ακρίβεια ένεκα των πολλαπλών πληροφοριών (ανατομική, μοριακή-μεταβολική) που λαμβάνονται ταυτοχρόνως με τις εικόνες.

Για την εύρυθμη λειτουργία του, ένα ακτινοδιαγνωστικό τμήμα θα πρέπει να είναι κατάλληλα στελεχωμένο με όλες τις απαραίτητες ειδικότητες του ιατρικού προσωπικού καθώς και του αντίστοιχου παραϊατρικού, διοικητικού και λοιπού βοηθητικού προσωπικού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [2] Αλβανού Μ. Πτυχιακή Εργασία: Η διαχρονική εξέλιξη των δαπανών των ελληνικών νοσοκομείων κατά την περίοδο της οικονομικής κρίσης και μετά: Η περίπτωση των νοσοκομείων Πειραιώς και Νήσων Αιγαίου. Τμήμα Μηχανικών Οικονομίας και Διοίκησης Π.Μ.Σ Οικονομική και Διοίκηση για Μηχανικούς, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2021
- [3] Χελά Γ. Διπλωματική Εργασία: Ανάλυση Ιδιωτικού κλάδου υπηρεσιών υγείας στην Ελλάδα. Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 2016
- [4] Ασημακοπούλου Π. Φωτεινή Διπλωματική Εργασία: Αξιολόγηση μονάδων υγείας και η συνεισφορά του ανθρώπινου δυναμικού. Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης Στην Διοίκηση Υγείας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 2008
- [6] Κανδαράκης Ι. Ιατρική Φυσική-Βιοϊατρική Τεχνολογία: Ακτινοδιαγνωστική. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις “Αράκυνθος”, έκδοση 2008, σελίδες 352, ISBN: 978-960-89768-1-8.
- [7] Ανδρέου Κ. Διπλωματική Εργασία: Δόση Ακτινοβολίας και παράγοντες που την επηρεάζουν κατά την διενέργεια επεμβατικών καρδιολογικών πράξεων. Ιατρική Σχολή, Πανεπιστημίου Πατρών, 2016
- [8] Κόττου Σ. Ακτινοσκόπηση. Ιατρική Σχολή, Πανεπιστημίου Αθηνών, 2008

ΠΗΓΕΣ

- [1]<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1>
- [5]<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1>
- [9]<https://did-hosp.gr/wp-content/uploads/2020/03/%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3-%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%94%CE%99%CE%91%CE%93%CE%A1%CE%91%CE%A6%CE%95%CE%A3-%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9D%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%9A%CE%9F.pdf>
- [10]<http://hosplak.gr/sites/default/files/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B6%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF%20%CE%A8%CE%B7%CF%86%CE%B9%CE>

[%B1%CE%BA%CF%8C%20%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CF%8C.pdf](#)

[11]https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_computed_tomography

[12]<http://www.agandreashosp.gr/diabouleysi/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%82%20%CE%91%CE%BE%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20%CE%A4%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%85%2064%CF%84%CE%B1%20%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7.pdf>

[13]<https://www.gonkhosp.gr/datafiles/file/20190111%20psifiakou%20mastografou.docx>

[14][https://www.iaso.gr/%CF%85%CF%80%CE%B7%CF%81%CE%B5%CF%83%CE%AF%CE%B5%CF%82/%CF%88%CE%B7%CF%86%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82%](https://www.iaso.gr/%CF%85%CF%80%CE%B7%CF%81%CE%B5%CF%83%CE%AF%CE%B5%CF%82/%CF%88%CE%B7%CF%86%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82%
(%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82%
))

[15]<http://www.hosplak.gr/sites/default/files/%CE%A4%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%82%20%CE%A8%CE%B7%CF%86%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20-%20%CE%9A%CE%B5%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D.pdf>

[16]<https://hospital-agrinio.gr/wp-content/uploads/2020/10/%CE%99%CE%A3%CE%A4%CE%9F%CE%A3%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%94%CE%91-%CE%94%CE%99%CE%91%CE%92%CE%99%CE%92%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F-%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D-%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%94%CE%99%CE%91%CE%93%CE%A1%CE%91%CE%A6%CE%A9%CE%9D13102020-3.pdf>

[17]<https://anassageneral.gr/%CE%BF-%CF%81%CF%8C%CE%BB%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%BC%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B1%CE%BE%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%84%CE%BF/>

[18]<https://www.hygeia.gr/services/department/aksoniki-magnitiki-tomografia/>

[19]https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1

[20]https://www.evangelismos-hosp.gr/files/BIOIATRICKI/-TEXNIKES_PRODIAGRAFES_TELIKES/2017-09-13_WIDE-BORE_MRI_3T_LAST.pdf