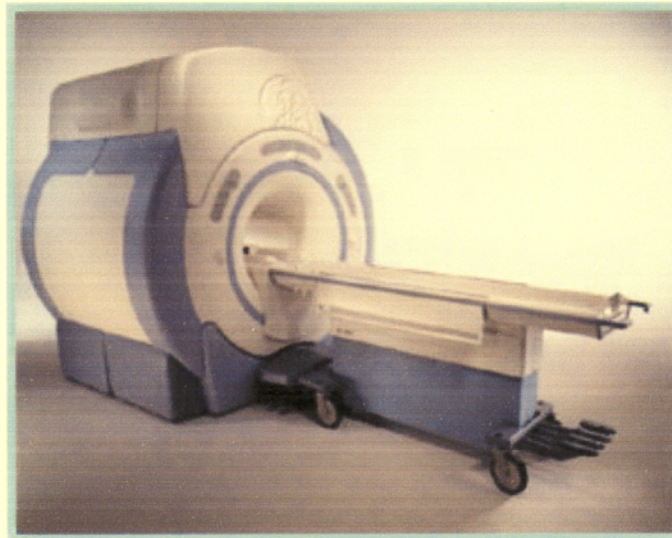


Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ: ΣΔΟ

ΤΜΗΜΑ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

“ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΓΝΗΤΟΣΚΟΠΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΘΗΒΑΣ”



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:

ΑΛΕΞΗ ΕΥΘΥΜΙΑ

ΔΙΑΜΑΝΤΗ ΜΑΡΙΑ

ΔΑΟΥΛΑΡΗ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΚΟΡΟΒΕΣΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2008

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο αγγειογράφος, ο μαγνητικός και ο αξονικός τομογράφος είναι είδη ακτινοσκοπικών μηχανημάτων. Με την χρήση είτε ακτίνων Χ, είτε μαγνητικών πεδίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να απεικονίσουν με ακρίβεια το εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος.

Τα σπινθηρογραφικά μηχανήματα υπάγονται στην κατηγορία των ακτινολογικών – διαγνωστικών μηχανημάτων τα οποία κάνουν χρήση της ακτινοβολίας Χ, με σκοπό την οπτικοποίηση της χημικοβιολογικής λειτουργίας των ανθρώπινων οργάνων.

Η μαγνητική τομογραφία είναι μια νέα τεχνική απεικόνισης στην ακτινολογία. Σ' αυτή την τεχνική γίνεται εκμετάλλευση των μαγνητικών ιδιοτήτων των ατόμων της ύλης. Υπάρχουν δύο τύποι μαγνητικών τομογράφων: οι κλειστού και οι ανοικτού τύπου, που φαίνεται να συνυπάρχουν στο άμεσο μέλλον. Με τη λήψη μιας μαγνητικής τομογραφίας επιτυγχάνεται η καλή απεικόνιση των μερών του ανθρώπινου σώματος, όπως η απεικόνιση του κυκλοφορικού συστήματος.

Όσο πιο σύγχρονα ακτινοσκοπικά μηχανήματα χρησιμοποιεί ένα Νοσοκομείο τόσο πιο εξελιγμένα και αξιόπιστα αποτελέσματα παρέχει. Έτσι καταφέρνει να κερδίσει την προτίμηση των ασθενών και συνεπώς να αυξήσει τα έσοδά του.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τα Νοσοκομεία της Θήβας και του Αγίου για την προθυμία τους να μας εξυπηρετήσουν και να μας δώσουν πληροφορίες και δεδομένα που χρησιμοποιήσαμε στην παρούσα εργασία.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλουμε και στον καθηγητή μας κ. Κοροβέση Δημήτρη που ήταν κοντά μας σε όλο το διάστημα της συγγραφής της πτυχιακής για να μας συμβουλεύει και να μας καθοδηγεί.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	ii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΤΗΣ ΘΗΒΑΣ	3
1.1 Σκοπός του νοσοκομείου	3
1.2 Όργανα διοίκησης – Υπηρεσίες νοσοκομείου	4
1.2.1 Υπηρεσίες	4
1.2.1.1 Διάρθρωση ιατρικής υπηρεσίας	4
1.2.1.2 Διάρθρωση νοσηλευτικής υπηρεσίας	6
1.2.1.3 Διάρθρωση οικονομικής υπηρεσίας	7
1.2.2 Αυτοτελές τμήμα	7
1.2.3 Ειδικό γραφείο	7
1.3 Αρμοδιότητες νοσοκομείου	8
1.3.1 Αρμοδιότητες ιατρικής υπηρεσίας	8
1.3.2 Ειδικό γραφείο	8
1.3.3 Αρμοδιότητες του τμήματος κοινωνικής εργασίας	8
1.3.4 Αρμοδιότητες του τμήματος παραϊατρικού προσωπικού	9
1.3.5 Αρμοδιότητες του τμήματος διαιτολογίας – διατροφής	9
1.3.6 Αρμοδιότητες της νοσηλευτικής υπηρεσίας	9
1.3.7 Αρμοδιότητες διοικητικής υπηρεσίας	10
1.3.8 Αρμοδιότητες αυτοτελούς τμήματος	16
1.3.9 Αρμοδιότητες ειδικού γραφείου υποδοχής ασθενών	17
1.4 Θέσεις προσωπικού νοσοκομείου	17
1.5 Έσοδα	20
2. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ	21
2.1 Τα βασικά της τεχνολογίας των ακτίνων Χ στην ακτινολογία	21

2.2 Κλασικά ακτινογραφικά μηχανήματα	24
2.3 Η ακτινοσκόπηση και τα ακτινοσκοπικά μηχανήματα	26
2.4 Διάφοροι τύποι ακτινοσκοπικών μηχανημάτων	28
2.5 Η τομογραφία και η αξονική τομογραφία	31
2.6 Αξονικοί τομογράφοι	34
3. ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	37
3.1 Παραγωγή των ακτινών γ στην ακτινολογία	37
3.2 Οι γ-κάμερες	41
3.3 Ο τομογράφος ποζιτρονίων	44
4. ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΙ	48
4.1 Η τεχνολογία της μαγνητικής τομογραφίας	48
4.2 Μαγνητικοί τομογράφοι κλειστού τύπου	54
4.3 Μαγνητικού τομογράφοι ανοικτού τύπου	58
4.4 Γενιές τομογράφων	60
4.5 Δυνατότητες και περιορισμοί της μαγνητικής τομογραφίας	61
5. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΘΗΒΑΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΚΟΣΤΗ	69
5.1 Ακτινογραφικά μηχανήματα	69
5.1.1 Γεννήτρια ΥΤ	69
5.1.2 Οριζόντια ακτινογραφική τράπεζα με τομογράφο	69
5.1.3 Επιδαπέδιος βραχίονας στήριξης της ακτινολογικής λυχνίας	70
5.1.4 Ακτινολογική λυχνία	70
5.2 Μαστογράφος	71
5.2.1 Γεννήτρια ακτινών Χ	71
5.2.2 Χειριστήριο	71
5.2.3 Ακτινολογική λυχνία	71
5.2.4 Βραχίονας στήριξης	72
5.3 Μηχανήματα οστικής πυκνότητας	72

5.4 Ακτινολογικά μηχανήματα φορητού τύπου	73
5.5 Ψηφιακός ασπρόμαυρος υπερηχοτομογράφος	73
5.6 Υπερηχοτομογράφος γενικής χρήσης	74
5.7 Σύστημα υπερηχοτομογραφίας ψηφιακής τεχνολογίας	75
6. ΑΠΑΣΧΟΛΟΥΜΕΝΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ (ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΘΗΒΑΣ	77
6.1 Απασχολούμενο προσωπικό	77
6.2 Κόστη εξετάσεων	77
7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕΤΑΞΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΩΝ ΘΗΒΑΣ, ΠΑΤΡΑΣ, ΛΙΒΑΔΕΙΑΣ, ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ	81
7.1 Σύνολο ακτινογραφιών νοσοκομείων Αιγίου και Θήβας	81
7.2 Κόστη αξονικών τομογραφιών έτους 2002 για το νοσοκομείο Αγ. Ανδρέα, Πάτρας	88
7.3 Κόστη αξονικών τομογραφιών έτους 2003 για το νοσοκομείο Λιβαδειάς	90
7.4 Σύγκριση αριθμών τομογραφιών σε νοσοκομεία Λιβαδειάς, Πατρών και Κεφαλληνίας	91
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	96

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1: Κατανομή θέσεων γιατρών ΕΣΥ στο νοσοκομείο Θήβας	19
Σχήμα 2.1: Διάταξη σύγχρονου ακτινογραφικού μηχανήματος	25
Σχήμα 2.2: Σύγχρονο ακτινοσκοπικό μηχάνημα	30
Σχήμα 2.3: Τροχήλατος τομογράφος	33
Σχήμα 2.4: Γενική διάταξη αξονικού τομογράφου	34
Σχήμα 3.1: γ – κάμερα απλής κεφαλής	41
Σχήμα 3.2: γ – κάμερα διπλής κεφαλής	43
Σχήμα 3.3: Τομογράφος ποζιτρονίων	44
Σχήμα 3.4: Τομογραφία SPECT	45
Σχήμα 4.1: Εξήγηση της τεχνικής MRI	50
Σχήμα 4.2: Μαγνητικός τομογράφος κλειστού τύπου	54
Σχήμα 4.3: Μαγνητικός τομογράφος ανοικτού τύπου	58
Σχήμα 4.4: Γενιές τομογράφων	60
Σχήμα 6.1: Προσωπικό ακτινολογικού τμήματος νοσοκομείου Θήβας	77
Σχήμα 6.2: Προσωπικό γυναικολογικού τμήματος νοσοκομείου Θήβας	77
Σχήμα 6.3: Κόστη εξετάσεων ακτινολογικού τμήματος	77
Σχήμα 7.1: Ακτινογραφίες νοσοκομείων Αιγίου και Θήβας	81
Σχήμα 7.2: Γράφημα για την αναπαράσταση του ετήσιου αριθμού των ακτινογραφιών στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας	82
Σχήμα 7.3: Γράφημα για την αναπαράσταση του μηνιαίου αριθμού (για το έτος 2005) των ακτινογραφιών στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας	83
Σχήμα 7.4: Γράφημα για την αναπαράσταση του μηνιαίου αριθμού (για το έτος 2006) των ακτινογραφιών στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας	84
Σχήμα 7.5: Γράφημα για την αναπαράσταση του ετήσιου αριθμού των υπερήχων στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας	85

Σχήμα 7.6: Γράφημα για την αναπαράσταση του μηνιαίου αριθμού των υπερήχων (για το έτος 2005) στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας	86
Σχήμα 7.7: Γράφημα για την αναπαράσταση του μηνιαίου αριθμού των υπερήχων (για το έτος 2006) στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας	87
Σχήμα 7.8: Κόστη αξονικών τομογραφιών νοσοκομείου Αγ. Ανδρέα, Πάτρας	88
Σχήμα 7.9: Κόστη αξονικών τομογραφιών νοσοκομείου Λιβαδειάς	90
Σχήμα 7.10: Σύγκριση κόστους τομογραφιών νοσοκομείων Λιβαδειάς, Κεφαλληνίας και Πάτρας	91
Σχήμα 7.11: Γράφημα που αναπαριστά τον αριθμό των τομογραφιών μεταξύ των νοσοκομείων Λιβαδειάς, Κεφαλληνίας και Πάτρας	92

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη που θα παρουσιάσουμε σαν στόχο έχει να αναλύσει τους τρόπους λειτουργίας των διαφόρων ειδών μαγνητοσκοπικών μηχανημάτων που μπορεί να συναντήσει κάποιος σε ένα τυπικό νοσηλευτικό ίδρυμα της χώρας μας. Επιλέχθηκε η περίπτωση του νοσοκομείου Θήβας και επικεντρώθηκε η μελέτη στα σχετικά κόστη, τον εξοπλισμό και τις εξετάσεις αυτού. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία αυτή διαρθρώνεται ως εξής:

Στο **πρώτο κεφάλαιο** γίνεται μια γενική περιγραφή του νοσοκομείου της Θήβας. Αναφέρονται τα γενικά όργανα λειτουργίας του, οι υπηρεσίες αυτού, οι επιμέρους αρμοδιότητες, η κατανομή των εργαζομένων και άλλα πολλά. Στο **δεύτερο κεφάλαιο** περιγράφεται η τεχνολογία των ακτινών Χ και πως αυτές χρησιμοποιούνται για την ακτινοσκόπηση και τη λήψη μαγνητικών και αξονικών τομογραφιών. Στο **τρίτο κεφάλαιο** γίνεται λόγος για τη λειτουργία των σπινθηρογραφικών μηχανημάτων και εξηγείται η λειτουργία των γ – καμερών και των τομογράφων ποζιτρονίων. Στο **τέταρτο κεφάλαιο** περιγράφεται αναλυτικά η λειτουργία του μαγνητικού τομογράφου, οι διάφοροι τύποι του μπορεί να συναντηθούν καθώς και οι δυνατότητες και οι περιορισμοί αυτής της τεχνικής. Στο **πέμπτο κεφάλαιο** αναφέρεται ο εξοπλισμός του νοσοκομείου της Θήβας και οι προδιαγραφές και τα κόστη λειτουργίας αυτού ενώ στο **έκτο κεφάλαιο** δίνονται πληροφορίες για το απασχολούμενο προσωπικό του ακτινολογικού και γυναικολογικού τμήματος του παραπάνω νοσοκομείου. Τέλος, στο **έβδομο κεφάλαιο**, παρατίθενται συγκριτικά δεδομένα που αφορούν μαγνητοσκοπικές εξετάσεις από τα νοσοκομεία Αιγίου, Θήβας, Αγ. Ανδρέα (Πάτρας), Κεφαλληνίας και Λιβαδειάς. Για να διευκολυνθεί ο αναγνώστης στη σύγκριση, οι πίνακες με τα δεδομένα συνοδεύονται από σχετικά γραφήματα, όπου αυτό κρίνεται σκόπιμο.

Σκοπός της μελέτης μας είναι να δείξουμε συνοπτικά τον τρόπο λειτουργίας διαφόρων ειδών ακτινοσκοπικών μηχανημάτων που συναντιούνται στα μεγαλύτερα νοσηλευτικά ιδρύματα της χώρας μας καθώς και το λειτουργικό κόστος κάθε μηχανήματος και το κόστος της πιθανής εξέτασης που προκύπτει από τη χρήση αυτού. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν διάφορες συγκρίσεις μεταξύ των νοσοκομείων Λιβαδειά, Κεφαλληνίας, Πάτρας και Αιγίου.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι η εξής:

Στην αρχή αναλύθηκαν οι γενικές διατάξεις και προϋποθέσεις που διέπουν τη λειτουργία του νοσοκομείου της Θήβας. Ύστερα, αναφέρθηκαν οι τεχνικές λεπτομέρειες των διαφόρων ακτινοσκοπικών μηχανημάτων, χρησιμοποιώντας ποικίλη βιβλιογραφία και πηγές από το διαδίκτυο. Η μελέτη σε αυτή τη φάση επικεντρώθηκε στα διάφορα μηχανήματα που υπάρχουν και στο νοσοκομείο της Θήβας, από όπου και μπορέσαμε να αποκτήσουμε τα σχετικά δεδομένα που περιέχουν τις προδιαγραφές λειτουργίας τους και τα λειτουργικά τους κόστη. Στο τέλος της μελέτης μας, χρησιμοποιήσαμε δεδομένα από τα νοσοκομεία Λιβαδειάς, Κεφαλληνίας, Πάτρας και Αιγίου για να δώσουμε μια εικόνα της κοστολόγησης που αυτά χρησιμοποιούν. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρθηκαν τα κόστη λήψεως ακτινογραφιών και υπερήχων των νοσοκομείων αυτών καθώς και οι σχετικοί αριθμοί λήψης τους για τα έτη 2002 έως 2006. Παρατέθηκαν σχετικοί πίνακες και γραφήματα (όπου αυτό κρίθηκε σκόπιμο) που διευκολύνουν τον αναγνώστη να σχηματίσει άμεσα μία εποπτική εικόνα της λειτουργικότητας των διαφόρων αυτών νοσηλευτικών ιδρυμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΤΗΣ ΘΗΒΑΣ

Το Νοσοκομείο αυτό που υπάγεται στις διατάξεις του ν.δ. 2592/1953 (Περί οργάνωσης της Ιατρικής Αντίληψης) ΦΕΚ 254/Α/53¹, από τη δημοσίευση του ν. 3329/ 2005 (ΦΕΚ 81 τ.Α') αποτελεί Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου(ΝΠΔΔ), το οποίο υπόκειται στον έλεγχο και την εποπτεία του Διοικητή της Υγειονομικής Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας και διέπεται από τις διατάξεις του εν λόγω Νόμου φέρει την επωνυμία «ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΘΗΒΑΣ». Έδρα του Νοσοκομείου είναι η Ψίλη της Θήβας του νομού Βοιωτίας.

1.1 Σκοπός του νοσοκομείου

Η παροχή πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας φροντίδας υγείας, στον πληθυσμό της ΔΥΠΕ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, καθώς και σε ασθενείς που παραπέμπονται από άλλες ΔΥΠΕ. Η φροντίδα υγείας παρέχεται ισότιμα σε κάθε άτομο ανεξάρτητα από την οικονομική, κοινωνική και επαγγελματική του κατάσταση, σύμφωνα με τους κανόνες του Εθνικού Συστήματος Υγείας και της Κοινωνικής Ασφάλισης.

- Η ειδίκευση, η συνεχής εκπαίδευση και η επιμόρφωση ιατρών, νοσηλευτών και άλλων επαγγελματιών υγείας, με την ανάπτυξη και εφαρμογή ανάλογων εκπαιδευτικών προγραμμάτων.
- Η ανάπτυξη και προαγωγή της έρευνας στον τομέα της υγείας. Στην κατεύθυνση αυτή εφαρμόζει και αναπτύσσει ερευνητικά προγράμματα και συνεργάζεται με άλλους συναφείς φορείς, καθώς και διεθνείς οργανισμούς, επιστημονικά και ερευνητικά κέντρα.
- Η συνεργασία με τα νοσηλευτικά ιδρύματα και άλλες μονάδες υγείας της υγειονομικής περιφέρειας για την ανάπτυξη και αναβάθμιση συνολικά της παρεχόμενης φροντίδας υγείας και ειδικότερα σε ότι αφορά την εφαρμογή εκπαιδευτικών προγραμμάτων, καθώς και ειδικών προγραμμάτων μελέτης και αξιολόγησης θεμάτων, που αφορούν το χώρο της υγείας, στη ΔΥΠΕ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.

¹ ΦΕΚ 1655/Β'/29-11-2005

- Εφαρμογή νέων μεθόδων και μορφών περίθαλψης, με στόχο την αποτελεσματική προώθηση της υγείας των πολιτών.
- Η ανάπτυξη διαδικασιών που διευκολύνουν τους στρατηγικούς στόχους που τίθενται από το Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης , τη ΔΥΠΕ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ και το Διοικητικό Συμβούλιο του Νοσοκομείου.

1.2 Όργανα Διοίκησης – Υπηρεσίες νοσοκομείου

Τα όργανα διοίκησης του Νοσοκομείου είναι:

- I. Το Διοικητικό Συμβούλιο (που λειτουργεί με βάση τις διατάξεις του ν. 3329/2005).
- II. Ο Διοικητής του Νοσοκομείου.

Η συνολική δύναμη του νοσοκομείου ορίζεται σε εκατό (100) κλίνες. Το Νοσοκομείο απαρτίζεται από τις ακόλουθες Υπηρεσίες, Αυτοτελή Τμήματα και Ειδικό Γραφείο:

1.2.1 Υπηρεσίες

- Ιατρική
- Νοσηλευτική
- Διοικητική-Οικονομική

1.2.1.1 Διάρθρωση Ιατρικής Υπηρεσίας

Η Ιατρική Υπηρεσία αποτελεί Διεύθυνση και διαρθρώνεται σε Τομείς, Τμήματα, μονάδες, διατομειακά τμήματα και λοιπά τμήματα ως εξής:

A. ΤΟΜΕΙΣ

- 1) Παθολογικός Τομέας με δυναμικότητα 45 κλινών
- 2) Χειρουργικός Τομέας με δυναμικότητα 55 κλινών
- 3) Εργαστηριακός τομέας

Κάθε Τομέας διαρθρώνεται σε Τμήματα και Μονάδες ως εξής:

1. Παθολογικός Τομέας, Τμήματα

Ένα (1) Παθολογικό

Ένα (1) Καρδιολογικό

Ένα (1) Παιδιατρικό-Νεογνικό

2. Χειρουργικός Τομέας Τμήματα

Ένα (1) Χειρουργικό

Ένα (1) Ορθοπαιδικό

Ένα (1) Οφθαλμολογικό

Ένα (1) Ωτορινολαρυγγολογία

Ένα (1) Γυναικολογικό - Μαιευτικό

Ένα (1) Αναισθησιολογικό

Ένα (1) Οδοντιατρικό

B. ΜΟΝΑΔΕΣ

Μία (1) Εντατικής θεραπείας

3. Εργαστηριακός Τομέας, Τμήματα

Ένα (1) Μικροβιολογικό - Βιοχημικό

Ένα (1) Ακτινοδιαγνωστικό

Ένα (1) Αιματολογικό - Αιμοδοσίας

Ένα (1) Φαρμακευτικό

Γ. ΔΙΑΤΟΜΕΙΑΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ

Ένα (1) Ημερήσιας νοσηλείας

Ένα (1) Επείγοντων Περιστατικών

Δ. ΛΟΙΠΑ ΤΜΗΜΑΤΑ

Ένα (1) τμήμα Παραϊατρικού προσωπικού

Ένα (1) τμήμα Κοινωνικής Εργασίας

Ένα (1) τμήμα Διαιτολογίας - Διατροφής.

Οι κενές κλίνες των τμημάτων και μονάδων του αυτού τομέα χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση ασθενών και άλλων τμημάτων και μονάδων του αυτού τομέα και σε εξαιρετικές περιπτώσεις τμημάτων και μονάδων άλλου τομέα, μετά από εισηγήσεις του Διευθυντή της Ιατρικής Υπηρεσίας και την τελική απόφαση του Διοικητή.

Σε κάθε ιατρικό τμήμα, λειτουργεί τακτικό εξωτερικό ιατρείο. Ο αριθμός των εξωτερικών ιατρείων για κάθε ειδικότητα καθορίζεται με αποφάσεις του Διοικητή ύστερα από εισήγηση του Διευθυντή Ιατρικής Υπηρεσίας.

1.2.1.2 Διάρθρωση Νοσηλευτικής Υπηρεσίας

Η Νοσηλευτική Υπηρεσία αποτελεί Διεύθυνση και διαρθρώνεται σε δύο (2) τομείς οι οποίοι λειτουργούν σε επίπεδο Υποδιευθύνσεων.

Κάθε Νοσηλευτικός Τομέας διαρθρώνεται σε Νοσηλευτικά Τμήματα ως ακολούθως:

- *1ος ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ:* Διαρθρώνεται σε 4 τμήματα που καλύπτουν τα Τμήματα του Παθολογικού και Χειρουργικού Τομέα της Ιατρικής Υπηρεσίας καθώς και τη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.

- *2ος ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ:* Διαρθρώνεται σε 2 τμήματα που καλύπτουν τον Εργαστηριακό Τομέα, τα Εξωτερικά Τακτικά Ιατρεία, τα Διατομειακά Τμήματα Ημερήσιας Νοσηλείας και Επειγόντων Περιστατικών και τα Χειρουργεία της Ιατρικής Υπηρεσίας.

Στο Νοσοκομείο συνιστάται Νοσηλευτική Επιτροπή που αποτελείται από:

Α. Τον Διευθυντή/τρια της Νοσηλευτικής Υπηρεσίας ως Πρόεδρο.

Β. Ένα (1) προϊστάμενο τμήματος από κάθε νοσηλευτικό τομέα.

Γ. Ένα (1) νοσηλευτή τμήματος από κάθε νοσηλευτικό τομέα.

1.2.1.3 Διάρθρωση Οικονομικής – Διοικητικής Υπηρεσίας

Η Διοικητική – Οικονομική Υπηρεσία αποτελεί Διεύθυνση και διαρθρώνεται σε τμήματα και αυτοτελή γραφεία ως ακολούθως:

1. ΤΜΗΜΑΤΑ

- 1.1. Διαχείρισης Ανθρώπινου Δυναμικού (Προσωπικού)
- 1.2. Γραμματείας
- 1.3. Οικονομικού
- 1.4. Προμηθειών
- 1.5. Τεχνικού
- 1.6. Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

2. ΑΥΤΟΤΕΛΗ ΓΡΑΦΕΙΑ

- 2.1. Επιστασίας
- 2.2 Ιματισμού
- 2.3 Γραμματείας Εξωτερικών Ιατρείων και ΤΕΠ
- 2.4 Κίνησης ασθενών

1.2.2 Αυτοτελές Τμήμα

- Οργάνωσης και Πληροφορικής

1.2.3 Ειδικό Γραφείο

- Γραφείο Υποδοχής ασθενών

Κάθε Υπηρεσία, Αυτοτελές τμήμα και Ειδικό Γραφείο έχει την δική του ιεραρχική διάρθρωση και συγκρότηση. Οι Υπηρεσίες, το αυτοτελές τμήμα και το Ειδικό Γραφείο Υποδοχής Ασθενών υπάγονται απευθείας στο Διοικητή του Νοσοκομείου.

1.3 Αρμοδιότητες Υπηρεσιών Νοσοκομείου

1.3.1 Αρμοδιότητες Ιατρικής Υπηρεσίας

- Η προώθηση και προαγωγή της υγείας
- Η εκπαίδευση του προσωπικού που στελεχώνει την υπηρεσία.
- Η παροχή υπηρεσιών υγείας.
- Ο προγραμματισμός και ο έλεγχος των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας.
- Η κατάρτιση πρωτοκόλλων για την παροχή και ανάπτυξη των παρεχομένων ιατρικών υπηρεσιών από τη Διεύθυνση, τους τομείς και τα τμήματα.
- Η οργάνωση και προώθηση της έρευνας.
- Η συνεργασία με τις άλλες υπηρεσίες του νοσοκομείου για την συνεχή βελτίωση των παρεχομένων υπηρεσιών υγείας.
- Η εποπτεία της εφημερίας και της αποτελεσματικής λειτουργίας των νοσοκομειακών κλινών καθώς και η επιστημονική εποπτεία της λειτουργίας των Εξωτερικών Ιατρείων, του Τμήματος Επειγόντων Περιστατικών και των Χειρουργείων.
- Η συνεργασία με τις άλλες υπηρεσίες του νοσοκομείου για τη συνεχή βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας.

1.3.2 Αρμοδιότητες Φαρμακευτικής Υπηρεσίας

Ο προγραμματισμός προμηθειών, η φύλαξη, η ταξινόμηση, η παρασκευή ιδιοσκευασμάτων, ο έλεγχος, η χορήγηση, η διανομή, η διακίνηση και διαχείριση του φαρμακευτικού και λοιπού υλικού αρμοδιότητας του Ε.Ο.Φ. Ακόμη, είναι η ευθύνη του επιστημονικού ελέγχου του συνταγολογίου, η εκτέλεση οποιασδήποτε συνταγής που θα ζητήσει το ιατρικό τμήμα, καθώς και ο έλεγχος των προς εκτέλεση συνταγών.

1.3.3 Αρμοδιότητες του τμήματος Κοινωνικής Εργασίας

Η ευθύνη και η συμπαράσταση στους νοσηλευόμενους στο νοσοκομείο σε κάθε κοινωνικό πρόβλημα. Η αναζήτηση και διερεύνηση των αιτιών που προκαλούν τα προβλήματα αυτά κατά περίπτωση και γενικά η φροντίδα και η ψυχολογική υποστήριξη για την αντιμετώπι-

ση των κοινωνικών αυτών προβλημάτων των ασθενών στο πλαίσιο της γενικότερης κοινωνικής πολιτικής της πολιτείας.

1.3.4 Αρμοδιότητες του Τμήματος Παραϊατρικού Προσωπικού

Είναι οι δραστηριότητες των τεχνολόγων ιατρικών εργαστηρίων, των τεχνολόγων χειριστών εμφανιστών, των εργοθεραπευτών, των φυσιοθεραπευτών, και άλλων συναφών κλάδων, όπως αυτές οι δραστηριότητες εξειδικεύονται στις κείμενες διατάξεις και στον εσωτερικό κανονισμό λειτουργίας του νοσοκομείου.

1.3.5 Αρμοδιότητες του τμήματος Διαιτολογίας - Διατροφής

Φροντίζει για την σύνταξη και τον έλεγχο των καθημερινών διατροφικών αναγκών των εσωτερικών ασθενών καθώς για την πληροφόρηση των ασθενών των εξωτερικών ιατρείων που έχουν ανάγκη από διαιτητική αγωγή. Στη μονάδα αυτή εντάσσονται επίσης οι επιστημονικές, οργανωτικές, εκπαιδευτικές και διοικητικές δραστηριότητες όλων όσων απασχολούνται με τα τρόφιμα από την προμήθεια μέχρι την κατανάλωση τους.

1.3.6 Αρμοδιότητες της Νοσηλευτικής Υπηρεσίας

- Η παροχή νοσηλευτικής φροντίδας στους ασθενείς, σύμφωνα με τους κανόνες και τα διδάγματα της Νοσηλευτικής Επιστήμης στο πλαίσιο των κατευθύνσεων των υπευθύνων σε κάθε περίπτωση ιατρών.
- Η προώθηση και προαγωγή της νοσηλευτικής επιστήμης, της συνεχιζόμενης εκπαίδευσης, επιμόρφωσης και της έρευνας στον τομέα αυτά.
- Ο προγραμματισμός και ο έλεγχος του προσωπικού και των παρεχομένων υπηρεσιών.
- Η τήρηση των αρχών λειτουργίας του Νοσοκομείου όπως καθορίζονται από διατάξεις νόμων, Π.Δ., τον εσωτερικό κανονισμό λειτουργίας του νοσοκομείου και τις αποφάσεις του Διοικητικού Συμβουλίου και του Διοικητού αυτού.
- Η συνεργασία με τις άλλες υπηρεσίες του νοσοκομείου

1.3.7 Αρμοδιότητες Διοικητικής Υπηρεσίας

Οι αρμοδιότητες της Διοικητικής Υπηρεσίας κατά Τμήμα και Αυτοτελές γραφείο είναι:

1. Τμήμα Διαχείρισης Ανθρώπινου Δυναμικού (προσωπικού)

- Φροντίζει για τη βέλτιστη διαχείριση και ανάπτυξη του Ανθρώπινου Δυναμικού.
- Προωθεί την εφαρμογή σύγχρονων συστημάτων διοίκησης, όπως μέτρησης της αποδοτικότητας και διοίκησης με στόχους σε συνεργασία με τις συναρμόδιες υπηρεσιακές μονάδες.
- Φροντίζει για κάθε θέμα που έχει σχέση με την υπηρεσιακή κατάσταση του προσωπικού του Νοσοκομείου.
- Είναι υπεύθυνο για την τήρηση αρχείου των εργαζομένων στο νοσοκομείο, των συνταξιοδοτήσεων, των απολύσεων και των προσλήψεων.
- Είναι υπεύθυνο για την τήρηση του αρχείου για τις βάρδιες, πάσης φύσεως άδειες, εφημερίες, υπερωρίες, όλου του προσωπικού και την έγκρισή τους σε συνεργασία με τις αντίστοιχες διευθύνσεις.
- Είναι υπεύθυνο για τον διοικητικό έλεγχο των αδειών ασθένειας και των άλλων κατηγοριών αδειών όλου του προσωπικού και την αρχειοθέτησή τους.
- Καταρτίζει και παρακολουθεί προγράμματα, εκπαίδευσης, επιμόρφωσης και έρευνας προσωπικού σε συνεργασία με το αρμόδιο τμήμα.
- Είναι υπεύθυνο για τη στελέχωση όλων των τμημάτων και μονάδων των νοσοκομείων.

2. Τμήμα Γραμματείας

- Είναι υπεύθυνο για την γραμματειακή υποστήριξη όλων των τμημάτων και μονάδων του νοσοκομείου.
- Καταγράφει υποδείξεις και παράπονα πολιτών και τα προωθεί προς αξιολόγηση και αξιοποίηση στα αρμόδια όργανα.
- Έχει την ευθύνη παροχής πληροφοριών γενικής φύσεως προς το κοινό και τους ασθενείς.

- Είναι υπεύθυνο για την διατήρηση αρχείου, την τήρηση του γενικού πρωτοκόλλου, και την διακίνηση της αλληλογραφίας (και της ηλεκτρονικής).
- Επικυρώνει αντίγραφα και βεβαιώνει το γνήσιο της υπογραφής.

3. Τμήμα Οικονομικού

- Είναι υπεύθυνο για όλες τις λογιστικές δραστηριότητες.
- Είναι υπεύθυνο για την τήρηση της φορολογικής νομοθεσίας.
- Είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση παγίων και αποσβέσεων.
- Είναι υπεύθυνο για τη προετοιμασία της μισθοδοσίας του προσωπικού.
- Φροντίζει για την είσπραξη των ληξιπρόθεσμων χρεών.
- Διατηρεί αποδεικτικά στοιχεία της πιστωτικής πολιτικής.
- Διαχειρίζεται τα χρήματα του νοσοκομείου.
- Εκδίδει περιοδικές αναφορές για την ταμιακή ρευστότητα του νοσοκομείου, τον προγραμματισμό πληρωμών, τα ισοζύγια εσόδων, εξόδων και υλικών.
- Είναι υπεύθυνο για τον προγραμματισμό των πληρωμών του νοσοκομείου στους προμηθευτές.
- Είναι αρμόδιο για τις πληρωμές και τις εισπράξεις. Εκδίδει τις επιταγές.
- Έχει τις επαφές με τις τράπεζες, ασφαλιστικούς οργανισμούς και προμηθευτές.
- Είναι υπεύθυνο για την έκδοση και τον έλεγχο των καταστάσεων μισθοδοσίας.
- Είναι υπεύθυνο για τη σύνταξη του οικονομικού σχεδιασμού -προϋπολογισμού, τον έλεγχο παρακολούθησης του, καθώς και τον απολογισμό κατά μήνα και έτος.
- Είναι υπεύθυνο για την κοστολόγηση ανά ιατρική πράξη και τη σύνταξη και παρακολούθηση των τμηματικών προϋπολογισμών.
- Είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο των αναλώσεων και των αποθεμάτων των αναλωσίμων υλικών και των φαρμάκων.
- Εκδίδει μηνιαίες αναφορές για τα οικονομικά στοιχεία του νοσοκομείου.
- Είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο της μισθοδοσίας.
- Συντάσσει εκθέσεις με το λειτουργικό απολογισμό του νοσοκομείου.
- Εκπονεί τις μελέτες επενδύσεων (οικονομικό μέρος).

4. Τμήμα Προμηθειών

- Είναι υπεύθυνο για τις μελέτες επενδύσεων της τήρησης του μητρώου προμηθευτών.
- Της σύνταξης του ενιαίου Προγράμματος Προμηθειών.
- Της διεκπεραίωσης των διαγωνισμών και κατάρτισης των συμβάσεων
- Των μικροπρομηθειών.
- Της οργάνωσης και λειτουργίας των αποθηκών του Νοσοκομείου, γενικού, υγειονομικού, τεχνικού και άλλου υλικού, διεξάγει περιοδικές και ετήσιες απογραφές και παραλαμβάνει και χρεώνει κάθε αναλώσιμο και πάγιο στοιχείο.

5. Τμήμα τεχνικό

- Επιμελείται τη συντήρηση και τις επισκευές όλων των οικοδομικών στοιχείων των κτιρίων του νοσοκομείου, των μονώσεων, των δαπέδων και τον κάθε μορφής ξενοδοχειακού τύπου εξοπλισμό του νοσοκομείου.
- Έχει την ευθύνη της συντήρησης του περιβάλλοντος χώρου είτε αναφέρεται σε περιοχές με φύτευση είτε σε χώρους στάθμευσης.
- Διατηρεί πλήρες αρχείο κλειδιών και αναπαράγει τον απαιτούμενο αριθμό ύστερα από έγκριση των υπερκειμένων οργάνων.
- Καταρτίζει μελέτες για την εκτέλεση έργων, επιβλέπει την εκτέλεση τους, σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις, και έχει την ευθύνη για την παραλαβή τους.
- Συντάσσει και ενημερώνει κατά έτος τον σχεδιασμό επέκτασης και αναβάθμισης της τεχνικής υποδομής και του εξοπλισμού του νοσοκομείου. Τα στοιχεία αυτά υποβάλλει στην Υποδιεύθυνση Οικονομικού, για να ληφθούν υπόψη για την κατάρτιση του προϋπολογισμού και του σχεδίου ανάπτυξης του νοσοκομείου.
- Έχει την ευθύνη της εκτέλεσης έργων ανάπτυξης, συντήρησης και διαρκούς βελτίωσης των μηχανολογικών, ηλεκτρικών και ψυκτικών εγκαταστάσεων του Νοσοκομείου και την προμήθεια του απαραίτητου εξοπλισμού και υλικών.
- Έχει την ευθύνη για την ομαλή λειτουργία των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, παροχής αερίων, των εγκαταστάσεων παροχής νάρκωσης στα

χειρουργεία και γενικά για την ομαλή λειτουργία των τεχνολογικών εγκαταστάσεων.

- Επιμελείται την καλή λειτουργία, τις επισκευές και τη συντήρηση του τηλεφωνικού κέντρου και των τηλεφωνικών συσκευών, των μεγαφωνικών εγκαταστάσεων, των εγκαταστάσεων παραγωγής και διανομής τηλεοπτικού σήματος, των εγκαταστάσεων ενδοεπικοινωνίας και κλήσης του προσωπικού, των εγκαταστάσεων τηλεχειρισμού και ελέγχου φωτισμού, της πυρασφάλειας.
- Επιμελείται την καλή λειτουργία και συντήρηση των εφεδρικών γεννητριών του νοσοκομείου.
- Επιμελείται και συντηρεί τις εγκαταστάσεις γειώσεων και αλεξικέραυνου.
- Φροντίζει για την αξιόπιστη λειτουργία των συστημάτων πυρανίχνευσης και πυρασφάλειας.
- Παρακολουθεί κι ελέγχει την ομαλή διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στο νοσοκομείο σε 24ωρη βάση.
- Έχει την ευθύνη συντήρησης των οχημάτων του νοσοκομείου.
- Είναι υπεύθυνο για την εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής που ακολουθεί το νοσοκομείο. Παρακολουθεί τις καταναλώσεις ενέργειας και καυσίμων και συντάσσει μελέτες βελτιστοποίησης της απόδοσης των ενεργειακών συστημάτων του νοσοκομείου.

6. Τμήμα Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

Είναι υπεύθυνο για:

- την ορθολογική χρήση και την ομαλή λειτουργία της τεχνικής υποστήριξης του ιατρικού εξοπλισμού του νοσοκομείου και των αναλωσίμων γ¹ αυτά υλικών.
- τη διασφάλιση της ποιότητας των υπηρεσιών με βάση διεθνή πρότυπα και κανόνες ασφάλειας.
- τη διασφάλιση της ασφαλούς και αποδοτικής λειτουργίας των μηχανημάτων και την εφαρμογή των διεθνών κανόνων ασφάλειας και προστασίας των ασθενών και του προσωπικού συμπεριλαμβανομένης και της ακτινοθεραπείας.

- τη διενέργεια προληπτικής και επισκευαστικής συντήρησης μηχανημάτων ιατρικού εξοπλισμού, τη σύνταξη και την επίβλεψη τήρησης των συμβολαίων συντήρησης
- την παρακολούθηση των τεχνολογικών εξελίξεων στην βιοϊατρική τεχνολογία και τη μελέτη ένταξη τους στο νοσοκομείο.
- την εισήγηση προμήθειας νέου εξοπλισμού καθώς και την *ανανέωση* του υπάρχοντος.
- τη διαχείριση και διερεύνηση δυσμενών περιστατικών που σχετίζονται με τον ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό.
- την ενημέρωση και εκπαίδευση του προσωπικού του Νοσοκομείου στην ασφαλή και αποδοτική λειτουργία του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού και την επιμόρφωση του προσωπικού του τμήματος σε θέματα συντήρησης των ιατρικών μηχανημάτων.
- την καταγραφή, αρχειοθέτηση και παρακολούθηση του εξοπλισμού και την τεχνολογική υποστήριξη των ανάλογων ερευνητικών προγραμμάτων.

7. Αυτοτελές Γραφείο Επιστασίας

- Μεριμνά για τον καθαρισμό, ευπρεπισμό και την καλή εμφάνιση του νοσοκομείου.
- Έχει την ευθύνη για την εκτέλεση των γενικών εργασιών και των μεταφορών εντός και εκτός του Νοσοκομείου.
- Έχει την ευθύνη του τηλεφωνικού κέντρου.
- Έχει την ευθύνη ασφάλειας του προσωπικού, των επισκεπτών και νοσηλευόμενων στο νοσοκομείο, καθώς και της φύλαξης των κτιρίων, και του πάσης φύσεως εξοπλισμού του νοσοκομείου.

8. Αυτοτελές Γραφείο Ιματισμού

- Μεριμνά για την εξασφάλιση και τη συντήρηση του αναγκαίου ιματισμού για τις ανάγκες του νοσοκομείου.

- Ευθύνεται για τη διαχείριση, τον καθαρισμό, την εν γένει συντήρηση και ανανέωση του ιματισμού, στολών προσωπικού, κλινοσκεπασμάτων, καθώς και για τη φύλαξη, επιδιόρθωση και διανομή τους.

9. Αυτοτελές γραφείο Κίνησης Ασθενών

- Φροντίζει για την έκδοση εισιτηρίων, την εισαγωγή των ασθενών, την έκδοση εξιτηρίων και την τήρηση καταλόγου αναμονής εισαγωγής.
- Τηρεί αρχείο κενών κλινών και ενημερώνει τους ασθενείς για την εισαγωγή τους σύμφωνα με τη σειρά στον κατάλογο αναμονής.
- Φροντίζει για τη λογιστική παρακολούθηση του λογαριασμού των νοσηλευόμενων, τη χρέωση δαπανών νοσηλείας και την έκδοση των δελτίων παροχής υπηρεσιών και λοιπών παραστατικών στοιχείων. Μεριμνά για την τήρηση και ενημέρωση των ιατρικών φακέλων

10. Αυτοτελές γραφείο Γραμματείας Εξωτερικών Ιατρείων και ΤΕΠ

- Είναι υπεύθυνο για την γραμματειακή υποστήριξη των τακτικών εξωτερικών ιατρείων, των απογευματινών εξωτερικών ιατρείων και του Τμήματος Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ).
- Φροντίζει για την υποδοχή και την εξυπηρέτηση σ¹ αυτά των πολιτών. Τηρεί τα αρχεία και τα βιβλία κίνησης των εξωτερικών ιατρείων και ΤΕΠ και καταγράφει την επίσκεψη των ασθενών.
- Ρυθμίζει την σειρά προσέλευσης των πολιτών και προγραμματίζει την επανεξέταση τους με προσυνεννόηση.
- Χορηγεί πιστοποιητικά στους ενδιαφερόμενους μετά από υποβολή σχετικής αίτησης τους.
- Φροντίζει για την είσπραξη των ανάλογων εσόδων. Έχει την ευθύνη της φύλαξης και σωστής αρχειοθέτησης των ιατρικών φακέλων όλων των ασθενών.

1.3.8 Αρμοδιότητες Αυτοτελούς Τμήματος Οργάνωσης και Πληροφορικής

Οι αρμοδιότητες του Τμήματος είναι:

- Η εγκατάσταση κάθε νέας εφαρμογής πληροφορικής και η έναρξη λειτουργίας της.
- Η διαχείριση της κάθε εφαρμογής από συστηματικής και λειτουργικής πλευράς.
- Η εκπαίδευση του προσωπικού του νοσοκομείου και η αποτελεσματική εκμετάλλευση των συστημάτων πληροφορικής.
- Η συνεχής παρακολούθηση των νέων τεχνολογιών και η αξιολόγηση της δυνατότητας αξιοποίησής τους από το Νοσοκομείο.
- Οι περιοδικές και ετήσιες εκθέσεις λειτουργίας.
- Την διαχείριση και λειτουργία του πληροφορικού εξοπλισμού, την βελτιστοποίηση της αξιοποίησης του εξοπλισμού σε συνάρτηση και με τις εφαρμογές που λειτουργούν σε κάθε τμήμα του εξοπλισμού,
- την εγκατάσταση και συντήρηση τοπικού ή ευρύτερου δικτύου υπολογιστών,
- την διαχείριση της πρόσβασης των χρηστών στο δίκτυο,
- την διαχείριση της επικοινωνίας του εσωτερικού δικτύου με εξωτερικά δίκτυα,
- την προστασία του δικτύου και την αριστοποίηση των πόρων του δικτύου, (δίσκων, κλπ),
- την διαχείριση της απόδοσης του δικτύου και τη σχεδίαση της επέκτασης του δικτύου.
- τη κατάρτιση μελετών και τεχνικών προδιαγραφών για την προμήθεια εξοπλισμού πληροφορικής (H/Y, S/W, SYSTEM S/W κλπ.).

Αναπτύσσει περιορισμένης έκτασης εφαρμογές για:

- την επέκταση της λειτουργικότητας του δικτύου και των υποσυστημάτων της ιατρικής και διοικητικής υπηρεσίας,
- την προσαρμογή ειδικών πακέτων λογισμικού, για περιορισμένης έκτασης εφαρμογές,
- την παρακολούθηση των δεικτών ιατρό-νοσηλευτικής και διοικητικό-οικονομικής λειτουργίας του νοσοκομείου.

- την πρόσβαση στο διαδίκτυο.
- καταρτίζει το Στρατηγικό Πλάνο Πληροφορικής, με βάση τους γενικότερους στρατηγικούς στόχους του Νοσοκομείου, αλλά και τις ειδικότερες λειτουργικές ανάγκες του.
- παρακολουθεί την υλοποίηση του Στρατηγικού Πλάνου και ενημερώνεται για την πορεία των έργων πληροφορικής, των τυχόν προβλημάτων ή καθυστερήσεων ή ακόμη και για τυχόν αποκλίσεις από τον αρχικά προβλεπόμενο προϋπολογισμό έργων.
- υποβάλλει και δέχεται προτάσεις προς και από τα αρμόδια τμήματα για την εκπόνηση των μελετών και την παρακολούθηση των διαδικασιών που σχετίζονται με την εγκατάσταση των νέων συστημάτων πληροφορικής,
- είναι υπεύθυνο για τη λήψη και γενικά τη συλλογή πληροφοριών από τα διάφορα υποσυστήματα του νοσοκομείου για την διοίκηση και την ιατρική υπηρεσία
- είναι αρμόδιο για τη δημιουργία ιστοσελίδων και τη δημοσίευση σ" αυτές κατάλληλα δομημένης πληροφορίας για την ενημέρωση των ενδιαφερομένων.

1.3.9 Αρμοδιότητες Ειδικού Γραφείου Υποδοχής Ασθενών

Οργανώνεται και λειτουργεί σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 6 του ν. 2889/2001 και τις σχετικές εγκυκλίους ή αποφάσεις του Υπουργείου Υγείας και Πρόνοιας στα πλαίσια των τμημάτων κίνησης ασθενών και γραμματείας εξωτερικών ιατρείων - ΤΕΠ για την υποδοχή, καθοδήγηση, υποβοήθηση και τα παράπονα των ασθενών.

1.4 Θέσεις Προσωπικού Νοσοκομείου

Οι θέσεις προσωπικού του Γενικού Νοσοκομείου Θήβας διακρίνονται ως εξής:

1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΙΔΙΚΩΝ ΘΕΣΕΩΝ

- Μία (1) οργανική θέση της κατηγορίας ειδικών θέσεων, του άρθρου 79 του ν. 2683/1999, με βαθμό Ιο, η οποία καταλαμβάνεται από τον Διοικητή του Νοσοκομείου.

- Μία (1). θέση ειδικού επιστημονικού προσωπικού, με σχέση εργασίας ιδιωτικού δικαίου, ορισμένου χρόνου, διάρκειας ενός (1) έτους, της παρ. 10 του άρθρου 7 του ν. 3329/2005.

2. ΘΕΣΕΙΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ

Η Ιατρική Υπηρεσία στελεχώνεται:

Α) Από γιατρούς του κλάδου γιατρών ΕΣΥ, που συνιστώνται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 25 του ν. 1397/1983, στον κλάδο γιατρών ΕΣΥ του Υπουργείου Υγείας και Κοιν. Αλληλεγγύης και κατανέμονται στο νοσοκομείο αυτό.

Σχήμα 1.1: Κατανομή θέσεων γιατρών ΕΣΥ στο νοσοκομείο Θήβας

ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΒΑΘΜΟΣ			ΣΥΝΟΛΟ
	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	ΕΠΙΜ. Α	ΕΠΙΜ. Β	
ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ	1	2	3	6
ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑΣ	1		2	3
ΠΑΙΔΙΑΤΡΙΚΗΣ	1	1	2	4
ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ	1	2	3	6
ΟΡΘΟΠΕΔΙΚΗΣ	1	1	1	3
ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑΣ	1			1
ΩΡΛ	1			1
ΜΑΙΕΥΤΙΚΗΣ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΑΣ	1		1	2
ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΑΣ	1	1	1	3
ΙΑΤΡΙΚΗ ΒΙΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑ	1		1	2
ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗΣ	1	1	2	4
ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗΣ			1	1
ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑΣ			1	1
ΙΑΤΡΙΚΗ ΒΙΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑ Ή ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ	1	1	1	3
ΟΥΡΟΛΟΓΙΑΣ			1	1
ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ Ή ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΒΙΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ Ή ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ			1	1
ΣΥΝΟΛΟ	12	9	21	42

Β) Από ειδικευόμενους γιατρούς που τοποθετούνται σε θέσεις ειδικευομένων γιατρών που έχουν συσταθεί με οποιονδήποτε τρόπο μέχρι την δημοσίευση της απόφασης αυτής ή συνιστώνται σύμφωνα με τις διατάξεις που ισχύουν κάθε φορά.

Γ) Από άλλους επιστήμονες και λοιπό προσωπικό που προσφέρουν συναφείς υπηρεσίες με το έργο της ιατρικής Υπηρεσίας των κατά κατηγορία κλάδων, σε καθένα από τους οποίους συνιστώνται οι αντίστοιχα οριζόμενες θέσεις.

1.5 Έσοδα

Τα έσοδα του Νοσοκομείου είναι:

- Οι επιχορηγήσεις από τον κρατικό προϋπολογισμό και το πρόγραμμα δημοσίων επενδύσεων.
- Οι εισπράξεις από νοσήλια, εξέταστρα και λοιπές αμοιβές για παροχή υπηρεσιών.
- Οι πρόσοδοι από την ίδια αυτού περιουσία
- Τα έσοδα από δωρεές, κληροδοτήματα, εκποιήσεις κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ

2.1 Τα Βασικά της Τεχνολογίας των ακτινών Χ στην ακτινολογία ²

Η ακτινοβολία Χ στα ακτινολογικά ιατρικά μηχανήματα παράγεται μέσα σε ειδικές συσκευές οι οποίες ονομάζονται «λυχνίες ακτινών Χ» (X-ray tubes). Είναι ακριβές και βαριές συσκευές, περίπου κυλινδρικού σχήματος, θωρακισμένες με μόλυβδο για να μην επιτρέπεται η ανεξέλεγκτη έξοδος της ακτινοβολίας Χ.

Με τόσες απαιτήσεις (κενό, θωράκιση, πολύ υψηλές τάσεις, αντοχή σε υπερθέρμανση) για την λειτουργία της, μία λυχνία ακτινών Χ έχει μεγάλο κόστος. Οι ακριβότερες ξεπερνούν τις 45.000 € (2002). Παρ' όλη την ποιότητα της κατασκευής τους, δεν αποφεύγουν την φθορά και την τελική τους αχρήστευση. Δύσκολα μπορούν να ξεπεράσουν το όριο των 100.000 περίπου εναύσεων. Μετά πρέπει να αντικατασταθούν. Επομένως το κόστος τους αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μέρος του κόστους λειτουργίας ενός μηχανήματος ακτινών Χ σε όλη την διάρκεια της χρήσης του.

Λόγω κυρίως της ύπαρξης της λυχνίας, η εγκατάσταση ενός μηχανήματος ακτινών Χ χρειάζεται ορισμένες ειδικές διευθετήσεις και προφυλάξεις. Λόγω των απαιτήσεων σε τάσεις και σε ισχείς της λυχνίας, χρειάζεται και ένα σύστημα τροφοδοσίας της με ηλεκτρική ενέργεια, το οποίο παραλαμβάνει την τάση του δικτύου του κτιρίου και την μετατρέπει στις υψηλές τάσεις που χρειάζεται η λυχνία. Το σύστημα αυτό έχει ονομασθεί «γεννήτρια» (*generator*), αν και δεν είναι ηλεκτρογεννήτρια. Μία ορθότερη ονομασία του θα ήταν «γεννήτρια τάσεων». Η γεννήτρια τάσεων αυτή με την λυχνία ακτινών Χ ονομάζονται και οι δύο μαζί «γεννήτρια ακτινών Χ» (*X-ray generator*).

Λόγω της μεγάλης ισχύος που απαιτείται επί σύντομα χρονικά διαστήματα, η λειτουργία της λυχνίας είναι έντονα παλμική (με απότομες αυξομειώσεις της ισχύος). Και μπορεί να προκαλέσει παρενόχληση, μέχρι διακοπής, σε συσκευές που τροφοδοτούνται από το ίδιο ηλεκτρικό δίκτυο, καθώς στιγμιαία απορροφάται όλη η διαθέσιμη ισχύς από την λυχνία. Για το λόγο αυτό η τάση τροφοδοσίας ενός μηχανήματος ακτινών Χ πρέπει να έρχεται από ένα μεγάλης ισχύος ηλεκτρικό πίνακα, συνδεδεμένο άμεσα στον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα

² <http://inventors.about.com/library/inventors/blxray.htm>

του κτιρίου. Στον πίνακα αυτό δεν πρέπει να είναι συνδεδεμένες άλλες ευαίσθητες συσκευές. Και τα καλώδια, τα οποία φέρνουν την τάση στον πίνακα του μηχανήματος και μετά στο μηχάνημα και στην γεννήτρια ακτινών X, επειδή άγουν στιγμιαία μεγάλες εντάσεις ρεύματος και δημιουργούν έντονα μεταβλητά μαγνητικά πεδία, χρειάζονται ηλεκτρομαγνητική θωράκιση.

Οι χώροι, στους οποίους εγκαθίστανται μηχανήματα ακτινών X, δέχονται μία μικρή διάχυτη ακτινοβολία X, η οποία διαφεύγει από την λυχνία ή ανακλάται ή διασκορπίζεται μετά την έξοδο της από την λυχνία. Σε κάθε έναυση της λυχνίας η διάχυτη ακτινοβολία X είναι πολύ μικρή, αλλά επειδή επαναλαμβάνεται συχνά μπορεί να γίνει επικίνδυνη για τους ανθρώπους που συχνάζουν στους χώρους αυτούς και τους γειτονικούς τους. Για τον λόγο αυτό οι χώροι αυτοί θωρακίζονται με φύλλα μολύβδου, μετά από σχετική μελέτη για κάθε μία συγκεκριμένη εγκατάσταση. Για το προσωπικό που χειρίζεται τα μηχανήματα διαμορφώνονται προστατευτικά χωρίσματα, πίσω από τα οποία μπορεί να αποσυρθεί όταν ανάβεται η λυχνία. Οι υαλοπίνακες που χρειάζονται στα χωρίσματα αυτά, για να μπορούν να βλέπουν το μηχάνημα και τον εξεταζόμενο, είναι από μολυβδύαλο, δηλαδή από κρύσταλλο που κατασκευάζεται από άλατα μολύβδου, το οποίο απορροφά έντονα την ακτινοβολία X, χάρη στα άτομα μολύβδου που περιέχει. Η διαμόρφωση και η διατήρηση σε καλή κατάσταση του όλου χώρου υπόκειται σε αυστηρούς κανονισμούς, σε ελέγχους και σε περιοδικές επιθεωρήσεις από επιστημονικό προσωπικό ειδικευμένο στην προστασία από επικίνδυνες ακτινοβολίες. Εκτός από αυτά, υπάρχουν και ειδικά ακτινοπροστατευτικά είδη ιματισμού για τους χειριστές των μηχανημάτων ακτινών X (ποδιές, γλέκα, γάντια κλπ.) με μολύβδινη εύκαμπτη επένδυση. Όλα αυτά τα μέτρα για το προσωπικό είναι απαραίτητα γιατί εκτίθεται συνεχώς λόγω της εργασίας του, αν και η διάχυτη ακτινοβολία X για κάθε μία μόνη εξέταση είναι ασήμαντη.

Η ακτινοβολία X έχει κινδύνους και για τους εξεταζόμενους, αλλά σήμερα οι απαιτούμενες δόσεις ακτινοβολιών για μία εξέταση είναι αρκετά μικρές, ώστε να μην χρειάζονται ιδιαίτερα μέτρα προστασίας γι' αυτούς, πέρα από τον γενικό περιορισμό των ακτινογραφήσεων που κάνουν στις πραγματικά απαραίτητες. Για χρόνιους ασθενείς, οι οποίοι είναι υποχρεωμένοι να κάνουν πολύ συχνά ακτινολογικές εξετάσεις, υπάρχουν σήμερα άλλες διαθέσιμες ακτινολογικές μέθοδοι. Έγκυες γυναίκες δεν επιτρέπεται να κάνουν ακτινογραφικές εξετάσεις με ακτινοβολίες X. Πάντως ακτινοπροστατευτικά είδη υπάρχουν και για τους εξεταζόμενους, για τις περιπτώσεις εκείνες που η ακτινοβολία X

κατά την εξέταση μπορεί να είναι περισσότερο επικίνδυνη από ότι συνήθως. Τα πιο συνηθισμένα είναι για την προστασία γεννητικών οργάνων (ανδρών και γυναικών) και για την κάλυψη της μήτρας εγκύων γυναικών, όταν αυτές είναι υποχρεωμένες να κάνουν οπωσδήποτε κάποια ακτινογραφία (σε άλλη περιοχή του σώματος, εννοείται).

Η κλασική μέθοδος λήψης εικόνας με την χρήση ακτινών X είναι η εξής: Η ακτινοβολία X, αφού περάσει μέσα από το ανθρώπινο σώμα, προσβάλλει ένα ειδικό φωτογραφικό φύλλο (φιλμ), κατάλληλο για το είδος αυτό της ακτινοβολίας. Τα συμπαγέστερα μέρη του σώματος, όπως τα οστά, συγκρατούν μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας ενώ τα αραιότερα και χαλαρότερα συγκρατούν πολύ λιγότερο μέρος της. Το αποτέλεσμα είναι το φωτογραφικό φιλμ να προσβάλλεται λιγότερο εκεί, όπου φθάνει η ακτινοβολία που πέρασε μέσα από τα συμπαγέστερα μέρη, και περισσότερο εκεί, όπου φθάνει η ακτινοβολία που πέρασε από τα χαλαρότερα. Μετά την διαδικασία εμφάνισης του φιλμ, η οποία είναι παρόμοια με εκείνη της εμφάνισης των κανονικών φωτογραφιών, τα συμπαγέστερα μέρη απεικονίζονται σαν ανοιχτόχρωμες έως λευκές σκιές επάνω στο φιλμ, τόσο εντονότερα λευκές όσο συμπαγέστερος είναι ο ιστός τους. Ενώ τα αραιότερα μέρη εμφανίζονται σε διάφορες αποχρώσεις του γκριζου, τόσο πιο σκοτεινές όσο πιο αραιά είναι. Η εικόνα που λαμβάνεται επάνω στο φιλμ ονομάζεται ακτινογραφία και η όλη διαδικασία λήψης της ονομάζεται ακτινογράφιση.

Το φιλμ δεν χρησιμοποιείται κατά την ακτινογράφιση γυμνό. Πριν χρησιμοποιηθεί κλείνεται μέσα σε μία ειδική επίπεδη κασέτα. Μέσα στην κασέτα αυτή προστατεύεται κατ' αρχή από την φωτεινή ακτινοβολία του περιβάλλοντος. Αλλά οι κασέτες αυτές εξυπηρετούν και ένα άλλο σκοπό. Εσωτερικά έχουν ενσωματωμένες τις λεγόμενες «ενισχυτικές πλάκες» (*X-ray intensifying screens*). Αυτές αποτελούνται από λεπτά φύλλα φθορίζοντος υλικού. Τα άτομα των υλικών αυτών, όταν προσβληθούν από ακτινοβολίες μικρού μήκους κύματος (*υπεριώδεις, X ή και γ*), απορροφούν ένα σημαντικό μέρος των φωτονίων των ακτινοβολιών αυτών και εκπέμπουν στην θέση τους φωτόνια μεγάλου μήκους κύματος, στην περιοχή περί τα μήκη κύματος του ορατού φωτός. Η ενέργεια των φωτονίων μικρού μήκους κύματος δηλαδή μετατρέπεται από τα άτομα του φθορίζοντος υλικού σε ενέργεια φωτονίων μεγάλου μήκους κύματος. Επειδή όμως τα πρώτα φωτόνια έχουν μεγαλύτερη ενέργεια από τα δεύτερα, σε κάθε απορροφώμενο φωτόνιο μικρού μήκους κύματος αντιστοιχούν πολλά εκπεμπόμενα μεγάλου μήκους κύματος. Σε κάθε φωτόνιο X ειδικά μπορούν να αντιστοιχούν έως και λίγες χιλιάδες

φωτόνια ορατού φωτός. Αυτό το φως προσβάλλει πολύ καλύτερα τα χημικά του φιλμ, από ότι η ακτινοβολία X μόνη της. Το φιλμ προσβάλλεται και από ακτινοβολία X (όση περνάει τις πλάκες) και από το φως της πλάκας, με αποτέλεσμα η εικόνα να βελτιώνεται πολύ. Με την χρησιμοποίηση ενισχυτικών πλακών μειώνεται πάρα πολύ (κατά 50 περίπου φορές, όπως υπολογίζεται) η αναγκαία δόση ακτινοβολίας X για να αποδοθεί μία σαφής ακτινογραφία.

Το προσβλημένο από την ακτινοβολία φιλμ πρέπει να υποστεί επεξεργασία με χημικά για να εμφανισθεί και να σταθεροποιηθεί η ακτινογραφία. Σήμερα η επεξεργασία αυτή έχει αυτοματοποιηθεί πλήρως. Τα σχετικά μηχανήματα, τα «εμφανιστήρια», δέχονται το φιλμ από την κασέτα, το περνούν αυτόματα από τα χημικά, το στεγνώνουν και παραδίδουν την ακτινογραφία έτοιμη προς εξέταση. Στην συνέχεια το φιλμ με την εμφανισμένη εικόνα τοποθετείται επάνω σε ένα διαφανοσκόπιο, όπου φωτιζόμενο από την πίσω πλευρά του δείχνει καλύτερα τις λεπτομέρειες της εικόνας.

Τα συνηθισμένα εμφανιστήρια πρέπει να βρίσκονται μέσα σε σκοτεινούς θαλάμους, αλλά σήμερα υπάρχουν και εμφανιστήρια που μπορούν να λειτουργήσουν και μέσα σε φωτιζόμενους χώρους. Σε κάθε περίπτωση, ένα εμφανιστήριο χρειάζεται και μία καλή εγκατάσταση εξαερισμού συνδεδεμένη επάνω του, για να συγκεντρώνει και να απάγει τους ατμούς των χημικών, οι οποίοι είναι βλαβεροί για την υγεία των χειριστών τους.

2.2 Κλασικά ακτινογραφικά μηχανήματα ³

Στο σχήμα 2.1 εμφανίζεται η διάταξη ενός σύγχρονου ακτινογραφικού μηχανήματος γενικής χρήσης (τύπου «universal»), όπως έχει επικρατήσει να χαρακτηρίζεται).

Όλες οι μετατοπίσεις των εξαρτημάτων του μηχανήματος γίνονται με την βοήθεια μηχανισμών που κινούνται από ηλεκτροκινητήρες. Οι εντολές για τις μετατοπίσεις αυτές δίνονται προς τους ηλεκτροκινητήρες από το χειριστήριο. Στα σύγχρονα κλασσικού τύπου μηχανήματα οι κονσόλες διαθέτουν πλήρες σύστημα αυτοματισμού με υπολογιστή. Μερικές αρχικές ρυθμίσεις μπορούν να γίνουν από χειριστήρια που βρίσκονται επάνω στο μηχανήμα. Αλλά ο πλήρης έλεγχος γίνεται από την κονσόλα. Μάλιστα οι ρυθμίσεις θέσης

³ http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_aktinografisi.pdf

και λειτουργίας της λυχνίας μπορεί να είναι προγραμματιζόμενες και να διαφυλάσσονται στην μνήμη του υπολογιστή, ώστε να μην χρειάζονται δοκιμές και να εξοικονομείται χρόνος, όταν γίνονται κάποιες συνηθισμένες και συχνά επαναλαμβανόμενες ακτινογραφίες.



Σχήμα 2.1: Διάταξη σύγχρονου ακτινογραφικού μηχανήματος (universal)

Εκτός από τον τύπο μηχανήματος γενικής χρήσης που περιγράφηκε, υπάρχουν και μερικοί άλλοι κλασσικοί τύποι, με τα εξής ιδιαίτερα χαρακτηριστικά:

- **Τύποι με οριζόντια κλίνη**, χωρίς δυνατότητα κλίσης, και ανεξάρτητα κινητή την στήλη με την λυχνία. Οι τύποι αυτοί είναι φθηνότεροι από τον τύπο universal, ενώ παραμένουν κατάλληλοι για την πλειονότητα των ακτινογραφήσεων.
- **Τύποι με οριζόντια τράπεζα**, χωρίς δυνατότητα κλίσης (όπως οι προηγούμενοι) αλλά με λυχνία αναρτημένη από την οροφή. Οι τύποι αυτοί έχουν το πλεονέκτημα ότι όλος ο χώρος γύρω από την κλίνη μένει τελείως ελεύθερος, ενώ βελτιώνεται και η ευελιξία τοποθέτησης και κίνησης της λυχνίας.
- **Φορητός τύπος επάνω σε τροχήλατη στήλη**, χωρίς κλίνη δική του, ο οποίος μπορεί να δεχθεί ένα απλό φορείο ή μία χειρουργική κλίνη. Αυτός ο τύπος είναι καταλληλότερος για την άμεση ακτινογράφιση σοβαρών τραυμάτων και καταγμάτων, χωρίς να χρειάζεται να μετακινηθεί ο τραυματίας από το φορείο του. Επίσης χρησιμοποιείται και στα χειρουργεία, για ακτινογραφίες του εγχειριζόμενου κατά την διάρκεια εγχειρήσεων, επάνω στην χειρουργική κλίνη.

Υπάρχουν και μερικοί ειδικευμένοι τύποι, για ακτινογραφήσεις ορισμένων μόνο μερών του σώματος. Οι πιο διαδομένοι από αυτούς είναι οι «**μαστογράφοι**». Είναι μικρά ακτινογραφικά μηχανήματα, ειδικά για τις ακτινογραφήσεις των μαστών των γυναικών. Παράγουν μόνο μαλακή ακτινοβολία X, ώστε οι δόσεις ακτινοβολίας για τις συχνές μαστογραφίες να μην είναι επικίνδυνες. Σκληρές ακτινοβολίες άλλωστε δεν χρειάζονται, γιατί στην περίπτωση αυτή ακτινογραφούνται αραιοί ιστοί. Αρκετά διαδομένα επίσης σήμερα είναι και τα μικρά **οδοντιατρικά ακτινογραφικά μηχανήματα**, ειδικευμένα σε ακτινογραφήσεις των γνάθων. Τα μεγαλύτερα από αυτά ονομάζονται **οδοντιατρικοί «ορθοπαντογράφοι»** και μπορούν να κάνουν ολικές ακτινογραφίες τμημάτων ή ολόκληρων των γνάθων σε ένα φιλμ.

2.3 Η ακτινοσκόπηση και τα ακτινοσκοπικά μηχανήματα ⁴

Οι απαρχές της ακτινοσκόπησης ανάγονται στο 1896, σχεδόν αμέσως μετά την ανακάλυψη των ακτινών X και ταυτόχρονα με τις πρώτες εφαρμογές της ακτινογράφισης. Στα πρώτα ακτινοσκοπικά μηχανήματα η ακτινοβολία X, αφού περνούσε από το ανθρώπινο σώμα, αντί να αφηθεί να προσβάλει ένα φωτογραφικό φιλμ, αφηνόταν να πέσει σε μία οθόνη με επάλειψη φθορίζοντος υλικού. Το υλικό άρχιζε να εκπέμπει ορατές ακτινοβολίες, αντίστοιχες με την πυκνότητα ακτινοβολίας X που δεχόταν. Η εικόνα που παρουσιαζόταν στην φθορίζουσα οθόνη ήταν ανάλογη με αυτή που θα παρουσιαζόταν σε ένα φωτογραφικό φιλμ, αλλά ήταν άμεσα και συνεχώς παρατηρήσιμη. Έτσι έγινε δυνατή η συνεχής παρατήρηση του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος, ώστε να παρατηρούνται και κινήσεις οργάνων (π.χ. πνευμόνων και καρδιάς, οισοφάγου) ή μελών του (π.χ. χεριών, λαιμού).

Γενικά οι ανιχνευτές ακτινών X αποδίδουν καλύτερη ποιότητα εικόνας με την ίδια ή και μικρότερη ποσότητα ακτινοβολίας, αλλά είναι και αρκετά ακριβότεροι από τους ενισχυτές εικόνας. Τελικά τα περισσότερα ακτινοσκοπικά μηχανήματα έχουν ενισχυτές εικόνας. Οι ανιχνευτές ακτινών X επικρατούν στα πιο απαιτητικά ακτινολογικά μηχανήματα ακτινών X, όπως οι αγγειογράφοι και οι αξονικοί τομογράφοι, στα οποία και οι εξετάσεις τείνουν να διαρκούν επί περισσότερο χρόνο.

⁴ Κουτσούρης Διονύσης - Δημήτρης, Παυλόπουλος, Σωτήρης Α., «Ιατρικά Απεικονιστικά Συστήματα», Αθήνα 2004

Η χρησιμοποίηση υπολογιστή, εκτός από τις δυνατότητες ηλεκτρονικής αρχειοθέτησης ολόκληρης της ακτινοσκοπικής εξέτασης και αναπαραγωγής της κατά βούληση για επαναδιερεύνηση, φέρνει μαζί της και την δυνατότητα χρησιμοποίησης ειδικού λογισμικού (software) επεξεργασίας εικόνας, με το οποίο μπορούν να γίνουν διάφορα πράγματα: Οι λεπτές αποχρώσεις λευκού-γκρίζου-μελανού της εικόνας μπορούν να αντικατασταθούν με ζωηρά διαφορετικά χρώματα, έτσι ώστε διαφορετικά όργανα του σώματος να γίνονται διακριτά και ορατά με μεγάλη λεπτομέρεια. Ολόκληρα μέρη της εικόνας μπορούν να αφαιρεθούν, χωρίς να επηρεασθούν τα υπόλοιπα, τα οποία έτσι γίνονται ακόμα καλύτερα διακριτά. Οι επεξεργασμένες εικόνες φυσικά μπορούν και να εκτυπωθούν. Οι δυνατότητες αυτές πάντως χρησιμοποιούνται σήμερα σε λίγα ακτινοσκοπικά μηχανήματα, για εξετάσεις πολύ απαιτητικές.

Οι εκτυπωτικές συσκευές που χρησιμοποιούνται για την εκτύπωση ακτινογραφικών εικόνων μέσω υπολογιστή κάνουν τις εκτυπώσεις επάνω σε φιλμ (διαφάνειες), τα οποία είναι διαφορετικά από εκείνα που χρησιμοποιούνται στις κλασσικού τύπου ακτινογραφίες (και προφανώς δεν χρειάζονται μετά την εκτύπωση επεξεργασία εμφάνισης σε εμφανιστήρια). Υπάρχουν και εκτυπωτικές συσκευές που αποτυπώνουν την εικόνα σε ειδικό χαρτί και χρησιμοποιούνται σήμερα σε μερικούς μικρούς υπερηχογράφους, αλλά γενικότερα η εκτύπωση σε φιλμ προτιμήθηκε γιατί έτσι μπορεί η εικόνα, φωτιζόμενη από το πίσω μέρος της στο διαφανοσκόπιο, να παρουσιάσει καλύτερα τις λεπτομέρειες της. Οι εκτυπωτικές συσκευές αυτές πέρασαν από μερικά στάδια εξέλιξης, αλλά σήμερα έχουν σταθεροποιηθεί δύο βασικοί τύποι τους. Οι εκτυπωτές αυτοί χρησιμοποιούνται από τα ακτινοσκοπικά μηχανήματα που διαθέτουν υπολογιστή και από όλους τους αξονικούς τομογράφους.

- Οι εκτυπωτές που ανήκουν στον πρώτο και πιο συνηθισμένο από τους δύο βασικούς τύπους λειτουργούν με θερμικές μεθόδους, δηλαδή εκτυπώνουν την εικόνα στο φιλμ προκαλώντας αλλοιώσεις στην επίστρωση του φιλμ με τοπική θέρμανση σημείο προς σημείο της. Η θέρμανση μπορεί να προκαλείται ηλεκτρικά ή με την βοήθεια ακτίνας LASER. Μπορεί να χρειάζονται για την διαδικασία αυτή και άλλα αναλώσιμα υλικά, εκτός από τα ίδια τα φιλμ, όπως π.χ. ένα ειδικό θερμογραφικό χαρτί, το οποίο τροφοδοτείται στον εκτυπωτή σε μορφή ρολού.
- Οι εκτυπωτές που ανήκουν στον δεύτερο και πιο ακριβό τύπο χρησιμοποιούν μία μικρή οθόνη, επάνω στην οποία σχηματίζεται από το λογισμικό του υπολογιστή

πολύ έντονη η εικόνα που υπάρχει διαμορφωμένη μέσα στην μνήμη του υπολογιστή. Το έντονο φως της εικόνας αυτής προβάλλεται επάνω στο φιλμ και αποτυπώνει την εικόνα φωτοχημικά (όπως στην φωτογραφία) επάνω του. Στην συνέχεια γίνεται αυτόματα η εμφάνιση του φιλμ μέσα στον εκτυπωτή, με την βοήθεια και κατάλληλων χημικών. Οι εκτυπωτές αυτού του τύπου, οι οποίοι λέγονται και «video printers», αποτελούν ένα είδος υβριδίου μεταξύ εκτυπωτικής και φωτογραφικής συσκευής. Οι τελειότεροι (και ακριβότεροι, εννοείται) από αυτούς μπορούν να κάνουν και έγχρωμες εκτυπώσεις.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία παραλλαγών εκτυπωτικών συσκευών για φιλμ μέσα στους δύο παραπάνω βασικούς τύπους. Στις εμπορικές τους ονομασίες χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς διάφορες λέξεις (όπως π.χ. *imagers*, *cameras* κ.α.). Στην Ελληνική χρησιμοποιείται πρόχειρα ο ορός «αυτόματα εμφανιστήρια» για τις συσκευές αυτές, αλλά δεν είναι σωστός.

2.4 Διάφοροι τύποι ακτινοσκοπικών μηχανημάτων⁵

Τα σημερινά ακτινοσκοπικά μηχανήματα χρησιμοποιούν κυρίως τον ενισχυτή εικόνας. Στα απλούστερα και φθηνότερα από αυτά η εικόνα της βιντεοκάμερας του ενισχυτή απλά προβάλλεται σε μία οθόνη στην κονσόλα του χειριστή. Επί πλέον υπάρχει και μηχανισμός για παρεμβολή κασέτας ακτινογραφικού φιλμ μεταξύ του εξεταζόμενου και του ενισχυτή εικόνας. Ένα τέτοιο μηχανήμα στην πραγματικότητα είναι ένα κλασσικό ακτινογραφικό μηχανήμα, στο οποίο προστέθηκε ο ενισχυτής εικόνας, το τηλεοπτικό κύκλωμα και ο μηχανισμός παρεμβολής της κασέτας του φιλμ. Πρόκειται δηλαδή για ένα ακτινογραφικό μηχανήμα, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν κλασσικό ακτινογραφικό αλλά και σαν ακτινοσκοπικό. Για την εμφάνιση της εικόνας στο φιλμ χρησιμοποιείται κανονικό εμφανιστήριο, όπως στα κλασσικά ακτινογραφικά μηχανήματα. Η εξωτερική όψη ενός τέτοιου μηχανήματος ελάχιστα διαφέρει από εκείνη ενός κλασσικού ακτινογραφικού μηχανήματος. Ο ενισχυτής εικόνας βρίσκεται καλυμμένος κάτω από την κλίνη και την μόνη άμεσα αντιληπτή διαφορά αποτελεί η τηλεοπτική οθόνη στην κονσόλα χειρισμού. Οι διαφορές εντείνονται όταν προστίθενται και άλλα εξαρτήματα, όπως ο σειριογράφος, η βιντεοσυσκευή ή ο υπολογιστής. Υπάρχουν πολλοί τύποι ακτινοσκοπικών και ακτινο-

⁵ Ευφραιμίδης Δημοσθένης, «Διαχείριση τεχνολογίας μονάδων υγείας και πρόνοιας»

γραφικών μηχανημάτων που έχουν κάποια λιγότερα ή περισσότερα από τα παραπάνω, τα οποία στην βάση τους είναι ακτινογραφικά μηχανήματα με επί πλέον τον ενισχυτή εικόνας.

Μερικά από αυτά μπορούν να αγοραστούν και σαν απλά κλασσικά ακτινογραφικά (χωρίς δηλαδή και τον ενισχυτή εικόνας ακόμα) και αργότερα, εάν ο αγοραστής το κρίνει σκόπιμο, να αναβαθμισθούν και σε ακτινοσκοπικά διαφόρων δυνατοτήτων. Τα κόστη αγοράς τους (2002) είναι στην περιοχή τιμών περίπου από 100.000 €, στην οποία πωλούνται τα πιο απλά κλασσικά ακτινογραφικά, μέχρι τα 350.000 €, στην οποία φθάνουν τα πιο σύνθετα ακτινοσκοπικά και ακτινογραφικά γενικής χρήσης.

Εκτός όμως από τα μικτού τύπου αυτά μηχανήματα στην αγορά υπάρχουν και ακτινοσκοπικά μηχανήματα, τα οποία προορίζονται για σχεδόν αποκλειστική ακτινοσκοπική χρήση και στα οποία οι λήψεις εικόνων επάνω σε φιλμ δεν είναι παρά ένα αναγκαίο στάδιο της ακτινοσκοπικής εξέτασης, η οποία δεν πρέπει να διακόπτεται για τις λήψεις αυτές. Όλα τα μηχανήματα αυτά είναι εξοπλισμένα και με υπολογιστή και με εκτυπωτική συσκευή. Τα περισσότερα έχουν πάλι ενισχυτή εικόνας, αλλά μερικά από αυτά έχουν ανιχνευτή ακτινοβολίας X. Τα μηχανήματα αυτά χρησιμοποιούνται συνήθως για ακτινοσκοπήσεις κατά την διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων ή για ακτινοσκοπήσεις του κυκλοφοριακού συστήματος, στις οποίες χρειάζεται κάποιο είδος επέμβασης για την έγχυση με καθετηριασμό ή ένεση σκιαγραφικού μέσου. Οι τελευταίες αυτές εξετάσεις ονομάζονται **αγγειοσκοπήσεις**⁶ και οι αντίστοιχες εικόνες που λαμβάνονται κατ' αυτές επάνω σε φιλμ αγγειογραφίες. Κατ' επέκταση, τα ακτινοσκοπικά μηχανήματα που είναι κατάλληλα εξοπλισμένα για αγγειοσκοπήσεις και αγγειογραφίες ονομάζονται και **αγγειογράφοι**. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για οποιεσδήποτε άλλες δύσκολες ακτινοσκοπήσεις, στις οποίες απαιτείται έγχυση σκιαγραφικού μέσου, όπως π.χ. για ακτινοσκοπήσεις αρθρώσεων, στα διάκενα των οποίων εισάγεται το σκιαγραφικό μέσο.

Όλα αυτά τα ακτινοσκοπικά μηχανήματα διαφέρουν πολύ στην εξωτερική της όψη από τα κλασσικά ακτινογραφικά και τα ενδιάμεσου τύπου ακτινοσκοπικά και ακτινογραφικά. Το σύστημα λυχνίας ακτινών X και ενισχυτή εικόνας (ή ανιχνευτή ακτινών X) είναι στα μηχανήματα αυτά πολύ πιο ευέλικτο, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για γρήγορη

⁶ <http://www.incardiology.gr/exetaseis/aggeiografia.htm>

παρατήρηση από της και διαφορετικές διευθύνσεις χωρίς να χρειάζεται να αλλάζει στάση ο εξεταζόμενος.



Σχήμα 2.2: Σύγχρονο ακτινοσκοπικό μηχάνημα

Αν το μηχάνημα χρησιμοποιείται για αγγειοσκόπηση, η κλίνη έχει βοηθητικές συσκευές για καθετηριασμούς του κυκλοφοριακού συστήματος, δηλαδή για έγχυση στο κυκλοφοριακό σύστημα του εξεταζόμενου, με την βοήθεια της λεπτού σωλήνα, του καθετήρα, που εισάγεται σε κάποια αρτηρία του, σκιαγραφικών μέσων. Η διαδικασία αυτή εννοείται ότι απαιτεί και χορήγηση αναισθησίας, σε κάποιο μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Σε δύσκολες περιπτώσεις, ο καθετήρας μπορεί να προωθηθεί μέχρι και μέσα στην καρδιά. Η εξέταση αυτή, η λεγόμενη «**καρδιοαγγειοσκόπηση**», αν και έχει κινδύνους, θεωρείται σαν μία από της πιο αποτελεσματικές εξετάσεις για της διαγνώσεις των καρδιακών παθήσεων. Ανάλογα με την περίπτωση και με της δυνατότητες του μηχανήματος, μπορούν να λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο και να παρακολουθούνται στην οθόνη του υπολογιστή μέχρι και παραπάνω από μία ψηφιακή εικόνα ανά δευτερόλεπτο, καθώς το σκιαγραφικό μέσο εκχύνεται βαθμιαία μέσα στο κυκλοφοριακό σύστημα του εξεταζόμενου. Της εικόνες αυτές εμφανίζονται αμέσως όλα τα σημεία του κυκλοφοριακού συστήματος, στα οποία υπάρχει πρόβλημα στην ροή του αίματος, είτε στα αγγεία είτε στην καρδιά.

Υπάρχουν ακτινοσκοπικά μηχανήματα και απλούστερα αλλά και πολύ συνθετότερα από το εικονιζόμενο στο παραπάνω σχήμα. Τα απλούστερα, συνήθως φορητά και στηριζόμενα επάνω σε τροχούς, χρησιμοποιούνται για αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών και σε χει-

ρουργεία. Τα συνθετότερα αγγειοσκοπικά μηχανήματα έχουν δύο ημικυκλικούς βραχίονες σε χωριστούς άξονες περιστροφής, πράγμα που της δίνει την δυνατότητα να παίρνουν ταυτόχρονα εικόνα και κατά δύο διαφορετικές όψεις, κάθετες συνήθως (αλλά και υπό της κλίσεις, αν χρειασθεί) μεταξύ της. Οι υπολογιστές της, εφοδιασμένοι με το κατάλληλο λογισμικό επεξεργασίας εικόνας, μπορούν να συνδυάσουν της διαφορετικές όψεις μεταξύ της και να αποδώσουν ακόμα και στερεοσκοπικές εικόνες, υπό διάφορες γωνίες άποψης, τμημάτων του κυκλοφοριακού συστήματος ή του εσωτερικού των αρθρώσεων και άλλων κοιλοτήτων οργάνων. Τα κόστη αγοράς των ακτινοσκοπικών μηχανημάτων (2002) βρίσκονται σχεδόν στην ίδια περιοχή με τα κόστη των ακτινοσκοπικών και ακτινογραφικών. Τα πιο απλά φορητά ακτινοσκοπικά κοστίζουν περίπου μέχρι και 100.000 €, ενώ οι πιο σύνθετοι και πιο μεγάλοι αγγειογράφοι κοστίζουν μέχρι και 300.000 €.

Μία ακτινοσκόπηση μπορεί να διαρκέσει αρκετά δευτερόλεπτα έως κάποια λεπτά της ώρας, ενώ η λήψη μιας ακτινογραφικής εικόνας χρειάζεται ελάχιστα ms. Επομένως για την ακτινοσκόπηση έχει πολύ μεγάλη σημασία η κατά το δυνατό ελαχιστοποίηση της δόσης ακτινοβολίας. Της αυτή την κατεύθυνση βοηθούν η ευελιξία των μηχανημάτων, η χρησιμοποίηση του υπολογιστή και η δυνατότητα επανεξέτασης της ακτινοσκόπησης κατά βούληση, η χρησιμοποίηση εκτυπωτή για να μην διακόπτεται η ακτινοσκόπηση και τέλος το λογισμικό επεξεργασίας εικόνας. Παρ' της της της προόδους, γενικά μία ακτινοσκόπηση και ιδιαίτερα μία αγγειοσκόπηση συνεπάγεται πάντα μία μεγαλύτερη έως πολύ μεγαλύτερη δόση ακτινοβολίας από ότι μία κλασσική ακτινογράφιση.

2.5 Η τομογραφία και η αξονική τομογραφία ^{7 8}

Μία ακτινογραφία απεικονίζει επάνω στο φιλμ της σκιές που αφήνουν στην δέσμη της ακτινοβολίας X όλα τα όργανα μαζί, μέσα από τα οποία η δέσμη αυτή διαβιβάζεται. Έτσι η σκιά της οργάνου πέφτει επάνω στην σκιά κάποιων άλλων που βρίσκονται πίσω του ή εμπρός του, σε σχέση με την πορεία της δέσμης. Όταν αυτή η επικάλυψη αποτελεί πρόβλημα για την διάγνωση, κατ' αρχή μπορεί να ληφθούν εικόνες κατά άλλη κατεύθυνση, κατά την οποία το πρόβλημα μπορεί να μην υπάρχει. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις που το πρόβλημα δεν μπορεί να επιλυθεί έτσι. Της περιπτώσεις αυτές

⁷ <http://www.incardiology.gr/exetaseis/magnitiki.htm>

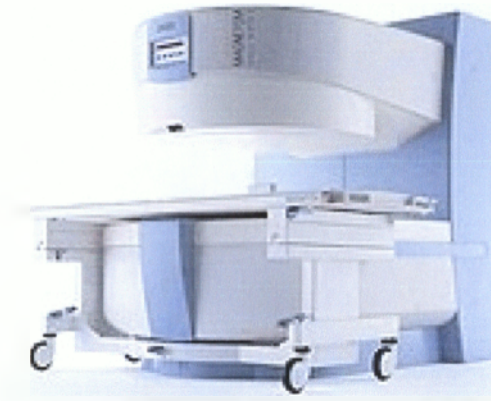
⁸ Καραντάνας Απόστολος Χ., «Μαγνητική Τομογραφία, Φυσικές Αρχές, ερμηνεία της εικόνας», Αθήνα 2003

απαιτείται η απεικόνιση μιας ή περισσοτέρων νοητών τομών του σώματος του εξεταζόμενου, κατά επίπεδα που διέρχονται από την υπό εξέταση περιοχή. Οι απεικονίσεις αυτές ονομάζονται τομογραφίες. Κατ' επέκταση, η διαδικασία της λήψης της έχει επικρατήσει να ονομάζεται της τομογραφία (και όχι π.χ. τομογράφηση).

Η δόση ακτινοβολίας που προσλαμβάνει ο εξεταζόμενος για μία κλασσικού τύπου τομογραφία κατά μερικά επίπεδα είναι μεγάλη, γενικά μεγαλύτερη από την δόση για μία ακτινοσκόπηση. Δεν υπάρχουν πολλά περιθώρια μείωσης της δόσης επειδή το φιλμ χρειάζεται να ακτινοβοληθεί της φορές για να αποδοθεί ικανοποιητική εικόνα. Της, οι νοητές τομές έχουν γενική κατεύθυνση κατά το μήκος του σώματος του εξεταζόμενου. Δεν μπορούν να ληφθούν εικόνες από εγκάρσιες νοητές τομές. Για της λόγους της η κλασσική μέθοδος της τομογραφίας, αν και δεν απαιτεί κάποιο ιδιαίτερα ακριβό μηχάνημα για να γίνει (σχεδόν οποιοδήποτε ακτινογραφικό μηχάνημα τύπου universal, εάν εφοδιασθεί με τα αναγκαία πρόσθετα εξαρτήματα για την συγχρονισμένη μετακίνηση λυχνίας και φιλμ, μπορεί να κάνει τομογραφίες), ποτέ δεν χρησιμοποιήθηκε σε πολύ μεγάλη έκταση.

Την δεκαετία του 1970, μετά από προηγηθείσες μακροχρόνιες έρευνες εμφανίστηκε ένα νέο είδος τομογραφίας, η οποία ονομάστηκε **«αξονική τομογραφία»**. Για την τομογραφία αυτή χρησιμοποιείται ένα νέο είδος ακτινογραφικού μηχανήματος ακτινών Χ, ο **«αξονικός τομογράφος»**. Ο αξονικός τομογράφος είναι ένα μηχάνημα ακτινών Χ, με το οποίο μπορούν να ληφθούν απεικονίσεις νοητών τομών του ανθρώπινου σώματος κάθετων επί τον διαμήκη άξονα του σώματος, εγκάρσιων δηλαδή νοητών τομών του σώματος. Και η αντίστοιχη διαδικασία και απεικόνιση ονομάζεται **«αξονική τομογραφία»**.

Η κατασκευή του μηχανήματος αυτού έγινε δυνατή μόνο αφού εφαρμόστηκαν στα ιατρικά μηχανήματα οι τεχνολογίες των υπολογιστών και της πληροφορικής. Χωρίς αυτές της τεχνολογίες, η λειτουργία του αξονικού τομογράφου θα ήταν εντελώς αδύνατη. Η εικόνα της νοητής τομής υπολογίζεται με βάση μία μαθηματική διαδικασία και σχηματίζεται μέσα στην μνήμη της υπολογιστή. Στην αγγλική ορολογία υπάρχει για την αξονική τομογραφία ο όρος **«CAT»**, από τα αρχικά των λέξεων **«Computed Axial Tomography»**, και ο απλούστερος **«CT»** από της λέξεις **«Computed Tomography»**, για να αποδοθεί πληρέστερα της ο τρόπος σχηματισμού της εικόνας.



Σχήμα 2.3: Τροχήλατος τομογράφος

Ο υπολογιστής του μηχανήματος λαμβάνει τα ενισχυμένα σήματα του ανιχνευτή ακτινών Χ και καταγράφει την εικόνα αυτή του ίχνους στην μνήμη του και την αντιστοιχίζει προς την γωνία θ , υπό την οποία λήφθηκε η εικόνα αυτή. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται κατά μικρά γωνιακά διαστήματα μέχρις ότου συμπληρωθεί τουλάχιστο μία πλήρης ημιπεριστροφή κατά 180 μοίρες της στεφάνης.

Έτσι μπορεί να σχηματισθεί μία ολόκληρη σειρά απεικονίσεων μιας σειράς γειτονικών διατομών του εξεταζόμενου, οι οποίες να απέχουν μεταξύ τους κατά διαστήματα της τάξης π.χ. ενός εκατοστόμετρου ή και μικρότερα. Αυτές οι διαδοχικές εικόνες επιτρέπουν στον ιατρό να σχηματίσει πλέον μία τρισδιάστατη εντύπωση της κατάστασης της περιοχής του σώματος, η οποία ακτινογραφήθηκε.

Κάθε μία από αυτές τις ψηφιοποιημένες εικόνες μπορεί και να σταλεί από την μνήμη του υπολογιστή σε μία εκτυπωτική συσκευή που την αποτυπώνει επάνω σε φιλμ. Συνήθως εκτυπώνονται περισσότερες από μία εικόνες διαδοχικών διατομών, η μία δίπλα στην άλλη, επάνω σε ένα ορθογωνικό φιλμ. Έτσι συγκρίνονται ευκολότερα μεταξύ τους και η τρισδιάστατη εντύπωση που δίνεται στον παρατηρητή τους είναι αμεσότερη. Κάθε μία εικόνα από αυτές μπορεί επίσης και να εμφανισθεί σε οθόνη υπολογιστή και να καταγραφεί σε μαγνητικό μέσο. Μπορεί επίσης να της γίνει κατάλληλη επεξεργασία αποσαφήνισης με την βοήθεια ειδικού λογισμικού επεξεργασίας εικόνας.

2.6 Αξονικοί τομογράφοι⁹

Στο σχήμα 2.4 βλέπουμε μία γενική διάταξη αξονικού τομογράφου. Όλες οι κινήσεις του μηχανήματος μπορούν να ελέγχονται ή και να προγραμματίζονται από την κονσόλα του χειριστή. Το ίδιο ισχύει και για όλες τις άλλες ρυθμίσεις, όπως σκληρότητα και πυκνότητα ακτινοβολίας X κλπ. Μερικοί στοιχειώδεις χειρισμοί για την πρώτη ρύθμιση της θέσης του εξεταζόμενου μπορούν να γίνουν και από πρόσθετα χειριστήρια.

Οι αξονικοί τομογράφοι και οι υπολογιστές τους με το λογισμικό τους έχουν περάσει από πολλά στάδια εξέλιξης από το 1970 μέχρι σήμερα. Στους τελευταίου τύπου αξονικούς τομογράφους καταργήθηκε ο ανιχνευτής ακτίνων X μέσα στην περιστρεφόμενη στεφάνη και αντικαταστάθηκε με μία ολόκληρη σειρά ακίνητων ανιχνευτών, τοποθετημένων περιφερειακά έξω και γύρω από την στεφάνη, επάνω στο εσωτερικό του πλαισίου.



Σχήμα 2.4: Γενική διάταξη αξονικού τομογράφου

Το λογισμικό των υπολογιστών των τομογράφων χρειάστηκε αρκετές βελτιώσεις για να ανταποκριθεί στις αλλαγές αυτές, αλλά υποβοηθήθηκε αποτελεσματικά και από την αυξημένη ταχύτητα λειτουργίας των σημερινών υπολογιστών.

Η χρήση σκιαγραφικών μέσων, η αύξηση της ταχύτητας των κινήσεων στεφάνης και κλίνης, η μεγάλη ευαισθησία των σημερινών ανιχνευτών ακτίνων X και η τελειοποίηση του λογισμικού, που υπολογίζει τα όρια μεταξύ ιστών διαφορετικών πυκνοτήτων, επιτρέπουν σημαντικούς περιορισμούς στην σκληρότητα και την πυκνότητα των

⁹ <http://www.iav.gr/modules.php?name=News&file=article&sid=14>

απαραιτήτων ακτινοβολιών X, παράλληλα με μία μείωση του χρόνου έκθεσης σ' αυτές. Σήμερα οι δόσεις ακτινοβολίας που απορροφά ο εξεταζόμενος για μία αξονική τομογραφία είναι πολύ μικρότερες από εκείνες που χρειαζόταν με τους πρώτους αξονικούς τομογράφους της δεκαετίας του 1970 ή από εκείνες που απαιτούσε μία κλασσικού τύπου τομογραφία. Παράλληλα μειώθηκαν δραστικά οι χρόνοι παραμονής και ακινησίας του εξεταζόμενου στον τομογράφο, οπότε περιορίστηκε και το άγχος που προκαλούσε παλαιότερα η παραμονή αυτή. Σήμερα οι τυπικοί απαιτούμενοι χρόνοι είναι 1 έως 5 δευτερόλεπτα για κάθε λήψη τομής. Οι μεγαλύτεροι χρόνοι (3 ως 5 δευτερόλεπτα) χρειάζονται όταν για μία τομή γίνεται στροφή της στεφάνης κατά περισσότερες από 180 μοίρες, για βελτίωση της καθαρότητας της εικόνας. Μία τυπική αξονική τομογραφία μπορεί να έχει από 10 περίπου έως και πάνω από 40 τομές. Άρα για μία δύσκολη τομογραφία με πολλές τομές μπορεί να χρειασθούν και πάνω από 5 λεπτά ακινησίας του εξεταζόμενου. Μία εύκολη τομογραφία όμως μπορεί να τελειώσει και με λιγότερο από 1 λεπτό ακινησίας.

Παρόλα αυτά όμως οι δόσεις ακτινοβολίας για τους εξεταζόμενους παραμένουν οπωσδήποτε μεγαλύτερες κατά την αξονική τομογραφία, σε σχέση με την κλασσική ακτινογράφιση και με τις περισσότερες ακτινοσκοπήσεις. Επομένως, αν και σήμερα η αξονική τομογραφία χρησιμοποιείται αρκετά συχνότερα από ότι στο παρελθόν, παραμένει μία εξέταση που πρέπει να γίνεται μόνο εάν πραγματικά χρειάζεται. Για σοβαρές όμως καταστάσεις και για δύσκολες διαγνώσεις αποτελεί μία από τις λίγες επιλογές που υπάρχουν. Η δυνατότητα απεικόνισης νοητών τομών με πολύ καλή ποιότητα εικόνας καθιστά σήμερα την αξονική τομογραφία πραγματικά απαραίτητη στις περιπτώσεις αυτές. Το συνδυασμένο αποτέλεσμα όλων των εξελίξεων στις κατασκευές και στην πληροφορική είναι σήμερα ότι σε μία αξονική τομογραφία μπορούν να επισημανθούν όρια μεταξύ ιστών του σώματος, των οποίων οι πυκνότητες μπορούν να διαφέρουν κατά ποσοστό και λιγότερο από 0,5% ακόμα.

Το λογισμικό εξελίχθηκε και κατά άλλους τρόπους. Προστέθηκε καταρχάς το γνωστό μας από τα ακτινοσκοπικά μηχανήματα ψηφιακής τεχνολογίας λογισμικό επεξεργασίας εικόνας, το οποίο μπορεί πρώτα να αντικαταστήσει τις γκριζες αποχρώσεις της αρχικής ψηφιοποιημένης εικόνας με χρώματα, ώστε να διακρίνονται καλύτερα οι ιστοί. Στην συνέχεια το λογισμικό μπορεί και να αφαιρέσει τμήματα της εικόνας, για να εμφανισθούν καλύτερα εκείνα τα όργανα που ενδιαφέρουν περισσότερο την συγκεκριμένη εξέταση. Και

τελικά έγινε μέσω του λογισμικού δυνατή και η αυτόματη συσχέτιση πολλών διαδοχικών εικόνων τομών κατά μήκος του σώματος του εξεταζόμενου μέσω του λογισμικού, για να υπολογισθούν και να συντεθούν μέσα στην μνήμη του υπολογιστή ψηφιοποιημένες στερεοσκοπικές πλέον εικόνες επιλεγμένων ιστών ή οργάνων του σώματος.

Με τις εξελίξεις αυτές δημιουργήθηκαν νέες δυνατότητες. Ο ιατρός μπορεί πλέον να ζητά να δει στην οθόνη του υπολογιστή π.χ. κάποια συγκεκριμένα οστά ή κάποια άλλα συγκεκριμένα όργανα όπως π.χ. το συκώτι ή το στομάχι ή το δίκτυο των αγγείων μέσα στα νεφρά ή οτιδήποτε άλλο θελήσει από το σώμα του εξεταζόμενου και να το βλέπει, εάν το κρίνει σκόπιμο, σε μία τρισδιάστατη εικόνα στην οθόνη του υπολογιστή ή επάνω σε φιλμ. Αλλά μπορεί και να ζητήσει να δει και άλλες όψεις του οργάνου από διαφορετικές γωνίες ή και να ζητήσει εμφάνιση νοητών τομών του οργάνου κατά οποιοδήποτε επίπεδο επιθυμεί. Άρα με ένα εξελιγμένο σύγχρονο αξονικό τομογράφο μπορούμε πλέον να σχηματίζουμε όχι μόνο εγκάρσιες, αλλά και λοξές και κατά μήκος νοητές τομές οργάνων ή περιοχών του σώματος του εξεταζόμενου. Μπορεί ακόμα, με την βοήθεια του λογισμικού, να κάνει κάποιος και υπολογισμούς αποστάσεων και εμβαδών επιφανειών μέσα στο σώμα ή να ογκομετρήσει ιστούς και όργανα. Βέβαια, οι πιο προωθημένες αυτές εξετάσεις είναι δαπανηρότερες και γίνονται μόνο σε σοβαρές περιπτώσεις, όταν οι πιο απλές τομογραφίες δεν δίνουν αρκετά αποτελέσματα για μία ασφαλή διάγνωση.

Από την οικονομική πλευρά, ενώ στο ξεκίνημα τους την δεκαετία του 1970 οι αξονικοί τομογράφοι ήταν εξαιρετικά ακριβά μηχανήματα, πράγμα που, σε συνδυασμό με τους τότε απαιτούμενους μεγαλύτερους χρόνους για μία εξέταση, έκανε τις τομογραφίες πολύ δαπανηρές, από το 2002 οι τιμές τους ξεκινούν από επίπεδα συγκρίσιμα με εκείνα των τιμών των ακριβότερων ακτινοσκοπικών μηχανημάτων. Οι πιο απλοί αξονικοί τομογράφοι έχουν κόστη γύρω στα 300.000 €. Οι τελειότεροι και καλύτερα εξοπλισμένοι όμως φθάνουν στις 800.000 € περίπου. Μαζί με τον δραστικό περιορισμό του απαιτούμενου χρόνου για μία τομογραφία, η μείωση των τιμών των αξονικών τομογράφων συνέβαλε ώστε η αξονική τομογραφία να μην είναι σήμερα τόσο δαπανηρή υπόθεση όσο στο παρελθόν, αν και παραμένει σε επίπεδα ψηλότερα από εκείνα των ακτινοσκοπήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

3.1 Παραγωγή των ακτινών γ στην ακτινολογία

Τα σπινθηρογραφικά μηχανήματα είναι ακτινολογικά διαγνωστικά μηχανήματα, τα οποία κάνουν χρήση της ακτινοβολίας γ για την απεικόνιση του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος. Οι εικόνες που αποδίδονται από τα σπινθηρογραφικά μηχανήματα ονομάζονται **σπινθηρογραφίες ή σπινθηρογραφήματα** ¹⁰.

Τα πρώτα σπινθηρογραφικά μηχανήματα είχαν ονομασθεί **σπινθηρογράφοι**. Αυτά τα μηχανήματα, τα οποία άρχισαν να κάνουν την εμφάνιση τους στα ακτινολογικά εργαστήρια στην δεκαετία του 1950, δεν χρησιμοποιούνται πλέον. Γι' αυτό και αποφεύγουμε τη χρήση του όρου «σπινθηρογράφος» και προτιμάμε τον όρο «σπινθηρογραφικά μηχανήματα». Ο όρος «**σπινθήρας**» επικράτησε στην ιατρική τεχνολογία για την δήλωση ενός γεγονότος που οδηγεί σε εκπομπή φωτονίου γ. Το γεγονός αυτό στην ιατρική τεχνολογία σήμερα μπορεί να είναι ένα από τα εξής δύο: Μία διάσπαση ατομικού πυρήνα ή μία αντίδραση ποζιτρονίου και ηλεκτρονίου. Η πρώτη περίπτωση εμφανίζεται στις λεγόμενες «**γ-κάμερες**». Η δεύτερη στους «**τομογράφους ποζιτρονίων**». Αυτά είναι τα μόνα δύο είδη σπινθηρογραφικών μηχανημάτων που υπάρχουν σήμερα.

Χρησιμοποιείται συχνά και ο όρος «**πυρηνική ιατρική**» για να δηλώσει τον ευρύτερο τομέα της ιατρικής επιστήμης που εκμεταλλεύεται τα φαινόμενα των πυρηνικών αντιδράσεων και των αντιδράσεων μεταξύ υποατομικών σωματιδίων. Στην πυρηνική ιατρική ανήκει και όλος ο τομέας της ακτινολογίας των ακτινών γ.

Οι ακτίνες γ είναι πάρα πολύ μικρού μήκους κύματος και ακόμα πιο επικίνδυνες από τις ακτίνες Χ. Επομένως δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν όπως ακριβώς χρησιμοποιούνται οι ακτίνες Χ. Πρέπει να χρησιμοποιούνται στις ελάχιστες δυνατές δόσεις και με την μέγιστη δυνατή οικονομία. Περιληπτικά, η μέθοδος που ακολουθείται είναι η ακόλουθη: Το ίδιο το υπό εξέταση όργανο του ανθρώπινου σώματος να καθίσταται πηγή ακτινοβολίας γ σε μικρές ποσότητες, μόλις επαρκείς για να μπορεί το όργανο αυτό να γίνει εμφανές μέσω της καταγραφής της εκπεμπόμενης από αυτό το ίδιο ακτινοβολίας γ.

¹⁰ <http://www.kalogiannidou.gr/iatroi/spinthrogr.htm>

Αυτά επιτυγχάνονται ως εξής:

Εισάγεται στον εξεταζόμενο μία χημική ένωση (σε τέτοια ποσότητα), η οποία μόλις βρεθεί μέσα στον οργανισμό, να συγκεντρώνεται φυσιολογικά στο όργανο υπό παρατήρηση. Σήμερα γνωρίζουμε πάρα πολλές τέτοιες αβλαβείς ενώσεις. Π.χ. ενώσεις που συγκεντρώνονται επιλεκτικά στον θυρεοειδή αδένα. Αλλά κάποια άτομα της ένωσης αυτής, φροντίζουμε να είναι άτομα ενός «**ασταθούς ισότοπου**»¹¹. Ένα ισότοπο ενός χημικού στοιχείου έχει άτομα με τον κανονικό για το στοιχείο αυτό αριθμό πρωτονίων, αλλά με διαφορετικό αριθμό νετρονίων. Π.χ. το κανονικό άτομο του ιωδίου έχει 53 πρωτόνια στον πυρήνα του και 74 νετρόνια. Ένα ισότοπό του έχει πάλι 53 πρωτόνια (υποχρεωτικά, αφού είναι ιώδιο, γιατί αλλιώς θα ήταν άλλο χημικό στοιχείο) αλλά 70 μόνο νετρόνια. Τα περισσότερα ισότοπα είναι **ασταθή**, δηλαδή από μόνα τους τα άτομα τους διασπώνται (υφίστανται αυτόματη σχάση, όπως λέγεται στην πυρηνική φυσική). Το παραπάνω ισότοπο του ιωδίου, στο παράδειγμα μας, είναι ασταθές. Η διάσπαση αυτή παράγει και φωτόνια γ , είναι δηλαδή «σπινθήρας». Έτσι το υπό εξέταση όργανο, ο θυρεοειδής αδένας στο παράδειγμα μας, εκπέμπει φωτόνια γ από τα διασπώμενα άτομα του ασταθούς ισότοπου του ιωδίου, τα οποία (συγκεντρώθηκαν μέσα του. Το υπό εξέταση όργανο δηλαδή γίνεται φωτεινή πηγή ακτινοβολίας γ . Το σπινθηρογραφικό μηχάνημα δεν έχει παρά να το φωτογραφίσει.

Τα ασταθή ισότοπα ονομάζονται και «**ραδιενεργά ισότοπα**» ή «**ραδιοϊσότοπα**». Τα ραδιοϊσότοπα που είναι χρήσιμα για την σπινθηρογράφιση πρέπει να συγκεντρώνουν ορισμένα ειδικά προσόντα: Να έχουν ημιζωή αρκετά μικρή, ώστε να διασπώνται γρήγορα μέσα στο εξεταζόμενο όργανο, όχι όμως τόσο πολύ μικρή, ώστε να εξουδετερώνονται υπερβολικά γρήγορα. Τα προϊόντα της διάσπασης τους, εκτός της ακτινοβολίας γ , πρέπει να μην είναι τοξικά ή ραδιενεργά. Και πρέπει να σχηματίζουν χημικές ενώσεις αβλαβείς για τον άνθρωπο, οι οποίες ωστόσο να συγκεντρώνονται γρήγορα και επιλεκτικά σε ορισμένα όργανα του ανθρώπου.

Οι χημικές αυτές ενώσεις χορηγούνται υπό την μορφή διαλύματος στους εξεταζόμενους με κατάποση ή με ένεση, ανάλογα με την περίπτωση. Τα διαλύματα αυτά των ενώσεων των ασταθών ισότοπων, οι οποίες έχουν την ιδιότητα να συγκεντρώνονται επιλεκτικά σε ορι-

¹¹ <http://www.uic.com.au/nip26.htm>

σμένα όργανα του ανθρώπινου σώματος, ονομάζονται «**ραδιοπαρασκευάσματα**» ή «**ραδιοσκευάσματα**» (**radiopharmaceuticals**). Ακολουθώντας μετά τις φυσιολογικές διαδικασίες μέσα στον οργανισμό, συγκεντρώνονται στο όργανο - στόχο και έτσι το καθιστούν, με τις διασπάσεις των ραδιοϊσοτόπων που περιέχουν, για λίγη ώρα πηγή εκπομπής μιας αραιής και σχετικά ακίνδυνης, αλλά πάντως επισημάνσιμης, ακτινοβολίας γ .

Τα ραδιοσκευάσματα δεν έχουν καμία απολύτως σχέση με τα σκιαγραφικά μέσα που χρησιμοποιούνται στις ακτινογραφίες και ακτινοσκοπήσεις, ούτε κατά τις χημικές συνθέσεις ούτε κατά τον τρόπο λειτουργίας τους. Τα ραδιοσκευάσματα κάνουν κάτι αντίθετο από ό,τι τα σκιαγραφικά μέσα: Ενώ τα σκιαγραφικά μέσα απορροφούν έντονα την ακτινοβολία X, τα ραδιοσκευάσματα εκπέμπουν αραιή ακτινοβολία γ .

Τα ραδιοσκευάσματα είναι ακριβά φαρμακευτικά. Επί πλέον, εάν δεν χρησιμοποιηθούν σύντομα, εξουδετερώνονται από μόνα τους, γιατί η διάσπαση των ατόμων των ραδιοϊσοτόπων που περιέχουν αρχίζει ήδη από την στιγμή που θα παραχθούν. Επομένως πρέπει να υπάρχει αρκετή κίνηση εξεταζόμενων για να αξιοποιούνται τα ραδιοσκευάσματα. Για να μπορεί να διατηρεί και να ελέγχει ραδιοσκευάσματα, ένα εξεταστικό κέντρο που διαθέτει σπινθηρογραφικά μηχανήματα πρέπει να υποστηρίζεται από ένα χημικό-πυρηνικό εργαστήριο, το οποίο ονομάζεται ραδιολογικό εργαστήριο. Αν και τα βασικά του υλικά μπορεί να τα αγοράζει από άλλα ειδικευμένα πυρηνικά εργαστήρια, η οργάνωση και λειτουργία ενός ραδιολογικού εργαστηρίου δεν είναι εύκολη υπόθεση, γιατί απαιτεί ακριβό εξοπλισμό, ειδικευμένο προσωπικό υψηλής στάθμης και πολλά μέτρα ασφάλειας. Επί πλέον, οι σπινθηρογραφικές εξετάσεις δεν είναι τόσο πολλές κατά το πλήθος τους όσο είναι οι ακτινολογικές εξετάσεις με μηχανήματα ακτινών X. Επομένως τα εξεταστικά κέντρα με σπινθηρογραφικά μηχανήματα μπορούν να λειτουργούν οικονομικότερα μέσα στα πλαίσια μεγάλων ιδρυμάτων σε κεντρικές περιοχές μιας χώρας, με μεγάλη κίνηση εξεταζόμενων και με περισσότερες τεχνικές και οικονομικές δυνατότητες.

Οι εξετάσεις που γίνονται στα σπινθηρογραφικά μηχανήματα, οι σπινθηρογραφήσεις και σπινθηροσκοπήσεις, είναι σε αρκετές περιπτώσεις απαραίτητες, γιατί οι πληροφορίες που εξάγονται από αυτές δεν είναι δυνατό να προκύψουν από καμιά άλλη ακτινολογική εξέταση. Κατά την σπινθηροσκόπηση παρατηρούνται οι σπινθήρες μέσα στο εξεταζόμενο

όργανο όπως εξελίσσονται επί ορισμένο χρονικό διάστημα. Μία σπινθηρογράφηση είναι η λήψη μιας εικόνας των σπινθήρων σε ορισμένη χρονική στιγμή. Οι όροι αυτοί είναι αντίστοιχοι με τους όρους της ακτινοσκόπησης και της ακτινογράφησης. Με μία σπινθηροσκόπηση, καθώς παρακολουθούν την εξέλιξη της συγκέντρωσης και της κίνησης της ενεργής ουσίας του ραδιοσκευάσματος μέσα στο όργανο - στόχο, μπορούν οι ιατροί να δουν λεπτομέρειες της χημικό -βιολογικής λειτουργίας του οργάνου, όχι απλά μορφές ή κινήσεις όπως στην ακτινοσκόπηση. Σε πολλές περιπτώσεις αρκεί και μία μοναδική σπινθηρογράφηση σε ορισμένο χρόνο μετά την λήψη από τον εξεταζόμενο του ραδιοσκευάσματος. Στην συνέχεια, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της σπινθηροσκόπησης ή σπινθηρογράφησης με εκείνα που θα έδινε ένα υγιές όργανο ή με εκείνα που είναι ήδη γνωστό ότι θα έδιναν παθολογικές καταστάσεις, μπορούν οι ιατροί να κάνουν σίγουρες διαγνώσεις, τις οποίες με καμιά άλλη ακτινολογική εξέταση δεν θα μπορούσαν να κάνουν.

Αυτά ισχύουν ακόμα περισσότερο για την διάγνωση ασθενειών σε όργανα και σε ιστούς, μέσα στα οποία οι ακτίνες X δεν παρουσιάζουν διαφορές στην απορροφητικότητα παρ' όλες τις τυχόν αλλοιώσεις ή δυσλειτουργίες. Κλασσικές τέτοιες περιπτώσεις οργάνων είναι οι αδένες και τα οστά. Οι αδένες είναι πολύ αραιοί για να γίνουν καλά ορατοί με τις ακτίνες X και τα οστά αντίθετα είναι πολύ πυκνά για να διακριθούν μέσα τους μικρολεπτομέρειες με τις ακτίνες X. Όμως οι αλλοιώσεις και οι δυσλειτουργίες επηρεάζουν σοβαρά τις χημικές αντιδράσεις μέσα στα όργανα αυτά και κατά συνέπεια συνεπάγονται σημαντικές διαφοροποιήσεις στην κατανομή των χημικών στοιχείων μέσα στα όργανα, άρα και στην κατανομή των ραδιοϊσοτόπων. Έτσι μία σπινθηρογραφία μπορεί να αποκαλύψει καταστάσεις που είναι αδύνατο να αποκαλύψει μία ακτινογραφία.

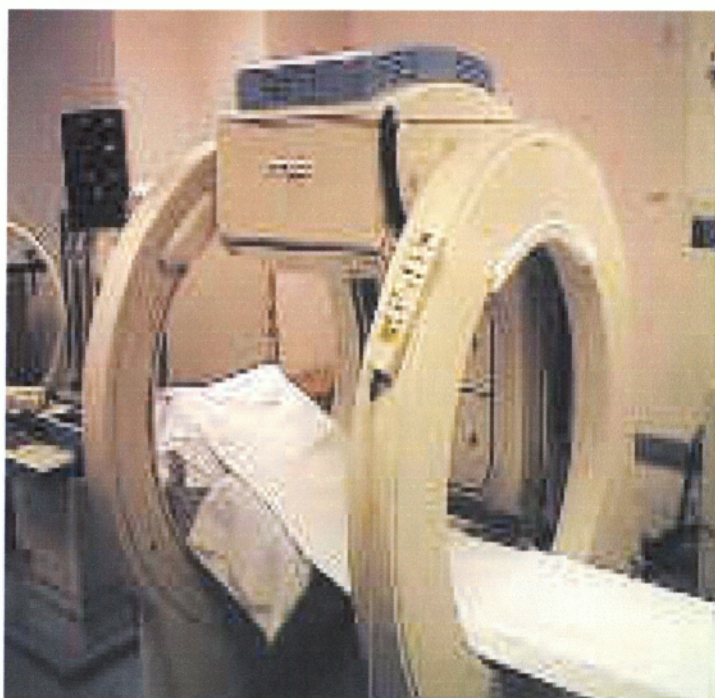
Κατά την σπινθηροσκόπηση ή σπινθηρογράφηση ενός συγκεκριμένου οργάνου κανένα άλλο όργανο δεν παρεμβάλλεται στην εικόνα, ούτε καν τα οστά. Γιατί όλοι ανεξαιρέτως οι ιστοί του σώματος είναι διαφανείς έως σχεδόν διαφανείς στην ακτινοβολία γ. Μόνο το όργανο που εκπέμπει την ακτινοβολία γ εμφανίζεται. Οπότε δεν χρειάζονται και μεγάλες ποσότητες φωτονίων γ. Τελικά η δόση ακτινοβολίας που δέχεται ο εξεταζόμενος για μία σπινθηρογραφία είναι συχνά μικρότερη από αυτή που θα δεχόταν για μία ακτινογραφία, ιδίως αν αυτή είναι μεγάλης έκτασης, όπως π.χ. εάν απαιτείται μία εξέταση όλου του σκελετού. Σε κάθε περίπτωση όμως, μία σπινθηρογραφική εξέταση συνεπάγεται και μία δόση ακτινοβολίας γ για τον εξεταζόμενο. Επομένως και η σπινθηρογραφική, όπως και η

ακτινογραφική, είναι εξέταση που δεν πρέπει να γίνεται, αν δεν υπάρχει βεβαιωμένη ανάγκη και, όταν γίνεται, να γίνεται με τρόπο που να περιορίζει στο ελάχιστο δυνατό την δόση ακτινοβολίας που δέχεται ο εξεταζόμενος.

3.2 Οι γ – κάμερες ^{12 13}

Οι γ-κάμερες αναπτύχθηκαν μέσα στην δεκαετία του 1950 αλλά μόνο μετά το 1960 άρχισαν να αντικαθιστούν τα πρώτα απλούστερα σπινθηρογραφικά μηχανήματα που υπήρχαν σε ευρεία χρήση από το 1950. Υπάρχει σήμερα, όπως θα δούμε αμέσως, μία μεγάλη ποικιλία τύπων από γ-κάμερες. Όλες όμως είναι πολύ ακριβά μηχανήματα. Οι τιμές τους (2002) ξεκινούν από λίγο κάτω από τα 300.000 € για τις πιο μικρές και πιο απλές, ενώ οι μεγαλύτερες και συνθετότερες μπορούν να φθάνουν και τα 800.000 €.

Στο σχήμα 3.1 που ακολουθεί βλέπουμε μια μεγάλη γ-κάμερα. Με τον τύπο αυτό γ-κάμερας μπορούν να γίνουν μέχρι και ολόσωμες σπινθηρογραφικές εξετάσεις, όπως π.χ. σπινθηρογράφιση ολόκληρου του σκελετού του εξεταζόμενου.



Σχήμα 3.1: γ – κάμερα απλής κεφαλής

¹² <http://www.pulsar.gr/physic/pyriatr/ct36..htm>

¹³ <http://www.pulsar.gr/physic/pyriatr/pyriatrmmain.htm>

Τα φωτόνια γ που μπαίνουν συλλαμβάνονται μέσα στον ανιχνευτή από μία πυκνή παράταξη φωτοηλεκτρικών στοιχείων, τα οποία ονομάζονται φωτοπολλαπλασιαστές. Στην είσοδο των στοιχείων αυτών υπάρχει παχύ στρώμα φθορίζοντος υλικού το οποίο απορροφά τα σχετικά λίγα φωτόνια γ και εκπέμπει πάρα πολύ πυκνή ορατή ακτινοβολία. Αυτό συμβαίνει γιατί τα φωτόνια γ έχουν πολύ υψηλή ενέργεια, οπότε από κάθε φωτόνιο γ προκύπτουν εκατοντάδες χιλιάδες φωτόνια ορατής ακτινοβολίας. Αυτή η ορατή ακτινοβολία στην συνέχεια πέφτει επάνω σε στρώμα φωτοαγώγιμου υλικού, όπου μετατρέπεται σε ηλεκτρόνια, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικών σημάτων. Τα φωτόνια γ δεν μπορούν να μετατραπούν άμεσα σε ηλεκτρικά σήματα, όπως τα φωτόνια X , πέφτοντας άμεσα επάνω στο φωτοαγώγιμο υλικό. Γιατί τα φωτόνια γ είναι τόσο πολύ διαπεραστικά, ώστε θα μπορούσαν να διαπεράσουν και το φωτοαγώγιμο υλικό και όλο τον ανιχνευτή ακτινών γ χωρίς να συλληφθούν. Γι' αυτό στους φωτοπολλαπλασιαστές προηγείται η σύλληψη των φωτονίων γ από φθορίζον υλικό και ακολουθεί μετά η σύλληψη της ορατής ακτινοβολίας από το φωτοαγώγιμο υλικό.

Για την λήψη μιας εικόνας από τον ανιχνευτή ακτινών γ , δηλαδή για μία σπινθηρογραφία, αρκεί ελάχιστος χρόνος, της τάξης του δευτερολέπτου. Συνήθως όμως χρειάζεται να λαμβάνονται περισσότερες από μία σπινθηρογραφήσεις σε επιλεγμένες χρονικές στιγμές. Έτσι ο ιατρός μπορεί να εξετάσει διαδοχικές φάσεις της πορείας του ραδιοσκεύασματος μέσα στο όργανο. Άλλες φορές πάλι χρειάζεται μία συνεχής παρακολούθηση επί αρκετά λεπτά της ώρας, δηλαδή μία σπινθηροσκόπηση. Μία σπινθηρογράφιση δεν έχει την καθαρότητα εικόνας μιας ακτινογράφισης με ακτίνες X . Όμως αυτό δεν αποτελεί μειονέκτημα, αφού στο σπινθηρογράφημα θέλουμε περισσότερο να διερευνήσουμε την χημικό - βιολογική λειτουργία των οργάνων και όχι τόσο να δούμε τις μικρολεπτομέρειες της υφής τους.

Το λογισμικό κάνει και καταμέτρηση των σπινθέρων (διασπάσεων ασταθών πυρήνων ισοτόπων) και αριθμητικό υπολογισμό της κατανομής τους μέσα στο εξεταζόμενο όργανο. Μετά χρωματίζει το σπινθηρογράφημα τεχνητά, για να αποδώσει σαφέστερα την κατανομή των σπινθέρων με χρώματα. Το σπινθηρογράφημα μπορεί να εκτυπωθεί έγχρωμο σε φιλμ, με εκτυπωτικό μηχάνημα που συνδέεται στον υπολογιστή. Σε παλαιότερου τύπου μηχανήματα εκτυπωνόταν έγχρωμο σε χαρτί. Αλλά μπορεί και να αρχειοθετηθεί σε μαγνητικά μέσα (δίσκους) ή να εξετασθεί και στην οθόνη του υπολογιστή, όπου μπορεί και να υποστεί πρόσθετη επεξεργασία εικόνας για καλύτερη

αποσαφήνιση. Τέλος ο υπολογιστής παρέχει την δυνατότητα λήψης και αποθήκευσης σειράς εικόνων και μετά επανάκλησής τους και παρακολούθησης τους σε διαδοχή, ώστε να μελετάται με άνεση, ακόμα και εκ των υστέρων, μετά την απομάκρυνση του ανθρώπου, το εξεταζόμενο όργανο του καθώς εκτελεί τις βιολογικές λειτουργίες του. Έτσι μπορούμε να ξαναδούμε μία σπινθηροσκόπηση όσες φορές θέλουμε.

Ο τύπος γ-κάμερας που μόλις περιγράφηκε είναι και ο πρώτος που εμφανίσθηκε. Ο τύπος αυτός εξακολουθεί πάντα να κατασκευάζεται, αλλά σήμερα υπάρχουν και άλλοι τύποι γ-κάμερας, όπως οι γ-κάμερες διπλής κεφαλής του παρακάτω σχήματος 3.2.



Σχήμα 3.2: γ – κάμερες διπλής κεφαλής

Σε μεγάλα εξεταστικά κέντρα σήμερα είναι διαδομένος ένας τύπος γ-κάμερας που ονομάζεται «**universal γ-κάμερα**», δηλαδή γ-κάμερα «γενικής χρήσης», με την έννοια ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε είδος σπινθηρογράφησης και σπινθηροσκόπησης, ακόμα και για τομογραφίες, όπως θα δούμε αμέσως. Αυτός είναι ο πιο σύνθετος και ο πιο ακριβής τύπος γ-κάμερας.

Η σπινθηροτομογραφία έχει την δυνατότητα να αποκαλύψει την κατανομή των σπινθήρων, άρα και τις βιολογικές διαδικασίες μέσα στο όργανο, κατά την έννοια του βάθους του, δηλαδή κατά νοητές τομές του. Ακόμα και τρισδιάστατες εικόνες του οργάνου μπορούν να συντεθούν. Η απλή σπινθηρογράφιση δεν μπορεί να αποκαλύψει την κατανομή των σπινθήρων και μέσα στο βάθος του οργάνου, γιατί παρουσιάζει απλά μία προβολή όλου μαζί του οργάνου κατά την διεύθυνση εισόδου των φωτονίων γ στον ανιχνευτή. Αυτό το πλεονέκτημα της σπινθηροτομογραφίας συνέτεινε στην εξάπλωση της χρήσης της σήμερα, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί και μία αγορά και για ένα ακόμα τύπο καθαρά περιστροφικής γ -κάμερας, η οποία είναι κατάλληλη για σπινθηροτομογραφίες μόνο, μιας τομογραφικής δηλαδή γ -κάμερας.

3.3 Ο τομογράφος ποζιτρονίων^{14 15 16}



Σχήμα 3.3: Τομογράφος ποζιτρονίων

Ο «τομογράφος ποζιτρονίων» είναι σπινθηρογραφικό μηχάνημα, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά και μόνο για σπινθηροτομογραφίες. Για την απεικόνιση

¹⁴ http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=22

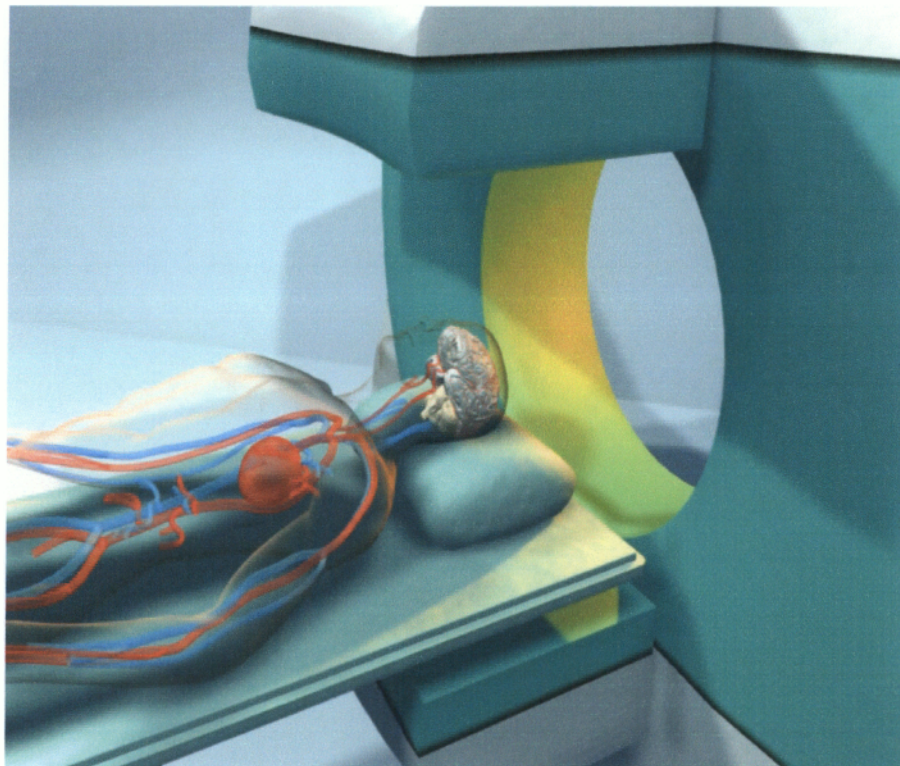
¹⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Positron_emission_tomography

¹⁶ <http://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=PET>

των εξεταζόμενων οργάνων χρησιμοποιεί ακτινοβολίες γ , οι οποίες προέρχονται από την αμοιβαία αλληλεπίδραση (αλληλοεκμηδένιση) ηλεκτρονίων και ποζιτρονίων. Η εξωτερική όψη ενός τομογράφου ποζιτρονίων θυμίζει κάπως τον αξονικό τομογράφο ακτίνων Χ, αλλά ο τρόπος της λειτουργίας του είναι πολύ διαφορετικός και μάλιστα πολύ διαφορετικός και από εκείνο της τομογραφικής (και της universal) γ -κάμερας.

Όπως αφήνει να εννοηθεί και το όνομα του, ο τομογράφος ποζιτρονίων μπορεί να εκμεταλλευθεί μόνο εκείνα τα φωτόνια γ , τα οποία προέρχονται από αμοιβαία αλληλοεκμηδένιση ποζιτρονίων και ηλεκτρονίων.

Επομένως το ραδιοσκεύασμα που χρειάζεται να χορηγηθεί στον εξεταζόμενο πρέπει να περιέχει όχι οποιαδήποτε ασταθή ισότοπα, αλλά εκείνα, τα οποία κατά την διάσπαση των ατομικών τους πυρήνων παράγουν ποζιτρόνια. Στο παραπάνω σχήμα (σχήμα 3.3) φαίνεται ένας τυπικός τομογράφος ποζιτρονίων. Πρόκειται για σπινθηροτομογραφία πάλι, αλλά με διαφορετικό τρόπο από αυτή που γίνεται στην τομογραφική ή στην universal γ -κάμερα.



Σχήμα 3.4: Τομογραφία SPECT

Προς διάκριση, η τομογραφία σε τομογράφο ποζιτρονίων συμβολίζεται με τα γράμματα PET, από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων **positron emission tomography** (τομογραφία με εκπομπή ποζιτρονίων) και η τομογραφία με γ-κάμερα με τα γράμματα SPECT, από τα αρχικά των λέξεων **single photon emission computed tomography** (υπολογιζόμενη τομογραφία με εκπομπή μεμονωμένων φωτονίων)^{17 18}. Στην PET τα φωτόνια δεν είναι μεμονωμένα, αλλά κατά ζεύγη. Ένα τυπικό μηχάνημα SPECT εικονίζεται στο παραπάνω σχήμα (σχήμα 3.4).

Ο τομογράφος ποζιτρονίων δίνει την δυνατότητα λήψης πολύ ευκρινών σπινθηροτομογραφιών και μάλιστα διαδοχικών κατά πολύ μικρά χρονικά διαστήματα, γιατί δεν χρειάζεται να περιμένει την ολοκλήρωση μιας ημιπεριστροφής της στεφάνης, αφού αυτή είναι ακίνητη. Επομένως με το μηχάνημα αυτό είναι δυνατό να παρακολουθήσουμε πρακτικά χωρίς διακοπή βιολογικές διεργασίες σε «πραγματικό χρόνο», δηλαδή καθώς αυτές συμβαίνουν, και να τις αναπαράγουμε μετά στον υπολογιστή σε όσο αργό χρόνο θέλουμε. Έτσι έχουμε μία απεριόριστη δυνατότητα παρακολούθησης πολύ γρήγορων διαδικασιών. Αυτή η δυνατότητα έχει καταστήσει τον τομογράφο ποζιτρονίων ιδανικό για παρακολούθηση των βιολογικών διαδικασιών του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος. Οι χημικό-ηλεκτρικές μεταβολές μέσα στα κύτταρα των νεύρων και του εγκεφάλου (τους λεγόμενους «νευρώνες») είναι πολύ γρήγορες. Ο τομογράφος ποζιτρονίων δίνει την δυνατότητα παρακολούθησης του χημικού μέρους των μεταβολών αυτών ακόμα και βαθιά μέσα στον εγκέφαλο. Το ηλεκτρικό μέρος τους μπορεί να παρακολουθείται με άλλα μηχανήματα, μη ακτινολογικά, τους ηλεκτροεγκεφαλογράφους.

Στην πράξη όμως υπάρχουν μερικά προβλήματα, τα οποία εμποδίζουν την διάδοση των τομογράφων ποζιτρονίων. Τα φωτόνια γ, τα οποία εκπέμπονται από την αλληλοεξουδετέρωση ποζιτρονίου και ηλεκτρονίου, είναι πολύ πιο μικρού μήκους κύματος και μπορούν να περιέχουν μέχρι και τριπλάσια ενέργεια από τα άλλα φωτόνια γ που χρησιμοποιούνται στις γ-κάμερες. Η επισήμανση των φωτονίων αυτών απαιτεί ανιχνευτές υψηλότερων προδιαγραφών και αυτό αυξάνει το κόστος του μηχανήματος, το οποίο παραμένει πάντα αισθητά ακριβότερο και από την ακριβότερη γ-κάμερα. Στο μεταξύ έχουν εξελιχθεί τεχνολογικά και οι universal και οι τομογραφικές γ-κάμερες, με

¹⁷ <http://engphys.ubc.ca/~mirg/home/tutorial/intro.html>

¹⁸ <http://www.uhrad.com/spectarc.htm>

αποτέλεσμα να μπορούν να κάνουν πολύ καλές σπινθηροτομογραφίες και αυτές, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να κάνουν και όλων των άλλων ειδών σπινθηρογραφήσεις και σπινθηροσκοπήσεις, τις οποίες δεν μπορεί να κάνει ο τομογράφος ποζιτρονίων λόγω της άκαμπτης διάταξης του.

Για τους λόγους αυτούς οι τομογράφοι ποζιτρονίων σήμερα δεν κατασκευάζονται σε μεγάλους αριθμούς. Χρησιμοποιούνται σε μεγάλα νευρολογικά εξεταστικά και ερευνητικά κέντρα. Και μάλιστα χρησιμοποιούνται περισσότερο για επιστημονικές έρευνες περί την λειτουργία και τις παθήσεις του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος παρά για διαγνωστικές διαδικασίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΙ

4.1 Η τεχνολογία της μαγνητικής τομογραφίας^{19 20}

Η μαγνητική τομογραφία είναι μία νέα τεχνική απεικόνισης στην ακτινολογία. Σ' αυτή την τεχνική γίνεται εκμετάλλευση των μαγνητικών ιδιοτήτων των πυρήνων των ατόμων της ύλης. Αρχικά είχε χρησιμοποιηθεί γι' αυτή την τεχνική ο όρος «*πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός*» και η συντομογραφία «*NMR*», από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων *nuclear magnetic resonance*. Επειδή όμως η λέξη «πυρηνικός» προδιέθετε άσχημα το κοινό, αυτή η λέξη διαγράφηκε και σήμερα μιλάμε απλά για τομογραφία «μαγνητικού συντονισμού» ή ακόμα πιο απλά για μαγνητική τομογραφία. Η συνήθως χρησιμοποιούμενη συντομογραφία είναι σήμερα η «**MRI**», από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων **magnetic resonance imaging**.

Οι μαγνητικές ιδιότητες των πυρήνων των ατόμων έγιναν γνωστές από την δεκαετία του 1930. Δεν πρόκειται για τις γνωστές μαγνητικές ιδιότητες ορισμένων υλικών, όπως π.χ. ο σίδηρος, οι οποίες προκύπτουν από μαγνητικά φαινόμενα στα άτομα σαν σύνολα, περιλαμβανομένων και των ηλεκτρονίων τους. Πρόκειται για μαγνητικές ιδιότητες των ίδιων των πυρήνων των ατόμων. Τα άτομα αυτά ανήκουν σε υλικά που δεν έχουν καμία σχέση με τα γνωστά μας μαγνητικά υλικά. Σήμερα οι μαγνητικοί τομογράφοι εκμεταλλεύονται κυρίως τις μαγνητικές ιδιότητες του πυρήνα του ατόμου του υδρογόνου, το οποίο βέβαια δεν είναι μαγνητικό υλικό.

Η ανάπτυξη της τεχνικής για την αξιοποίηση των μαγνητικών ιδιοτήτων των πυρήνων των ατόμων για ιατρικούς σκοπούς προχώρησε αργά. Τα τελικά βήματα έγιναν μέσα στην δεκαετία του 1970 από πολλούς επιστήμονες οι οποίοι μάλιστα υπήρξαν και σκληροί ανταγωνιστές. Τα πρώτα μηχανήματα MRI, πλήρως εξοπλισμένα για να μπορούν να αξιοποιηθούν στην πράξη, εμφανίσθηκαν λίγο πριν το 1980. Από τότε εξελίχθηκαν, η μορφή τους άλλαξε μερικές φορές και σήμερα έχουν καταλήξει στα μηχανήματα, τα οποία ονομάζουμε μαγνητικούς τομογράφους. Αρχικά οι μαγνητικοί τομογράφοι ήταν πραγματικά πανάκριβα μηχανήματα, αλλά οι εξαιρετικές δυνατότητες της μαγνητικής τομογραφίας επέτρεψαν την γρήγορη διάδοση της και την συνακόλουθη αύξηση της

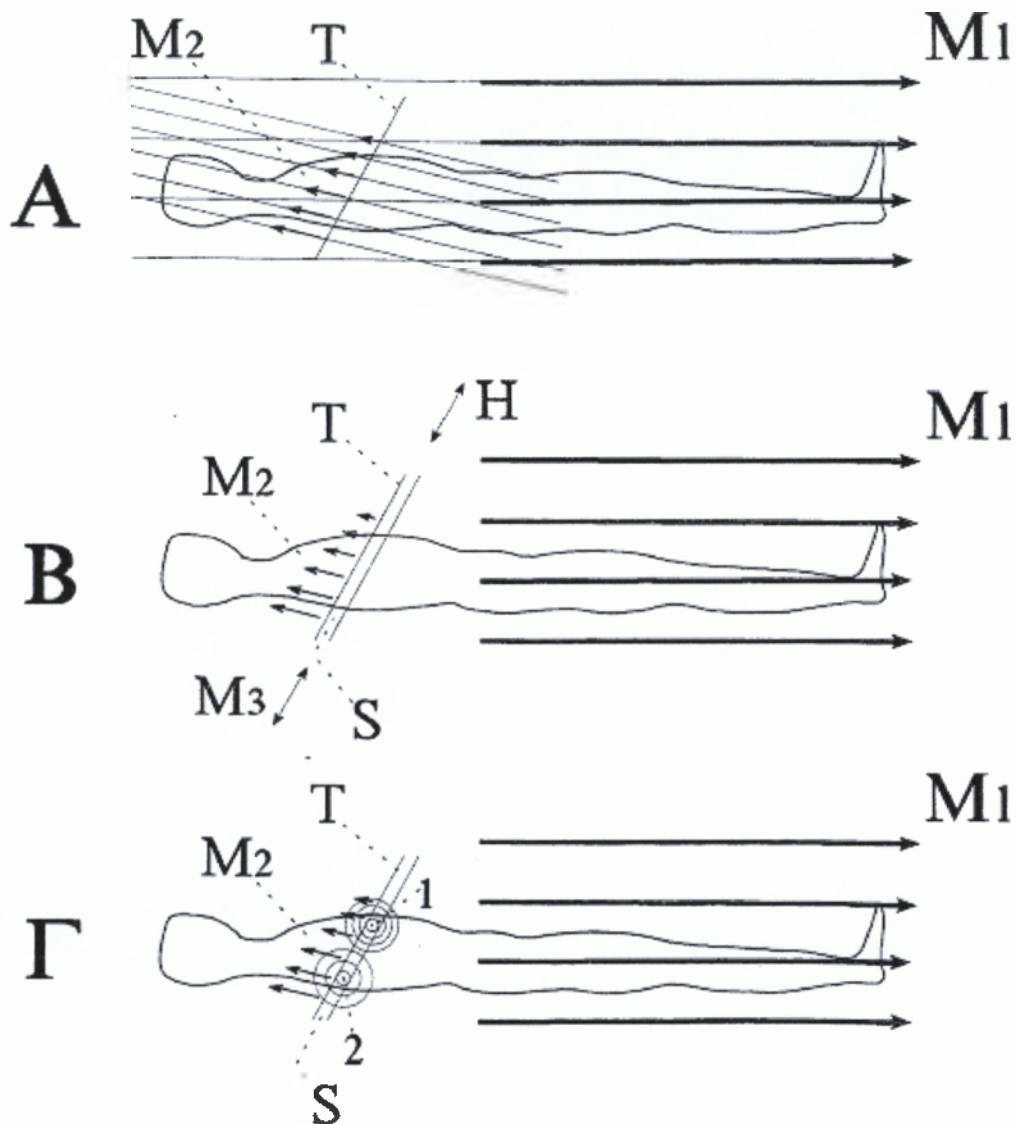
¹⁹ <http://www.howstuffworks.com/mri.htm>

²⁰ <http://www.ee.duke.edu/~ishorev/MRIHomepage/work2.html>

παραγωγής και μείωση του κόστους των μηχανημάτων αυτών. Οι τιμές τους από το 2002, είναι ήδη συγκρίσιμες με αυτές των ακριβότερων αξονικών τομογράφων ακτινών Χ, δηλαδή στην περιοχή των 600.000 έως 900.000 ευρώ για τους περισσότερους τύπους μαγνητικών τομογράφων. Υπάρχουν πάντως και τύποι τέτοιων μηχανημάτων με αυξημένες δυνατότητες, των οποίων το κόστος προσεγγίζει τα 1.500.000 ευρώ.

Οι βάσεις της ακτινολογίας του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού ή της μαγνητικής τομογραφίας, όπως προτιμάται να ονομάζεται σήμερα, είναι, πολύ περιληπτικά, οι παρακάτω:

Ο πυρήνας ενός ατόμου δεν είναι ένα ήρεμο μέρος. Τα νουκλεόνια, δηλαδή τα πρωτόνια και νετρόνια του πυρήνα, βρίσκονται σε συνεχή κίνηση. Ανά ζεύγη κινούνται αντίθετα, με αποτέλεσμα συνολικά να μην προσδίδουν κίνηση στον πυρήνα σαν σύνολο. Στα άτομα όμως με περιττό μαζικό αριθμό, με περιττό δηλαδή αριθμό νουκλεονίων στον πυρήνα, ένα νουκλεόνιο περισσεύει και κινείται μόνο του μέσα στον πυρήνα. Οπότε στα άτομα αυτά το συνολικό αποτέλεσμα των κινήσεων των νουκλεονίων φαίνεται από έξω σαν μία περιστροφική κίνηση του πυρήνα. Και επειδή ο πυρήνας περιέχει θετικό ηλεκτρικό φορτίο (αυτό των πρωτονίων), η περιστροφική κίνηση του φορτίου αυτού δημιουργεί μαγνητικό πεδίο. Αυτό είναι το μαγνητικό πεδίο του πυρήνα του ατόμου. Δηλαδή οι πυρήνες των ατόμων με περιττό μαζικό αριθμό συμπεριφέρονται σαν μικροσκοπικοί μαγνήτες. Ο πυρήνας με τον μικρότερο περιττό μαζικό αριθμό, τον αριθμό 1, είναι ο πυρήνας του ατόμου του υδρογόνου, που αποτελείται μόνο από ένα πρωτόνιο. Αυτό το μοναχικό πρωτόνιο συστρέφεται συνεχώς μέσα στον χώρο του πυρήνα και δημιουργεί το δικό του μαγνητικό πεδίο. Το άτομο του υδρογόνου υπεραφθονεί μέσα στο ανθρώπινο σώμα: Πάνω από τα 2/3 της μάζας του σώματος μας είναι νερό και κάθε μόριο νερού περιέχει δύο άτομα υδρογόνου. Αλλά και όλες οι οργανικές ενώσεις του άνθρακα και του αζώτου που συγκροτούν τα κύτταρα όλων των ιστών περιέχουν και άτομα υδρογόνου.



Σχήμα 4.1: Εξήγηση της τεχνικής MRI

Μόνοι τους οι μαγνητικοί ατομικοί πυρήνες υδρογόνου δεν εξασκούν καμιά επίδραση στο περιβάλλον, ώστε να μπορούν να επισημανθούν από αυτή. Γιατί είναι τόσο πολυπληθείς και τόσο άτακτα προσανατολισμένοι μέσα στους ιστούς, ώστε σαν σύνολο δεν εμφανίζουν εξωτερικά κανένα μαγνητικό πεδίο. Με την τεχνική MRI πετυχαίνουμε όλοι αυτοί οι υπερμικροσκοπικοί μαγνήτες - πυρήνες να εκδηλώσουν την παρουσία τους και μάλιστα να την εκδηλώσουν με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με το είδος του ιστού, μέσα στον οποίο βρίσκονται. Οπότε, με την επισημάνση των θέσεων των πυρήνων, επισημαίνονται

ταυτόχρονα και οι διαφορετικοί ιστοί του ανθρώπινου σώματος. Με την βοήθεια του σχήματος 4.1 δίνεται μία απλοποιημένη εξήγηση του πώς γίνονται αυτά.

Αρχικά (φάση Α στο σχήμα 4.1) ένα ομοιόμορφο, σταθερό και πάρα πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο M_1 , το λεγόμενο **πρωτεύον μαγνητικό πεδίο**, υποχρεώνει σε πλήρη ευθυγράμμιση όλους μαζί τους πυρήνες υδρογόνου μέσα στο σώμα του εξεταζόμενου. Ταυτόχρονα εφαρμόζεται και ένα δευτερεύον μαγνητικό πεδίο M_2 , σταθερό και αυτό αλλά πολύ ασθενέστερο από το πρωτεύον, το οποίο δεν είναι ομοιόμορφο, αλλά η ένταση του παρουσιάζει μία κλιμάκωση κατά την έννοια του ύψους κατά μήκος ενός νοητού επίπεδου T , το οποίο δίνει και μία νοητή τομή T του σώματος του εξεταζόμενου. Έτσι οι πυρήνες υδρογόνου στην νοητή τομή T εκτίθενται σε συνολικό μαγνητικό πεδίο M_1+M_2 , το οποίο έχει διαφορετική ένταση ανάλογα με το ύψος της θέσης τους επάνω στην νοητή διατομή T . Στην περίπτωση του σχήματος, όσο ψηλότερα είναι στην τομή T ένας πυρήνας υδρογόνου, τόσο το M_2 ελαττώνεται και τόσο το συνολικό πεδίο M_1+M_2 πλησιάζει περισσότερο προς το πρωτεύον πεδίο M_1 , και επομένως είναι ισχυρότερο. Χαμηλότερα στην διατομή T το συνολικό πεδίο είναι ασθενέστερο, γιατί το αυξανόμενο M_2 δρα αφαιρετικά από το M_1 .

Στη συνέχεια (φάση Β) ένα τρίτο επίπεδης μορφής εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο M_3 θέτει τους ατομικούς πυρήνες υδρογόνου επάνω στην διατομή T σε ταλάντωση. Το πεδίο M_3 έχει μικρό πάχος S , ώστε να ταλαντώνει τους πυρήνες υδρογόνου μιας λεπτής φέτας πάχους S κατά την διατομή T . Η συχνότητα εναλλαγής του M_3 δεν είναι τυχαία. Επιλέγεται σε μία περιοχή από 6 MHz (6.000.000 Hz, δηλαδή 6.000.000 φορές το δευτερόλεπτο) έως 70 MHz (70.000.000 Hz, δηλαδή 70.000.000 φορές το δευτερόλεπτο). Σε ορισμένες από τις συχνότητες αυτής της περιοχής η ταλάντωση των πυρήνων υδρογόνου συντονίζεται καλύτερα και επομένως μεγιστοποιείται (γι' αυτό η τεχνική αυτή είχε αρχικά ονομασθεί «πυρηνικού συντονισμού»). Από την στιγμή όμως που καθένας από τους υπερμικροσκοπικούς μαγνήτες - πυρήνες υδρογόνου ταλαντώνεται, αποτελεί πλέον ένα περιοδικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο. Επομένως αρχίζει να εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα στις συχνότητες ταλάντωσης του των 6 έως 70 MHz, δηλαδή στην περιοχή των ραδιοκυμάτων.

Καθένας από τους πυρήνες εκπέμπει ελάχιστης ισχύος ραδιοκύματα, σαν να ήταν ο καθένας και ένας υπερμικροσκοπικός ραδιοφωνικός σταθμός. Η συχνότητα κάθε κύματος είναι μεγαλύτερη, όσο δυνατότερο είναι το συνιστάμενο πρωτεύον και δευτερεύον M_1+M_2

μαγνητικό πεδίο, το οποίο προσπαθεί να συγκρατήσει τους πυρήνες. Όσο ψηλότερα είναι ένας πυρήνας στην φέτα S, τόσο ισχυρότερα συγκρατείται από το πεδίο M_1+M_2 και επομένως τόσο η συχνότητα εκπομπής αυξάνεται, ακριβώς όπως ένα σφικτό ελατήριο ταλαντώνεται γρηγορότερα από ότι ένα πιο χαλαρό. Άρα οι ραδιοσυχνότητες εκπομπής ραδιοκυμάτων είναι διαφορετικές για κάθε θέση καθ' ύψος μέσα στην φέτα S. Στο σχήμα (φάση Γ) βλέπουμε να παριστάνονται με ομόκεντρους κύκλους ένα ραδιοκύμα 1 από ψηλότερα στην διατομή T, μεγαλύτερης συχνότητας και μικρότερου (πυκνότερου) μήκους κύματος, και ένα ραδιοκύμα 2 από χαμηλότερα, μικρότερης συχνότητας και μεγαλύτερου (αραιότερου) μήκους κύματος.

Στην φάση Γ, που είναι η τελική, το εναλλασσόμενο πεδίο M_3 καταργείται απότομα. Οι ατομικοί πυρήνες όμως δεν μπορούν να διακόψουν απότομα την ταλάντωση τους, γιατί έχουν μία αδράνεια, η οποία επιτείνεται από την ηλεκτρομαγνητική επίδραση των γειτονικών τους πυρήνων που ταλαντώνονται και αυτοί. Επί ένα μικρό χρονικό διάστημα εξακολουθούν να ταλαντώνονται, με μειούμενη ένταση, μέχρις ότου ηρεμήσουν εντελώς. Αυτό το χρονικό διάστημα κυμαίνεται στην περιοχή από μερικά εκατοστά του δευτερολέπτου έως και κάποια ελάχιστα (1 έως 2 περίπου) δευτερόλεπτα. Το χρονικό αυτό διάστημα, κατά το οποίο, μετά την διακοπή του εναλλασσόμενου μαγνητικού πεδίου, οι ατομικοί πυρήνες εξακολουθούν να ταλαντώνονται και να εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα, λέγεται «χρόνος χαλάρωσης». Ο χρόνος χαλάρωσης είναι μεγαλύτερος στους συνεκτικότερους ιστούς του σώματος. Γιατί μέσα σε ένα συνεκτικότερο ιστό οι ατομικοί πυρήνες είναι πλησιέστεροι και πιο δεμένοι μεταξύ τους, οπότε ταλαντώνονται πιο ομαδικά και πιο συντονισμένα και έτσι αλληλοβοηθούνται να κρατήσουν την ταλάντωση περισσότερο χρόνο. Επομένως εάν π.χ. το ραδιοκύμα 1 διατηρηθεί περισσότερο, αυτό σημαίνει ότι στην περιοχή 1 οι ιστοί είναι συνεκτικότεροι.

Τα ραδιοκύματα που εκπέμπονται κατά την διάρκεια του χρόνου χαλάρωσης, όπως π.χ. αυτά που εκπέμπονται από τα σημεία 1 και 2 της φέτας S, ανιχνεύονται από μία ευαίσθητη κεραία λήψης ραδιοκυμάτων. Η συχνότητα του ραδιοκύματος είναι χαρακτηριστική της θέσης της πηγής του. Η διάρκεια της διατήρησης του ραδιοκύματος είναι χαρακτηριστική της συνεκτικότητας του ιστού, στον οποίο βρίσκεται η πηγή. Έτσι, μέσα στην ελάχιστη διάρκεια του χρόνου χαλάρωσης, η κεραία συγκεντρώνει, υπό την μορφή των καταγραφόμενων ραδιοσυχνοτήτων, ένα τεράστιο πλήθος πληροφοριών για τις θέσεις μέσα στην διατομή T και για την πυκνότητα των ιστών στις θέσεις αυτές. Μέσα στα

ελάχιστα αυτά δευτερόλεπτα όλα αυτά τα δεδομένα πρέπει να διασωθούν. Φυσικά αυτό το έργο μόνο ένας πολύ ισχυρός υπολογιστής μπορεί να το κάνει.

Το πλήθος των σημάτων που αποδίδει μία καλή κεραία είναι τέτοιο και ο διαθέσιμος χρόνος τόσο λίγος, ώστε η καταγραφή τους, η επεξεργασία τους και η μετατροπή τους σε μία ψηφιακή εικόνα να μην είναι εύκολη υπόθεση, ακόμα και για ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η πληροφορική, και σαν υλικό (*hardware*) και σαν λογισμικό (*software*), μόλις στα τέλη της δεκαετίας 1970-80 έφθασε στο σημείο να μπορεί να τα κάνει όλα αυτά μέσα σε παραδεκτό χρόνο. Η πείρα που είχε αποκτηθεί από το λογισμικό των αξονικών τομογράφων (ακτινών X) αποδείχθηκε στο μεταξύ πολύτιμη.

Η κεραία, η οποία αρχίζει να λειτουργεί αμέσως μόλις το M_3 καταργηθεί και αρχίσει ο χρόνος χαλάρωσης, διαβιβάζει ακαριαία όλες τις ραδιοσυχνότητες, καθώς αυτές σβήνουν η μία μετά την άλλη, σε μία μεγάλη διάταξη ενίσχυσης. Από εκεί τις παραλαμβάνει ο υπολογιστής και τις καταγράφει στην μνήμη του. Όσες από αυτές είναι μεγαλύτερες, προέρχονται από λωρίδες ψηλότερα στην διατομή T. Όσες διάρκεσαν περισσότερο, προέρχονται από συνεκτικώτερους ιστούς. Ο υπολογιστής συνθέτει μέσα στην μνήμη του μία εικόνα λωρίδων καθ' ύψος της διατομής T, κάθε μία από τις οποίες έχει και μία διαφορετική συνεκτικότητα. Π.χ. αν η μεγαλύτερη συχνότητα 1 διάρκεσε και περισσότερο από την 2, τότε η λωρίδα της T στο ύψος 1 είναι πυκνότερη από την λωρίδα στο ύψος 2. Αντίθετα, αν η μεγαλύτερη συχνότητα 1 διάρκεσε λιγότερο από την 2, τότε η λωρίδα της T στο ύψος 1 είναι αραιότερη από την λωρίδα στο ύψος 2.

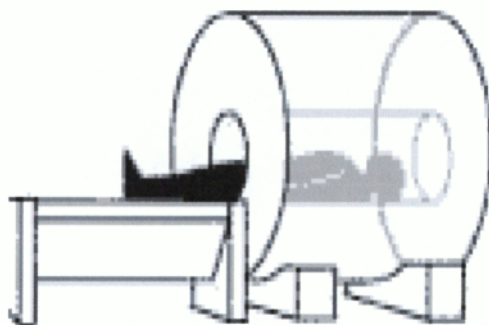
Μία μόνο τέτοια «ριγέ» εικόνα βέβαια δεν αρκεί. Γι' αυτό όλη η διαδικασία (φάσεις A-B-Γ) επαναλαμβάνεται με το εναλλασσόμενο πεδίο M_3 κατά περισσότερες διαφορετικές διευθύνσεις επάνω στην ίδια διατομή T. Στο σχήμα το M_3 έχει διεύθυνση που βρίσκεται επάνω στο χαρτί της σελίδας. Υπάρχουν διαθέσιμες και όλες οι άλλες άπειρες διευθύνσεις που σαρώνουν την T και που δεν είναι επάνω στο χαρτί της σελίδας (αυτή που είναι κάθετη επάνω στην σελίδα, με το M_3 να ταλαντώνεται προς τα μέσα και τα έξω της σελίδας και όλες οι άλλες που είναι υπό διάφορες άλλες κλίσεις ως προς την σελίδα του σχήματος).

Έτσι ο υπολογιστής συγκεντρώνει ένα μεγάλο αριθμό «ριγέ» εικόνων της διατομής T, υπό διαφορετική διεύθυνση η κάθε μία εικόνα. Στην συνέχεια, χρησιμοποιώντας λογισμικό παρεμφερές με εκείνο των υπολογιστών των αξονικών τομογράφων ακτινών X,

διασταυρώνει και συνθέτει όλες μαζί τις εικόνες αυτές και αναπαράγει την διατομή T, με όλες τις διαφορές πυκνότητας ιστών σημείο προς σημείο. Αφού τελειώσει η απεικόνιση της διατομής αυτής, μπορεί να ακολουθήσει μετατόπιση του εξεταζόμενου μέσα στα μαγνητικά πεδία για να αρχίσει η όλη διαδικασία από την αρχή για να ληφθεί εικόνα από άλλη γειτονική διατομή του σώματος του.

Από την σύνθεση της ψηφιακής εικόνας στην μνήμη του υπολογιστή και μετά, ακολουθούν όλες οι γνωστές και από τις περιγραφές των άλλων ακτινολογικών μηχανημάτων δυνατότητες της τεχνολογίας της πληροφορικής: Επεξεργασία για παραπέρα αποσαφήνιση της εικόνας από αντίστοιχο λογισμικό, προβολή της εικόνας σε οθόνη υπολογιστή, σύνθεση τρισδιάστατων εικόνων από σειρές εικόνων διαδοχικών διατομών, σύνθεση οποιωνδήποτε τομών των τρισδιάστατων αυτών εικόνων, αρχειοθέτηση των εικόνων σε μαγνητικά μέσα, δυνατότητα επανεξέτασης τους και άμεσης σύγκρισης τους με εικόνες από προγενέστερες ή μεταγενέστερες εξετάσεις, εκτύπωση εικόνων σε φιλμ κλπ.

4.2 Μαγνητικοί τομογράφοι κλειστού τύπου



Σχήμα 4.2: Μαγνητικός τομογράφος κλειστού τύπου

Σήμερα υπάρχουν στο εμπόριο δύο τύποι μαγνητικών τομογράφων: Οι κλειστού τύπου και οι ανοικτού τύπου. Ο μαγνητικός τομογράφος κλειστού τύπου είναι ο αρχαιότερος από τους δύο τύπους και ο πιο διαδομένος. Στο παρακάτω σχήμα εμφανίζεται μία εξωτερική άποψη ενός τέτοιου μαγνητικού τομογράφου, χωρίς τον υπολογιστή του.

Υπάρχει ένα αρκετά ογκώδες σώμα, το οποίο διαπερνά μία σήραγγα. Σ' αυτήν εισάγεται ο εξεταζόμενος, ξαπλωμένος επάνω σε μια κλίνη, η οποία, όπως και στα άλλα είδη τομογράφων, ολισθαίνει επάνω σε μία βάση και μπορεί να ρυθμισθεί σε διάφορες θέσεις κατά

μήκος. Το μήκος του σώματος και συνεπώς το μήκος της σήραγγας είναι αρκετά μεγάλο, περίπου όσο το ύψος ενός ανθρώπου. Αντίστοιχα, τα μήκη της κλίνης και της βάσης της είναι μεγαλύτερα από ότι σε άλλα είδη τομογράφων. Δεν υπάρχει γύρω από την σήραγγα κινητή στεφάνη, σαν αυτή των αξονικών τομογράφων. Όλο το σώμα αποτελεί ενιαία κατασκευή, χωρίς κινητά εξαρτήματα. Στην πρόσοψη του σώματος διακρίνονται τα χειριστήρια, για τις αρχικές ρυθμίσεις της θέσης της κλίνης. Η θέση του χειριστή με τον υπολογιστή και τα περιφερειακά του δεν εμφανίζονται στο σχήμα. Όλες οι λειτουργίες του μηχανήματος μπορούν να κατευθυνθούν και να αυτοματοποιηθούν μέσω του υπολογιστή. Αφού τοποθετηθεί η κλίνη σε μία κατάλληλη θέση για την λήψη της πρώτης τομής, στην συνέχεια μετακινείται αυτόματα μέσα στην σήραγγα, παράλληλα προς τον άξονα της, στην επόμενη θέση για την λήψη της επόμενης τομής. Μία τυπική μαγνητική τομογραφία χρειάζεται λήψη πολλών τομών, σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους, ακριβώς όπως και κάθε άλλη τομογραφία.

Το πρωτεύον μαγνητικό πεδίο ενός μαγνητικού τομογράφου κλειστού τύπου είναι πραγματικά ισχυρότατο.

Μεταξύ των σπειρών του πρωτεύοντα ηλεκτρομαγνήτη και της σήραγγας υπάρχει περιθώριο, μέσα στο οποίο είναι αναπτυγμένα και τα παρακάτω σημαντικά εξαρτήματα του μαγνητικού τομογράφου.

- ✚ Ένα σύστημα ηλεκτρομαγνητών, οι οποίοι δημιουργούν δευτερεύοντα μαγνητικά πεδία. Τα πηνία των ηλεκτρομαγνητών αυτών έχουν διάφορα σχήματα και διάφορες εσωτερικές διασυνδέσεις, ώστε να μπορούν να παράσχουν δευτερεύοντα μαγνητικά πεδία σε διάφορες θέσεις και υπό διάφορες κλίσεις μέσα στην σήραγγα. Γενικά πάντως περιβάλλουν την σήραγγα σχεδόν καθ' όλο το μήκος της και αυτά.
- ✚ Ένα σύστημα ηλεκτρομαγνητών για την δημιουργία του εναλλασσόμενου πεδίου, το οποίο ενεργεί επάνω σε μία στενή περιοχή («φέτα») του σώματος του εξεταζόμενου και κατά μήκος της προς απεικόνιση νοητής τομής. Το σύστημα αυτό μπορεί να παράσχει εναλλασσόμενο πεδίο κατά διάφορες εγκάρσιες (δηλ. κάθετες επί τον άξονα της σήραγγας) διευθύνσεις επάνω στην τομή. Είναι εντοπισμένο στο μέσο περίπου της σήραγγας, σε μία ζώνη γύρω της.
- ✚ Μία κυλινδρικού σχήματος κεραία λήψης ραδιοκυμάτων, τυλιγμένη και αυτή γύρω από την σήραγγα, η οποία συλλαμβάνει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που

εκπέμπουν οι ατομικοί πυρήνες κατά τον χρόνο χαλάρωσης τους. Στους σύγχρονους τύπους μαγνητικών τομογράφων η κεραία είναι ένα ενοποιημένο σύστημα με το προηγούμενο, αυτό του εναλλασσόμενου μαγνητικού πεδίου.

Με όλα αυτά, το σώμα ενός μαγνητικού τομογράφου κλειστού τύπου γίνεται μία ογκώδης και βαριά κατασκευή. Ζυγίζει πάνω από 5.000 Kg (ή 5 τόνους). Ωστόσο, με τον υπεραγώγιμο ηλεκτρομαγνήτη γίνεται μία τεράστια οικονομία βάρους. Τα πρώτα μηχανήματα NMR., τα οποία δεν είχαν υπεραγώγιμο ηλεκτρομαγνήτη, για να παράγουν το πρωτεύον πεδίο τους είχαν ένα τερατώδες σύστημα πρωτευόντων ηλεκτρομαγνητών που ζύγιζε μόνο του πάνω από 100 τόνους! Χωρίς τους υπεραγώγιμους ηλεκτρομαγνήτες είναι ζήτημα αν θα μπορούσαν ποτέ να κατασκευασθούν τέτοια μηχανήματα σε βιομηχανική κλίμακα.

Σήμερα επικρατεί ολοένα και περισσότερο η τάση να κατασκευάζονται, σαν παρελκόμενα των μαγνητικών τομογράφων, μικρότερα φορητά συστήματα ηλεκτρομαγνητών και κεραίων, τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν επάνω στην κλίνη. Όταν χρησιμοποιούνται αυτά, δεν χρειάζεται να λειτουργούν τα βοηθητικά μαγνητικά πεδία ή η κεραία της σήραγγας του τομογράφου. Εκτός από το πρωτεύον μαγνητικό πεδίο, το οποίο χρειάζεται πάντα να παρέχεται από τον πρωτεύοντα ηλεκτρομαγνήτη, όλα τα άλλα γίνονται από τα φορητά συστήματα αυτά, τα οποία είναι καλύτερα προσαρμοσμένα σε συγκεκριμένα μέλη του ανθρώπινου σώματος. Έχουν, καταλληλότερα για τα μέλη αυτά σχήματα και μπορούν να δημιουργήσουν καταλληλότερα πεδία, να λάβουν λοξές ή και διαμήκεις ακόμα τομές και να συλλάβουν με τις καλύτερα προσαρμοσμένες κεραίες τους καθαρότερα τα ραδιοκύματα των ατομικών πυρήνων. Τα συστήματα αυτά είναι γνωστά στην αγορά των μαγνητικών τομογράφων με τον αγγλικό όρο «**coils**», που σημαίνει κατά λέξη «πηνία». Στην πραγματικότητα είναι πλήρη, αν και πολύ μικρά σε σχέση με το όλο μηχανήμα, συστήματα πηνίων ηλεκτρομαγνητών και κεραίων λήψης μαζί. Επειδή περιέχουν πάντα και μία κεραία ειδικού σχήματος, θα τα αποκαλέσουμε εδώ «**ειδικές κεραίες**».

Υπάρχουν πολλές ειδικές κεραίες διαφόρων σχημάτων, από τις οποίες κάθε μία είναι κατάλληλη για ορισμένο μέλος ή περιοχή του ανθρώπινου σώματος. Τοποθετούνται επάνω στην κλίνη του τομογράφου ή στηρίζονται επάνω στο σώμα του εξεταζόμενου, γύρω από το αντίστοιχο μέλος του σώματος ή κατά μήκος της εξεταζόμενης περιοχής. Και

εισάγονται μαζί με τον εξεταζόμενο μέσα στην σήραγγα του τομογράφου. Μερικά σημαντικά παραδείγματα τέτοιων ειδικών κεραιών είναι τα παρακάτω:

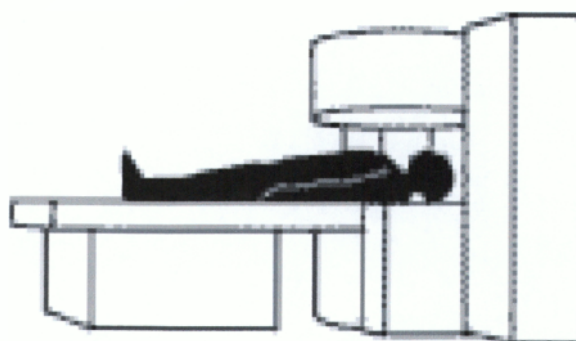
- ♦ **Κεραίες σχήματος κυλινδρικού κράνους**, κατάλληλες για εξετάσεις της κεφαλής και της αυχενικής περιοχής. Μπορούν να απεικονίσουν και εγκάρσιες και διαμήκεις τομές.
- ♦ **Κεραίες μακρού επίπεδου σχήματος**, για την εξέταση τμημάτων ή ολόκληρης της σπονδυλικής στήλης. Μπορούν να απεικονίσουν διαμήκεις τομές. Οι κεραίες αυτές απλώνονται επάνω στην κλίνη και έχουν κατάλληλα περιβλήματα, ώστε οι εξεταζόμενοι να μπορούν να ξαπλώσουν άνετα επάνω τους.
- ♦ **Κεραίες ειδικών κοίλων σχημάτων για την εξέταση διατομών διαφόρων αρθρώσεων**. Υπάρχουν άλλες ειδικές για τα γόνατα, άλλες ειδικές για τους αγκώνες, άλλες ειδικές για τις ωμοπλάτες κλπ.
- ♦ **Κεραίες άλλων ειδικών σχημάτων**, προσαρμοζόμενες στις περιοχές γύρω ή κοντά σε διάφορα όργανα του ανθρώπινου σώματος, ιδίως στην περιοχή του κεφαλιού. Υπάρχουν κεραίες κατάλληλες για τις περιοχές των οφθαλμών, άλλες κατάλληλες για τις περιοχές των εξωτερικών και εσωτερικών των αυτιών, άλλες κατάλληλες για τις περιοχές των γνάθων κλπ.

Επί πλέον όλων αυτών, υπάρχουν και τα ηλεκτρονικά συστήματα των μαγνητικών τομογράφων. Οι κεραίες (είτε η μεγάλη του σώματος του τομογράφου είτε οι ειδικές μικρές) διασυνδέονται με το ηλεκτρονικό σύστημα διαχωρισμού, φιλτραρίσματος και ενίσχυσης των ραδιοκυμάτων, το οποίο πάλι διαβιβάζει τα ενισχυμένα και ξεκαθαρισμένα σήματα στον υπολογιστή του τομογράφου. Τα ηλεκτρονικά γενικότερα και οι υπολογιστές ειδικότερα ενός μαγνητικού τομογράφου είναι πάντα ότι καλύτερο είχε να επιδείξει η ηλεκτρονική τεχνολογία στην εποχή που κατασκευάστηκε και λειτούργησε το καθένα από τα μηχανήματα αυτά. Γιατί η περισυλλογή και η επεξεργασία σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα του κατακλυσμού πληροφοριών που συλλέγουν οι κεραίες είναι πραγματικά ένα titάνιο έργο. Εννοείται ότι όλα αυτά τα συστήματα είναι σε ξεχωριστό χώρο και μέσα σε μία πολύ καλά μελετημένη ηλεκτρομαγνητική θωράκιση, για να μην κινδυνεύουν από τα μαγνητικά πεδία που αναπτύσσονταν γύρω από και μέσα στην σήραγγα του τομογράφου.

4.3 Μαγνητικοί τομογράφοι ανοικτού τύπου

Οι μαγνητικού τομογράφοι ανοικτού τύπου είναι νέα μηχανήματα. Εμφανίζονται στα εξεταστικά κέντρα από το 1994 και μετά. Στον τύπο αυτό τομογράφου ο εξεταζόμενος δεν τοποθετείται κατά μήκος του άξονα του πρωτεύοντα ηλεκτρομαγνήτη. Αυτό επιτρέπει την τοποθέτηση «οπλισμού» στα πηνία του ηλεκτρομαγνήτη αυτού. Ο οπλισμός είναι ένας κύλινδρος από σιδηρομαγνητικό μέταλλο που τοποθετείται μέσα στις σπείρες του ηλεκτρομαγνήτη. Τα άτομα του σιδηρομαγνητικού μετάλλου αποτελούν μαγνητικά δίπολα, τα οποία διατάσσονται σύμφωνα με το αρχικό μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από τον ηλεκτρομαγνήτη. Έτσι το αρχικό πεδίο ενισχύεται από το πεδίο όλων των ατόμων του οπλισμού. Το αρχικό πεδίο ενισχύεται κατά 10.000 περίπου φορές, οπότε δίνεται η δυνατότητα να αναπτυχθούν αρκετά ισχυρά πεδία χωρίς την βοήθεια της κρουγενικής.

Το κόστος των μαγνητικών τομογράφων ανοικτού τύπου είναι πολύ μικρότερο, γιατί δεν έχουν κρουγενική εγκατάσταση. Γι' αυτό οι μαγνητικοί τομογράφοι ανοικτού τύπου κέρδισαν ένα σημαντικό μερίδιο της αγοράς. Δεν μπορούν όμως να εκτοπίσουν τους τομογράφους κλειστού τύπου, γιατί τα ισχυρότερα πεδία των τελευταίων τους καθιστούν ικανούς να κάνουν και τις δυσκολότερες εξετάσεις. Επί πλέον, η διατήρηση του πρωτεύοντος μαγνητικού πεδίου σε ένα μη υπεραγωγίμο πηνίο τομογράφου ανοικτού τύπου κοστίζει συνεχώς ενέργεια, λόγω της αντίστασης του καλωδίου. Ενώ σε ένα υπεραγωγίμο πηνίο τομογράφου κλειστού τύπου το ρεύμα μπορεί να ρέει επ' αόριστο χωρίς ουσιαστική δαπάνη ενέργειας, λόγω του εκμηδενισμού της ηλεκτρικής αντίστασης. Έτσι οι δύο τύποι μαγνητικών τομογράφων φαίνεται ότι θα συνυπάρχουν στο άμεσο μέλλον. Στο σχήμα 4.3 που ακολουθεί φαίνεται πώς είναι ένας μαγνητικός τομογράφος ανοικτού τύπου.



Σχήμα 4.3: Μαγνητικός τομογράφος ανοικτού τύπου

Η κλίνη, μαζί με το σώμα του εξεταζόμενου, μπορεί να κινηθεί κάθετα επί το επίπεδο του σχήματος, ώστε να εισάγεται στο πρωτεύον μαγνητικό πεδίο η επιθυμητή περιοχή του σώματος. Στους τομογράφους κλειστού τύπου το πρωτεύον πεδίο είναι παράλληλο προς το σώμα του εξεταζόμενου, αλλά αυτή η διαφορά δεν έχει καμιά σημασία. Απλά ο προσανατολισμός των μαγνητικών ατομικών πυρήνων μέσα στο σώμα του εξεταζόμενου είναι διαφορετικός. Στο εμπρός μέρος του μηχανήματος υπάρχει χειριστήριο για τις χονδρικές ρυθμίσεις. Ο λεπτομερής χειρισμός γίνεται από τον υπολογιστή, ο οποίος δεν εμφανίζεται στο σχήμα.

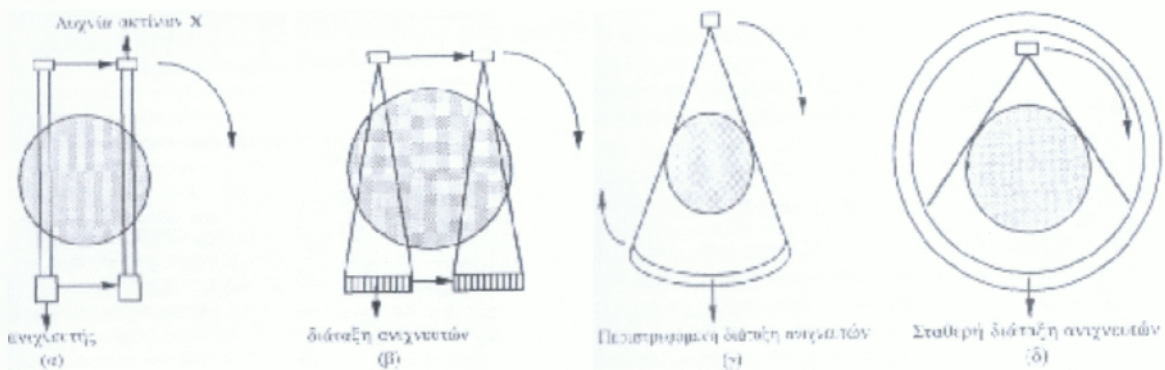
Μέσα σε θήκες κοντά στην κλίνη υπάρχει χώρος για τα συστήματα των μικρότερων ηλεκτρομαγνητών, με την βοήθεια των οποίων παράγονται το δευτερεύον και το εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο. Το σύστημα του εναλλασσόμενου πεδίου λειτουργεί και σαν κεραία λήψης ραδιοκυμάτων. Επάνω στην κλίνη του εξεταζόμενου μπορούν να τοποθετηθούν και όλες οι ειδικές κεραίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται και στους τομογράφους κλειστού τύπου. Τα ηλεκτρονικά συστήματα λήψης των ραδιοκυμάτων, ενίσχυσης και επεξεργασίας των σημάτων και οι υπολογιστές δεν διαφέρουν από τα αντίστοιχα συστήματα των μαγνητικών τομογράφων κλειστού τύπου.

Ένα σοβαρό πλεονέκτημα των μαγνητικών τομογράφων ανοικτού τύπου απέναντι στους κλειστού τύπου είναι η πολύ μεγαλύτερη άνεση για τον εξεταζόμενο και η πρόσβαση που προσφέρουν στον χώρο της κλίνης. Η μεγάλη ευχέρεια πρόσβασης που παρέχει ο τομογράφος ανοικτού τύπου επέτρεψε την κατασκευή τέτοιων τομογράφων ειδικά για χειρουργεία. Κατά την χρήση ενός τέτοιου τομογράφου, ο χειρουργός εργάζεται με τα χέρια και τα εργαλεία μέσα στο μαγνητικό πεδίο του μηχανήματος, όπου βρίσκεται και ο εγχειριζόμενος. Οι θέσεις των δύο μερών του πρωτεύοντα ηλεκτρομαγνήτη είναι δεξιά και αριστερά του χειρουργού, ώστε να αφήνεται ελεύθερος ο χώρος από επάνω από τον ασθενή και να εργάζεται άνετα ο χειρουργός. Κάθε στιγμή, σε μία οθόνη απέναντι του, ο χειρουργός μπορεί να παρακολουθεί με απόλυτη ακρίβεια την πρόοδο σε βάθος της επέμβασης κατά διάφορες νοητές τομές της περιοχής της και έτσι γνωρίζει τι πρόκειται να αντιμετωπίσει προχωρώντας. Η παρακολούθηση μπορεί να είναι συνεχής επί ολόκληρες ώρες, γιατί δεν υπάρχουν επικίνδυνες ακτινοβολίες X ή γ. Τα μηχανήματα αυτά αποδείχθηκαν εξαιρετικά χρήσιμα σε περιπτώσεις λεπτών επεμβάσεων μέσα σε ευαίσθητα όργανα του σώματος, όπως ο εγκέφαλος, το συκώτι και άλλα. Βέβαια χρειάστηκε να

κατασκευασθούν και χειρουργικά εργαλεία από μη μεταλλικά υλικά, ώστε να μην επηρεάζονται από τα μαγνητικά πεδία των μηχανημάτων αυτών.

Με την πάροδο του χρόνου αναπτύχθηκαν διάφορες γενιές μαγνητικών τομογράφων, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη γεωμετρία, οι οποίοι χρησιμοποιούνται από τα διάφορα ιδρύματα στη χώρα μας. Πέντε γενιές τομογράφων έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα. Οι τέσσερις περισσότερο χρησιμοποιούμενες από αυτές είναι αυτές που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 4.4) και περιγράφονται αμέσως.

4.4 Γενιές τομογράφων



Σχήμα 4.4: Γενιές τομογράφων

Στους τομογράφους **πρώτης γενιάς**, η λεπτή δέσμη ακτίνων X και ο ανιχνευτής ακτινοβολίας μετατοπίζονται παράλληλα, ενώ για κάθε νέα προβολή όλο το σύστημα περιστρέφεται κατά σταθερή γωνία. Για 180 προβολές απαιτούνται 180 περιστροφικές κινήσεις κατά γωνία μιας μοίρας. Ο απαιτούμενος χρόνος για τη λήψη μιας τομής είναι μεγάλος και είναι περίπου πέντε λεπτά.

Στους τομογράφους **δεύτερης γενιάς**, χρησιμοποιούνται περισσότεροι του ενός ανιχνευτές και δέσμες μικρής απόκλισης για να καταγράψουν περισσότερες της μιας προβολές σε κάθε παράλληλη μετατόπιση. Αν η γωνία απόκλισης είναι είκοσι μοίρες και χρησιμοποιηθεί διάταξη 20 ανιχνευτών ακτινοβολίας, τότε καταγράφονται 20 προβολές σε κάθε παράλληλη μετατόπιση και απαιτούνται μόνο 9 περιστροφικές κινήσεις για να πάρουμε 180 προβολές. Είναι προφανές ότι με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η ταχύτητα σάρωσης του αντικειμένου. Εδώ ο χρόνος σάρωσης μειώνεται στα 30 δευτερόλεπτα.

Στη **τρίτη γενιά** τομογράφου, αυξάνοντας τη γωνία απόκλισης της δέσμης και χρησιμοποιώντας περιστρεφόμενη διάταξη μερικών εκατοντάδων ανιχνευτών, αποφεύγουμε εντελώς τη γραμμική μετατόπιση. Η απλή περιστροφική κίνηση απλοποιεί τον μηχανολογικό σχεδιασμό του συστήματος και αυξάνει κατά πολύ την ταχύτητα σάρωσης. Ο χρόνος συλλογής των δεδομένων είναι μόλις 1 δευτερόλεπτο. Για την απόρριψη της σκεδασμένης ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται διαφράγματα βολφραμίου.

Στη **τέταρτη γενιά** η βασική ιδέα είναι ίδια με εκείνη της τρίτης γενιάς όμως η διάταξη ανιχνευτών γύρω από τον ασθενή παραμένει σταθερή. Υπάρχει μια πηγή αποκλίνουσας δέσμης η οποία περιστρέφεται ενώ η ανιχνευτική διάταξη παραμένει σταθερή. Περιλαμβάνεται δακτύλιος με 600 – 4800 ανεξάρτητες συσκευές. Χρησιμοποιούνται δύο διαφορετικές γεωμετρίες: Περιστρεφόμενη πηγή μέσα σε σταθερή διάταξη και περιστρεφόμενη πηγή έξω από διάταξη ανιχνευτών με δυνατότητα μεταβολής του επιπέδου. Ο χρόνος που απαιτείται από αυτούς τους τομογράφους είναι ίδιος με αυτών της τρίτης γενιάς.

Οι τομογράφοι πέμπτης γενιάς έχουν την ιδιαιτερότητα ότι η πηγή των ακτινών X αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της σχεδίασης του συστήματος. Η διάταξη των ανιχνευτών παραμένει σταθερή ενώ μια υψηλής ενέργειας δέσμη ηλεκτρονίων οδηγείται ηλεκτρονικά σε μια κυκλική άνοδο βολφραμίου. Οι ακτίνες X παράγονται στο σημείο πρόσπτωσης των ηλεκτρονίων στην άνοδο με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας πηγής ακτινοβολίας που περιστρέφεται γύρω από τον ασθενή χωρίς κινούμενα τμήματα. Ο χρόνος σάρωσης κυμαίνεται από 50 έως 100 χιλιοστά του δευτερολέπτου.

4.5 Δυνατότητες και περιορισμοί της μαγνητικής τομογραφίας²¹

Όσο σύνθετη και μακροσκελής και αν φαίνεται η περιγραφή του τρόπου λειτουργίας των μαγνητικών τομογράφων που έγινε, στην πραγματικότητα είναι μία πάρα πολύ απλοποιημένη και πάρα πολύ περιληπτική περιγραφή. Υπάρχουν μεγάλες περιοχές τιμών για τα μεγέθη των μαγνητικών πεδίων και της συχνότητας του εναλλασσόμενου πεδίου. Υπάρχουν άπειροι τρόποι συνδυασμού των μαγνητικών πεδίων μεταξύ τους. Υπάρχουν και διάφοροι τρόποι, απότομης ή προοδευτικής, διακοπής του εναλλασσόμενου

²¹ Ευφραιμίδης Δημοσθένης, «Διαχείριση τεχνολογίας μονάδων υγείας και πρόνοιας»

μαγνητικού πεδίου και διαχείρισης του χρόνου χαλάρωσης. Τέλος υπάρχουν και πολλές διαφορετικές μέθοδοι ανάλυσης των εκπεμπόμενων από τους ατομικούς πυρήνες ραδιοκυμάτων. Για κάθε ειδικότερη περίπτωση εξέτασης, υπάρχει και μία σειρά τρόπων λειτουργίας του μαγνητικού τομογράφου για να επιλέξει κανείς. Επί πλέον, τα ραδιοκύματα δεν υφίστανται σοβαρή απόσβεση κατά την διόδο τους μέσα από ιστούς του σώματος και άρα, βασικά, δεν μπορούν κάποιοι ιστοί του σώματος να εμποδίσουν την εξέταση άλλων ιστών. Με την κατάλληλη επιλογή των λεπτομερειών της λειτουργίας είναι εφικτή η απεικόνιση οποιουδήποτε ιστού και οποιουδήποτε σχηματισμού μέσα στο ανθρώπινο σώμα.

Πιθανά παραδείγματα ακολουθούν:

Μπορεί να απεικονισθεί ο νωτιαίος μυελός μέσα στην σπονδυλική στήλη, χωρίς να επηρεάζεται η εικόνα από τους οστικούς ιστούς των σπονδύλων που τον περιβάλλουν. Μπορεί να απεικονισθεί όλο το κυκλοφοριακό σύστημα του εγκεφάλου χωρίς την επικίνδυνη διαδικασία εισαγωγής σκιαγραφικού μέσου μέσω της καρωτίδας. Μπορούν να αποκαλύψουν όγκοι και κύστες μέσα σε οποιοδήποτε όργανο, αδένα ή ιστό γενικότερα, οσοδήποτε και αν παρεμποδίζεται η απ' ευθείας παρατήρηση λόγω της παρουσίας γύρω τους άλλων πυκνότερων ιστών. Μπορούν να διακριθούν μεταξύ τους ιστοί που έχουν την ίδια πυκνότητα, αρκεί να διαφέρουν ως προς την χημική τους σύνθεση ή την υφή τους. Και όλα αυτά μπορούν να γίνουν κατά οποιοδήποτε επίπεδο τομής υπό οποιαδήποτε κλίση. Δεν υπάρχει όριο στις δυνατότητες απεικόνισης της μαγνητικής τομογραφίας. Με την τεχνολογία αυτή το ανθρώπινο σώμα γίνεται κυριολεκτικά διαφανές.

Και αυτά έχουν ήδη επιτευχθεί με την αξιοποίηση των μαγνητικών ιδιοτήτων των ατομικών πυρήνων του υδρογόνου και μόνο. Αλλά στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν και άλλα ενδιαφέροντα άτομα με περιττό μαζικό αριθμό, δηλαδή με πυρήνα μαγνητικό, προς τα οποία έχει στραφεί η έρευνα σήμερα. Ένα άτομο που φαίνεται ότι θα αρχίσει γρήγορα να αξιοποιείται είναι του φωσφόρου με μαζικό αριθμό 31 (P-31). Το άτομο αυτό έχει ένα κεντρικό ρόλο στην διακίνηση ενέργειας μέσα στους ιστούς. Η λήψη τομογραφιών που δείχνουν την κατανομή του και την διάδοση του αποκαλύπτει πολλές λεπτομέρειες της λειτουργίας των οργάνων, του μυϊκού συστήματος και του σώματος γενικότερα. Με την παρακολούθηση και άλλων κατάλληλων ατόμων που έχουν μαγνητικούς πυρήνες, και άλλες λειτουργίες του οργανισμού μπορούν να διερευνηθούν.

Αυτές οι εξετάσεις μπορούν να υποκαταστήσουν αντίστοιχες σπινθηρογραφικές εξετάσεις, χωρίς να χρειάζονται ραδιοσκευάσματα και ακτινοβολίες γ. Η ονομασία που τους δίνεται προς το παρόν είναι «μαγνητική φασματοτομογραφία» (**magnetic resonance spectroscopy, MRS**), επειδή ο κάθε μαγνητικός πυρήνας έχει την δική του περιοχή (το δικό του φάσμα) συχνοτήτων μαγνητικού συντονισμού και συχνοτήτων εκπομπής ραδιοκυμάτων. Προς το παρόν οι μαγνητικοί φασματοτομογράφοι βρίσκονται στο πειραματικό και ερευνητικό στάδιο, αλλά η εμφάνισή τους στα εξεταστικά κέντρα πρέπει να θεωρείται ζήτημα λίγου χρόνου.

Μαζί με όλα αυτά, πρέπει να συνεκτιμηθεί το ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν φαίνεται να είναι επικίνδυνη για τον εξεταζόμενο. Ακόμα και αν αποδειχθεί κάποτε ότι ενέχει κάποιους κινδύνους, αυτοί οπωσδήποτε θα είναι εντελώς αμελητέοι μπροστά στους κινδύνους από τις ακτινοβολίες X και γ. Επομένως, παρ' όλη την μεγάλη διάρκεια της, η μαγνητική τομογραφία μπορεί να επαναλαμβάνεται όσο συχνά χρειασθεί.

Κατόπιν αυτών η μαγνητική τομογραφία πρέπει να θεωρείται σαν η ακτινολογική εξέταση του μέλλοντος. Σήμερα ένα εμπόδιο είναι ακόμα τα κόστη των μηχανημάτων, αλλά αυτά πλέον δεν είναι πάρα πολύ μεγαλύτερα από τα κόστη των αξονικών τομογράφων (ακτινών X), ενώ τα κόστη των μαγνητικών τομογράφων ανοικτού τύπου είναι αρκετά χαμηλότερα. Σήμερα η μαγνητική τομογραφία είναι η προτιμώμενη εξέταση για την διάγνωση και παρακολούθηση βαρειών ή χρόνιων ασθενειών. Χρησιμοποιείται επίσης σε κάθε περίπτωση που οι άλλες ακτινολογικές εξετάσεις δεν έχουν την δυνατότητα να παράσχουν παραδεκτή απεικόνιση. Το κυριότερο εμπόδιο για την παραπέρα εξάπλωση της χρήσης της είναι η μεγάλη χρονική διάρκεια της εξέτασης.

Αν και υπάρχουν εξετάσεις που γίνονται σε λίγα λεπτά, ο κανόνας είναι μία ολοκληρωμένη μαγνητική τομογραφία να χρειάζεται τουλάχιστο μισή ώρα για να τελειώσει. Η λήψη εικόνας και από μία μόνο τομή χρειάζεται καθαρό χρόνο της τάξης του ενός λεπτού ή περισσότερο. Δύσκολες εξετάσεις μπορεί να χρειασθούν λήψη εικόνας από μέχρι και 40 διαδοχικές τομές. Εάν προστεθούν και οι διάφοροι βοηθητικοί και ενδιάμεσοι χρόνοι, η συνολική διάρκεια μιας τέτοιας εξέτασης μπορεί να φθάσει την μία ολόκληρη ώρα. Δεν είναι εύκολη υπόθεση η ακινησία επί μία ώρα μέσα σε μία κλειστή σήραγγα διαμέτρου λίγο περισσότερο από μισό μέτρο. Βέβαια οι σήραγγες αερίζονται και φωτίζονται απαλά, αλλά αυτά τελικά ελάχιστη παρηγοριά προσφέρουν. Αυτή η διάρκεια

έχει πολλές δυσμενείς συνέπειες και παρενέργειες, οι οποίες μπορούν να διακριθούν σε τρεις ομάδες:

- **Το άγχος που προκαλείται στον εξεταζόμενο.** Εξ αιτίας κυρίως των κινδύνων από το άγχος δεν επιτρέπεται η εξέταση εγκύων γυναικών σε μαγνητικούς τομογράφους, αν και στην περίπτωση αυτή υπάρχουν σήμερα ακόμα και οι επιφυλάξεις για το κατά πόσο η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία θα μπορούσε να προκαλέσει βλάβες στα έμβρυα. Καρδιοπαθείς και υπερτασικοί κινδυνεύουν επίσης από το άγχος. Μικρά παιδιά ή άλλα ευαίσθητα άτομα (π.χ. κλειστοφοβικοί) είναι πολύ δύσκολο να πεισθούν να εξετασθούν σε μαγνητικούς τομογράφους κλειστού τύπου και μπορεί να χρειασθούν αναισθησία. Οι μαγνητικοί τομογράφοι ανοικτού τύπου είναι πολύ πιο άνετοι, αλλά και αυτοί ακόμα προκαλούν άγχος με τον όγκο τους, σε συνδυασμό πάντα με τον μεγάλο χρόνο ακινησίας.
- **Τεχνικά προβλήματα, επειδή δεν είναι δυνατό να ηρεμεί πλήρως το σώμα του εξεταζόμενου επί τόσο μεγάλους χρόνους.** Ακόμα και υπό συνθήκες πλήρους αναισθησίας, υπάρχουν μερικές κινήσεις οι οποίες δεν διακόπτονται, όπως η αναπνοή, η κυκλοφορία του αίματος και η λειτουργία της καρδιάς, οι κινήσεις του πεπτικού συστήματος κλπ. Πολύ περισσότερες κινήσεις γίνονται όταν, όπως συνήθως, δεν εφαρμόζεται αναισθησία. Αυτές μπορεί να μην έχουν ιδιαίτερη σημασία σε άλλου είδους ακτινολογικές εξετάσεις, όπου κάθε εικόνα λαμβάνεται μέσα σε ένα μικρό κλάσμα του δευτερολέπτου. Αλλά στην περίπτωση της μαγνητικής τομογραφίας, όπου κάθε εικόνα λαμβάνεται μέσα στον χρόνο χαλάρωσης που μπορεί και να ξεπερνάει το ένα δευτερόλεπτο, αποτελούν πρόβλημα.
- **Οικονομικές παρενέργειες.** Ο μεγάλος χρόνος της εξέτασης, σε συνδυασμό με το μεγάλο κόστος της απαιτούμενης επένδυσης, αυξάνει δυσανάλογα το κόστος των μαγνητικών τομογραφιών.

Πάντως, αν και ο χρόνος της εξέτασης παραμένει ακόμα μεγάλος, υπάρχουν προοπτικές βελτίωσης της τεχνολογίας, με τις οποίες φαίνεται ότι κάποτε ο χρόνος αυτός θα περιορισθεί πολύ. Ένας στόχος διάρκειας όχι παραπάνω από 15 λεπτά και για την δυσκολότερη ακόμα εξέταση φαίνεται εφικτός για το όχι μακρινό μέλλον. Και για την αντιμετώπιση του προβλήματος των κινήσεων έχουν ήδη επινοηθεί μερικές τεχνικές αυτόματου συγχρονισμού της λήψης των εικόνων με τις φάσεις των κινήσεων αυτών, ώστε

οι εικόνες να λαμβάνονται σε κατάλληλα χρονικά διαστήματα, μέσα στα οποία οι κινήσεις αυτές ελαχιστοποιούνται. Οι τεχνικές αυτές βασίζονται σε αισθητήρες που προσαρμόζονται σε κατάλληλα σημεία του σώματος του εξεταζόμενου και συνδέονται με το σύστημα αυτοματισμού του τομογράφου. Έτσι μπορεί π.χ. η λήψη της τομής να ξεκινάει λίγο μετά από τον κτύπο της καρδιάς, όταν πλησιάζει η ολοκλήρωση της εκπνοής κλπ.

Εκτός από το πρόβλημα του κόστους και το μεγάλο (ακόμα) πρόβλημα της χρονικής διάρκειας, υπάρχουν και μερικά άλλα εμπόδια για την γενίκευση των εξετάσεων σε μαγνητικούς τομογράφους, τα οποία οφείλονται στις δράσεις των μαγνητικών πεδίων:

- Δεν είναι δυνατή η πραγματοποίηση μαγνητικής τομογραφίας σε εξεταζόμενους που έχουν μεταλλικά αντικείμενα μέσα στο σώμα τους. Εάν τα αντικείμενα αυτά είναι σίδηρο-μαγνητικά, μπορούν να μετατοπισθούν υπό την επήρεια του πρωτεύοντος μαγνητικού πεδίου και να προκαλέσουν εσωτερικά τραύματα. Τέτοια αντικείμενα είναι τα τεχνητά μεταλλικά προσθέματα από εγχειρήσεις, όπως τεχνητά τμήματα κρανίου και άλλων οστών, οι μεταλλικές τεχνητές αρθρώσεις και οι μεταλλικές αποφρακτικές λαβίδες για κατεστραμμένα αγγεία. Άλλα τέτοια αντικείμενα είναι θραύσματα και βλήματα μέσα σε νέα ή παλιά κλεισμένα τραύματα, καθώς και μικροσκοπικά τρίμματα μετάλλων μέσα σε ευαίσθητους ιστούς, όπως αυτά που μπορεί να υπάρχουν μέσα στα μάτια των εργαζομένων σε μεταλλουργίες, πολλές φορές χωρίς να τους ενοχλούν λόγω του μικροσκοπικού τους μεγέθους.
- Ακόμα και αν ένα μεταλλικό αντικείμενο δεν είναι σιδηρομαγνητικό, μπορούν μέσα του να αναπτυχθούν ρεύματα από ηλεκτρομαγνητική επαγωγή υπό την επήρεια του εναλλασσόμενου μαγνητικού πεδίου, τα οποία ρεύματα με την σειρά τους μπορούν να υπερθερμάνουν το αντικείμενο αυτό και να προκαλέσουν εγκαύματα.
- Καρδιοπαθείς με εμφυτευμένους τεχνητούς βηματοδότες δεν επιτρέπεται ούτε να πλησιάζουν σε χώρους όπου υπάρχουν μαγνητικοί τομογράφοι, γιατί τα μαγνητικά πεδία του τομογράφου μπορούν με ηλεκτρομαγνητική επαγωγή να προκαλέσουν μοιραία δυσλειτουργία ή βλάβη στα κυκλώματα του βηματοδότη.

Παράλληλα, η χρήση των μαγνητικών πεδίων και η ανάγκη να ανιχνεύονται ασθενή ραδιοκύματα δημιουργεί μερικά προβλήματα προστασίας και ασφάλειας, τα οποία πρέπει

να αντιμετωπίζονται σωστά. Ο χώρος εγκατάστασης ενός μαγνητικού τομογράφου χρειάζεται ολοκληρωτική ηλεκτρομαγνητική θωράκιση για δύο λόγους: Πρώτο, για να μην υπάρχει περίπτωση ηλεκτρομαγνητικά κύματα από διάφορες πηγές του περιβάλλοντος να συλληφθούν από την κεραία του μηχανήματος και να προκαλέσουν αλλοιώσεις στις απεικονίσεις. Και δεύτερο, για να αποκλεισθεί η ηλεκτρομαγνητική παρενόχληση από τα διάφορα μαγνητικά πεδία του μηχανήματος άλλων μηχανημάτων και συσκευών στους γειτονικούς χώρους. Εδώ περιλαμβάνεται και η πολύ επικίνδυνη ειδική περίπτωση των τεχνητών βηματοδοτών, οι οποίοι μπορεί να υπάρχουν σε κάποιους καρδιοπαθείς που μπορεί να βρεθούν στους γειτονικούς χώρους αυτούς.

Το υγροποιημένο ήλιο, το οποίο είναι απαραίτητο για τον κρυογενικό πρωτεύοντα ηλεκτρομαγνήτη ενός μαγνητικού τομογράφου κλειστού τύπου, λόγω της εξαιρετικά χαμηλής θερμοκρασίας του, είναι πολύ επικίνδυνο. Εάν έλθει σε επαφή με οργανικούς ιστούς, τους μετατρέπει σε σκληρά παγωμένα τρίμματα. Αυτό είναι το λεγόμενο «ψυχρό έγκαυμα», και είναι πιο επικίνδυνο από το κοινό έγκαυμα. Εάν πάλι απλά διαρρεύσει στον χώρο του τομογράφου και εξατμισθεί και δεν διαφύγει γρήγορα προς το περιβάλλον, θα προκαλέσει αραίωση του οξυγόνου στον χώρο αυτό και επομένως θα υπάρξει κίνδυνος ασφυξίας για όσους βρίσκονται μέσα σ' αυτόν.

Για να αποφεύγονται τέτοια ατυχήματα, η κρυογενική εγκατάσταση του σώματος του τομογράφου συνδέεται με ένα σύστημα ασφαλιστικών δικλίδων και σωληνώσεων, μέσω των οποίων το ήλιο μπορεί να βρει ελεύθερη διέξοδο προς το περιβάλλον σε περίπτωση διαρροής του. Πάντως μέχρι σήμερα δεν έχει αναφερθεί καμιά περίπτωση σοβαρής διαρροής ηλίου από μαγνητικό τομογράφο.

Αντίθετα, πολλά ατυχήματα έχουν αναφερθεί από μεταλλικά αντικείμενα, τα οποία παρασύρθηκαν στο πρωτεύον μαγνητικό πεδίο μαγνητικού τομογράφου. Στους χώρους των μηχανημάτων αυτών απαγορεύεται η εισαγωγή μεταλλικών αντικειμένων και ειδικότερα σιδηρομαγνητικών αντικειμένων. Όλοι οι εισερχόμενοι πρέπει να ελέγχονται για την περίπτωση που έχουν κάποιο τέτοιο αντικείμενο μαζί τους. Δυστυχώς όμως αυτά τα μέτρα πάρα πολλές φορές χαλαρώνουν. Έτσι μπρελόκ, κλειδιά, ψαλίδια, ρολόγια, νυχοκόπτες, μαχαίρια, κουτάλια, πιρούνια, μεταλλικά σκεύη, σκελετοί γυαλιών, θήκες, βραχιόλια, σκουλαρίκια, καρφίτσες, βελόνες, παραμάνες, δακτυλήθρες, δακτυλίδια και διάφορα άλλα παρόμοια έχουν κατά καιρούς αρπαγεί και εκτοξευθεί με ταχύτητες

βλήματος από τα πρωτεύοντα μαγνητικά πεδία μαγνητικών τομογράφων και έχουν προκαλέσει διάφορους τραυματισμούς, αλλά ευτυχώς όχι θανάτους ακόμα. Η πιο σοβαρή περίπτωση που αναφέρεται συνέβη όταν εισάχθηκε σε ένα χώρο μαγνητικού τομογράφου ένας ασθενής μαζί με την χαλύβδινη μικρή φιάλη οξυγόνου του. Κάποια στιγμή η φιάλη εκσφενδονίστηκε και προκάλεσε κατάγματα στο πρόσωπο του ασθενή. Το παγκόσμιο ρεκόρ κατέχεται από ένα περονοφόρο ανυψωτικό όχημα («κλάρκ»), το οποίο αρπάχθηκε και κολλήθηκε επάνω στο σώμα ενός μαγνητικού τομογράφου, μαζί με τον χειριστή του που επέβαινε σ' αυτό, χωρίς όμως να πάθει τίποτε κανείς.

Το ηλεκτρικό ρεύμα που περνάει μέσα από το υπεραγωγίμο πηνίο τού κρουγενικού ηλεκτρομαγνήτη είναι τόσο ισχυρό, ώστε η ανάπτυξη του κοστίζει πολλή ενέργεια. Μετά την ανάπτυξη του όμως συνεχίζει να ρέει σε κλειστό κύκλωμα μέσα από τις σπείρες του καλωδίου επ' αόριστο, όσο το πηνίο παραμένει καταψυγμένο και υπεραγωγίμο, χωρίς δαπάνη ενέργειας, δηλαδή έστω και αν διακοπεί η παροχή ηλεκτρικής τάσης στο μηχάνημα. Υπό κανονικές επομένως συνθήκες, το ρεύμα αυτό δεν διακόπτεται ποτέ και το πρωτεύον πεδίο διατηρείται, ακόμα και κατά τις μη εργάσιμες ώρες. Επομένως και κατ' αυτές η επιτήρηση του χώρου του τομογράφου πρέπει να υπάρχει.

Μερικά ατυχήματα συνέβησαν όταν προσωπικό καθαρισμού μπήκε στους χώρους αυτούς σε μη εργάσιμες ώρες. Πρέπει πάντα να υπάρχει τεχνικός που να γνωρίζει καλά το μηχάνημα και ιδίως την διαδικασία διακοπής, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, του ρεύματος του πρωτεύοντος πηνίου. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «απόσβεση» (quenching) του ρεύματος και του μαγνητικού πεδίου και χρειάζεται μερικά λεπτά της ώρας. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, για παράδειγμα, πριν περάσουν πυροσβέστες μέσα στον χώρο πρέπει να ολοκληρωθεί η απόσβεση στο υπεραγωγίμο πηνίο. Γιατί οι πυροσβέστες μεταφέρουν μαζί τους πολλά σιδηρικά, οπότε κινδυνεύουν να δοκιμάσουν πολύ δυσάρεστες εκπλήξεις. Η κλασική διακοπή της παροχής τάσης, την οποία φροντίζουν να κάνουν πάντα οι πυροσβέστες πριν εισέλθουν σε ένα χώρο με ηλεκτρική τάση, δεν αρκεί, γιατί το ρεύμα του υπεραγωγίμου πηνίου, εφ' όσον ήδη έχει αναπτυχθεί, δεν χρειάζεται την παροχή τάσης για να διατηρείται. Πρέπει οπωσδήποτε να γίνει η ειδική διαδικασία απόσβεσης του.

Τα προβλήματα που δημιουργούνται από τα ισχυρά μαγνητικά πεδία υπάρχουν και στους χώρους εγκατάστασης των μαγνητικών τομογράφων ανοικτού τύπου. Χρειάζεται πλήρης

ηλεκτρομαγνητική θωράκιση των χώρων, μέτρα ασφαλείας στην πρόσβαση τους κλπ. Αλλά τα προβλήματα ασφαλείας μετριάζονται σημαντικά, γιατί δεν υπάρχουν στην περίπτωση αυτή υπεραγώγιμοι ηλεκτρομαγνήτες που να πρέπει να παραμένουν συνεχώς ενεργοποιημένοι, ούτε υπάρχει κρυογενική εγκατάσταση με ήλιο.

Αν και, όπως βλέπουμε, υπάρχουν αρκετές σοβαρές δυσχέρειες, λαμβανομένων όλων των δεδομένων υπ' όψη, οι απεριόριστες δυνατότητες απεικόνισης και το ακίνδυνο (τουλάχιστον σχετικά) των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών και πεδίων έχουν δώσει μία τεράστια ώθηση στην εξάπλωση της μαγνητικής τομογραφίας. Είναι βέβαιο ότι στο μέλλον η χρήση της θα γίνεται ολοένα και πιο συχνή. Από όλες τις μεθόδους της ακτινολογίας, είναι η νεότερη, η τελειότερη και αυτή που υπόσχεται τα περισσότερα. Αναμένεται η εμφάνιση νέων τύπων μαγνητικών τομογράφων και φασματοτομογράφων στο προσεχές μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΘΗΒΑΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΚΟΣΤΗ

5.1 Ακτινογραφικό μηχάνημα

Το συγκρότημα είναι πλήρες και καινούργιο και κατάλληλο για καθημερινές εξετάσεις ρουτίνας καθώς και για πιο περίπλοκες εξετάσεις. Αποτελείται από τις εξής μονάδες:

1. Γεννήτρια ΥΤ.
2. Οριζόντια ακτινογραφική τράπεζα με τομογράφο.
3. Επιδαπέδιος βραχίονας στήριξης της ακτινολογικής λυχνίας.
4. Ακτινολογική λυχνία.

5.1.1 Γεννήτρια ΥΤ

- Η γεννήτρια είναι τριφασική με ανόρθωση υψηλής συχνότητας (100 ΚHz κατά προτίμηση).
- Η ισχύς της είναι τουλάχιστον 65 KW.
- Η λειτουργία της ελέγχεται πλήρως από μικροϋπολογιστή.
- Διαθέτει χρονόμετρο με ελάχιστο χρόνο έκθεσης 0,0001 δευτερόλεπτα.
- Διαθέτει δύο θέσεις για λειτουργία του μηχανήματος με δύο διαφορετικές λυχνίες.
- Διαθέτει αυτόματη ρύθμιση έκθεσης στην ακτινογραφία και στην τομογραφία με θαλάμους ιονισμού.
- Διαθέτει προγράμματα ατομικής τεχνικής.
- Διαθέτει ενσωματωμένο σταθεροποιητή τάσεως δικτύου για μεταβολές της τάσης του ρεύματος κατά +/- 10%.
- Η τράπεζα χειρισμού διαθέτει ψηφιακές ενδείξεις απεικονίζοντας όλες τις βασικές ακτινολογικές παραμέτρους.

5.1.2 Οριζόντια ακτινογραφική τράπεζα με τομογράφο

- Η τράπεζα είναι ανθεκτικής κατασκευής και η εξεταστική επιφάνεια είναι μεγάλων διαστάσεων.

- Η επιφάνεια της τράπεζας είναι πλέουσα προς όλες τις κατευθύνσεις, δηλαδή μετατοπίζεται επιμήκως και εγκάρσια.
- Όλες οι παραπάνω μετατοπίσεις της επιφάνειας ελέγχονται από ηλεκτρομαγνητικά φρένα.
- Διαθέτει ειδικό θάλαμο ιονισμού για συνεργασία με τη γεννήτρια.
- Διαθέτει τομογραφική διάταξη τεσσάρων γωνιών και τομογραφικό βάθος 25 εκατοστά.

5.1.3 Επιδαπέδιος βραχίονας στήριξης της ακτινολογικής λυχνίας

- Ο βραχίονας συγκρότησης της λυχνίας μετακινείται πάνω σε ειδικές ράγες στο δάπεδο ή στο τραπέζι, παραπλεύρως του ακτινογραφικού τραπεζιού και συνεργάζεται με αυτό ως ενιαίο σύστημα.
- Η μετατόπισή του πραγματοποιείται κατά το μεγαλύτερο μήκος του τραπεζιού και καλύπτει όσο το δυνατό μεγαλύτερο εύρος.
- Παρέχει τη δυνατότητα εκτέλεσης όλων των εξετάσεων ρουτίνας όπως επίσης και πλάγιες ακτινογραφίες.
- Ο βραχίονας περιστρέφεται γύρω από τη βάση του +/- 90 μοίρες.
- Η ακτινολογική λυχνία περιστρέφεται κατά τον κάθετο άξονα κατά +/- 120 μοίρες τουλάχιστον.

5.1.4 Ακτινολογική λυχνία

- Η ακτινολογική λυχνία είναι ταχύστροφη, τουλάχιστον 9000 στροφών.
- Διαθέτει δύο εστίες, μικρή (0,6 mm) και μεγάλη (1,2 mm).
- Διαθέτει μεγάλη θερμοχωρητικότητα καλύμματος και υψηλό ρυθμό αποβολής θερμότητας.
- Η ισχύς της λυχνίας είναι ανάλογη της ισχύος της γεννήτριας.

ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: GENERAL MEDICAL MERATE SPA

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (ΜΕ Φ.Π.Α.) ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ: 79.650 ΕΥΡΩ

5.2 Μαστογράφος

Το μηχάνημα λειτουργεί σε ρεύμα πόλης 220V/50Hz και αποτελείται από τις παρακάτω μονάδες:

1. Γεννήτρια ακτινών X.
2. Χειριστήριο.
3. Ακτινολογική λυχνία.
4. Βραχίονα στήριξης.

5.2.1 Γεννήτρια ακτινών X

- Είναι μεγάλης ισχύος, της τάξης των 5 KW, με σύστημα ανόρθωσης πολυκορυφών υψηλής συχνότητας.
- Δυνατότητα επιλογής KV από 25 – 35 σε βηματική μεταβολή του ενός KV.
- Δυνατότητα επιλογής mAs από 4 έως 600.
- Δυνατότητα ελάχιστου χρόνου μικρότερου από 0,1 sec.
- Δυνατότητα ελεύθερης επιλογής των στοιχείων από το χειριστή καθώς επίσης και σύστημα αυτόματου ελέγχου εκθέσεως της ακτινοβολίας.

5.2.2 Χειριστήριο

- Είναι σύγχρονης κατασκευής με διακόπτες αφής, ψηφιακές ενδείξεις των στοιχείων της εξέτασης και σύστημα υπόδειξης λάθους χειρισμού ή βλάβης του μηχανήματος.
- Ελέγχει όλες τις απαραίτητες διατάξεις λειτουργίας της μονάδας.
- Είναι άνετο στη χρήση και «φιλικό» προς το χρήστη.
- Προστατεύεται από ακτινοσκοπικό πέτασμα επαρκούς θωράκισης.

5.2.3 Ακτινολογική λυχνία

- Είναι περιστρεφόμενης ανόδου 3.000 rpm.
- Διαθέτει δύο διαφορετικά φίλτρα τα οποία επιλέγονται χειροκίνητα αλλά και αυτόματα.

- Διαθέτει δύο εστίες, διαστάσεων 0,1 mm και 0,3 mm, αυτόματα και χειροκίνητα επιλεγόμενες.
- Διαθέτει υψηλή θερμοχωρητικότητα ανόδου και καλύμματος.

5.2.4 Βραχίονας στήριξης

- Εκτελεί κάθετη μετατόπιση.
- Εκτελεί περιστροφική κίνηση.
- Διαθέτει σταθερή εστιακή απόσταση (>60cm).
- Διαθέτει αυτόματο και χειροκίνητο σύστημα συμπίεσης του μαστού. Η αποσυμπίεση είναι αυτόματη και χειροκίνητη μετά το τέλος της ακτινοβόλησης. Υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης απελευθέρωσης του μαστού σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.
- Διαθέτει σύστημα μεγεθοντικών λήψεων.
- Χρησιμοποιεί κασέτες διαστάσεων 18X24 cm και 24X30 cm.
- Όλες οι χειροκίνητες κινήσεις ελέγχονται από ηλεκτρομαγνητικά φρένα.
- Διαθέτει απαραίτητες διατάξεις ασφαλείας για περίπτωση λάθους του χειριστή ή βλάβης του μηχανήματος.
- Διαθέτει δυνατότητα ψηφιακής απεικόνισης του πάχους του μαστού που συμπίεζεται σε cm, όπως και τις μοίρες της περιστροφής του βραχίονα.

ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: ΓΙΟΤΤΟ

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (ΜΕ Φ.Π.Α.) ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ: 57.112 ΕΥΡΩ

Περιλαμβάνονται επιπλέον ένα σύστημα τρισδιάστατης στερεοτακτικής βιοψίας και μια διάταξη μεγέθυνσης με συντελεστή 1,8X, με επιπλέον κόστος 30.680 ευρώ.

5.3 Μηχάνημα οστικής πυκνότητας

Στο νοσοκομείο Θήβας υπάρχει μηχανήμα μέτρησης οστικής πυκνότητας τύπου CHRONOS του οίκου DMS αξίας 40.863 ευρώ (συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α.). Επιπλέον περιλαμβάνονται και τα παρακάτω είδη που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του μηχανήματος.

- I. Interface αναβάθμισης του μηχανήματος σε ψηφιακό (συνολικής αξίας 8.614 ευρώ).
- II. Ειδικό ομοίωμα σπονδυλικής στήλης (συνολικής αξίας 8.083 ευρώ).
- III. Σύστημα υποβοήθησης ασθενούς για πλάγια λήψη της σπονδυλικής στήλης (συνολικής αξίας 3.481 ευρώ).

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ (ΜΕ Φ.Π.Α.): 61.041 ΕΥΡΩ

5.4 Ακτινολογικά μηχανήματα φορητού τύπου

Το νοσοκομείο Θήβας έχει στη κατοχή του επτά ακτινολογικά μηχανήματα φορητού τύπου MOBILDRIVE του οίκου SMAM srl τα οποία κοστίζουν (συμπεριλαμβανομένου Φ.Π.Α.) 101.804 ευρώ.

5.5 Ψηφιακός ασπρόμαυρος υπερηχοτομογράφος

Περιλαμβάνεται το μοντέλο LOGIQ 200 PRO του οίκου GE HEALTHCARE TECHNOLOGIES με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Απεικόνιση σε B-Mode, M-Mode σε πραγματικό χρόνο.
- Οθόνη 12” υψηλής ευκρίνειας με περιστροφή, ανύψωση και κλίση.
- Πλήρες φωτιζόμενο πληκτρολόγιο με εργονομικά σχεδιασμένη κονσόλα.
- Έξυπνο zoom υψηλής ακρίβειας και ευκρίνειας με τεχνολογία παράλληλης αύξησης της διακριτικής ικανότητας της περιοχής του ενδιαφέροντος.
- Υποστήριξη ηχοβόλων κεφαλών ευρέως φάσματος συχνοτήτων.
- Συμβατότητα για άμεση σύνδεση με το σύστημα τηλεδιάγνωσης της General Electric με πρωτόκολλο επικοινωνίας DICOM.
- Βασικό λογισμικό για μετρήσεις και διαχείριση εικόνας.
- Λογισμικό γυναικολογικών – μαιευτικών μετρήσεων και υπολογισμών.
- Λογισμικό καρδιολογικών μετρήσεων και υπολογισμών.
- Cine Memoγy κινηματογραφική μνήμη 64 εικόνων.
- Απεικόνιση κλινικών πληροφοριών χαμηλών αντηχήσεων μέσω αύξησης του δυναμικού εύρους απεικόνισης έως και 78 dB.

- Wide aperture technology – μεγιστοποίηση του ενεργού παραθύρου του ηχοβολέα κατά την εκπομπή και λήψη πληροφοριών με αποτέλεσμα την αύξηση της διακριτικής ικανότητας.
- Auto tissue optimization – αυτόματη ψηφιακή βελτιστοποίηση κάθε εικόνας βασισμένη στην υφή του ιστού και στην ανατομία του οργάνου που εξετάζεται.
- Κεφαλή σάρωσης CBF εύρους φάσματος συχνοτήτων 2,5 – 5,0 MHz, κατάλληλη για παθολογικές, μαιευτικές, γυναικολογικές και ουρολογικές εξετάσεις.
- Κεφαλή σάρωσης LH εύρους φάσματος συχνοτήτων 5,2 – 9,5 MHz, κατάλληλη για εξετάσεις μαστού, αγγειολογικές και ορθοπεδικές.

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ (ΧΩΡΙΣ Φ.Π.Α.): 11.000 ΕΥΡΩ

5.6 Υπερηχοτομογράφος γενικής χρήσης

Περιλαμβάνεται το μοντέλο LOGIQ 180 του οίκου GE MEDICAL SYSTEMS με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Υψηλής επεξεργασίας ψηφιακός διαμορφωτής δέσμης μέσω του οποίου επιτυγχάνεται ψηφιοποίηση των αντηχήσεων σε κάθε κρύσταλλο ξεχωριστά προσφέροντας υψηλή διακριτική ικανότητα και ομοιομορφία εικόνας σε όλο το πεδίο σάρωσης.
- Απεικόνιση σε B-Mode, M-Mode σε πραγματικό χρόνο.
- Οθόνη 9” υψηλής ευκρίνειας με περιστροφή, ανύψωση και κλίση.
- Απεικόνιση 256 διαβαθμίσεων της κλίμακας του γκρι.
- Πλήρες φωτιζόμενο πληκτρολόγιο με εργονομικά σχεδιασμένη κονσόλα.
- PIP (picture-in-picture) – τεχνική μεγέθυνσης υψηλής ευκρίνειας στο επιλεγόμενο σημείο.
- Auto tissue optimization – αυτόματη ψηφιακή βελτιστοποίηση κάθε εικόνας βασισμένη στην υφή του ιστού και στην ανατομία του οργάνου που εξετάζεται.
- Parallel Focus Ultrasound – Εξελιγμένη τεχνολογία παράλληλης επεξεργασίας ακουστικών δεσμών για την διατήρηση υψηλού ρυθμού εναλλαγής εικόνων (frame rate) ακόμα και με τέσσερα σημεία εστίασης.
- Βασικό λογισμικό για μετρήσεις και διαχείριση εικόνας.
- Λογισμικό γυναικολογικών μετρήσεων και υπολογισμών.

- Λογισμικό καρδιολογικών μετρήσεων και υπολογισμών.
- Cine Memory κινηματογραφική μνήμη 32 εικόνων.
- Ενσωματωμένη μνήμη αποθήκευσης 16 εικόνων.
- Απεικόνιση κλινικών πληροφοριών χαμηλών αντηχήσεων μέσω αύξησης του δυναμικού εύρους απεικόνισης έως και 72 dB.
- Δυνατότητα απευθείας σύνδεσης με εξωτερικό ηλεκτρονικό υπολογιστή για μεταφορά εικόνων.
- Κεφαλή σάρωσης C36 συχνότητας 3,5 MHz, κατάλληλη για παθολογικές, μαιευτικές, γυναικολογικές και ουρολογικές εξετάσεις.
- Κεφαλή σάρωσης L76 συχνότητας 7,5 MHz, κατάλληλη για εξετάσεις μαστού, παιδιατρικές, ουρολογικές και ορθοπεδικές.

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ (ΧΩΡΙΣ Φ.Π.Α.): 12.500 ΕΥΡΩ

5.7 Σύστημα υπερηχοτομογραφίας ψηφιακής τεχνολογίας

Περιλαμβάνεται το μοντέλο CHISON-600A κατάλληλο για εξετάσεις γενικής ακτινολογίας, καρδιολογίας, μαιευτικής, γυναικολογίας και ουρολογίας με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ψηφιακός διαμορφωτής δέσμης.
- Μέθοδοι σάρωσης: B-Mode, B/B-Mode, M-Mode, B-Mode/M-Mode.
- Τύποι σάρωσης: Κυρτή convex, κυρτή micro convex, γραμμική.
- Τεχνικές σάρωσης: Real time dynamic imaging (CDA, CDF, DFS).
- Βάθος σάρωσης: 24 cm.
- Monitor υψηλής ανάλυσης 10" SVGA Non-Interlaced.
- Πλήρης κονσόλα λειτουργίας.
- Cine Memory κινηματογραφική μνήμη 64 εικόνων.
- Σύστημα μεγέθυνσης εικόνας χ1.0, χ1.2, χ1.5, χ2.0.
- Απεικόνιση 256 διαβαθμίσεων της κλίμακας του γκρι.
- TGC 8 slides.
- Βασικές μετρήσεις απόστασης, εμβαδού, όγκου, περιμέτρου.
- Μαιευτικές/Γυναικολογικές μετρήσεις.
- Διαθέτει δύο πόρτες για τη σύνδεση ηχοβόλων κεφαλών.

- Τροχήλατος.
- Περιλαμβάνει στη βασική σύνθεση ηχοβόλο κεφαλή convex 2,5 – 5,0 MHz (C60) και κεφαλή linear 5.0 – 9.0 MHz (L700).

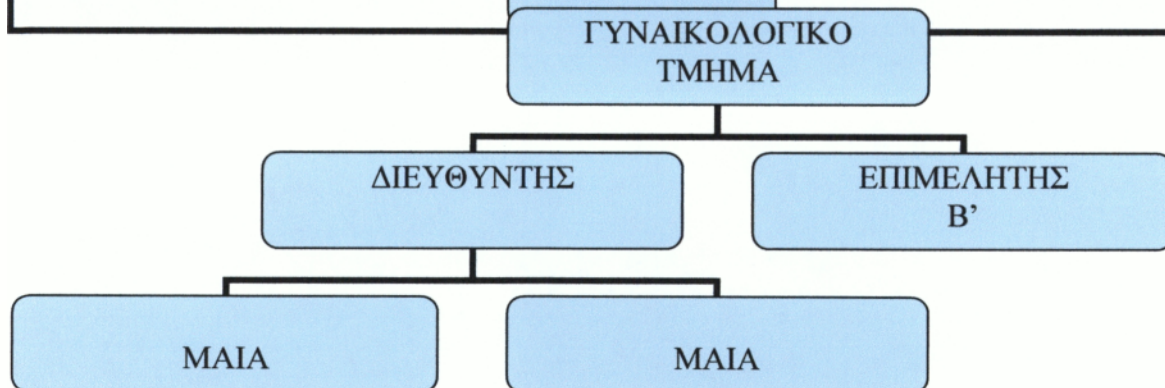
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ (ΧΩΡΙΣ Φ.Π.Α.): 14.000 ΕΥΡΩ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΑΠΑΣΧΟΛΟΥΜΕΝΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ (ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΘΗΒΑΣ

6.1 Απασχολούμενο προσωπικό

Το προσωπικό που απασχολείται είναι αυτό που φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα:

Σχήμα 6.1: Προσωπικό ακτινολογικού τμήματος νοσοκομείου Θήβας



6.2 Κόστη εξετάσεων

Παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα (σχήμα 6.3) τα κόστη διαφόρων εξετάσεων του ακτινολογικού τμήματος του νοσοκομείου της Θήβας.

Α/Α	ΕΙΔΟΣ			ΚΟΣΤΟΣ (ΣΕ ΕΥΡΩ)		
	ΑΚΤΙΝΟ- ΓΡΑΦΙΑ	ΥΠΕΡΗΧΟ- ΓΡΑΦΗΜΑ	ΣΠΙΝΘΗΡΟ- ΓΡΑΦΗΜΑ	ΑΚΤΙΝΟ- ΓΡΑΦΙΑ	ΥΠΕΡΗΧΟ- ΓΡΑΦΗΜΑ	ΣΠΙΝΘΗΡΟ- ΓΡΑΦΗΜΑ
1	ΚΑΘΕΤΗΡΙΑΣΜΟΣ ΚΥΣΤΕΩΣ	ΧΟΛΗΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΧΟΛΗΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ	ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ ΑΔΕΝΟΣ	2,26	8,28	6,63
2	ΣΤΟΜΑΧΟΥ – ΟΙΣΟΦΑΓΟΥ - ΔΩΔΕΚΑΔΑΚΤΥΛΟΥ	ΝΕΦΡΩΝ ΚΑΙ ΟΥΡΗΤΗΡΩΝ	ΗΠΑΤΟΣ	25	8,28	17,37
3	Α.Μ.Σ.Σ	ΚΥΣΤΕΩΣ – ΠΡΟΣΤΑΤΗ	ΝΕΦΡΩΝ	4,05	8,28	12,97
4	Ο.Μ.Σ.Σ	ΑΝΩ ΚΟΙΛΙΑΣ	ΣΠΛΗΝΟΣ	4,05	8,28	15,29
5	ΘΩΡΑΚΟΣ	ΚΑΤΩ ΚΟΙΛΙΑΣ ΑΝΔΡΕΣ	ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ	4,05	8,28	21,72
6	ΝΕΦΡΩΝ	ΚΑΤΩ ΚΟΙΛΙΑΣ ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΛΕΜΦΟΑΓΓΛΙΩΝ	4,05	8,28	15,29

7	ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ	ΗΠΑΤΟΣ	ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ	2,44	8,28	25,83
8	ΝΕΦΡΩΝ ΚΑΙ ΟΥΡΗΤΗΡΩΝ	ΜΗΤΡΑΣ, ΩΟΘΗΚΩΝ	ΟΣΤΩΝ	4,05	8,28	25,83
9	ΚΡΑΝΙΟΥ	ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΓΓΕΙΩΝ	ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΣΩΛΗΝΟΣ	2,44	8,28	21,72
10	Θ.Μ.Σ.Σ	ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ	ΟΛΟΣΩΜΟ	4,05	8,28	17,37
11	ΑΓΚΩΝΟΣ	ΣΠΛΗΝΟΣ		2,44	8,28	
12	ΩΜΟΥ	ΝΕΦΡΩΝ		2,44	8,28	
13	ΜΗΡΟΥ	ΟΥΡΗΤΗΡΩΝ		4,05	8,28	
14	ΚΝΗΜΗΣ	ΚΥΣΤΕΩΣ		4,05	8,28	
15	ΒΡΑΧΙΟΝΟΣ	ΠΡΟΣΤΑΤΗ		4,05	8,28	
16	ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤ' ΙΣΧΙΟΥ			4,05		
17	ΑΚΡΑΣ ΧΕΙΡΟΣ			1,76		
18	ΑΚΡΟΥ ΠΟΔΟΣ			2,88		
19	ΓΟΝΑΤΟΣ			4,05		
20	ΠΗΧΕΟΚΑΡΠΙΚΗΣ			3,29		
21	ΠΑΡΑΡΗΝΙΩΝ			2,44		
22	ΟΙΣΟΦΑΓΟΥ			10,92		

23	ΒΑΡΙΟΥΧΟΣ ΥΠΟΚΛΙΣΜΟΣ			28,17		
24	ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ			16,02		
25	ΜΕΤΡΗΣΗ ΟΣΤΙΚΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ			52,82		

Σχήμα 6.3: Κόστη εξετάσεων ακτινολογικού τμήματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕΤΑΞΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΩΝ
ΘΗΒΑΣ, ΠΑΤΡΑΣ (ΑΓ. ΑΝΔΡΕΑΣ), ΛΙΒΑΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ

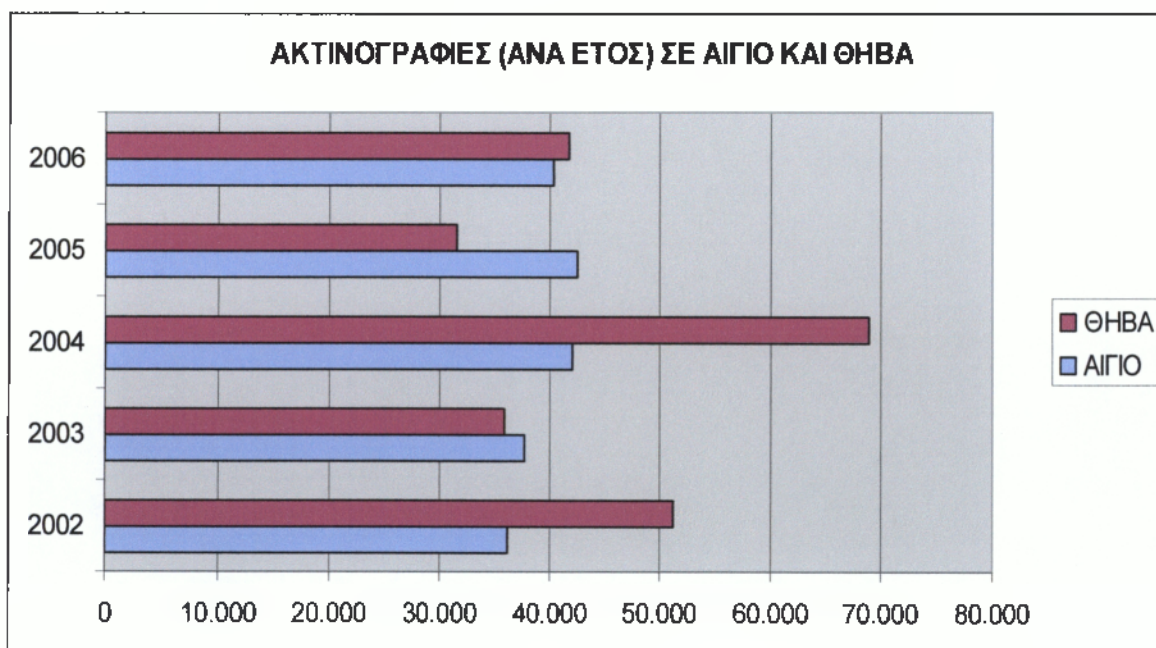
7.1 Σύνολο ακτινογραφιών νοσοκομείων Αγίου και Θήβας

Στον παρακάτω πίνακα (σχήμα 7.1) φαίνονται οι διάφοροι αριθμοί ακτινογραφιών που λήφθηκαν στα νοσοκομεία του Αγίου και της Θήβας από το 2002 μέχρι το 2006.

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΕΙΔΟΣ				ΣΥΝΟΛΟ	
		ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΕΣ		ΥΠΕΡΗΧΟΙ		ΑΙΓΙΟ	ΘΗΒΑ
		ΑΙΓΙΟ	ΘΗΒΑ	ΑΙΓΙΟ	ΘΗΒΑ		
2002	-	36.223	51.161	6.878	2.950	6.878	54.111
2003	-	37.793	35.827	7.132	2.008	44.925	37.835
2004	-	42.143	68.828	7.378	2.575	49.521	71.403
2005	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	4.081	4.332	670	82	4.721	4.414
2005	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	3.683	3.642	630	146	4.313	3.788
2005	ΜΑΡΤΙΟΣ	3.768	2.497	625	188	4.393	2.685
2005	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	3.993	2.375	712	157	4.705	2.532
2005	ΜΑΪΟΣ	3.998	2.350	663	149	4.661	2.499
2005	ΙΟΥΝΙΟΣ	3.927	2.550	731	139	4.658	2.689
2005	ΙΟΥΛΙΟΣ	3.908	1.832	721	153	4.629	1.985
2005	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	3.872	2.250	811	185	4.683	2.435
2005	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	3.947	2.350	782	198	4.729	2.548
2005	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	2.282	2.130	790	167	3.072	2.297
2005	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	3.153	2.680	850	159	4.003	2.839
2005	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1.874	2.550	852	151	2.726	2.401
2006	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	3.541	2.830	642	187	4.183	3.017
2006	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	3.191	3.200	671	214	3.862	3.414
2006	ΜΑΡΤΙΟΣ	3.464	2.960	721	203	4.185	3.163
2006	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	2.759	3.600	612	161	3.371	3.761
2006	ΜΑΪΟΣ	3.259	3.780	652	158	3.911	3.938
2006	ΙΟΥΝΙΟΣ	3.045	3.830	622	171	3.667	4.001

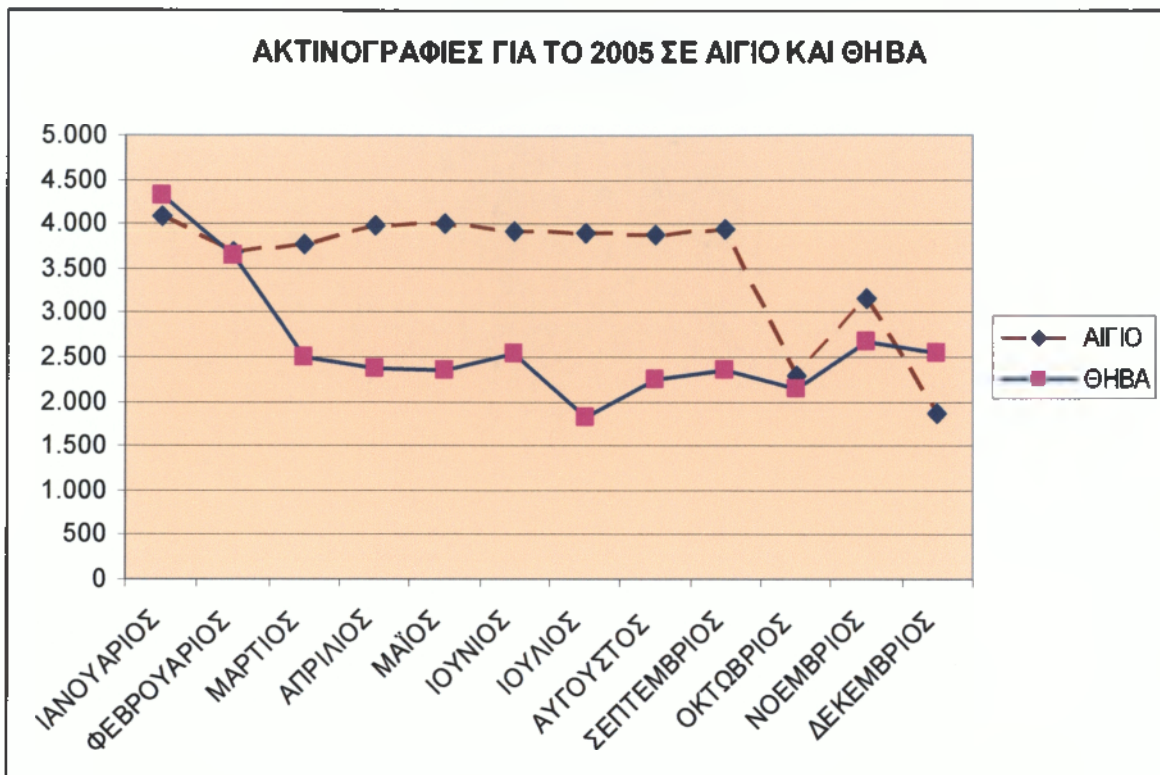
2006	ΙΟΥΛΙΟΣ	3.659	3.650	689	172	4.348	3822
2006	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	4.158	3.552	712	154	4.870	3.676
2006	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	3.479	3.688	663	149	4.142	3.837
2006	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	3.218	3.483	605	164	3.823	3.647
2006	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	3.490	3.536	524	159	4.014	3.695
2006	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	3.127	3.640	450	166	3.577	3.806

Σχήμα 7.1: Ακτινογραφίες νοσοκομείων Αιγίου και Θήβας



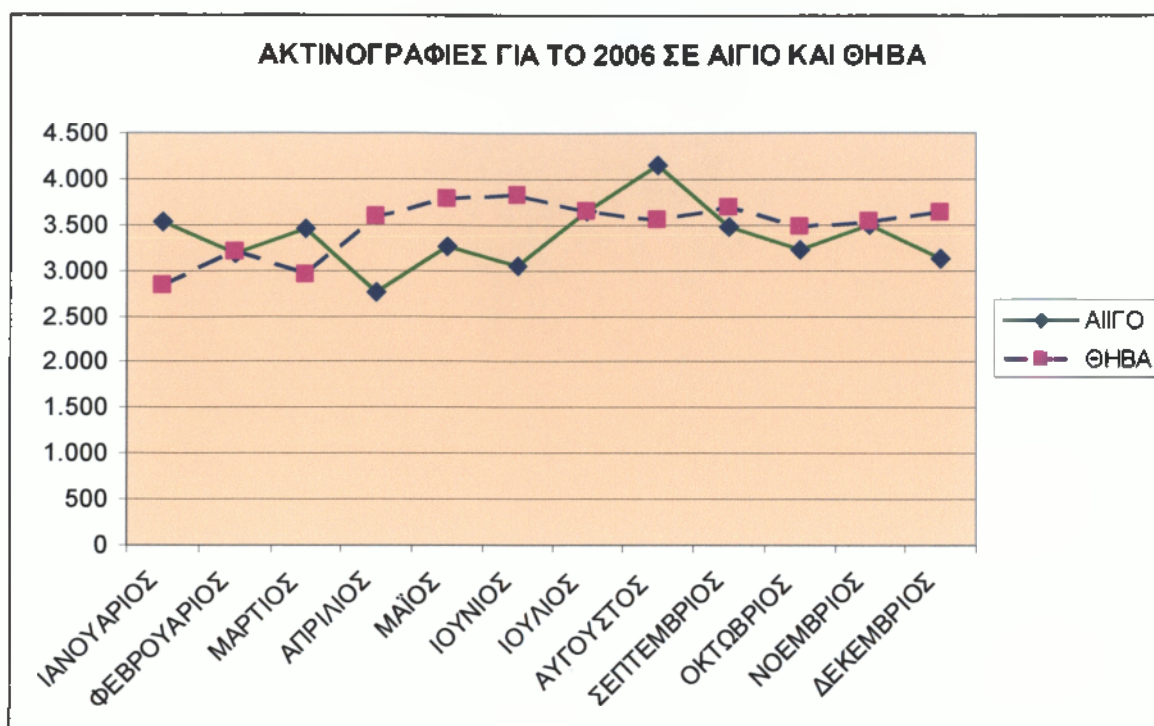
Σχήμα 7.2: Γράφημα για την αναπαράσταση του ετήσιου αριθμού των ακτινογραφιών στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας

Όπως φαίνεται στο παραπάνω γράφημα, για τα έτη 2003, 2005 και 2006 τα δύο νοσοκομεία παρουσιάζουν σχεδόν ίδιο αριθμό λήψης ακτινογραφιών. Παρόλα αυτά, φαίνεται ότι κατά το 2004, ο αριθμός των ακτινογραφιών στο νοσοκομείο της Θήβας (ο οποίος αγγίζει τις 70.000) έχει σχεδόν διπλάσια τιμή από αυτόν του Αιγίου. Επίσης, όπως προκύπτει από τα παραπάνω δεδομένα, ο μέσος όρος του αριθμού των ακτινογραφιών στο νοσοκομείο του Αιγίου είναι περίπου 40.000 ενώ σε αυτό της Θήβας φτάνει τις 46.000.



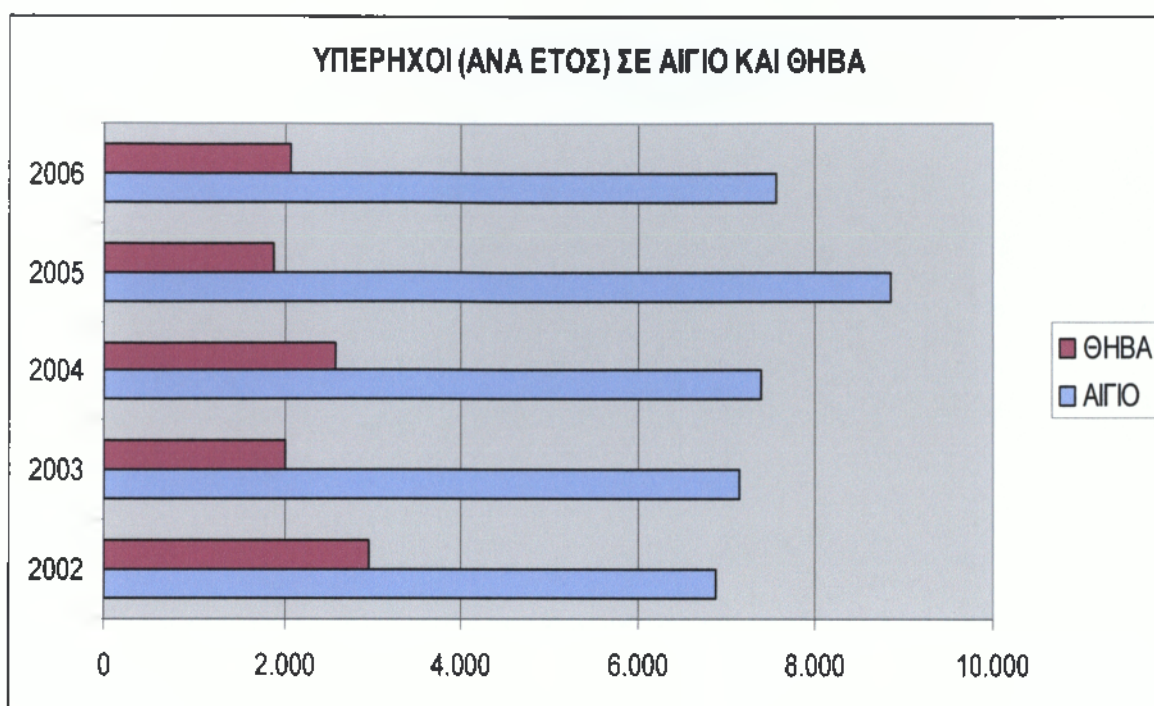
Σχήμα 7.3: Γράφημα για την αναπαράσταση του μηνιαίου αριθμού των ακτινογραφιών (για το έτος 2005) στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας

Όπως φαίνεται στο παραπάνω γράφημα, ο αριθμός των ακτινογραφιών στο νοσοκομείο της Θήβας μειώνεται σταθερά από τον Ιανουάριο του 2005 μέχρι τον Ιούλιο του ίδιου έτους, ξεκινώντας από τις 4.400 ακτινογραφίες και φτάνοντας μέχρι τις 1.800. Μετά αρχίζει να παρατηρείται σταδιακή άνοδος μέχρι το τέλος του έτους, με κορύφωση το Νοέμβριο με τιμή 2.600. Στο νοσοκομείο του Αιγίου, έχουμε σχεδόν σταθερό αριθμό ακτινογραφιών μέχρι το Σεπτέμβριο του 2005, ο οποίος κατά μέσο όρο είναι 4.000. Μετά παρατηρείται μικρή μείωση για τους επόμενους μήνες, η οποία φτάνει τις 1.900 ακτινογραφίες, το Δεκέμβριο.



Σχήμα 7.4: Γράφημα για την αναπαράσταση του μηνιαίου αριθμού των ακτινογραφιών (για το έτος 2006) στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας

Όπως απεικονίζεται στο παραπάνω γράφημα, το νοσοκομείο της Θήβας από τον Ιανουάριο μέχρι τον Ιούνιο διακρίνεται από μικρές ανοδικές τάσεις στον αριθμό των ακτινογραφιών, ξεκινώντας τον Ιανουάριο από τις 2.800 και αγγίζοντας τις 3.900 τον Ιούνιο. Για τους επόμενους μήνες του έτους 2006 παρατηρείται μικρή μείωση αρχικά και σταθερότητα μέχρι το τέλος του έτους, με τιμή που αγγίζει τις 3.500. Το νοσοκομείο του Αιγίου, για το έτος 2006 παρουσιάζει μικρή μείωση μέχρι τον Απρίλιο που φτάνει τις 2.700 ακτινογραφίες. Ύστερα, παρουσιάζει σταδιακή άνοδο μέχρι τον Αύγουστο που φτάνει τις 4.200 ακτινογραφίες. Ύστερα, παρουσιάζει μικρή σταδιακή πτώση μέχρι το τέλος του έτους, που φτάνει τις 3.100 ακτινογραφίες περίπου.



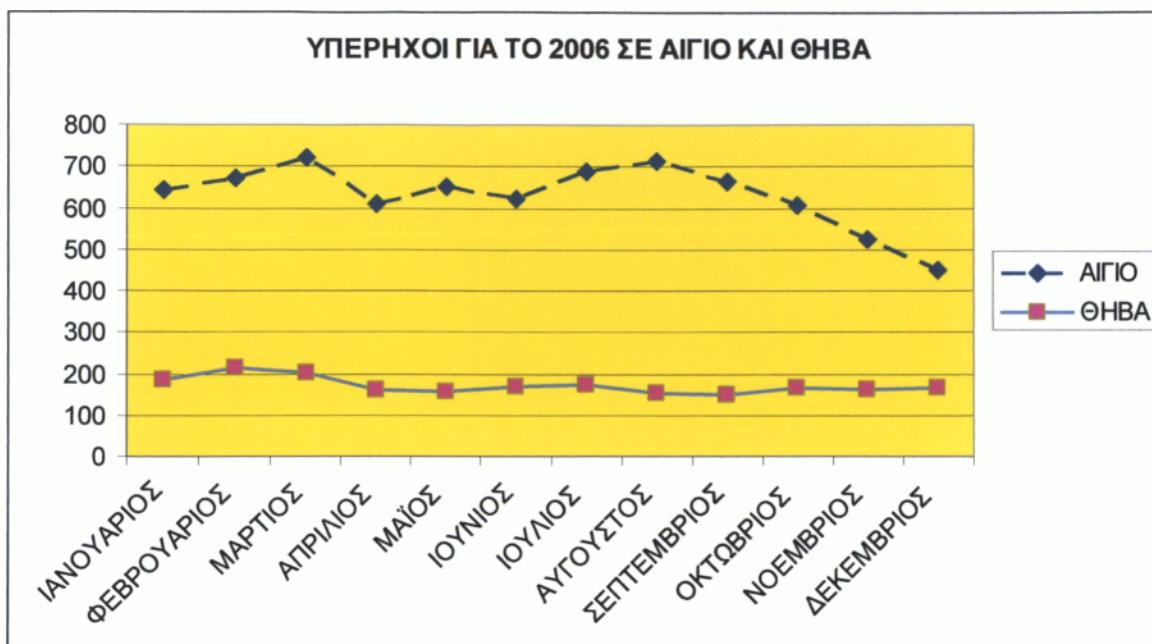
Σχήμα 7.5: Γράφημα για την αναπαράσταση του ετήσιου αριθμού των υπερήχων στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας

Στο παραπάνω γράφημα, για το νοσοκομείο της Θήβας παρατηρείται σταδιακή μείωση στον αριθμό των υπερήχων από το 2002 μέχρι το 2006, ξεκινώντας από τους 3.000 και φτάνοντας στους 2.000. Εξαιρεση παρατηρείται το έτος 2004, όπου ο αριθμός των υπερήχων φτάνει τους 2.500. Αντίθετα, στο νοσοκομείο του Αιγίου παρατηρείται διαρκής αύξηση από το 2002 μέχρι το 2006, με κορύφωση το 2005 όπου και πραγματοποιήθηκαν 8.500 υπέρηχοι. Τα τρία πρώτα έτη, το νοσοκομείο του Αιγίου παρουσιάζει σχεδόν διπλάσιο αριθμό υπερήχων σε σχέση με το νοσοκομείο της Θήβας, ενώ τα τελευταία δύο έτη παρατηρείται τριπλάσιος αριθμός λήψης υπερήχων από το νοσοκομείο του Αιγίου σε σχέση με αυτό της Θήβας.



Σχήμα 7.6: Γράφημα για την αναπαράσταση του μηνιαίου αριθμού των υπερήχων (για το έτος 2005) στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας

Από το παραπάνω γράφημα προκύπτει ότι για το έτος 2005 το νοσοκομείο της Θήβας παρουσιάζει σταθερό αριθμό λήψης υπερήχων, που φτάνει τους 200. Το νοσοκομείο του Αιγίου από την άλλη πλευρά παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερο αριθμό λήψης υπερήχων, ξεκινώντας από τους 650 και φτάνοντας τους 850 υπερήχους, το Δεκέμβριο του 2005.



Σχήμα 7.7: Γράφημα για την αναπαράσταση του μηνιαίου αριθμού των υπερήχων (για το έτος 2006) στα νοσοκομεία Αιγίου και Θήβας

Από το παραπάνω γράφημα προκύπτει ότι για το έτος 2006 το νοσοκομείο της Θήβας παρουσιάζει σταθερό αριθμό λήψης υπερήχων, που φτάνει τους 210. Το νοσοκομείο του Αιγίου παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερο αριθμό λήψης υπερήχων, ξεκινώντας από τους 610 και φτάνοντας τους 710 υπερήχους, το Μάρτιο του 2005. Ο αριθμός των υπερήχων στο νοσοκομείο του Αιγίου είναι σχεδόν τριπλάσιος από αυτόν του νοσοκομείου της Θήβας.

7.2 Κόστη αξονικών τομογραφιών έτους 2002 για το Νοσοκομείο Αγίου Ανδρέα, Πάτρας

Στον παρακάτω πίνακα (σχήμα 7.8) εικονίζονται τα κόστη των αξονικών τομογραφιών του έτους 2002 για το Νοσοκομείο Αγίου Ανδρέα, Πάτρας.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	ΕΙΔΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ/ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ (€)
Κεφαλής	Κεφαλής Αυχενικής	3120	80,66
	Μοίρας	5	80,66
Θώρακος	Θώρακος (χωρίς σκιαγραφικό)	1.467	93,25
	Θώρακος (με σκιαγραφικό)	726	153,43
	Πνευμόνων (χωρίς σκιαγραφικό)	4	93,25
	Πνευμόνων (με σκιαγραφικό)	4	153,43
Σπονδυλικής Στήλης	Σπονδυλικής Στήλης	15	83,32
Κοιλίας	Άνω-Κάτω- Όπισθεν (χωρίς σκιαγραφικό)	841	83,15
	Άνω-Κάτω-Όπισθεν (χωρίς σκιαγραφικό)	1.743	136,05
	Συκωτιού (χωρίς σκιαγραφικό)	41	83,15
	Συκωτιού (με σκιαγραφικό)	42	136,05
	Νεφρών (χωρίς σκιαγραφικό)	4	83,15
	Νεφρών (με	4	136,05

	σκιαγραφικό Ισχίων	7	82,77
	Παγκρέατος (χωρίς σκιαγραφικό)	4	83,15
	Παγκρέατος (με σκιαγραφικό)	4	136,05
	Οσφυϊκής μοίρας (χωρίς σκιαγραφικό)	5	83,05
	Οσφυϊκής μοίρας (με σκιαγραφικό)	4	136,05
Άνω – Κάτω Άκρα	Καρπών	4	78,23
	Ωμοπλάτης	5	80,66

Σχήμα 7.8: Κόστη αξονικών τομογραφιών Νοσοκομείου Αγίου Ανδρέα, Πάτρας

7.3 Κόστη αξονικών τομογραφιών έτους 2003 για το Νοσοκομείο Λιβαδειάς

Στον παρακάτω πίνακα (σχήμα 7.9) εικονίζονται τα κόστη των αξονικών τομογραφιών του έτους 2003 για το Νοσοκομείο Λιβαδειάς.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	ΕΙΔΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ/ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ (€)
Κεφαλής	Κεφαλής και αυχενικής μοίρας	1.500	30,16
Θώρακος	Θώρακος ή πνευμόνων (χωρίς σκιαγραφικό)	700	39,12
	Θώρακος ή πνευμόνων (με σκιαγραφικό)	300	87,20
Σπονδυλικής Στήλης	Σπονδυλικής στήλης	500	31,92
Κοιλίας	Διάφορες κοιλίας (χωρίς σκιαγραφικό)	993	33,00
	Διάφορες κοιλίας (με σκιαγραφικό)	570	56,03
Ανω – Κάτω Ακρα	Καρπών	12	28,31
	Ωμοπλάτης	24	30,16

Σχήμα 7.9: Κόστη αξονικών τομογραφιών Νοσοκομείου Λιβαδειάς

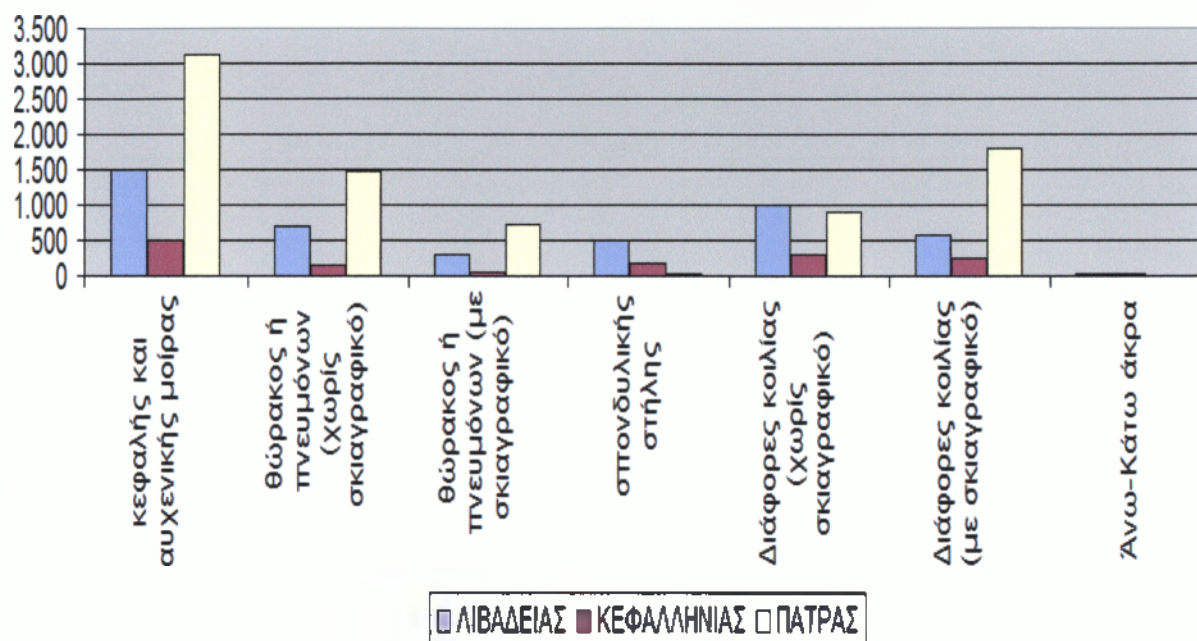
7.4 Σύγκριση αριθμών τομογραφιών σε νοσοκομεία Λιβαδειάς, Πατρών και Κεφαλληνίας.

κατηγορίες τομογραφιών	Νοσοκομείο Λιβαδειάς		Νοσοκομείο Κεφαλληνίας		Νοσοκομείο Πάτρας	
	αριθμός τομογραφιών (2003)	κόστος/ τομογραφία (€)	αριθμός τομογραφιών (2002)	κόστος/ τομογραφία (€)	αριθμός τομογραφιών (2002)	κόστος/ τομογραφία (€)
κεφαλής και αυχενικής μοίρας	1.500	30,16	503	109,97	3.125	80,66
θώρακος ή πνευμόνων (χωρίς σκιαγραφικό)	700	39,12	145	163,07	1.471	93,25
θώρακος ή πνευμόνων (με σκιαγραφικό)	300	87,20	50	188,92	730	153,43
σπονδυλικής στήλης	500	31,92	182	172,77	15	83,32
Διάφορες κοιλίας (χωρίς σκιαγραφικό)	993	33,00	288	131,12	902	83,15
Διάφορες κοιλίας (με σκιαγραφικό)	570	56,03	244	147,06	1.797	136,05
Άνω-Κάτω άκρα	36	29,54	36	112,39	9	79,58

Σχήμα 7.10: Σύγκριση κόστους τομογραφιών νοσοκομείων Λιβαδειάς, Κεφαλληνίας και Πάτρας.

Στον παραπάνω πίνακα (σχήμα 7.10) φαίνονται οι αριθμοί των ληφθέντων τομογραφιών από τα νοσοκομεία Πάτρας, Λιβαδειάς και Κεφαλληνίας.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ ΛΙΒΑΔΕΙΑΣ, ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΤΡΑΣ



Σχήμα 7.11: Γράφημα που αναπαριστά τον αριθμό των τομογραφιών μεταξύ των νοσοκομείων Λιβαδειάς, Κεφαλληνίας και Πάτρας

Από το παραπάνω γράφημα προκύπτουν τα εξής:

Τομογραφίες κεφαλής και αυχενικής μοίρας:

Ο μέγιστος αριθμός παρατηρείται στο νοσοκομείο της Πάτρας και ξεπερνά τις 3.000. Ακολουθεί το νοσοκομείο της Λιβαδειάς με 1.500 και ύστερα το νοσοκομείο της Κεφαλληνίας με 500.

Τομογραφίες θώρακος ή πνευμόνων (χωρίς σκιαγραφικό):

Ο μέγιστος αριθμός παρατηρείται και πάλι στο νοσοκομείο της Πάτρας με 1.500 τομογραφίες. Ύστερα ακολουθεί το νοσοκομείο της Λιβαδειάς με 600 και της Κεφαλληνίας με 150.

Τομογραφίες θώρακος ή πνευμόνων (με σκιαγραφικό):

Ο μέγιστος αριθμός παρατηρείται για μία ακόμα φορά στο νοσοκομείο της Πάτρας με 600 τομογραφίες. Ύστερα ακολουθεί το νοσοκομείο της Λιβαδειάς με 350 και της Κεφαλληνίας με 50.

Τομογραφίες σπονδυλικής στήλης:

Αυτή τη φορά παρατηρείται πρωτιά στο νοσοκομείο της Λιβαδειάς με 500 τομογραφίες ενώ ακολουθεί το νοσοκομείο της Κεφαλληνίας με 150. Το νοσοκομείο της Πάτρας έχει μόνο 15 τομογραφίες.

Τομογραφίες διάφορες κοιλίας (χωρίς σκιαγραφικό):

Εδώ παρατηρείται ομοιόμορφος αριθμός λήψης τομογραφιών στα νοσοκομεία Πάτρας και Λιβαδειάς που φτάνουν τις 1.000 τομογραφίες ενώ της Κεφαλληνίας φτάνει τις 300.

Τομογραφίες διάφορες κοιλίας (με σκιαγραφικό):

Ο μέγιστος αριθμός παρατηρείται για μία ακόμα φορά στο νοσοκομείο της Πάτρας με 1.700 τομογραφίες. Ύστερα ακολουθεί το νοσοκομείο της Λιβαδειάς με 600 και της Κεφαλληνίας με 200.

Τομογραφίες Άνω – Κάτω άκρων:

Ο μέγιστος αριθμός παρατηρείται στα νοσοκομεία της Λιβαδειάς και της Κεφαλληνίας με 40 τομογραφίες ενώ ακολουθεί το νοσοκομείο της Πάτρας με 10.

Γενικά παρατηρείται πρωτιά στον αριθμό των τομογραφιών στο νοσοκομείο της Πάτρας, ενώ ακολουθεί το νοσοκομείο της Λιβαδειάς και ύστερα της Κεφαλληνίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία που παρουσιάστηκαν παραπάνω προκύπτουν κάποια συμπεράσματα.

Ο παράγοντας πληθυσμός είναι καθοριστικός στον αριθμό των ασθενών που εξυπηρετούνται καθημερινά και συνεπώς στον αριθμό των εξετάσεων. Ο πληθυσμός της πόλης του Αιγίου είναι μεγαλύτερος κατά 10.000 κατοίκους από αυτόν της πόλης της Θήβας. Έτσι δικαιολογείται και το μεγαλύτερο, κατά μέσο όρο, ποσοστό στον αριθμό των εξετάσεων.

Επίσης, το ότι η πόλη της Θήβας απέχει μόλις μία ώρα από την Αθήνα έχει σαν αποτέλεσμα οι κάτοικοι της Θήβας να προτιμούν τα νοσοκομεία της Αθήνας. Αυτό συμβαίνει γιατί τα νοσοκομεία της Πρωτεύουσας θεωρούνται πιο αξιόπιστα και δεν παρουσιάζουν τυχόν ελλείψεις τα μηχανήματα.

Το ίδιο ισχύει και με τις συγκρίσεις που έγιναν για τον αριθμό τομογραφιών στα νοσοκομεία της Πάτρας, της Λιβαδειάς και της Κεφαλονιάς. Ο αριθμός των εξετάσεων είναι ανάλογος του πληθυσμού των πόλεων. Έτσι στο νοσοκομείο του Αγίου Ανδρέα στην Πάτρα οι εξετάσεις ήταν σχεδόν τριπλάσιες από αυτές της Λιβαδειάς και της Κεφαλονιάς, κάτι που ήταν αναμενόμενο αφού η Πάτρα είναι η 3^η μεγαλύτερη πληθυσμιακά πόλη της Ελλάδας.

Το νοσοκομείο της Θήβας είναι ένα καινούργιο νοσηλευτικό Ίδρυμα που ιδρύθηκε πριν από 5 χρόνια (01/08/2003). Αυτό αφενός λειτουργεί σαν πλεονέκτημα αφού χρησιμοποιεί πιο σύγχρονα μηχανήματα από αυτά του νοσοκομείου στο Αίγιο, αφετέρου όμως δεν έχει καλύψει όλες τις θέσεις προσωπικού, με αποτέλεσμα κάποια τμήματα να υπολειτουργούν. Ένα άλλο στοιχείο που μας δίνουν τα στατιστικά είναι η αύξηση του αριθμού των εξετάσεων ειδικά για το νοσοκομείο του Αιγίου κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό οφείλεται στο ότι η πόλη του Αιγίου είναι μια παραθαλάσσια περιοχή με αποτέλεσμα κατά τους θερινούς αυτούς μήνες να προσελκύει τουρισμό, κάτι που συνεπάγεται επιπλέον αύξηση του πληθυσμού. Επόμενο είναι να υπάρχει και μεγαλύτερη κινητικότητα στο νοσοκομείο είτε αυτό μεταφράζεται σε εξετάσεις, είτε σε νοσηλεία.

Ένας τρόπος που θα βοηθούσε το νοσοκομείο της Θήβας να συναγωνιστεί αυτά της Πρωτεύουσας και να πετύχει περισσότερα έσοδα είναι η πρόσληψη προσωπικού. Έτσι με την χρήση των σύγχρονων μηχανημάτων που διαθέτει το νοσοκομείο και συγχρόνως με την αύξηση των ατόμων που στελεχώνουν τα αντίστοιχα τμήματα μπορεί να επιτευχθεί μείωση της λίστας αναμονής των εξεταζόμενων και συνεπώς βελτίωση της φροντίδας υγείας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Ευφραιμίδης Δημοσθένης, «Διαχείριση τεχνολογίας μονάδων υγείας και πρόνοιας».
- 2) Καραντάνας Απόστολος Χ., «Μαγνητική Τομογραφία, Φυσικές Αρχές, ερμηνεία της εικόνας», Αθήνα 2003.
- 3) Γεωργίου Ευάγγελος Κ., Lowe V. J., Προυκάκης Χαράλαμπος Χ., «Κλινική ποζιτρονική τομογραφία», Αθήνα 2004.
- 4) Κουτσούρης Διονύσης - Δημήτρης, Παυλόπουλος, Σωτήρης Α., «Ιατρικά Απεικονιστικά Συστήματα», Αθήνα 2004.
- 5) ΦΕΚ 1655/Β'/29-11-2005.
- 6) <http://www.iav.gr/modules.php?name=News&file=article&sid=14>, 12/02/2008.
- 7) http://www.cyberknife.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=28&Itemid=47, 12/02/2008
- 8) <http://www.incardiology.gr/exetaseis/magnitiki.htm>, 12/02/2008.
- 9) http://www.kvanousstavros.gr/htmlsite/Machine_equipment.asp, 13/02/2008.
- 10) <http://www.iav.gr/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=10>, 13/02/2008.
- 11) <http://www.mri-volos.com.gr/profil.html>, 14/02/2008.
- 12) <http://www.monarchmedical.com/?gclid=COTk7tfwsZECFQtGQwodBUyAeA>, 14/02/2008.
- 13) <http://www.howstuffworks.com/mri.htm>, 15/02/2008.
- 14) <http://www.mavoclinic.com/health/mri/SM00035>, 15/2/2008 .
- 15) <http://www.ee.duke.edu/~jshorey/MRIHomepage/work2.html>, 16/02/2008.
- 16) <http://www.youtube.com/watch?v=3eZTAAIt3OU>, 19/02/2008.
- 17) http://www.exe1928.gr/ell/articles/articles_seminars/2007/2007d/article1114, 23/02/2008.
- 18) <http://www.incardiology.gr/exetaseis/magnitiki.htm>, 23/02/2008.
- 19) <http://www.geocities.com/grphysics/faq/mri.html>, 24/02/2008.
- 20) <http://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=bodyct&bhcp=1>, 24/02/2008.
- 21) <http://www.mavoclinic.com/health/ct-scan/FL00065>, 24/02/2008.
- 22) http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_aktinografisi.pdf, 25/02/2008.
- 23) <http://inventors.about.com/library/inventors/blxray.htm>, 25/02/2008.

- 24) http://users.hol.gr/~pastagr/arura/200101/mri_a.htm, 25/02/2008.
- 25) <http://www.incardiology.gr/exetaseis/aggeiografia.htm>, 26/02/2008.
- 26) <http://www.uic.com.au/nip26.htm>, 26/02/2008.
- 27) http://www.hss.energy.gov/healthsafety/ohre/roadmap/achre/intro_9_4.html, 27/02/2008.
- 28) <http://www.lbl.gov/abc/wallchart/chapters/13/2.html>, 27/02/2008.
- 29) <http://newarkbiosci.rutgers.edu/radioisotopes.htm>, 28/02/2008.
- 30) <http://www.incardiology.gr/exetaseis/spithirografima.htm>, 28/02/2008.
- 31) <http://www.kalogiannidou.gr/iatroi/spinthirogr.htm>, 28/02/2008.
- 32) <http://www.pulsar.gr/physic/pyriatr/ct36..htm>, 28/02/2008.
- 33) <http://www.pulsar.gr/physic/pyriatr/pyriatrmain.htm>, 03/03/2008.
- 34) http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=22, 03/03/2008.
- 35) http://www.lungcancer.gr/portal/content/karkinos/oz_20071017287.php3, 03/03/2008.
- 36) <http://www.medterms.com/script/main/art.asp?articlekey=11912>, 05/03/2008.
- 37) http://en.wikipedia.org/wiki/Positron_emission_tomography, 05/03/2008.
- 38) <http://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=PET>, 05/03/2008.
- 39) <http://www.webmd.com/a-to-z-guides/positron-emission-tomography>, 05/03/2008.
- 40) <http://neurosurgery.mgh.harvard.edu/pet-hp.htm>, 06/03/2008.
- 41) <http://pet.radiology.uiowa.edu/>, 07/03/2008.
- 42) <http://engphys.ubc.ca/~mirg/home/tutorial/intro.html>, 08/03/2008.
- 43) http://en.wikipedia.org/wiki/Single_photon_emission_computed_tomography, 08/03/2008.
- 44) <http://www.physics.ubc.ca/~mirg/home/tutorial/tutorial.html>, 08/03/2008.
- 45) <http://www.mavoclinic.com/health/spect-scan/CA00084>, 09/03/2008.
- 46) <http://www.uhrad.com/spectarc.htm>, 10/03/2008.