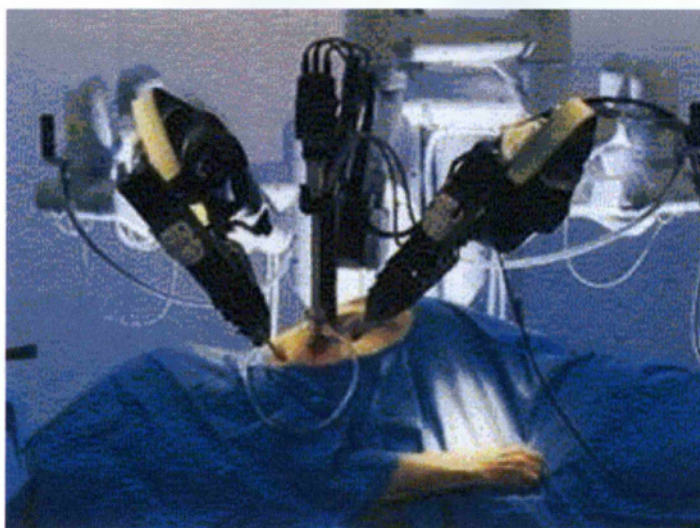




ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

« Ιατροτεχνολογικός Εξοπλισμός Νοσοκομείων »



Σπουδάστρια: Νικολέτα Τζίκα

ΑΜ:2005191

Επιβλέπων καθηγητής: Παπουτσής Ιωάννης

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2013

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου σε όλους όσους συνέβαλλαν για να ολοκληρωθεί η παρούσα πτυχιακή εργασία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος τον επιβλέποντα καθηγητή της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας κύριο Παπουτσή Ιωάννη για την καθοδήγησή του και τις χρήσιμες συμβουλές του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το οικογενειακό και φιλικό περιβάλλον μου για την αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξη για να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία και να διεξαχθεί με επιτυχία.

Καλαμάτα 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, σκοπός μας είναι η μελέτη και η παρουσίαση της εξέλιξης του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού που βρίσκεται στα δημόσια νοσοκομεία της Ελλάδας. Αναφερόμαστε σε ιατρικά μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας τα οποία διευκολύνουν τον άνθρωπο να πραγματοποιήσει δύσκολες επεμβάσεις με σκοπό την πρόληψη, την διάγνωση και την θεραπεία του ασθενούς. Σημαντικό κεφάλαιο όμως της συγκεκριμένης εργασίας είναι και οι δαπάνες που πραγματοποιούνται για την αγορά και την συντήρηση του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού, αλλά και για τις δαπάνες υγείας που γίνονται από τον κρατικό προϋπολογισμό και από τους πολίτες.

Περίληπτικά η διάρθρωση της εργασίας μας έχει ως εξής:

Αρχικά , πραγματοποιείται μια ιστορική αναδρομή του ιατρικού μηχανήματος και ορίζεται σύμφωνα με διάφορους οργανισμούς το ιατρικό μηχάνημα. Στην συνέχεια της πτυχιακής εργασίας, αναγράφεται ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός ο οποίος βρίσκεται στα ελληνικά νοσοκομεία, δημόσιας και άλλης νομικής μορφής. Υψηλής τεχνολογίας μηχανήματα όμως υπάρχουν σε όλα τα νοσοκομεία και μάλιστα χρησιμοποιούνται συνεχώς. Τέτοια μηχανήματα είναι ο Αξονικός Τομογράφος, ο Μαγνητικός Τομογράφος και ο Ψηφιακός Μαστογράφος.

Σημαντικό ρόλο όμως στο χώρο των υπηρεσιών υγείας αλλά και γενικότερα στην ιατρική επιστήμη έχουν και οι καινούργιες αναπτυσσόμενες μέθοδοι οι οποίες είναι η ρομποτική και η νανοτεχνολογία και τα σύγχρονα ιατρικά μηχανήματα που εμπεριέχονται. Συμβάλλουν σημαντικά στην εξέλιξη της επιστήμης αλλά και της απαλλαγής των ανθρώπινων λαθών.

Η πιο σύγχρονη και αρκετά υποσχόμενη μέθοδος της ιατρικής επιστήμης όμως είναι η τηλεϊατρική, η οποία παρέχει σημαντικά τα πλεονεκτήματα και αναφέρονται και τα μειονεκτήματα που δημιουργούνται από την εξ αποστάσεως διάγνωση, αλλά δημιουργούνται επιπλέον και οφέλη που προσφέρει σε πολίτες, γιατρούς και στον κρατικό μηχανισμό.

Τέλος, απαριθμούνται τα συμπεράσματα που διαπιστώνονται από την συγκεκριμένη εργασία και τα οφέλη που προσφέρει η συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού.

Περιεχόμενα

| | |
|--|--------|
| Ευχαριστίες..... | Σελ 2 |
| Πρόλογος | Σελ 3 |
| Περιεχόμενα..... | Σελ 4 |
| Πίνακες..... | Σελ 7 |
| Εισαγωγή..... | Σελ 8 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ | |
| 1.1 Το Δημόσιο Σύστημα Υγείας στην Αρχαία Ελλάδα..... | Σελ 9 |
| 1.2 Ιατρικά εργαλεία του χθες..... | Σελ 10 |
| 1.3 Ορισμός του ιατρικού μηχανήματος | |
| 1.3.1 Ιατρικό Μηχάνημα σύμφωνα με το standard SO13485..... | Σελ 14 |
| 1.3.2 Ιατρικό Μηχάνημα σύμφωνα με το Federal Food Drug and Cosmetic Act | Σελ 14 |
| 1.3.3 Ιατρικό Μηχάνημα σύμφωνα με την European Committee for Standardization..... | Σελ 15 |
| 1.4 Κωδικοποίηση..... | Σελ 16 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΙΑΤΡΙΚΟΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ | |
| 2.1 Γενικά..... | Σελ 19 |
| 2.2 Ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός της Ελλάδας..... | Σελ 20 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ | |
| 3.1 Αξονικός Τομογράφος | |
| 3.1.1. Ορισμός..... | Σελ 23 |
| 3.1.2 Μηχανικά Μέρη Αξονικού Τομογράφου..... | Σελ 23 |
| 3.1.3 Βασικές Αρχές Λειτουργίας Αξονικού Τομογράφου..... | Σελ 24 |
| 3.1.4 Πλεονεκτήματα Αξονικού Τομογράφου..... | Σελ 24 |

| | |
|--|--------|
| 3.1.5 Μειονεκτήματα Αξονικού Τομογράφου..... | Σελ 24 |
| 3.2 Μαγνητικός Τομογράφος | |
| 3.2.1 Ορισμός..... | Σελ 25 |
| 3.2.2 Βασικά Μέρη Μαγνητικού Τομογράφου..... | Σελ 25 |
| 3.2.3 Βασικές Λειτουργίες Μαγνητικού Τομογράφου..... | Σελ 26 |
| 3.2.4 Πλεονεκτήματα Μαγνητικού Τομογράφου..... | Σελ 27 |
| 3.2.5 Μειονεκτήματα Μαγνητικού Τομογράφου | Σελ 27 |
| 3.3 Ψηφιακός Μαστογράφος | |
| 3.3.1 Ορισμός..... | Σελ 28 |
| 3.3.2 Πλεονεκτήματα Ψηφιακού Μαστογράφου..... | Σελ 30 |
| 3.3.3 Μειονεκτήματα Ψηφιακού Μαστογράφου..... | Σελ 31 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ NANOTECHNOLOGIA

| | |
|--|--------|
| 4.1 Ρομποτική χειρουργική | |
| 4.1.1 Ορισμός..... | Σελ 32 |
| 4.1.2 Παράλληλες Τεχνολογίες..... | Σελ 32 |
| 4.1.3 Σύστημα Da Vinci..... | Σελ 33 |
| 4.1.3.α Σύστημα Da Vinci Και Ειδικότητες Χειρουργικής..... | Σελ 38 |
| 4.1.3.β Χρήση Του Συστήματος Da Vinci | Σελ 40 |
| 4.1.4 Πλεονεκτήματα..... | Σελ 40 |
| 4.2 Νανο-τεχνολογία και ιατρική | |
| 4.2.1 Γενικά..... | Σελ 41 |
| 4.2.2 Διαγνωστική Ιατρική..... | Σελ 42 |
| 4.2.3 Θεραπευτική Ιατρική..... | Σελ 43 |

| | | |
|-------|----------------------|--------|
| 4.2.4 | Νανοχειρουργική..... | Σελ 44 |
|-------|----------------------|--------|

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ

| | | |
|-----|---------------------------------|--------|
| 5.1 | Γενικά..... | Σελ 46 |
| 5.2 | Πλεονεκτήματα Τηλεϊατρικής..... | Σελ 49 |
| 5.3 | Μειονεκτήματα Τηλεϊατρικής..... | Σελ 50 |
| 5.4 | Οικονομικά Οφέλη..... | Σελ 51 |
| 5.5 | Ποιοτικά Οφέλη..... | Σελ 52 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΟΣΤΟΣ ΙΑΤΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

| | | |
|-----|--|--------|
| 6.1 | Κόστος ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού | Σελ 54 |
| 6.2 | Ανάλυση κόστους ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού ενός έτους..... | Σελ 54 |

| | | |
|--|-------------------|--------|
| | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | Σελ 60 |
|--|-------------------|--------|

| | | |
|--|-------------------|--------|
| | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | Σελ 62 |
|--|-------------------|--------|

| | | |
|--|----------------|--------|
| | ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ..... | Σελ 63 |
|--|----------------|--------|

ΠΙΝΑΚΕΣ

| | |
|---|--------|
| Πίνακας 1:Ποσοστιαία Κατανομή Νοσοκομείων..... | Σελ 20 |
| Πίνακας 2:Αριθμός Γενικών Νοσοκομείων Κατά Την Περίοδο 2005-2011. Σελ | 20 |
| Πίνακας 3:Αριθμός Μηχανημάτων Υψηλής Τεχνολογίας Στο Σύνολο Της Χώρας 2002-2006..... | Σελ 21 |
| Πίνακας 4: Κατανομή Μηχανημάτων Ανά Νομική Μορφή..... | Σελ 22 |
| Πίνακας 5: Γενική Χειρουργική με το Σύστημα Da Vinci..... | Σελ 39 |
| Πίνακας 6: Καρδιοχειρουργική – Θωρακοχειρουργική με το Σύστημα Da Vinci | Σελ 39 |
| Πίνακας 7: Γενική Επισκόπηση Της Αγοράς 2000 ΗΠΑ..... | Σελ 52 |
| Πίνακας 8: Ελάχιστος Αριθμός Εξετάσεων..... | Σελ 56 |
| Πίνακας 9: Κόστος Λειτουργίας Αξονικού Τομογράφου..... | Σελ 56 |
| Πίνακας 10: Κόστος Λειτουργίας Μαγνητικού Τομογράφου..... | Σελ 57 |
| Πίνακας 11: Κόστος Λειτουργίας Εκπομπής Ποζιτρονίων..... | Σελ 57 |
| Πίνακας 12: Κόστος Επένδυσης Τομογράφων Βάσει Τιμών Του 2012..... | Σελ58 |
| Πίνακας 13: Ετήσια Έσοδα Τομογράφων..... | Σελ 59 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

«.....Μέχρι τη δεκαετία του 1940, για να ληφθεί ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα ο ασθενής έπρεπε κυριολεκτικά να βυθιστεί στο αλατόνερο. Σήμερα είναι δυνατόν να λάβουμε άριστη καταγραφή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος ακόμα και να το άτομο βρίσκεται στο διάστημα. Μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα, οι ασθενείς που πάθαιναν έμφραγμα του μυοκαρδίου έπρεπε να μείνουν ξαπλωμένοι στο κρεβάτι και να μη μετακινηθούν καθόλου για 40 ημέρες... Μέχρι τις δεκαετίες του 1960 και 1970, σε πολλές περιπτώσεις ασθενών με πολλαπλή συγγενή καρδιοπάθεια, δεν ήταν δυνατόν να γίνει ακριβής διάγνωση κατά τη διάρκεια της ζωής του ασθενούς, παρά μόνο με νεκροτομή μετά το θάνατό του. Σήμερα η διάγνωση μπορεί να γίνει ακόμα και κατά την ενδομήτρια ζωή, σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις γίνεται διορθωτική εγχείρηση πριν γεννηθεί το παιδί..... Στην πρώτη εγχείρηση που έγινε μετά από γενική νάρκωση με αιθέρα στη Βοστώνη, οι γιατροί ήταν μαζεμένοι γύρω από το κρεβάτι του ασθενή με κοστούμια. Σήμερα είναι δυνατόν να γίνει ρομποτική εγχείρηση με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών, όπου ο ασθενής είναι δυνατόν να είναι στην Ευρώπη και ο γιατρός στην Αμερική..... Σήμερα είναι δυνατόν να γίνει λεπτομερής καταγραφή όχι μόνο των κυττάρων αλλά και μορίων, με τη χρήση νανοτεχνολογίας ή μοριακής απεικόνισης.....»

Τα λόγια αυτά είπε -μεταξύ άλλων- ο καθηγητής και ακαδημαϊκός, Dr Χαρίσιος Μπουντούλας, σε διάλεξη που έδωσε στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο της Θεσσαλονίκης, και τα οποία αντικατοπτρίζουν με τον καλύτερο τρόπο τη διαχρονική εξέλιξη της ιατρικής και της τεχνολογίας που την περιβάλλει.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ

1.1 Το δημόσιο σύστημα υγείας στην Αρχαία Ελλάδα

Η αρχαία ελληνική Ιατρική έθεσε τις βάσεις για το πρώτο ολοκληρωμένο σύστημα ιατρικής γνώσης στην παγκόσμια ιστορία. Το σύστημα αυτό άρχισε να δημιουργείται στην εποχή του Ιπποκράτη και συνεχίστηκε μέχρι τον 7^ο αιώνα μ.Χ. Ήταν ο πρώτος που εφάρμοσε την κλινική Ιατρική και τις γνώσεις του στην ιατρική τις κατέγραψε ο ίδιος σε βιβλία. Ασχολήθηκε με την ανατομία και επινόησε χειρουργικά Εργαλεία, όπως τρυπάνια, πριόνια, τανάλιες, βελόνες, λίμες, τσιμπίδες, άγκιστρα. Επιχείρησε χειρουργικές επεμβάσεις στο κρανίο αλλά και τοκετούς χρησιμοποιώντας εμβρυουλκό δικής του κατασκευής. Αποστειρώνει τα εργαλεία χρησιμοποιώντας κρασί ή φωτιά, καυτό λάδι για τις ραφές και έπλενε τις πληγές με κρασί. Οπότε δικαίως ονομάστηκε πατέρας της ιατρικής.

Από τον Όμηρο, τον Ησίοδο αλλά και τον Πλάτωνα, μπορούμε να αποσπάσουμε πολύτιμες πληροφορίες για τη φύση της ιατρικής πρακτικής. Οι γιατροί αναφέρονται από τον Όμηρο ως ειδική κατηγορία ανθρώπων, ενώ αντίθετα στον Πλάτωνα κατατάσσονται στην πεζή κατηγορία των τεχνιτών

Η Ελληνική πόλη κράτος μεταξύ των άλλων διευκολύνσεων που παρείχε στους πολίτες, συμπεριλαμβάνονταν και η δωρεάν παροχή ιατρικής περίθαλψης, και πρόνοιας, η οποία θεωρούνταν ως κάτι δεδομένο για τους νομοθέτες. Παρότι μέχρι στιγμής δεν υπάρχει κανένα αποδεικτικό στοιχείο, θεωρείται πως οφείλεται στο νομοθετικό έργο του Σόλωνα, γεγονός που συνηγορεί στην αρχαιότερη θέσπιση του θεσμού. Οι δημόσιοι γιατροί αμείβονταν από τις τοπικές κυβερνήσεις συνήθως σε ετήσια βάση με σκοπό να προσφέρουν τις απαιτούμενες ιατρικές θεραπείες στους κατά περίπτωση ασθενείς.

Οι γιατροί ήταν παρόντες σε όλες τις δημόσιες εκδηλώσεις όπως σε γιορτές και κυρίως σε αθλητικούς αγώνες ώστε να μπορούν άμεσα να περιθάλψουν αποχωρούντες με τραυματισμό αθλητές. Επίσης οι δημόσιοι γιατροί είχαν ειδικά καθήκοντα όπως την ιατρική επίβλεψη των ομάδων των «Εφήβων» κατά την περίοδο της στρατιωτικής τους εκπαίδευσης και θητείας.

Πολλοί είναι οι γιατροί που στα πλαίσια του επαγγέλματος τους δεν δίστασαν να ταξιδέψουν σε όλα τα μήκη και πλάτη του Ελληνικού κόσμου προκειμένου να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους, αρκετές φορές μάλιστα κάτω από αντίξοες συνθήκες. Οι Έλληνες γιατροί λόγω του πνεύματος ανιδιοτέλειας και της υψηλής αίσθησης καθήκοντος πρόσφεραν τις υπηρεσίες τους σε όσους τις χρειάζονταν, βοηθούσαν ανεξαιρέτως όλες τις κοινωνικές και οικονομικές κατηγορίες ανθρώπων. Οι σκλάβοι ήταν ενταγμένοι και αυτοί στο πρόγραμμα ιατρικής βοήθειας. Για αυτούς το αφεντικό τους έπρεπε να πληρώσει έναν ειδικό φόρο, «τα ιατρικά».

Για το λόγο αυτό οι πόλεις αναγνώριζαν την προσφορά τους και τους τιμούσαν ανάλογα. Τα δώρα που τους έκαναν ήταν τόσο υλικά π.χ στέμμα από χρυσό, λάδι όσο και δώρα τιμής π.χ πολιτογράφηση και τιτλοδοσία όπως «πρόξενος» και «ευεργέτης».

Η δράση τους ξεπερνούσε την ανθρώπινη φυλή και επεκτείνονταν και στα ζώα, κυρίως τα οικόσιτα. Ο Μητρόδωρος αναφέρεται από τους κατοίκους της Λαμίας και ως «υπίατρος».

Σύμφωνα με τις ιστορικές αναφορές, το «Ιατρείον» τους ήταν ένα μικρό δωμάτιο με ιδιωτικό εξοπλισμό, στην εποχή του Γαληνού κατά το 2ο μ.Χ αιώνα όμως τα απλά δωμάτια είχαν μετατραπεί σε μεγάλα κτήρια εξοπλισμένα από κρατικά κονδύλια. Οι γιατροί, μέχρι την δημιουργία των μεγάλων νοσοκομείων (κυρίως στρατιωτικών) επισκέπτονταν τους ασθενείς στο σπίτι.

1.2 Ιατρικά εργαλεία του χθες

Η αρχαία ελληνική ιατρική διέθετε καλούς επιστήμονες, με άσκηση χειρουργικής, ακόμη και στην προομηρική εποχή με εξειδικευμένα χειρουργικά εργαλεία, που έφεραν στο φως οι ανασκαφές

Κατά την αρχαιότητα εκτελούνταν με επιτυχία πολλές χειρουργικές επεμβάσεις που περιλάμβαναν μεταξύ άλλων κρανιοτομές για τραύματα, θυρεοειδεκτομές για βρογχοκήλη, μαστεκτομές, πλαστικές χειρουργικές επεμβάσεις, γυναικολογικές επεμβάσεις, οφθαλμολογικές επεμβάσεις και αγγειοχειρουργικές επεμβάσεις. Σύμφωνα με το γιατρό Francis Adams (1844), η αρχαία ελληνική χειρουργική ήταν το τελειότερο σύστημα χειρουργικής, έως το 18^ο αιώνα.

Όπως ήταν φυσικό, η ανάπτυξη της χειρουργικής και των ειδικοτήτων της κατά την αρχαιότητα, απαίτησε την δημιουργία περίτεχνων χειρουργικών εργαλείων για την εκτέλεση πολύ λεπτών επεμβάσεων. Ο Ιπποκράτης αναφέρει *«τα εργαλεία πρέπει να είναι εύκολα στη χρήση τους και από την άποψη του βάρους τους και από την άποψη της λεπτότητας κατασκευής τους»* και ουσιαστικά θέτει τις βασικές αρχές που έπρεπε να διέπουν τα χειρουργικά εργαλεία της αρχαιότητας. Πράγματι οι αρχαιολογικές ανασκαφές μέσα από το σύνολο των σχετικών λειψάνων που έχουν έρθει στο φως αποδεικνύουν την ισχύ της βασικής αυτής αρχής του Ιπποκράτη.

Τα ιατρικά εργαλεία κατασκευάζονταν συνήθως από μέταλλα και κράματα μετάλλων όπως χαλκό, μπρούντζο, κασσίτερο, σίδηρο, χάλυβα, ψευδάργυρο, ορείχαλκο, μόλυβδο και πολύ σπάνια από ευγενή μέταλλα (άργυρος, χρυσός), που χρησιμοποιούνταν περισσότερο για στόλισμα. Τα νυστέρια ήταν κυρίως από σίδηρο, με το μπροστινό μέρος συνήθως από χάλυβα και τη λαβίδα από ορείχαλκο. Λόγω της οξείδωσης του σιδήρου, ελάχιστα νυστέρια έχουν έρθει στο φως ενώ από τις διάφορες απεικονίσεις στα ανάγλυφα φαίνεται πως τα εργαλεία αυτά ήταν σχεδόν ίδια με τα σημερινά.

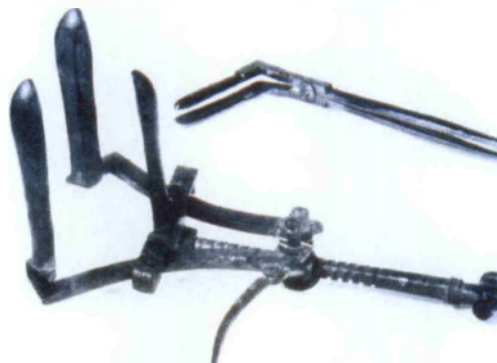
Η κατασκευή των εργαλείων γινόταν με χύτευση και σφυρηλάτηση. Η τέχνη της δημιουργίας τους είχε φτάσει σε τόσο υψηλό επίπεδο, που πολλοί σύγχρονοι ειδικοί πιστεύουν ότι υπήρχαν εξειδικευμένα εργοστάσια παραγωγής ιατρικών εργαλείων.

Από τα ιατρικά εργαλεία τα οποία έχουν βρεθεί σε ανασκαφές Ασκληπιείων, θεραπευτικών σπηλαίων αλλά και οικημάτων που ήταν ιατρεία, αποδεικνύεται ότι, η αρχαία ελληνική ιατρική, διέθετε πλήθος εργαλείων, τα οποία όχι μόνο εμφανίζουν πολλές ομοιότητες με τα σύγχρονα εργαλεία αλλά αρκετά είναι ίδια με τα αντίστοιχα σύγχρονα. Οι σύγχρονες χειρουργικές λαβίδες είναι ίδιες στη μορφή με τις αρχαίες, που είχαν το όνομα σαρκολάβοι. Οι καθετήρες της ουροδόχου κύστεως κατά την αρχαιότητα ήταν μολύβδινοι και εύκαμπτοι για να προσαρμόζονται στις καμπές της ουρήθρας. Υπήρχαν ειδικά όργανα για τον καταρράκτη, την εξαγωγή των βελών, την ενδοσκοπική αφαίρεση των αιμορροΐδων, την εκτομή των συριγγίων, την αφαίρεση των δοντιών (οδοντάγρες) κ.α. Επίσης για το ράψιμο του δέρματος χρησιμοποιούνταν ειδικές βελόνες και αγκτήρες (παραμάνες), ενώ για την αιμόσταση χρησιμοποιούνταν καυτήρια.



Εικόνα 1: Αρχαία ιατρικά εργαλεία

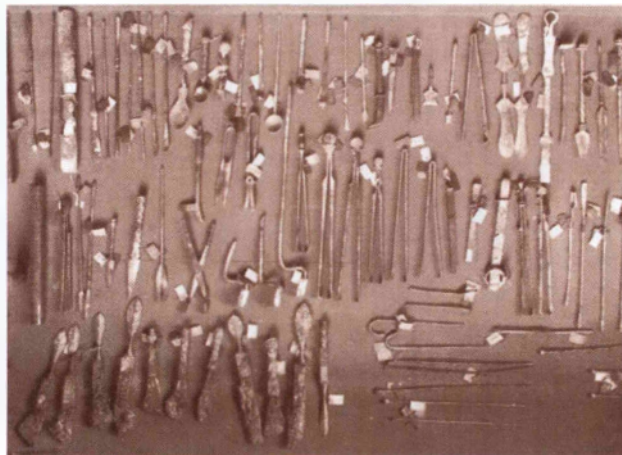
Τα αρχαία χειρουργικά εργαλεία δεν έχουν τίποτε να ζηλέψουν από τα σημερινά. Τα πρώτα εργαλεία, που έχουμε βρει ήδη από το 1000 π.Χ., δηλαδή το κεφαλοτρύπανο του 2ου αιώνας π.Χ., που βρέθηκε στο Δίον, είναι πανομοιότυπο με το σημερινό, απλώς τότε ήταν χειροκίνητο, ενώ σήμερα είναι ηλεκτροκίνητο, τα άγκιστρα είναι πανομοιότυπα, οι λαβίδες είναι όμοιες, οι ουροκαθετήρες απλώς άλλαξαν σύσταση και έγιναν από πλαστικό, ενώ στην αρχαία εποχή έπαιρναν την μορφή της ουρήθρας και ήταν από μολύβι ή ορείχαλκο, μάλιστα όχι μόνο δεν έχουν τίποτα να ζηλέψουν, άλλα κληροδότησαν και μέχρι σήμερα τα αρχαία ονόματά τους. Στη Μυκηναϊκή Περίοδο ανάγεται η πρώτη γνωστή κρανιοανάτρηση στην Ευρώπη. Βρέθηκαν κεφαλοτρύπανα, μηνιγγοφύλακες, μητροσκόπια, (εικ.2), λαβίδες, καθετήρες και χιλιάδες άλλα, που διατήρησαν επί 2.500 χρόνια όχι μόνο την μορφή τους αλλά και το ίδιο όνομα.



Εικόνα 2: Μητροσκόπιο της Αρχαιότητας.

Η μελέτη των χειρουργικών εργαλείων των αρχαίων Ελλήνων δεν μπορεί παρά να προκαλεί τον θαυμασμό των σημερινών επιστημόνων, καθώς σε αυτά συνυπάρχουν σε μεγάλο βαθμό η τέχνη, η επιστήμη και η τεχνολογία

Με το πέρασμα των χρόνων, κατά τη ρωμαϊκή περίοδο και εξής, τα εργαλεία γίνονται πιο πολυποίκιλα, με χρήση διαφόρων πολύτιμων υλικών και με σχετική διαφοροποίηση της μορφής τους, ενώ από το 19ο αιώνα και μετά καταργούνται πια τα περίτεχνα σχέδια και τα εργαλεία επιστρέφουν στην απλή, κλασική τους μορφή.



Εικόνα 3: Χειρουργικά εργαλεία, με μικροσκοπικό διάκοσμο, του α' αι. μ.Χ..

Διακρίνονται μαχαιρίδια, λαβίδες, σαρκολάβοι, ψαλίδια, κυαθίσκοι (κοχλιάρια), μήλαι, ξύστραι, άγκιστρα και τρυπάνια

1.3 Ορισμός του ιατρικού μηχανήματος

Τα ιατρικά μηχανήματα είναι συσκευές, εργαλεία ή συστήματα που χρησιμοποιούνται για την πρόληψη, διάγνωση, ή θεραπεία των ασθενειών των ανθρώπων χωρίς μεταβολική εμπλοκή. Με την ανάπτυξη της σύγχρονης τεχνολογίας και την εμφάνιση νέων προϊόντων πολλές φορές δεν είναι σαφές πότε μια συσκευή μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ιατρικό μηχάνημα.

Παρακάτω αναφέρονται οι ορισμοί του ιατρικού μηχανήματος όπως αναγνωρίσθηκε από διάφορους οργανισμούς διεθνώς.

1.3.1 Ιατρικό Μηχάνημα σύμφωνα με το standard ISO 13485 (International Organaization for Standardization)

Ένα προϊόν που έχει κατασκευαστεί προσδιορίζεται σαν ιατρική συσκευή εάν χρησιμοποιείται όπως παρακάτω:

- 1) Αντιμετωπίζει ανθρώπινη ασθένεια δηλ:
 - Προλαμβάνει ανθρώπινη ασθένεια
 - Διαγνώσκει ανθρώπινη ασθένεια
 - Φροντίζει ανθρώπινη ασθένεια
 - Ανακουφίζει ανθρώπινη ασθένεια
 - Παρακολουθεί ανθρώπινη ασθένεια
- 2) Γιατρεύει ανθρώπινους τραυματισμούς δηλ:
 - Διαγνώσκει ανθρώπινους τραυματισμούς
 - Φροντίζει ανθρώπινους τραυματισμούς
 - Ανακουφίζει ανθρώπινους τραυματισμούς
 - Παρακολουθεί ανθρώπινους τραυματισμούς
 - Επανορθώνει ανθρώπινους τραυματισμούς
- 3) Ικανοποιεί ανθρώπινες ανατομικές ανάγκες
- 4) Διερευνά ανθρώπινα ανατομικά προβλήματα
- 4) Αντικαθιστά ανθρώπινες ανατομικές δομές
- 5) Τροποποιεί ανθρώπινες φυσιολογικές λειτουργίες

1.3.2 Ιατρικό μηχάνημα σύμφωνα με το FD& C(Federal Food Drug & Cosmetic Act)

Στις Η.Π.Α. ένα προϊόν για να χαρακτηριστεί ιατρική συσκευή πρέπει να συμφωνεί με τον παρακάτω ορισμό του FD & C (Federal Food Drug & Cosmetic Act):

«Ιατρικό μηχάνημα είναι ένα όργανο, συσκευή, εργαλείο, μηχανή, τέχνασμα, εμφύτευμα, *in vitro* αντιδραστήριο ή άλλο παρεμφερές ή σχετικό αντικείμενο συμπεριλαμβανομένου και ενός εξαρτήματος ή παρελκόμενου το οποίο είναι:

- Αναγνωρισμένο από την «επίσημη Εθνική Διατύπωση» ή την Φαρμακοποιεία των Ηνωμένων Πολιτειών ή κάθε συμπλήρωμα αυτών,
- Έχει σαν σκοπό να χρησιμοποιηθεί στην διάγνωση ασθενειών ή άλλων συνθηκών, ή στην θεραπεία, ανακούφιση, φροντίδα, ή πρόληψη ασθενειών, σε άνθρωπο ή σε άλλα ζώα ή
- Έχει σαν σκοπό να επηρεάσει την δομή ή κάθε λειτουργία του σώματος ανθρώπου ή άλλων ζώων, και το οποίο δεν επιτυγχάνει κανέναν από τους πρωταρχικούς σκοπούς μέσω χημικής δράσης, μέσα ή πάνω στο σώμα ανθρώπου ή άλλων ζώων, και το οποίο δεν εξαρτάται από μεταβολική δράση για την επίτευξη κάθε πρωταρχικού σκοπού του.»

Όταν ένα προϊόν συμφωνεί με τον παραπάνω ορισμό, και χαρακτηρίζεται σαν ιατρική συσκευή, τότε πρέπει να πληροί τους κανονισμούς του FDA (Food and Drug Administration) οργανισμού. Ο παραπάνω ορισμός παρέχει μια ξεκάθαρη διάκριση μεταξύ μιας ιατρικής συσκευής και άλλων προϊόντων που υπόκεινται σε κανονισμούς του FDA όπως τα φάρμακα.

1.3.3 Ιατρικό μηχάνημα σύμφωνα με τον ευρωπαϊκό οργανισμό CEN (European Committee for Standardization)

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση ένα προϊόν χαρακτηρίζεται σαν ιατρική συσκευή εάν συμφωνεί με παρακάτω τον ορισμό :

«Ιατρική συσκευή σημαίνει κάθε όργανο, συσκευή, εργαλείο, υλικό ή άλλο αντικείμενο, που χρησιμοποιείται μόνο του ή σε συνδυασμό, συμπεριλαμβανομένου και του απαραίτητου software για την κατάλληλη εφαρμογή που σχεδιάστηκε από τον κατασκευαστή για χρήση σε ανθρώπους με σκοπό την:

- Διάγνωση, πρόληψη, παρακολούθηση, φροντίδα ή ανακούφιση ασθένειας
- Διάγνωση, παρακολούθηση, φροντίδα, ανακούφιση ή ψυχολογική αναπλήρωση για έναν τραυματισμό ή φυσικό ελάττωμα.

- Εξέταση, αντικατάσταση ή τροποποίηση της ανατομίας ή μιας φυσιολογικής λειτουργίας

- Έλεγχο της σύλληψης μωρού

Και το οποίο δεν πετυχαίνει την κύρια δράση για την οποία σχεδιάστηκε μέσα ή πάνω στο ανθρώπινο σώμα με φαρμακολογικά ή μεταβολικά μέσα, αλλά το οποίο μπορεί να υποβοηθείται στην λειτουργία του από τέτοια μέσα».

1.4 Κωδικοποίηση

Οι μονάδες υγείας δημιουργούν σε καθημερινή βάση τεράστιες ποσότητες δεδομένων διαφορετικού είδους (διοικητικά, οικονομικά, ιατρικά δεδομένα, κ.λπ.) και φύσης (έντυπα, ιατρικοί φάκελοι, ιατρικές εικόνες, βιοσήματα, κ.λπ.). Δυστυχώς, ακόμα και σήμερα και παρά τις προσπάθειες πολλών ετών και την αλματώδη εξέλιξη των τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών, τα δεδομένα αυτά τις περισσότερες φορές δεν τηρούνται ηλεκτρονικά μένοντας ουσιαστικά ανεκμετάλλευτα τόσο από τους επαγγελματίες υγείας όσο και από τις διοικήσεις των μονάδων υγείας. Μέρος του προβλήματος είναι και η έλλειψη χρήσης κωδικοποιήσεων, προτύπων και πρωτοκόλλων για τη τήρηση, την αποθήκευση και την ανταλλαγή των δεδομένων που δημιουργούνται.

Η χρήση κωδικοποιήσεων επιτρέπει τη συστηματική, τυποποιημένη και αξιοποιήσιμη καταγραφή πληροφοριών τήρηση κωδικοποιήσεων στα πληροφοριακά συστήματα δίνει τη δυνατότητα στη διοίκηση των μονάδων υγείας να έχουν σαφή και έγκαιρη πληροφόρηση και να την αξιοποιούν για λειτουργικούς και στρατηγικούς σκοπούς

ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΙΔΩΝ

Σύστημα GMDN

Η Global Medical Device Nomenclature αποτελεί μια ονοματολογία που χρησιμοποιείται για την περιγραφή ιατροτεχνολογικών προϊόντων.

Έχει βασιστεί σε προγενέστερες ονοματολογίες όπως οι CNMD FDA (ΗΠΑ), EDMA (Ε.Ε) κ.λπ. Χρησιμοποιεί μια αρχιτεκτονική 3 επιπέδων (category, generic device group, device type).

Οι κατηγορίες (categories) περιλαμβάνουν ένα σύνολο από γενικευμένες ομάδες (generic device group). “Ομάδα” είναι ο όρος που χαρακτηρίζει ένα σύνολο ιατροτεχνολογικών προϊόντων που προορίζονται για την ίδια/ παρόμοια εφαρμογή και χαρακτηρίζονται από κοινά τεχνολογικά στοιχεία.

Ο τύπος ιατροτεχνολογικού προϊόντος περιλαμβάνει το όνομα του κατασκευαστή και το μοντέλο (make & model).

Κάθε ομάδα μπορεί να ανήκει σε μία ή περισσότερες κατηγορίες. Επιπλέον κάθε ομάδα περιλαμβάνει 0 ή περισσότερους τύπους συσκευών

Οι όροι ταυτοποιούνται με την χρήση ενός 5ψήφιου κωδικού, ο οποίο δεν υπονοεί κάποια ιεραρχική σχέση μεταξύ των όρων (code independent hierarchy). .

Κάθε εγγραφή στο GMDN αποτελείται από τον κωδικό τον όρο και μια σύντομη περιγραφή του.

UNSPC(United Nations Standard Products and Services Code)

Αποτελεί ιεραρχικό σύστημα ταξινόμησης ειδών / υπηρεσιών σε 5 επίπεδα:

- **XX Segment:** Σύνολο σχετιζόμενων μεταξύ τους οικογενειών.
- **XX Family:** Σύνολο σχετιζόμενων μεταξύ τους κατηγοριών ειδών.
- **XX Class:** Σύνολο προϊόντων με κοινά χαρακτηριστικά.
- **XX Commodity:** Μια ομάδα προϊόντων ή υπηρεσιών
- **XX Business Function:** Το σύνολο των υποστηρικτικών λειτουργιών που παρέχονται για ένα προϊόν.

Κάθε προϊόν-υπηρεσία ταξινομείται βάσει 10ψήφιου κωδικού με κάθε 2άδα ψηφίων να αντιστοιχεί σε ένα από τα ανωτέρω επίπεδα.

ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ

Ο NPI (National Provider Identifier) αποτελεί ένα σύστημα κωδικοποίησης των προμηθευτών που χρησιμοποιείται κυρίως στις ΗΠΑ.

Κάθε προμηθευτής ταυτοποιείται μέσω ενός 10 ψηφίου κωδικού (κωδικός 9 ψηφίων συν ένα ψηφίο ελέγχου).

Το NPI μπορεί να αποδοθεί τόσο σε φυσικά πρόσωπα όσο και σε οργανισμούς. Οι κωδικοί φυλάσσονται στο εθνικό αρχείο προμηθευτών (National Provider File-NPF).

Ιατρικά μηχανήματα συναντούμε σε όλα τα νοσοκομεία δημοσίου και ιδιωτικού δικαίου αλλά και παγκοσμίως με τους ίδιους κωδικούς. Στο επόμενο κεφάλαιο αναπτύσσεται ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός της Ελλάδας, που βρίσκεται στο δημόσια νοσοκομεία της χώρας, όπως αυτά έχουν ορισθεί σε περιφέρειες σύμφωνα με το Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης.

2^Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΙΑΤΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

2.1 Γενικά

Η υποδομή του υγειονομικού συστήματος συγκροτείται από τα νοσοκομεία και τον ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό.

Ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός είναι ανάλογος με τις ανάγκες του κάθε νοσοκομείου έτσι ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί τους πολίτες τις περιφέρειες που αντιστοιχεί το νοσοκομείο, είναι δηλαδή ανάλογο με τον πληθυσμό της περιφέρειας.

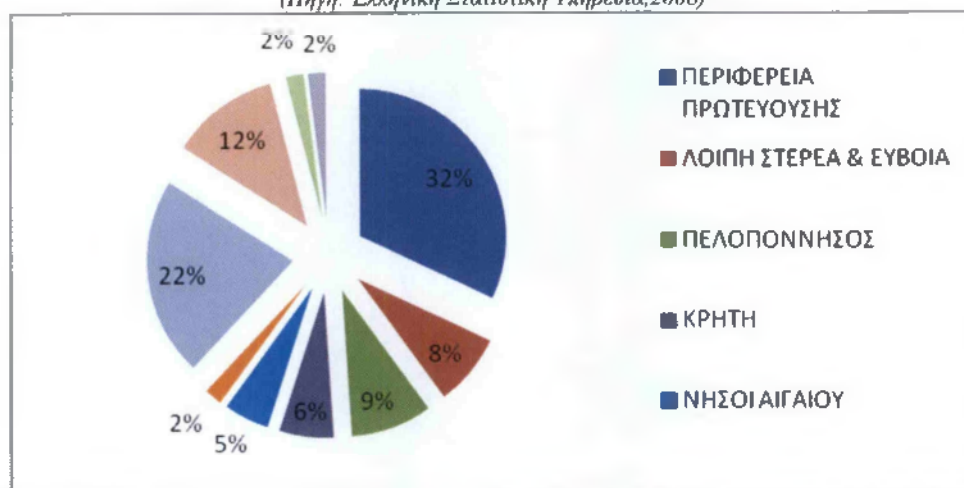
Επιπλέον ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός εξαρτάται και από το επίπεδο του νοσοκομείου όπου φιλοξενείται. Για παράδειγμα, εάν το νοσοκομείο είναι Πανεπιστημιακό ή Ερευνητικό, τότε ο εξοπλισμός του θα είναι πιο εξελιγμένος σε σχέση με αυτόν που υπάρχει σε ένα απλό θεραπευτήριο. Ο λόγος είναι πως σε αυτά τα νοσοκομεία, ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός είναι εργαλείο έρευνας και εξέλιξης της ιατρικής επιστήμης.

Σύμφωνα με την ταξινόμηση του Υπουργείου Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης, η χώρα χωρίζεται σε 7 υγειονομικές περιφέρειες, όπως αναφέρεται στην συνέχεια.

- 1.Περιφέρεια Αττικής
- 2.Περιφέρεια Πειραιώς και Αιγαίου
3. Περιφέρεια Μακεδονίας
- 4.Περιφέρεια Μακεδονίας και Θράκης
5. Περιφέρεια Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας
- 6.Περιφέρεια Πελοποννήσου, Ιονίων νήσων, Ηπείρου και Δυτικής Ελλάδας
- 7.Περιφέρεια Κρήτης

Η κατανομή των νοσοκομείων αναγράφεται στον παρακάτω πίνακα, όπου και διαπιστώνουμε πως το μεγαλύτερο ποσοστό περίπου το 50% είναι κατανεμημένο στις μεγάλες πόλεις της χώρας μας στη περιφέρεια της πρωτεύουσας και στην Μακεδονία. Μικρότερο ποσοστό παρατηρείται στην Ήπειρο και στα Ιόνια Νησιά. Αυτό, πιθανόν, να οφείλεται στο μικρότερο ποσοστό κατοίκων στις συγκεκριμένες περιοχές.

Πίνακας 1: Ποσοστιαία Κατανομή Νοσοκομείων Ανά Περιφέρεια
(Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, 2008)



Συμφώνα με τα στοιχεία του ΟΟΣΑ(Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης),ο αριθμός των γενικών νοσοκομείων στην Ελλάδα είχε μια μικρή αλλά ανοδική πορεία την περίοδο του 2005-2011, σε αντίθεση με τις περισσότερες χώρες της Ευρώπης που παρουσίασαν καθοδική τάση.



Πίνακας 2: Αριθμός των γενικών νοσοκομείων κατά την περίοδο 2005-2011

(Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ. Στατιστικά Δεδομένα Δημόσιας Υγείας 2005-2011)

2.2 Ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός της χώρας

Ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός διαφέρει ως προς την κατοχή εξοπλισμού από τα νοσοκομεία διακρινόμενα με βάση την νομική τους μορφή. Συγκεκριμένα στα νοσοκομεία της χώρας κατά την χρονική περίοδο 2002-2006 ήταν εγκατεστημένα 8.228

ιατρικά μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας, από τα οποία τα 5.403 βρίσκονται στο δημόσιο τομέα(ποσοστό 65,7%), τα 2.658 στον ιδιωτικό τομέα (32,3%) και τα υπόλοιπα 167 σε νοσοκομεία που ανήκουν σε Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου.

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται αναλυτικά ποια είναι τα μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας και πως αυτά είναι κατανεμημένα στην επικράτεια κατά την χρονική περίοδο 2002-2006, σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ.

Πίνακας 3: Συνολικός αριθμός μηχανημάτων υψηλής τεχνολογίας (2002-2006) στο σύνολο της χώρας
(Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ. Βάση Στατιστικών Δεδομένων Δημόσιας Υγείας 2002-2006)

| Μηχανήματα | Έτος | | | | |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
| Αγγειογραφικά Συγκροτήματα | 1.628 | 1.424 | 1.475 | 1.188 | 1.297 |
| Ακτινοδιαγνωστικά Μηχανήματα | 13.636 | 15.710 | 14.758 | 15.004 | 15.571 |
| Αξονικοί Τομογράφοι | 1.737 | 1.903 | 2.202 | 2.262 | 2.284 |
| Αυτόματοι Αναλυτές | 20.145 | 21.564 | 21.527 | 21.640 | 20.958 |
| Γραμμικοί Επιταχυντές | 570 | 614 | 721 | 679 | 836 |
| Γ Camera | 963 | 1.076 | 1.158 | 1.140 | 1.149 |
| Λιθοτρίπτες | 659 | 1.143 | 769 | 796 | 783 |
| Μηχανήματα Μαγνητικού Συντονισμού | 753 | 686 | 781 | 1.016 | 979 |
| Μηχανήματα Τεχνητού Νεφρού | 25.958 | 27.573 | 29.934 | 31.635 | 33.233 |
| Υπέρηχοι Καρδιογράφοι | 3.717 | 3.519 | 3.869 | 4.132 | 4.222 |
| Υπερηχοτομογράφοι | 3.620 | 4.213 | 4.869 | 5.485 | 5.495 |
| Υπερηχογράφοι | 4.774 | 5.010 | 5.333 | 4.925 | 5.273 |
| Καρδιοτομογράφοι | 2.104 | 1.984 | 1.937 | 1.789 | 2.087 |
| Ηλεκτρονικά Μικροσκόπια | 5.395 | 4.867 | 4.601 | 4.649 | 5.396 |
| Συστήματα Καθετηριασμού Καρδιάς | 805 | 823 | 895 | 915 | 937 |
| Ηλεκτροεγκεφαλογράφοι | 2.118 | 2.029 | 2.153 | 2.206 | 2.072 |
| Μετρητές Κυττάρων Laser | 935 | 1.085 | 1.507 | 1.186 | 1.082 |
| Συγκροτήματα Holter | 3.268 | 3.722 | 3.911 | 3.779 | 4.363 |
| Ακτινοθεραπευτικά Μηχανήματα | 674 | 808 | 632 | 577 | 536 |

Για την περίοδο 2002 έως και 2006, το υψηλότερο μερίδιο καλύπτουν τα μηχανήματα τεχνητού νεφρού με ποσοστό 29,12%. Αμέσως μετά ακολουθούν οι αυτόματοι αναλυτές με ποσοστό 20,78% και τα ακτινοδιαγνωστικά με μερίδιο 14,58%.

Τα ηλεκτρονικά μικροσκόπια και οι υπερηχογράφοι κατέχουν τις αμέσως επόμενες θέσεις. Παράλληλα παρατηρούμε αύξηση συγκεκριμένων μηχανημάτων όπως μηχανήματα τεχνητού νεφρού, οι υπερηχοτομογράφοι ενώ ταυτόχρονα υπάρχει μια στασιμότητα ή και μείωση σε κάποια άλλα μηχανήματα όπως τα ακτινοθεραπευτικά μηχανήματα και οι ηλεκτροεγκεφαλογράφοι.

Στον παρακάτω πίνακα κατανέμεται ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός της Ελλάδας σύμφωνα με τη νομική μορφή του νοσοκομείου για τη δεκαετία 1999 -2009

Πίνακας 4: Κατανομή Μηχανημάτων Ανά Νομική Μορφή Κατόχου
(πηγή: Κλαδική μελέτη για «Ιατροτεχνολογικά Προϊόντα»2011, ICAP)

| Έτος | Μηχανήματα | | | |
|------|-----------------------|------------------------|---------|--------|
| | Δημόσια Νοσοκομεία | Ιδιωτικά Νοσοκομεία | Ν.Π.Ι.Δ | Σύνολο |
| 1999 | 3.844 | 1.450 | 47 | 5.341 |
| 2000 | 4.188 | 1.624 | 125 | 5.937 |
| 2001 | 4.476 | 1.832 | 210 | 6.518 |
| 2002 | 4.835 | 2.068 | 237 | 7.140 |
| 2003 | 5.083 | 2.071 | 234 | 7.388 |
| 2004 | 5.095 | 2.091 | 246 | 7.432 |
| 2005 | 5.155 | 2.096 | 256 | 7.507 |
| 2006 | 5.300 | 2.146 | 237 | 7.683 |
| 2007 | 5.254 | 2.182 | 271 | 7.707 |
| 2008 | 5.331 | 2.222 | 263 | 7.816 |
| 2009 | 5.555 | 2.330 | 273 | 8.158 |

Το 2009, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, καταγράφηκαν συνολικά σε όλα τα νοσοκομεία της χώρας 8.158 ιατρικά μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας, εκ των οποίων τα περισσότερα ανήκουν στα δημόσια νοσοκομεία (5.555 μηχανήματα-ποσοστό 68,1%). Τα αντίστοιχα ποσοστά στα ιδιωτικά νοσοκομεία είναι 28,6% και στα νοσοκομεία Ν.Π.Ι.Δ. περίπου 3,4%.

Στη συνέχεια της πτυχιακής εργασίας θα αναφερθούμε σε συγκεκριμένες συσκευές υψηλής τεχνολογίας όπως είναι ο Αξονικός Τομογράφος, ο Μαγνητικός Τομογράφος και ο Ψηφιακός Τομογράφος.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

3.1 ΑΞΟΝΙΚΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ

3.1.1 Ορισμός

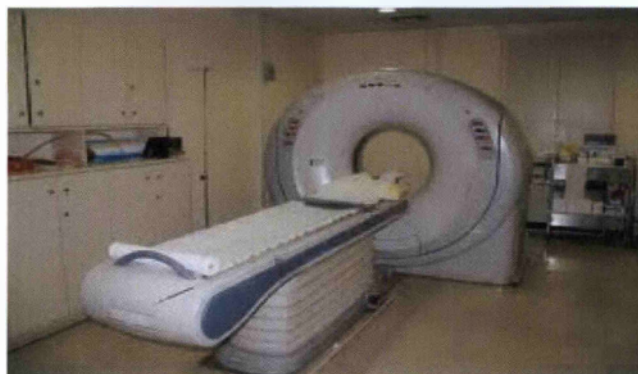
Η αξονική Τομογραφία ή Υπολογιστική Τομογραφία είναι μια μέθοδος εξέτασης του ανθρώπινου σώματος. Μπορεί να απεικονίσει σε κάθετες τομές ολόκληρο σώμα, χρησιμοποιώντας την ακτινοβολία Χ. Η αξονική τομογραφία ξεκίνησε από τις ΗΠΑ και το πρώτο όργανο που μελετήθηκε με αυτήν ήταν ο εγκέφαλος. Η μέθοδος αυτή έτυχε ταχέως καθολικής αποδοχής, κυρίως, για το ότι δεν προκαλεί καμία ταλαιπωρία στους ασθενείς και έχει μεγάλη διαγνωστική ακρίβεια.

3.1.2 Μηχανικά Μέρη Αξονικού Τομογράφου

Κάθε συγκρότημα ηλεκτρονικού τομογράφου αποτελούν τα εξής βασικά μέρη:

- 1) Η μονάδα σάρωσης στην οποία υπάρχει ενσωματωμένη η ακτινολογική λυχνία και οι ανιχνευτές.
- 2) Η τράπεζα εξέτασης στην οποία τοποθετείται ο ασθενής και περνά μαζί με αυτόν μέσα από το άνοιγμα της μονάδας σάρωσης.
- 3) Η γεννήτρια ακτινών Χ και η μονάδα χειρισμού και ελέγχου.
- 4) Η μονάδα επεξεργασίας που αποτελείται από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή που επεξεργάζεται τα δεδομένα και ανασυνθέτει εικόνες.

Το σύστημα προβολής εικόνων που έχει την δυνατότητα της άμεσης προβολής εικόνων της εξεταζόμενης περιοχής.



Εικόνα 4: Αξονικός Τομογράφος

3.1.3 Βασικές Αρχές Λειτουργίας Αξονικού Τομογράφου

Με την ηλεκτρονική τομογραφία γίνονται εγκάρσιες τομές της περιοχής του σώματος που εξετάζεται. Δηλαδή ακτινογραφικές τομές κάθετες προς τον επιμήκη άξονα του σώματος. Για την λήψη κάθε τομής η ακτινολογική λυχνία διαγράφει μια περιστροφική κίνηση 360° γύρω από τον επιμήκη άξονα του ασθενούς.

Ταυτόχρονα με την περιστροφική αυτή κίνηση η λυχνία εκπέμπει μια λεπτή δέσμη ακτινοβολίας πάχους 1 έως 10mm που ακτινοβολεί το εξεταζόμενο θέμα από διαφορετικές προβολικές κατευθύνσεις.

Η ακτινική αυτή δέσμη περνά έτσι από τα σημεία της τομής και βγαίνει εξασθενημένη σε ποσοστό που εξαρτάται κυρίως από την πυκνότητα και την ατομική σύσταση των υλικών που παρεμβάλλονται στην διαδρομή της.

Η ένταση της ακτινοβολίας πριν προβάλλει το εξεταζόμενο θέμα μετράτε από τον ανιχνευτή αναφοράς. Κατά την έξοδο από το σώμα του ασθενούς οι τιμές εξασθένησης της ακτινοβολίας καταγράφονται με την βοήθεια άλλων ανιχνευτών που βρίσκονται σε αντιδιαμετρική θέση με την εστία της ακτινολογικής λυχνίας και έτσι προσδιορίζεται ο συντελεστής εξασθένησης για την δεδομένη τομή. Όταν τελειώσει ο προσδιορισμός των συντελεστών εξασθένησης, τα αποτελέσματα καταγράφονται στη μνήμη του υπολογιστή ο οποίος μπορεί να ανασυνθέσει την εικόνα.

Το χαρακτηριστικό πλεονέκτημα της αξονικής τομογραφίας σε σχέση με άλλες διαγνωστικές τεχνικές είναι η δυνατότητα λήψης σε μικρό χρονικό διάστημα πολλών εικόνων, μεγάλης ευκρίνειας και η δυσδιάστατη και τρισδιάστατη απεικόνιση του σώματος. Η εξασθένηση των συντελεστών που προαναφέρθηκε ποσοτικοποιείται και με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού μετατρέπεται σε διάφορες αποχρώσεις του γκρι. Οι ιστοί μεγαλύτερης πυκνότητας απεικονίζονται με πιο ανοιχτές αποχρώσεις σε σχέση με τους ιστούς χαμηλότερης πυκνότητας.

Η αξονική τομογραφία, παρά το σημαντικό πλεονέκτημα που έχει έναντι άλλων διαγνωστικών μεθόδων, έχει και κάποια **βασικά μειονεκτήματα**. Μερικά από αυτά είναι ότι:

- 1) Δεν υπάρχει η δυνατότητα απεικόνισης των μαλακών μορίων.
- 2) Αρκετοί ασθενείς εμφανίζουν κάποιας μορφής αλλεργίας στην σκιαγραφική ουσία που χορηγείται.
- 3) Η εικόνα που λαμβάνεται έχει μέγιστη κλίση λήψης στις 30 μοίρες.

4) Τέλος, το σημαντικότερο μειονέκτημά της είναι ότι η ποσότητα της λαμβανόμενης από τον ασθενή ακτινοβολίας. Η ακτινική επιβάρυνση είναι σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με άλλες συμβατικές ακτινολογικές εξετάσεις. Η ποσότητα των ακτίνων Χ που λαμβάνει ο ανθρώπινος οργανισμός είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από μια απλή ακτινογραφία. Είναι αξιοσημείωτο ότι η ακτινοβολία αυτή θεωρείται ως παράγοντας μεταβολής του γενετικού υλικού του οργανισμού.

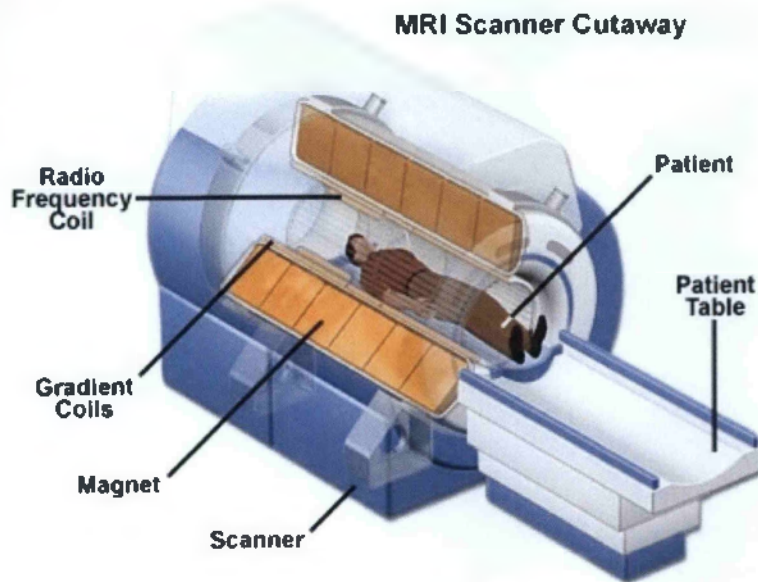
3.2 ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ

3.2.1 Ορισμός

Η μαγνητική τομογραφία είναι μια μέθοδος, μια μη επεμβατική διαγνωστική απεικονιστική μέθοδος που παρέχει υψηλής ανάλυσης εικόνες της εσωτερικής δομής του ανθρώπινου σώματος. Βασίζεται στην ικανότητα δέσμευσης των σημάτων που εκπέμπουν τα άτομα υδρογόνου που υπάρχουν στους ιστούς. Στην φύση ο προσανατολισμός των πυρήνων του υδρογόνου στους ιστούς είναι τυχαίος, στην μαγνητική τομογραφία ο ασθενής εκτίθεται σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο (αντίστοιχο, αλλά χίλιες φορές μεγαλύτερο από το μαγνητικό πεδίο της Γης) ικανό να προσανατολίσει τους πυρήνες σε κανονική διάταξη με τη βοήθεια μιας ακολουθίας ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Μετά τη διέγερση αυτή τα άτομα επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση εκπέμποντας ακτινοβολία.

3.2.2 Βασικά Μέρη Μαγνητικού Τομογράφου

- 1) Μαγνήτης (magnet), ο οποίος παράγει ισχυρό, ομοιόμορφο, στατικό πεδίο
- 2) Πομπός ραδιοσυχνότητας (radio frequency coil) , ο οποίος παρέχει μαγνητικά πεδία ραδιοσυχνοτήτων στη προς απεικόνιση ανατομική δομή
- 3) Σύστημα κλίσης (gradient coil system), το οποίο παράγει χρονικά μεταβαλλόμενα μαγνητικά πεδία ελεγχόμενης χωρικής ανομοιομορφίας
- 4) Σύστημα ανίχνευσης(scanner), το οποίο παράγει το σήμα εξόδου του συστήματος
- 5) Σύστημα απεικόνισης, που περιλαμβάνει τον υπολογιστή στον οποίο θα γίνει η ανακατασκευή και η παρουσίαση των εικόνων



Εικόνα 5: Μαγνητικός Τομογράφος

3.2.3 Βασικές Αρχές Λειτουργίες του Μαγνητικού Τομογράφου

Στη μαγνητική τομογραφία, το λαμβανόμενο σήμα το οποίο μετατρέπεται σε εικόνα προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από τα πρωτόνια του υγρού των οστών (το υδρογόνο του ύδατος του υγρού των οστών).

Κάθε πρωτόνιο, το οποίο είναι θετικά φορτισμένο και έχει μια γωνιακή ταχύτητα λόγω κίνησης γύρω από τον άξονά του (spin), παράγει ένα στοιχειώδες μαγνητικό πεδίο, του οποίου οι άξονες διατάσσονται τυχαία. Όταν εφαρμοστεί εξωτερικά το ισχυρό μαγνητικό πεδίο του μαγνητικού τομογράφου, όλα τα πρωτόνια διατάσσονται παράλληλα με αυτό του μαγνήτη. Στη συνέχεια ο μαγνητικός τομογράφος εκπέμπει μια ώση ραδιοσυχνότητας που προκαλεί εκτροπή των πρωτονίων κατά 90° ή 180° , τα οποία ακολούθως επανέρχονται στην αρχική, προ του παλμού, θέση τους σε χρόνο που κυμαίνεται από δέκατα του δευτερολέπτου μέχρι κάποια δευτερόλεπτα. Στη διάρκεια αυτού του χρόνου, το μαγνητικό πεδίο που είχε δημιουργηθεί καθέτως σε αυτό του μαγνητικού τομογράφου παράγει σήμα, το οποίο ανιχνεύεται από τη συσκευή. Κατά την διάρκεια της εξέτασης τα πηνία ραδιοσυχνότητας του μαγνητικού τομογράφου εκπέμπουν RF (ραδιοκύματα) με συχνότητα ίση με αυτή της περιστροφής των πυρήνων (συχνότητα Larmor). Οι πυρήνες απορροφούν την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια και αλλάζει η κατάσταση περιστροφής τους. Μετά από την διέγερση με παλμούς RF, ενώ οι τροχιές μεταπίπτουν στην αρχική τους κατάσταση, εκπέμπουν ένα αδύνατο σήμα

ραδιοσυχνότητας στην συχνότητα Larmor (με μικρές αποκλίσεις). Το αδύναμο εκπεμπόμενο σήμα RF το οποίο λαμβάνουμε είναι το σήμα μαγνητικού συντονισμού.

Το σήμα αυτό φθίνει με την πάροδο του χρόνου και ονομάζεται σήμα ελεύθερης επαγωγικής απόσβεσης (Free Induction Decay). Έπειτα με την εφαρμογή μετασχηματισμού Fourier στο FID (σήμα στο πεδίο του χρόνου) λαμβάνουμε το σήμα στην τελική του μορφή, δηλαδή στο πεδίο των συχνοτήτων.

Εν ολίγοις, η μαγνητική τομογραφία προσφέρει τη δυνατότητα του έγκαιρου εντοπισμού διάφορων βιοχημικών αλλαγών οι οποίες συμβαίνουν πριν το σχηματισμό κακοήθειας, σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, περίπου εντός 20 λεπτών.

Η εφαρμογή της γεφυρώνει το χάσμα της ανατομικής απεικόνισης και της μοριακής απεικόνισης καθώς προσφέρει την δυνατότητα χωρικής απεικόνισης της λειτουργικής κατάστασης των ιστών. Με την βοήθειά της είναι δυνατή η παρατήρηση κάθε σταδίου μιας ασθένειας, ο χαρακτηρισμός, η εκτίμηση της πορείας της και η παρακολούθηση της ανταπόκρισης των ιστών στην θεραπεία.

3.2.4 Πλεονεκτήματα μαγνητικού τομογράφου:

Τα πλεονεκτήματα του μαγνητικού τομογράφου σε σχέση με την συμβατική τομογραφία απαριθμούνται και είναι τα εξής:

- 1) Η εκμετάλλευση πολλαπλών φυσικών παραμέτρων για τη λήψη φασμάτων και μεταβολικών χαρτών υψηλής διαγνωστικής αξίας και στα τρία χωρικά επίπεδα.
- 2) Η αποφυγή επιβάρυνσης του εξεταζόμενου με ακτινοβολίες X, γ, β - δυνατότητα επανάληψης χωρίς σημαντικές επιπτώσεις.
- 3) Ο προσδιορισμός της βιοχημικής σύστασης του οργανισμού με διαδικασίες ανώδυνες, με μη επεμβατικό χαρακτήρα.

3.2.5 Μειονεκτήματα μαγνητικού τομογράφου:

Παρόλα τα πλεονεκτήματα που προαναφέρθηκαν, παραθέτονται και τα μειονεκτήματα που προκαλεί η χρήση του μαγνητικού τομογράφου:

- 1) Η αφθονία εφαρμογών και η απαίτηση σύνθετης γνώμης φυσικών παραμέτρων, υπολογιστών, μαθηματικών, φυσιολογίας και ανατομίας για τη σωστή εκμετάλλευση αυτού του εργαλείου καθιστά σχετικά δύσκολη την εφαρμογή του.

- 2) Η μεγάλη χρονική διάρκεια εκτέλεσης ορισμένων ακολουθιών
- 3) Η ερμηνεία και η επεξεργασία των εικόνων και των ποσοτικών δεδομένων καθώς επίσης και η δυσκολία ψευδενδείξεων.
- 4) Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στον τομέα της ιατρικής έχουν υψηλό κόστος (περίπου ένα εκατομμύριο δολάρια ανά Τέσλα για μία μονάδα, καθώς και μερικές χιλιάδες ευρώ για τη συντήρησή τους).

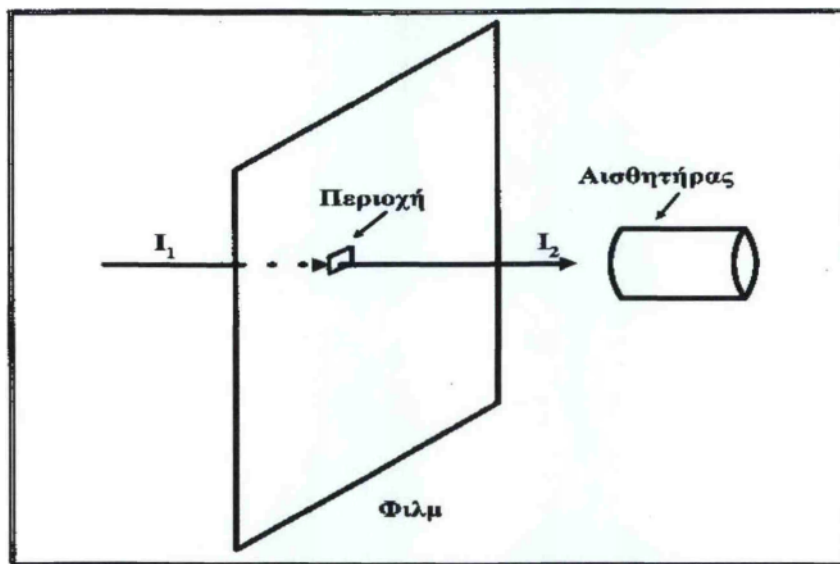
3.3 ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΟΣ

3.3.1 Ορισμός

Μια από τις πιο πρόσφατες προόδους στη μαστογραφία ακτίνων Χ είναι η ψηφιακή μαστογραφία. Η ψηφιακή (αυτοματοποιημένη) μαστογραφία είναι παρόμοια με την τυποποιημένη μαστογραφία δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται ακτίνες Χ για να παραγάγουν τις λεπτομερείς εικόνες του μαστού. Η ψηφιακή μαστογραφία χρησιμοποιεί ουσιαστικά το ίδιο σύστημα μαστογραφίας με τη συμβατική μαστογραφία, αλλά το σύστημα είναι εξοπλισμένο με έναν ψηφιακό δέκτη και έναν υπολογιστή αντί μιας κασέτας ταινιών. Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι η ψηφιακή μαστογραφία είναι τουλάχιστον τόσο ακριβής όσο και η τυποποιημένη μαστογραφία.

Τα φιλμ των μαστογραφιών πρέπει να ψηφιοποιηθούν ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία τους από τον υπολογιστή. Οι σαρωτές λέιζερ χρησιμοποιούνται για την ψηφιοποίηση ενός τυπικού φιλμ μαστογραφίας, μέσω της καταμέτρησης της οπτικής πυκνότητας (optical density) πολύ μικρών παραθυρικών περιοχών του φιλμ και μετατρέποντας αυτές σε εικονοστοιχεία (pixels) με ορισμένο επίπεδο φωτεινότητας. Το μέγεθος του παραθύρου καθορίζει και την χωρική ανάλυση μιας ψηφιοποιημένης εικόνας. Η ανάλυση τυπικά εκφράζεται σε μονάδες micron/ εικονοστοιχείο, δηλώνοντας έτσι το μέγεθος της τετράγωνης περιοχής του φιλμ που αντιπροσωπεύει κάθε εικονοστοιχείο στη ψηφιοποιημένη εικόνα. Η θέση του κάθε εικονοστοιχείου στο φιλμ διασαφηνίζεται από μία δέσμη γνωστής φωτεινότητας όπως φαίνεται και στην εικόνα.

Εικόνα 6: Ψηφιοποίηση Μαστογραφήματος



Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένας από τους πιο σύγχρονους ψηφιακούς μαστογράφους που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στη χώρα μας της εταιρείας Siemens.



Εικόνα 7: Ψηφιακός Μαστογράφος

Ο ψηφιακός μαστογράφος εμφανίστηκε τα τελευταία χρόνια, αρχικά στην Αμερική. Πρόκειται για τελευταία τεχνολογία που βασίζεται στην ταχύτητα της επεξεργαστικής ισχύος των σύγχρονων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Επιτρέπει την απ' ευθείας καταγραφή της αποδιδόμενης ακτινοβολίας X μέσω ειδικού ανιχνευτή και τη μετατροπή

της σε πραγματική ψηφιακή εικόνα χωρίς την παρεμβολή μέσω παλαιότερης τεχνολογίας, δηλαδή κασέτες και film. Στη συνέχεια η ψηφιακή εικόνα είναι δυνατό να αξιολογηθεί και με τη βοήθεια εξειδικευμένων εφαρμογών σε σταθμούς εργασίας με αποκλειστική μαστογραφική χρησιμότητα.

3.3.2 Πλεονεκτήματα ψηφιακού μαστογράφου

Τα πλεονεκτήματα της ψηφιακής τομογραφίας σε σχέση με την κλασική είναι τα εξής:

- 1) Επιτυγχάνεται η πιο ευκρινής απεικόνιση πυκνών μαστών σε νεότερες γυναίκες, οπότε οι οποιεσδήποτε αλλοιώσεις μπορούν να αξιολογηθούν καλύτερα και η διάγνωση να είναι ακριβέστερη ώστε να αποφευχθεί η ταλαιπωρία της γυναίκας, που ο ακτινολόγος θα παραπέμψει για περισσότερες εξετάσεις προκειμένου να αποκλειστεί ένα πιθανός καρκίνος του μαστού.
- 2) Στην ψηφιακή μαστογραφία η εξέταση διαρκεί περίπου το μισό χρόνο σε σχέση με την αναλογική, γιατί δεν υπάρχει η διαδικασία εμφάνισης του φιλμ που είναι συνήθως αρκετά χρονοβόρα.
- 3) Η βελτίωση της εξέτασης, η άσκηση μικρότερης πίεσης και η απλούστευση της διαδικασίας ακόμα και για γυναίκες με μεγαλύτερους μαστούς είναι πολύ σημαντικές διαφορές σε σχέση με την αναλογική μαστογραφία και ταλαιπωρούν λιγότερο την γυναίκα.
- 4) Μειώνεται πολύ η δόση της ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται στη διαδικασία καθώς η ψηφιακή μαστογραφία έχει περίπου 25% λιγότερη ακτινοβολία.
- 5) Οι εικόνες που λαμβάνονται στην ψηφιακή μαστογραφία είναι υψηλότερης ανάλυσης σε σχέση με την αναλογική, βοηθώντας την έγκαιρη αλλά και πιο αποτελεσματική διάγνωση του καρκίνου του μαστού.
- 6) Οι γιατροί και ακτινολόγοι έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν την ψηφιακή απεικόνιση ώστε να την κάνουν πιο ευκρινή αν χρειαστεί.
- 7) Η εικόνα μπορεί να αποθηκευτεί σε ψηφιακή μορφή σε έναν υπολογιστή και να παραμείνει αναλλοίωτη για πολλά χρόνια.
- 8) Δεν χρειάζονται χημικά για την εμφάνιση και επεξεργασία του φιλμ, οπότε προστατεύεται το περιβάλλον καλύτερα.

Η ψηφιακή μαστογραφία τείνει να αντικαταστήσει πλήρως την αναλογική, κυρίως λόγω της ευκρίνειάς της που επιτρέπει τη διάγνωση καρκινικών όγκων σε εξαιρετικά πρώιμο στάδιο, χαρίζοντας κυριολεκτικά τη ζωή σε χιλιάδες περιπτώσεις γυναικών που ανακάλυψαν έγκαιρα τη νόσο και την αντιμετώπισαν με επιτυχία. Στην Ελλάδα, δυστυχώς, οι ψηφιακοί μαστογράφοι είναι ελάχιστοι και αντικαθιστούν τους αναλογικούς με εξαιρετικά αργούς ρυθμούς.

Ωστόσο η ψηφιακή μαστογραφία έχει ένα **βασικό μειονέκτημα**, το οποίο αναφέρεται στην αρκετά μεγάλη διαφορά κόστους σε σχέση με την αναλογική, που μπορεί να αγγίζει και το 50%.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναφερόμαστε σε εξελιγμένες μορφές τεχνολογιών της ιατρικής έρευνας, οι οποίες συμβάλλουν σημαντικά στην ποιοτική παροχή υπηρεσιών υγείας. Συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στην ρομποτική και σε ευφυή μηχανήματα και λογισμικά αλλά και στη συνεχώς αναπτυσσόμενη νοβοτεχνολογία σε σχέση με την ιατρική.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

4.1 ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ

4.1.1 Ορισμός

Η Ρομποτική είναι ο κλάδος της επιστήμης του μηχανικού που ασχολείται με τη σύλληψη, το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία ενός ρομπότ. Τα ρομπότ είναι μηχανές, η χρήση των οποίων αποσκοπεί στην αντικατάσταση του ανθρώπου στην εκτέλεση έργου. Η αντικατάσταση αυτή αφορά τόσο στο φυσικό επίπεδο του έργου όσο και στο επίπεδο λήψης απόφασης.

Ρομποτική Χειρουργική είναι ο όρος που αναφέρεται στις τεχνολογικές εξελίξεις που χρησιμοποιούν ρομποτικά συστήματα για την παροχή βοήθειας σε χειρουργικές επεμβάσεις.

Στην παραδοσιακή ανοιχτή επέμβαση ο χειρουργός κάνει μεγάλες τομές, τις οποίες και διευρύνει ανάλογα για να προσεγγίσει καλύτερα την ανατομία του χειρουργικού πεδίου. Στην παραδοσιακή ελάχιστα επεμβατική χειρουργική, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως για επεμβάσεις ρουτίνας, ο χειρουργός χειρουργεί χρησιμοποιώντας άκαμπτα όργανα με περιορισμένο εύρος κινήσεως, τα οποία περνούν μέσω μικρών τόμων και απεικονίζεται η ανατομική εικόνα σε συνηθισμένη οθόνη βίντεο. Ούτε τα λαπαροσκοπικά όργανα αλλά ούτε και η οθόνη του βίντεο μπορούν να εξασφαλίσουν στο χειρουργό άριστη ορατότητα και ακρίβεια κινήσεων, που είναι απαραίτητες για την πραγματοποίηση περίπλοκων επεμβάσεων όπως είναι η αποκατάσταση μιας καρδιακής βαλβίδας ή η εκτέλεση μιας ριζικής προστατεκτομής με διατήρηση των στυτικών νεύρων.

4.1.2 Παράλληλες Τεχνολογίες της Ρομποτικής

Η λαπαροσκοπική χειρουργική υπήρξε μια τεράστια καινοτομία, αλλά όταν η χρήση της εξαπλώθηκε δεν άργησε να εντοπισθεί και το αδύναμο σημείο της που δεν είναι άλλο από τον ίδιο το χειρουργό. Για να ξεπεραστούν οι ανθρώπινες αδυναμίες του χειρουργού, δυο ήταν οι λύσεις: να βοηθηθεί ο χειρουργός έτσι ώστε να βελτιώσει και να διευρύνει τις ικανότητές του στο χειρουργείο, ή να αντικατασταθεί από κάποια αυτόματα

μηχανή. Η έρευνα ακολούθησε από νωρίς και τις δύο κατευθύνσεις, αναπτύσσοντας δύο παράλληλες τεχνολογίες:

A. Υποβοηθούμενη από υπολογιστή χειρουργική (Computer- Assisted Surgery- CAS): Στη φιλοσοφία αυτής της τεχνολογίας ο χειρουργός κατέχει κεντρική θέση. Κύριος στόχος της CAS είναι η ποιοτική αναβάθμιση των αισθήσεων του χειρουργού ώστε να αυξηθεί η ικανότητα και η απόδοση του στο χειρουργείο. Ο χειρουργός ενισχύεται μέσω υπολογιστή με τεχνικές αισθήσεις, όπως τρισδιάστατη όραση, αφή και 3D διαγνωστικά βοηθήματα της απεικονιστικής τεχνολογίας. Εκτός από το χειρουργείο, η τεχνολογία CAS μπορεί επίσης να βρει εφαρμογές στην εκπαίδευση και το σχεδιασμό χειρουργικών επεμβάσεων.

B. Ρομποτική χειρουργική (Robotic surgery): Το ρομπότ είναι μι σύνθετη μηχανική κατασκευή που έχει τη δυνατότητα να εκτελεί κινήσεις αλληλεπιδρώντας σε πραγματικό χρόνο με το περιβάλλον. Στη βασική του σύνθεση το ρομπότ περιλαμβάνει αισθητήρες που συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση και τη θέση του στο χώρο, ώστε να μπορεί να υπολογιστεί η επόμενη κίνηση από τον υπολογιστή. Εφόσον το ρομπότ εφοδιαστεί με το κατάλληλο λογισμικό, έχει τη θεωρητική δυνατότητα να εκτελέσει αυτόματα μια χειρουργική επέμβαση. Αν και η ρομποτική χειρουργική ενσωματώνει πολλές εφαρμογές της CAS, η διαφορά της από αυτή είναι ότι στη ρομποτική χειρουργική ο ρόλος του χειρουργού υποβαθμίζεται. Η σύγχρονη ρομποτική τεχνολογία μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις βασικές υποκατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό εμπλοκής του χειρουργού στο χειρουργείο:

- Ρομποτικό σύστημα χειρουργός (supervisor-controlled system): Το ρομπότ εκτελεί αυτόματα την επέμβαση ακολουθώντας το πρόγραμμα με το οποίο έχει τροφοδοτηθεί από πριν ο υπολογιστής. Στην περίπτωση αυτή ο ρόλος του χειρουργού περιορίζεται μόνο στον προγραμματισμό και την επίβλεψη της επέμβασης. Ο τεράστιος όγκος των απαιτούμενων πληροφοριών και το οικονομικό κόστος κάνουν προς το παρόν αυτή την τεχνολογία ανεφάρμοστη.

- Ρομποτικό σύστημα τηλεχειρουργικής (telesurgical system): Ο χειρουργός χειρίζεται τους βραχίονες του ρομπότ, χωρίς όμως να απαιτείται η φυσική του παρουσία στο χειρουργείο. Οι επεμβάσεις μπορούν να γίνονται από οποιαδήποτε απόσταση χάρη στους εξελιγμένους αισθητήρες του συστήματος (3D όραση και υποδοχείς αφής).

- Ρομποτικό σύστημα βοηθός (shared-control system): Απαιτεί τη μεγαλύτερη συμμετοχή του χειρουργού. Στην ουσία πρόκειται για τεχνολογία που ακολουθεί της

φιλοσοφία τηςCAS. Ο χειρουργός εκτελεί ο ίδιος την επέμβαση ενώ ο ρόλος του ρομπότ περιορίζεται στην παροχή βοήθειας ώστε να γίνουν πιο σταθερές και ακριβείς οι κινήσεις του χεριού του χειρουργού. Η τεχνολογία αυτή βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο εξέλιξης.

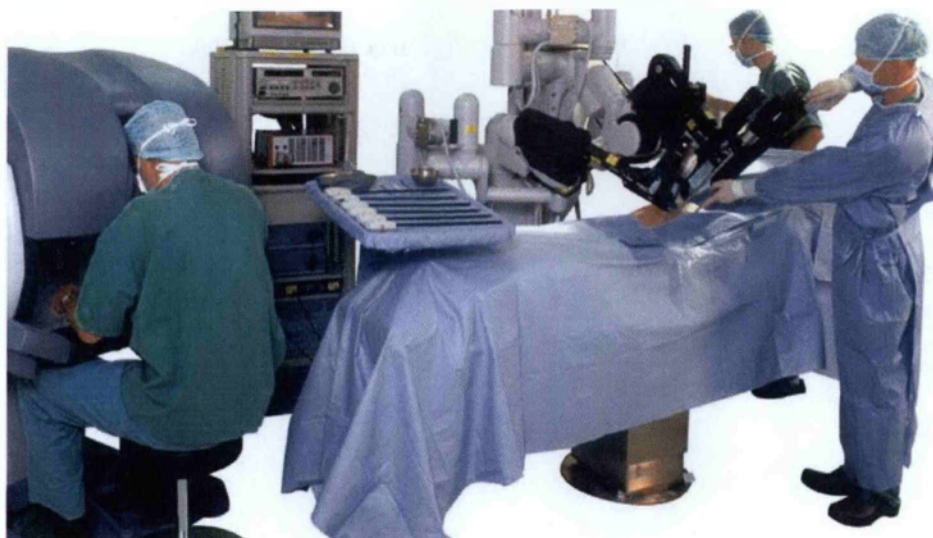
Τα ρομποτικά χειρουργικά συστήματα διαθέτουν εύκαμπτα λαπαροσκοπικά εργαλεία που θυμίζουν την ελευθερία κίνησης που έχει ο ανθρώπινος καρπός του χεριού. Έτσι επιτρέπεται στο χειρουργό να εκτελεί πολύπλοκες κινήσεις ακριβείας σαν να έχει να δικά του χέρια μέσα στο σώμα του ασθενούς. Διαθέτουν επίσης σύστημα φακών τρισδιάστατης απεικόνισης, το οποίο μπορεί να μεγεθύνει το χειρουργικό πεδίο έως και 15 φορές. Παράλληλα, ο χειρουργός μπορεί μέσω της κάμερας να πλησιάσει πιο κοντά στο σημείο της επέμβασης από ότι επιτρέπει η ανθρώπινη όραση και έτσι να εργαστεί σε μικρότερη κλίμακα σε σχέση με ότι επιτρέπει η συμβατική χειρουργική. Με τη μοναδική ακρίβεια των κινήσεων των χειρουργικών βραχιόνων επιτρέπεται στους χειρουργούς να πραγματοποιούν επεμβάσεις σε σημεία του σώματος όπου παλαιότερα ούτε καν θα διανοούνταν, δίνοντας έτσι λύση σε ζωτικά προβλήματα υγείας και ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους και τις επιπλοκές.

Η ρομποτική χειρουργική αποτελεί την πιο πρόσφατη, επαναστατική εξέλιξη στον τομέα της λαπαροσκοπικής και ελάχιστα τραυματικής χειρουργικής. Τα ρομπότ δεν αντικαθιστά το χειρουργό, αποτελεί όμως ένα νέο σημαντικό εργαλείο και εφόδιο, που διευκολύνει το έργο του και δημιουργεί τις προϋποθέσεις για πιο αποτελεσματικές επεμβάσεις. Το ρομπότ δρα ως συνεργάτης υπό πλήρη έλεγχο και την καθοδήγηση του χειρουργού.

Παρακάτω θα δούμε ένα σύστημα το οποίο συμβάλλει σημαντικά με την εξελεγμένη τεχνολογία του και καθοδηγείται από τον χειρουργό. Είναι το σύστημα Da Vinci, το οποίο βοηθάει τον χειρουργό να πραγματοποιήσει μια επέμβαση με τη χρήση της τεχνολογίας αλλά και με το εξειδικευμένη ομάδα του.

4.1.3 Σύστημα Da Vinci

Το ρομποτικό σύστημα Da Vinci δημιουργήθηκε από την εταιρεία Intuitive Surgical το 1995. Αποτελεί το πρώτο και μοναδικό αυτή τη στιγμή στο κόσμο σύστημα ρομποτικής χειρουργικής που πραγματοποιεί εγχειρήσεις με την ελάχιστα δυνατή επέμβαση στον οργανισμό του ασθενούς.



Εικόνα 8 : Ρομποτικό Χειρουργικό Σύστημα Da Vinci

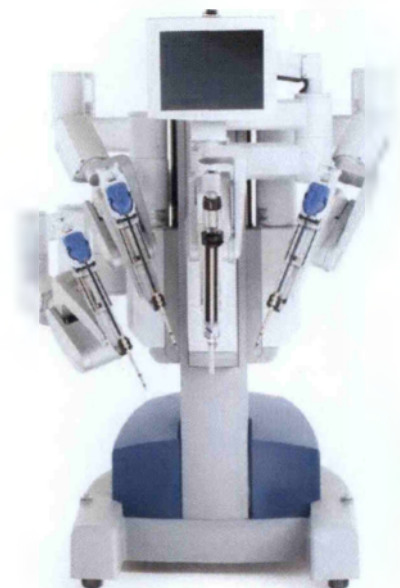
Το σύστημα Da Vinci αποτελείται από πέντε βασικά εξαρτήματα:

1) *την εργονομικά σχεδιασμένη κονσόλα*, την οποία χρησιμοποιεί ο χειρουργός για να ελέγχει το όλο ρομποτικό σύστημα ενώ κάθεται αναπαυτικά έχοντας μπροστά του μια τρισδιάστατη εικόνα του χειρουργικού πεδίου μεγεθυμένη μέχρι και 15 φορές. Η κονσόλα διαθέτει στο πάνω μέρος τις ειδικές χειρολαβές, όπου ο χειρουργός τοποθετεί τα δάχτυλά του και κινεί τους ειδικούς μοχλούς, που δίνουν εντολή στους χειρουργικούς βραχίονες του ρομπότ και στο κάτω μέρος ποδοδιακόπτες για το συντονισμό των διάφορων κινήσεων, για τη χρήση της διαθερμίας, την κίνηση της κάμερας και την εστίαση της οπτικής. Κάθε κίνηση του χεριού, του καρπού και των δακτύλων του χειρουργού μετατρέπεται με απόλυτη ακρίβεια και σταθερότητα από το ρομποτικό σύστημα σε κινήσεις πραγματικού χρόνου από τους χειρουργικούς βραχίονες μέσα στο χειρουργικό πεδίο.



Εικόνα 9

2) το **τροχήλατο των ρομποτικών βραχιόνων** διαθέτει 3 ή 4 βραχίονες , έναν για την κάμερα και 2 ή 3 για τα ενδοσκοπικά εργαλεία τα οποία χειρίζεται ο χειρουργός. Το τροχήλατο σύρεται και τοποθετείται δίπλα στον ασθενή, λίγα μέτρα μακριά από την κονσόλα του χειρουργού.



Εικόνα 10

- 4) Τα ειδικά ενδοσκοπικά ρομποτικά εργαλεία EndoWrist διαθέτουν 7 βαθμούς ελευθερίας κινήσεων και μιμούνται την ευκινησία του ανθρώπινου χεριού και καρπού, και από αυτό το χαρακτηριστικό πήραν την ονομασία τους Endo Wrist (Ενδο-Καρπός). Κάθε εργαλείο έχει μια ειδική χειρουργική αποστολή, όπως να συλλαμβάνει, να ράβει, να κόβει, να χειρίζεται τους ιστούς κ.λ.π. κατά τη διάρκεια της επέμβασης είναι δυνατή η ταχύτατη αλλαγή των ρομποτικών εργαλείων και ο χειρουργός έχει στη διάθεσή του μια πλήρη ποικιλία εργαλείων για την ιδανική διενέργεια της ρομποτικής επέμβασης. Τα ενδοσκοπικά εργαλεία στηρίζονται στους ρομποτικούς βραχίονες, δεν χρησιμοποιούν το σημείο εισόδου στο σώμα του ασθενούς ως υπομόχλιο και έτσι αποφεύγεται η βλάβη των ιστών στο σημείο εισόδου των εργαλείων, γεγονός όμως το οποίο κατά κανόνα συμβαίνει στην παραδοσιακή λαπαροσκοπική χειρουργική.



Εικόνα 11

- 5) Τον ενδοσκοπικό πύργο, ο οποίος περιλαμβάνει μια μεγάλη οθόνη υψηλής ευκρίνειας , δύο βιντεοκάμερες, σύστημα αυτόματης ρύθμισης της εικόνας, συσκευή ψυχρού φωτισμού, συσκευή διαθερμίας, σύστημα φωνητικής επικοινωνίας μέσω μεγαφώνων του χειρουργού με το βοηθό του και την εργαλειοδότρια νοσοκόμα και άλλες χρήσιμες λαπαροσκοπικές συσκευές.



Εικόνα 12

- 6) Το υψηλών προδιαγραφών σύστημα όρασης InSite Vision System με τρισδιάστατο ενδοσκόπιο και σύγχρονους επεξεργαστές εικόνας προσφέρει μια αληθινή τρισδιάστατη απεικόνιση του χειρουργικού πεδίου. Η ρομποτική κονσόλα διαθέτει ένα σύστημα φακών τρισδιάστατης απεικόνισης, το οποίο μεγεθύνει το χειρουργικό πεδίο μέχρι και 15 φορές. Με την κάμερα μπορεί ο χειρουργός να πλησιάσει πιο κοντά στο σημείο της επέμβασης από ότι επιτρέπει η ανθρώπινη όραση και έτσι να εργαστεί σε μικρότερη κλίμακα από ότι επιτρέπει η συμβατική χειρουργική.



Εικόνα 13

4.1.3.α Σύστημα Da Vinci και ειδικότητες της χειρουργικής

Το σύστημα Da Vinci είναι κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί από πολλές ειδικότητες της χειρουργικής, όπως:

- γενική χειρουργική
- καρδιοχειρουργική- θωρακοχειρουργική
- ουρολογία
- γυναικολογία
- παιδοχειρουργική
- αγγειοχειρουργική

→ νευροχειρουργική

Συγκρίνοντας τις μεθόδους της ανοιχτής χειρουργικής επέμβασης και της λαπαροσκοπικής επέμβασης με το σύστημα Da Vinci, σε ορισμένους τομείς των παραπάνω ειδικοτήτων:

| ΓΕΝΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ | | |
|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| | Λαπαροσκοπική Μέθοδος | Σύστημα Da Vinci |
| Ποσοστό Επιτυχίας | 93% | 100% |
| Χρόνος Επέμβασης | 173 min | 120 min |
| Χρόνος Νοσηλείας | 48 h | 36 h |

Πίνακας 5: Γενική Χειρουργική με το Σύστημα Da Vinci (Πηγή: biomed.ntua.gr)

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται ότι χρησιμοποιώντας το σύστημα Da Vinci στη γενική χειρουργική το ποσοστό επιτυχίας αυξάνεται κατά 7%, το οποίο αγγίζει την απόλυτη επιτυχία της επέμβασης αφού είναι ένα σύστημα ακριβείας. Επιπλέον, ο χρόνος επέμβασης μειώνεται κατά 30%, που σημαίνει πως ο ασθενής ταλαιπωρείται λιγότερο κατά τη διάρκεια της επέμβασης αλλά και όπως φαίνεται και στον πίνακα και κατά τη διάρκεια νοσηλείας του αφού και εκείνη μειώνεται κατά 12 ώρες.

| ΚΑΡΔΙΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ-ΘΩΡΑΚΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------|
| Αποκατάσταση Μιτροειδούς Βαλβίδας | Ανοιχτό Χειρουργείο | Σύστημα Da Vinci |
| Θνησιμότητα | 2.2% | 0% |
| Σημαντικές Μετεγχειρητικές Επιπλοκές | 13.1% | 0% |
| Χρόνος Μετεγχειρητικής Νοσηλείας | 8,5 ημέρες | 1,3 ημέρες |

Πίνακας 6: Καρδιοχειρουργική-Θωρακοχειρουργική με το Σύστημα Da Vinci

(Πηγή: biomed.ntua.gr)

Στον τομέα της καρδιοχειρουργικής, όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, το σύστημα Da Vinci προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια αφού η θνησιμότητα είναι μηδαμινή και δεν υπάρχουν μετεγχειρητικές επιπλοκές. Σημαντικός παράγοντας, βέβαια, είναι και το γεγονός ότι ο χρόνος της μετέπειτα νοσηλείας μειώνεται κατά 1,2 ημέρες.

4.1.3.β Χρήση Του Συστήματος Da Vinci

Στην συνέχεια αναλύεται η διαδικασία που πραγματοποιεί ο χειρουργός χρησιμοποιώντας το σύστημα Da Vinci.

Κατά τη χρήση του συστήματος, ο χειρουργός κάθεται μπροστά στη χειρουργική-ρομποτική κονσόλα, όπου βλέπει το χειρουργικό πεδίο τρισδιάστατο και μεγεθυμένο σε μια οθόνη, και πραγματοποιεί την επέμβαση κινώντας δύο ειδικά χειριστήρια. Οι κινήσεις που εκτελεί ο χειρουργός με την βοήθεια των χειριστηρίων αυτών μεταφέρονται ψηφιακά σε ένα πρωτοποριακό ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος τις επεξεργάζεται ανάλογα και τις μεταφράζει με πρωτόγνωρη ακρίβεια σε αντίστοιχες κινήσεις μέσα στο χειρουργικό πεδίο που εκτελούνται από τους αρθρωτούς χειρουργικούς βραχίονες του ρομπότ. Οι κινήσεις αυτές των ρομποτικών βραχιόνων ελέγχονται πλήρως και αποκλειστικά από το χειρουργό, σε τέτοιο βαθμό που ακόμα και ένα στιγμιαίο τράβηγμα του κεφαλιού του χειρουργού από την κονσόλα να ακινητοποιεί πλήρως τους ρομποτικούς βραχίονες. Έτσι λοιπόν το ρομπότ δεν μπορεί να κινηθεί μόνο του, ούτε να προγραμματίσει, αλλά πραγματοποιεί τις κινήσεις του χειρουργού ο οποίος πρέπει να είναι ειδικά εκπαιδευμένος στη χρήση του.

Κάθε κίνηση του χειρουργού αναπαράγεται με απόλυτη ακρίβεια και σταθερότητα στο χειρουργικό πεδίο από τους χειρουργικούς βραχίονες του ρομπότ, το οποίο τοποθετείται συνήθως, στα αριστερά του ασθενούς, όπου βρίσκεται και η χειρουργική του ομάδα. Ο χειρουργός μέσω των ειδικών φακών αντιλαμβάνεται το χειρουργικό πεδίο και μπορεί να συνεργασθεί με το ρομπότ αλλά και με την υπόλοιπη χειρουργική ομάδα.

Επειδή οι χειρισμοί του χειρουργού στην κονσόλα μετατρέπονται πιστά σε κίνηση των χειρουργικών βραχιόνων και εξαλείφεται πλήρως το τρέμουλο των χεριών, εξασφαλίζεται μεγαλύτερη ακρίβεια και πρωτοφανής δεξιότητα στις χειρουργικές κινήσεις.

4.1.4 Πλεονεκτήματα

Το σύστημα Da Vinci παρέχει τη δυνατότητα πραγματοποίησης δύσκολων χειρουργικών χειρισμών με εξαιρετική ευκολία. Τα λαπαροσκοπικά εργαλεία των ρομποτικών βραχιόνων μπορούν να πραγματοποιήσουν όχι μόνο όλες τις κινήσεις που πραγματοποιεί το ανθρώπινο χέρι, με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια και δεξιότητα, αλλά

ταυτόχρονα και να περιστρέφονται σχεδόν 360 μοίρες μέσα στο χειρουργικό πεδίο, ξεπερνώντας έτσι ακόμα και τις δυνατότητες κίνηση του ανθρώπινου χεριού.

Ο χειρουργός έχει τη δυνατότητα να βλέπει άριστα σε σημεία που έως τώρα δεν υπήρχε καμία οπτική πρόσβαση και ταυτόχρονα να χειρουργεί σε απρόσιτα μέχρι σήμερα σημεία με απόλυτη ασφάλεια και ακρίβεια. Παράλληλα, απολαμβάνει μεγαλύτερη άνεση και εργονομική ευκολία κατά τη διάρκεια της επέμβασης, καθώς την εκτελεί καθιστός, ερχόμενος σε πλήρη αντίθεση με τη συνηθισμένη χειρουργική και κλασσική λαπαροσκοπική πρακτική.

Ιδιαίτερα τα τελευταία μοντέλα του συστήματος Da Vinci παρέχουν στο χειρουργό τη δυνατότητα να προετοιμάσει την επέμβαση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή του ρομποτικού συστήματος, χρησιμοποιώντας τις εικόνες των εσωτερικών οργάνων των ασθενών που προκύπτουν από τις εξετάσεις τους. Οι εικόνες αυτές ανακαλούνται από το χειρουργό κατά τη διάρκεια της επέμβασης στην οθόνη της χειρουργικής κονσόλας και συγκρίνονται με την πραγματική εικόνα του χειρουργικού πεδίου, έτσι ώστε ο χειρουργός να είναι προετοιμασμένος στην εκτέλεση δύσκολων χειρουργικών χειρισμών.

Διαπιστώνεται, λοιπόν πως αρκετές φορές ο γιατρός χρησιμοποιώντας μόνο τις 5 αισθήσεις του μπορεί κάποια επέμβαση να μην έχει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ωστόσο η ύπαρξη των καινοτόμων συσκευών, μπορούν να «επεκτείνουν» τις αισθήσεις του γιατρού έτσι ώστε να δώσει την μεγαλύτερη δυνατή βοήθεια στον ασθενή του.

Ένα σημαντικό επίτευγμα όμως της ιατρικής έρευνας είναι, εκτός από τον τομέα της χειρουργικής, και η ανάπτυξη των υλικών, δομών και συσκευών στην ναυοκλίμακα. Στο επόμενο κεφάλαιο αναπτύσσεται η βοήθεια της νανοτεχνολογίας στον τομέα της ιατρικής και συγκεκριμένο στην διευκόλυνση που προσφέρει στον ιατρό για την διάγνωση και την θεραπεία του ασθενούς.

4.2 Νανοτεχνολογία Και Ιατρική

4.2.1 Γενικά

Η Νανοτεχνολογία είναι ο επιστημονικός κλάδος, ο οποίος ασχολείται με την κατανόηση των φαινομένων και την ανάπτυξη υλικών, δομών και συσκευών στη νανομετρική κλίμακα. Η Νανοτεχνολογία βρίσκεται πολλές εφαρμογές σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εφαρμογές της

Νανοτεχνολογίας στους τομείς της Ηλεκτρονικής (π.χ. συσκευές στερεάς κατάστασης), της Ιατρικής (π.χ. διαγνωστική και θεραπευτική ιατρική) και της Ενέργειας (π.χ. παραγωγή, μετατροπή, αποθήκευση, εξοικονόμηση ενέργειας).

Ένας σημαντικός κλάδος της νανοτεχνολογίας είναι η νανοϊατρική. Η συνεχής ανάπτυξη των τεχνολογιών και των υλικών στη νανοκλίμακα οδηγεί στην παραγωγή δομών, οι οποίες σκοπεύουν να βελτιώσουν σε μεγάλο βαθμό τις διαδικασίες διάγνωσης και θεραπείας των ασθενειών. Ακόμη, έχουν αναπτυχθεί νανοσυσκευές οι οποίες καταγράφουν και απεικονίζουν με ακρίβεια τις βιολογικές λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού.

Πιο συγκεκριμένα, με τη βοήθεια συγκεκριμένων νανοσωματιδίων είναι δυνατή η διάγνωση των ασθενειών σε κυτταρικό επίπεδο. Τα νανοσωματίδια μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως απεικονιστικά μέσα για τον έλεγχο των βιολογικών λειτουργιών του ανθρώπου και να μεταφέρουν θεραπευτικές ουσίες όποτε αυτό κριθεί απαραίτητο. Σημαντική είναι και η μελέτη της νανοτεχνολογίας προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης χειρουργικών εργαλείων και ρομποτικών συστημάτων, τα οποία θα ελαχιστοποιήσουν τους κινδύνους που προκύπτουν κατά τη διάρκεια μίας ιατρικής διαδικασίας.

Στη συνέχεια της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται νανοϋλικά και νανοδομές που χρησιμοποιούνται στη διαγνωστική και στη θεραπευτική ιατρική καθώς και στη νανοχειρουργική.

4.2.2 Διαγνωστική Ιατρική

Η διαγνωστική ιατρική είναι εκείνος ο τομέας ο οποίος ασχολείται με την έγκυρη και έγκαιρη διάγνωση των ασθενειών. Η ανάπτυξη στον τομέα αυτό αφορά την κατασκευή διαγνωστικών εργαλείων, τα οποία είναι πολύ μικρά σε μέγεθος και τα οποία παρέχουν στο ιατρικό προσωπικό ακριβή βιολογικά δεδομένα μέσα από μία απλή εξέταση. Έχουν αναπτυχθεί δύο μεγάλες κατηγορίες νανοδομών που αφορούν τη διαγνωστική ιατρική. Αυτές είναι οι βιοαισθητήρες και οι συσκευές μοριακής απεικόνισης.

Η πρώτη κατηγορία νανοδομών που αναπτύχθηκε στη νανοϊατρική είναι οι βιοαισθητήρες. Οι βιοαισθητήρες είναι ουσιαστικά συσκευές καταγραφής των βιολογικών αντιδράσεων του ανθρώπινου οργανισμού. Οι βιοαισθητήρες χρησιμοποιούν ένα στοιχείο, το βιοδέκτη, ο οποίος αλληλεπιδρά με την επιθυμητή αναλυόμενη βιολογική ουσία. Η αλληλεπίδραση αυτή προκαλεί μία βιολογική απόκριση η οποία

καταγράφεται από τους αισθητήρες και στη συνέχεια μετατρέπεται σε ένα ανιχνεύσιμο από το ιατρικό προσωπικό σήμα. Οι βιοαισθητήρες θεωρούνται αρκετά ασφαλείς συσκευές, αφού χρησιμοποιούνται κυρίως για την *in vitro* ανάλυση των βιολογικών παραμέτρων του ασθενούς χωρίς να απαιτείται κάποια επεμβατική μέθοδος για τη διεξαγωγή αυτών των διαδικασιών.

Η μοριακή απεικόνιση χρησιμοποιείται για τη διάγνωση ασθενειών σε μοριακό επίπεδο, πριν ακόμη από την εκδήλωση των κλινικών συμπτωμάτων της. Αυτή η μέθοδος απεικόνισης παίζει σημαντικό ρόλο στη διάγνωση και στην αποτελεσματική καταπολέμηση των καρκινικών κυττάρων. Κατά τη μοριακή απεικόνιση, ένα νανοσωματίδιο στοχεύει τα αισθητήρια όργανα ή τους συνδέτες, οι οποίοι μπορεί να εμφανίσουν κάποια παθολογία. Τα νανοσωματίδια, διαθέτουν την ικανότητα να στοχεύουν μόνο τους καταστρεμμένους ιστούς με αποτέλεσμα να γίνεται εφικτή η διάγνωση της ασθένειας σε πολύ πρώιμο στάδιο.

4.2.3 Θεραπευτική Ιατρική

Σημαντικές εξελίξεις έχουν διαδραματιστεί από την πλευρά της νανοτεχνολογίας και στον τομέα της θεραπευτικής ιατρικής. Οι εξελίξεις αυτές αφορούν κυρίως την παραγωγή νανοσωματιδίων και νανοδομών, οι οποίες βοηθούν στην επιλεκτική μεταφορά διαφόρων φαρμακευτικών ουσιών στους ιστούς και στα όργανα τα οποία εμφανίζουν κάποια παθολογία και στην ελεγχόμενη αποδέσμευση των ουσιών αυτών στα κύτταρα για την αποτελεσματικότερη θεραπεία των ασθενειών αυτών. Η μελέτη γύρω από τον τομέα της επιλεκτικής μεταφοράς και της ελεγχόμενης αποδέσμευσης των φαρμάκων στα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού είναι σε αρχικό στάδιο, παρουσιάζει, όμως σημαντικές προοπτικές για μελλοντικές εφαρμογές. Οι φαρμακευτικές ουσίες μπορούν να εισαχθούν στο ανθρώπινο σώμα είτε διαμέσου της στοματικής κοιλότητας ή με τη βοήθεια εμφυτευμάτων. Η συνεχής μελέτη των νανοϋλικών οδηγεί στην κατασκευή ολοένα και πιο εξελιγμένων υλικών στη νανοκλίμακα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως νανομεταφορείς για την αποτελεσματική χορήγηση φαρμάκων. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι νανομεταφορείς έναντι των υπολοίπων μεταφορέων φαρμάκων είναι το μικρό τους μέγεθος, η αυξημένη διαλυτότητά τους, η ικανότητα που διαθέτουν να χορηγούνται σε συγκεκριμένους στόχους και η αποδέσμευση των ουσιών που μεταφέρουν να είναι ελεγχόμενη και εκτός από φαρμακευτικές ουσίες οι μεταφορείς αυτοί μπορούν να μεταφέρουν μικρομόρια, όπως είναι οι πρωτεΐνες, τα νουκλεϊκά οξέα,

κ.τ.λ. Οι σημαντικότερες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι νανομεταφορείς είναι να μην είναι τοξικοί, να παρουσιάζουν ανοσογονικότητα και να είναι σε θέση να απελευθερώνουν επαρκείς ποσότητες φαρμακευτικών ουσιών και μικρομορίων. Ένα παράδειγμα, νανομεταφορέων φαρμάκων είναι τα βιοδιασπώμενα και τα μεταλλικά νανოსωματίδια.

4.2.3 Νανοχειρουργική

Η κατασκευή χειρουργικών εργαλείων στη νανομετρική κλίμακα θα βοηθήσει στην περαιτέρω ανάπτυξη των ελάχιστα επεμβατικών ιατρικών διαδικασιών, που κύριο σκοπό έχουν την ελαχιστοποίηση των επιπλοκών κατά τη διάρκεια μίας ιατρικής διαδικασίας. Έχουν αναπτυχθεί χειρουργικά εργαλεία τα οποία βοηθούν στον εντοπισμό, τη μεταφορά και τις αλληλεπιδράσεις των μορίων στα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού. Ένα παράδειγμα, τέτοιων νανοχειρουργικών εργαλείων είναι οι μαγνητικές λαβίδες, οι οποίες χρησιμοποιούνται στη μελέτη της συμπεριφοράς των εξατομικευμένων μικρομορίων και στην τοποθέτηση μαγνητικών νανοανιχνευτών στα ζωντανά κύτταρα. Επίσης, οι οπτικές λαβίδες χρησιμοποιούνται στο διαχωρισμό των κακοηθών κυττάρων από τα υγιή και στην ταξινόμηση των κυττάρων με τη βοήθεια της φθορίζουσας κυτταρομετρίας ροής.

Τέλος, η νανοτεχνολογία βρίσκει εφαρμογή σε αρκετούς τομείς της Ιατρικής. Οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας μπορούν να προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα την αναδόμηση και αντικατάσταση των ιστών καθώς και στην καρδιολογία. Με τη βοήθεια των νανοϊνών επιτυγχάνεται η αναδόμηση και η αντικατάσταση των κατεστραμμένων ιστών. Τα κύρια υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των νανοϊνών είναι τα φυσικά και τα συνθετικά πολυμερή υλικά. Το βασικό πλεονέκτημα που παρουσιάζουν αυτά τα υλικά έναντι των υπολοίπων νανοϋλικών είναι η ομοιότητα και πολύ συχνά η ταυτοποίησή τους με τα μακρομόρια που συναντούνται στον ανθρώπινο οργανισμό. Τα φυσικά πολυμερή υλικά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή χονδροκυττάρων και ιστών, ενώ τα συνθετικά πολυμερή χρησιμοποιούνται κυρίως στο σχεδιασμό αγγείων του αίματος, και στην παραγωγή οδοντικών και ορθοπεδικών εμφυτευμάτων. Επίσης, η νανοτεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί στη διάγνωση και στη θεραπεία διαφόρων καρδιαγγειακών ασθενειών. Με τη χρήση βιοαισθητήρων μπορούν να ανιχνευθούν πολλά γονίδια τα οποία σχετίζονται με τη στεφανιαία νόσο. Επίσης, η χρήση νανოსωματιδίων κατά την αγγειοπλαστική με μπαλονάκι μπορεί να διασφαλίσει ότι οι φαρμακευτικές

ουσίες, οι οποίες είναι απαραίτητες κατά της επαναστένωσης θα χορηγηθούν στον ασθενή την κατάλληλη στιγμή ώστε να μην υπάρχουν πιθανές αλλοιώσεις.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύεται καινούργιες και συνεχώς αναπτυσσόμενες μεθόδους παροχής υπηρεσιών υγείας, οι οποίες είναι η τηλεϊατρική και η ηλεκτρονική υγεία.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ηλεκτρονική υγεία και τηλεϊατρική

5.1 Γενικά

Η Τηλεϊατρική είναι ένα πολύπλοκο σύστημα που δε περιορίζεται απλά στην εκπαίδευση των ανειδίκευτων ιατρών που βρίσκονται σε κάποιο απομακρυσμένο μέρος σε κάποια θέματα που χρειάζεται γιατρός ή κάποιο τεχνολογικό αντικείμενο ούτε περιορίζεται απλά στην μετάδοση κάποιων ιατρικών πληροφοριών από /σε αυτό το μέρος. Είναι ένα ευρύτερο ζήτημα που συσχετίζει την επιστήμη της ιατρικής, την επιστήμη της πληροφορικής, την τεχνολογία των δικτύων, διάφορες οικονομικές μελέτες για τη βιωσιμότητα και το οικονομικό όφελος που προκύπτει από ένα τέτοιο έργο, καθώς και την επιστήμη της νομικής.

Ο ορισμός της τηλεϊατρικής ποικίλει ανά τον κόσμο. Αυτός όμως που αναγνωρίστηκε επίσημα από το Ελληνικό Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης το 2009 είναι: « *Τηλεϊατρική είναι εκείνο το σύστημα που επιτρέπει στους φορείς υγείας την χρήση ειδικευμένων διασυνδεδεμένων ιατρικών συσκευών ούτως ώστε να αναλύσουν , να διαγνώσουν και να θεραπεύσουν ασθενείς που είναι σε διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες*».

Εν ολίγοις είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών εξ αποστάσεως με τη χρήση τηλεπικοινωνιών. Τέτοια ιατρικά δεδομένα μπορούν να είναι:

- Βιοσήματα, δηλαδή in vivo μετρήσεις: είναι δυνατή σήμερα η μετάδοση οποιουδήποτε in vivo σήματος, καθώς αυτά λαμβάνουν τη μορφή πολυκάναλων μονοδιάστατων καταγραφών με απαιτήσεις δειγματοληψίας στις οποίες αρκετά εύκολα μπορεί να ανταποκριθεί η υπάρχουσα τηλεπικοινωνιακή υποδομή. Για παράδειγμα τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα, οι μετρήσεις θερμοκρασίας κ.α.
- Εργαστηριακές αναλύσεις, δηλαδή in vitro μετρήσεις όπως αιματολογικές, μικροβιολογικές κ.α.
- Εικόνες δισδιάστατες ή τρισδιάστατες που παράγονται από απεικονιστικές διατάξεις όπως αξονικές τομογραφίες, μαγνητικές τομογραφίες, υπερηχογραφήματα κ.α.
- Δεδομένα ιατρικού φακέλου του εξεταζόμενου όπως τα προσωπικά του στοιχεία, το ιατρικό ασθενειών κ.α.

Μαζί όμως με τα ιατρικά δεδομένα μπορούν να αποσταλούν μονόδρομα και αμφίδρομα δεδομένα όπως η εικόνα (video) και η φωνή(audio).

Οι σημαντικότερες εφαρμογές της τηλεϊατρικής είναι οι κάτωθι:

- 1) Τηλεδιάγνωση – τηλεσυμβουλευτική: παροχή εξειδικευμένης γνώσης με τη μορφή διάγνωσης ή συμβούλων, ανεξαρτήτως γεωγραφικών περιορισμών, μέσα από τη χρήση τηλεματικών συστημάτων.
- 2) Τηλεσυνδιάσκεψη ιατρικών ομάδων: συνδιάσκεψη δύο ή και περισσότερων ιατρών για γνωμάτευση και εξέταση κλινικών ευρημάτων.
- 3) Τηλεμετρία και τηλεπαρακολούθηση: με τη βοήθεια των συστημάτων της τηλειατρικής, το σπίτι του ασθενή αποτελεί ένα εξειδικευμένο κέντρο φροντίδας. Η επικοινωνία του ασθενή και του ιατρικού ανθρώπινου δυναμικού σε πραγματικό χρόνο και με άμεση ανταλλαγή ιατρικών δεδομένων οδηγεί στην έγκαιρη διάγνωση και παρακολούθηση της υγείας του ασθενή από απόσταση.
- 4) Τηλεκπαίδευση: καλύπτει τις ανάγκες του ενεργού και παραϊατρικού ανθρώπινου δυναμικού για συνεχή ενημέρωση σε διάφορους τομείς της ιατρικής.
- 5) Τηλεθεραπεία: είναι η παρακολούθηση των ασθενών από απόσταση. Πρακτικά σημαίνει πως κάποιος ασθενής επισκεπτόμενος την πλησιέστερη προς τον τόπο διαμονής του ιατρική μονάδα, μπορεί να τύχει ιατρικής φροντίδας από απομακρυσμένο κέντρο για την αντιμετώπιση της ασθένειάς του.
- 6) Τηλεακτινολογία: μετάδοση ακτινολογικών εικόνων από ένα σημείο σε ένα άλλο για διάγνωση και συμβουλή.
- 7) Τηλεδερματολογία: μετάδοση δερματολογικών εικόνων από ένα σημείο σε άλλο για διάγνωση ή συμβουλή.
- 8) Τηλεπαθολογία: μετάδοση παθολογοανατομικών εξετάσεων από ένα σημείο σε άλλο για διάγνωση και συμβουλή.
- 9) Τηλεοφθαλμολογία: μετάδοση οφθαλμολογικών εικόνων από ένα σημείο σε άλλο για διάγνωση ή συμβουλευτικούς λόγους.
- 10) Τηλεχειρουργική: δίνεται η δυνατότητα να συνδεθούν δύο χειρουργεία μεταξύ τους για την διεκπεραίωση μιας χειρουργικής επέμβασης.
- 11) Τηλεκαρδιολογία: μετάδοση ηλεκτροκαρδιογραφημάτων από ένα σημείο σε ένα άλλο για διαγνωστικούς και συμβουλευτικούς λόγους.

Η τηλεϊατρική μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε απομακρυσμένες και απομονωμένες περιοχές, όπως νησιά, χωριά, κτλ. που διαθέτουν χαμηλή ποιότητα παροχής ιατρικών υπηρεσιών. Επίσης αποδεικνύεται πολύ χρήσιμη στη ναυσιπλοΐα για τη διάγνωση και ιατρική βοήθεια από απόσταση σε ασθενείς που βρίσκονται σε πλοία, κρουαζιερόπλοια, κλπ. και προφανώς δε διαθέτουν ειδικευμένο ιατρικό προσωπικό. Χρησιμοποιείται για την κατ' οίκον νοσηλεία, σε συμβουλευτικές μονάδες προς γιατρούς, για τις ανάγκες της τηλεεκπαίδευσης και για την κάλυψη σπάνιων ειδικοτήτων γιατρών. Επίσης μπορεί να καλύψει και να προλάβει επείγοντα περιστατικά που χρειάζονται άμεση επέμβαση, συνήθως σε κινητούς σταθμούς (ασθενοφόρα).

Επιπλέον η τηλεϊατρική καλύπτει ένα ευρύ φάσμα αναγκών σε **στρατιωτικό περιβάλλον**. Είναι αυτονόητο ότι, τόσο στο πεδίο μάχης όσο και στο πεδίο των ασκήσεων κατά την ειρηνική περίοδο, οι κίνδυνοι που διατρέχει ο σύγχρονος μαχητής είναι αρκετοί. Για το λόγο αυτό, η ιατρική βοήθεια από απόσταση κρίνεται ιδιαίτερα αναγκαία, προκειμένου οι στρατιωτικές ασκήσεις να διεξάγονται με ασφαλέστερο τρόπο.

Για την ανάπτυξη υπηρεσιών τηλεϊατρικής θα πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις όπως η δικτυακή υποδομή και ειδικός εξοπλισμός που απαιτείται. Οι τηλεπικοινωνίες γίνονται μέσω τηλεφωνικών γραμμών, μέσω ιδιωτικών γραμμών ή μέσω δορυφόρου. Όλα τα δίκτυα κατατάσσονται σε 2 κατηγορίες: τοπικά δίκτυα και δίκτυα ευρείας περιοχής.

Γενικά για μια εφαρμογή τηλεϊατρικής ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι:

- 1) Μια ιατρική συσκευή που συλλέγει τα ιατρικά δεδομένα.
- 2) Συσκευή ψηφιοποίησης της ιατρικής πληροφορίας.
- 3) Συσκευή συμπίεση της εικόνας και του ήχου με βάση τους κατάλληλους αλγόριθμους συμπίεσης.
- 4) Ο εξοπλισμός για τη μετάδοση των ψηφιακών δεδομένων μέσω ενσύρματης ή ασύρματης ζεύξης.
- 5) Λήψη των δεδομένων αποσυμπίεση και μετατροπή τους σε αναλογική μορφή για τη μεταφορά τους στις συσκευές εξόδου.
- 6) Διάταξη απεικόνισης των δεδομένων με οθόνες υψηλής ανάλυσης ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής.



Εικόνα 14: Τεχνολογικός Εξοπλισμός Τηλεϊατρικής

5.2 Πλεονεκτήματα Τηλεϊατρικής

Η τηλεϊατρική προσφέρει λύση σε προβλήματα όπως η πρόσβαση για παροχή βοήθειας μεγάλου μέρους του πληθυσμού, συνεχής αύξηση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης, και ανισότητα στην ποιότητα σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.

Οι **τάσεις** που παρατηρούνται παγκόσμια είναι :

- 1) Η χρήση της τηλεϊατρικής για παροχή βοήθειας σε ασθενείς στο σπίτι μπορεί να μειώσει το χρόνο και το κόστος μεταφοράς του ασθενή.
- 2) Στα πλαίσια του στρατιωτικού περιβάλλοντος η παροχή βοήθειας σε στρατιώτες που βρίσκονται στην επαρχία σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης με αποστολή εικόνων σε κεντρικά ιατρικά κέντρα ή στα στρατιωτικά νοσοκομεία για αξιολόγηση και κατάλληλη αγωγή ανάλογα με τη σοβαρότητα της κατάστασης από εξειδικευμένο στρατιωτικό ιατρικό προσωπικό.
- 3) Η σύνδεση των ερευνητών στρατιωτικών γιατρών παρά την γεωγραφική απόσταση για ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών και εικόνων.
- 4) Εξαιτίας της τηλεϊατρικής, η γεωγραφική απομόνωση και απόσταση παύει να είναι ένα αξεπέραστο εμπόδιο για παροχή έγκαιρων και ποιοτικών ιατρικών υπηρεσιών.
- 5) Ο περιορισμός του κόστους της παρεχόμενης περίθαλψης λόγω της εξ απόστασης βοήθειας.
- 6) Η βελτίωση της ποιότητας ως αποτέλεσμα της παροχής συντονισμένης και συνεχούς βοήθειας προς τους ασθενείς, της αποτελεσματικής και συνεχούς εκπαίδευσης

του στρατιωτικού ιατρικού προσωπικού και των αποτελεσματικών εργαλείων για τη λήψη αποφάσεων.

7) Σε γενικές γραμμές, τα βασικά πλεονεκτήματα της τηλεϊατρικής είναι ότι όλοι ανεξάρτητα από το αν βρίσκονται κοντά σε αστικά κέντρα ή σε νοσοκομεία έχουν ίσα δικαιώματα πρόσβασης στις υπηρεσίες της υγείας και μάλιστα μπορούν να έχουν και αναβαθμισμένες υπηρεσίες υγείας. Έτσι, αντιμετωπίζεται και το πρόβλημα της οργάνωσης στις απομακρυσμένες και χωρίς πολλούς πόρους μονάδες φροντίδας υγείας.

8) Η τηλεϊατρική επιτρέπει να γίνονται εγκυρότερες διαγνώσεις (cross-check) και επιπλέον τη διάχυση της ιατρικής πληροφορίας.

9) Από την οικονομική σκοπιά με την τηλεϊατρική κερδίζουμε σε χρόνο και χρήμα, αφού μειώνεται το κόστος, αλλά και οι άσκοπες μετακινήσεις.

10) Ιατρικό υποσύστημα-Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας. Είναι κοινή διαπίστωση ότι ο όγκος των πληροφοριών που σχετίζονται με την φροντίδα του ασθενούς έχει αυξηθεί κατά πολύ τα τελευταία χρόνια, πράγμα που σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στην ενσωμάτωση μεγάλου αριθμού εργαστηριακών και παρακλινικών εξετάσεων στους φακέλους των ασθενών, αυξάνοντας σημαντικά τον όγκο τους. Επιπλέον, τα διαχειριστικά καθήκοντα των γιατρών γίνονται διαρκώς περισσότερα, καθώς η πολυπλοκότητα των ιδρυμάτων παροχής υπηρεσιών υγείας αυξάνει.

5.3 Μειονεκτήματα Τηλεϊατρικής

Εκτός όμως από τα πλεονεκτήματα που προαναφέρθηκαν η τηλεϊατρική έχει και κάποια μειονεκτήματα, τα οποία είναι τα εξής:

- 1) Αρχικά τίθεται το θέμα της προσωπικής επαφής του ιατρού με τον ασθενή που δεν μπορεί να αντικατασταθεί από τα ηλεκτρονικά μέσα. Η τηλεδιάσκεψη δεν μπορεί να έχει το ίδιο αισθητικό αποτέλεσμα με την επίσκεψη σε ένα ιατρείο, καθώς η οπτική επαφή σε πραγματικό χρόνο και από κοντά, προδίδει πράγματα για την κατάσταση του ασθενή.
- 2) Επίσης μεγάλο θέμα υπάρχει και με τη διασφάλιση, τόσο των προσωπικών δεδομένων των ασθενών όσο και των επαγγελματικών δικαιωμάτων και ευθυνών του ιατρικού προσωπικού. Προκειμένου να λειτουργήσει το σύστημα της τηλεϊατρικής, πρέπει να υπάρχει το κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο.

- 3) Τέλος, αν η τηλεϊατρική ασκείται από επαγγελματίες που δεν είναι ικανοί ή δεν έχουν αυτοπεποίθηση μπορεί να βλάψει τον ασθενή.

Η εφαρμογή της τηλεϊατρικής έχει αποτελέσει σημείο αναφοράς και εξέλιξης των υπηρεσιών υγείας, διότι έχει μηδενιστεί η απόσταση μεταξύ ιατρού και ασθενή με αποτέλεσμα την άμεση βοήθεια και εξυπηρέτηση των ενδιαφερομένων είτε σε αστικά κέντρα είτε σε απομακρυσμένες ή άγονες περιοχές.

Βελτιώνεται συνεχώς η ποιότητα και συμβάλει σημαντικά στην μείωση των οικονομικών δαπανών για παροχή υπηρεσιών υγείας

5.4 Οικονομικά Οφέλη

Λόγω των δημογραφικών μεταβολών , των αυξημένων απαιτήσεων των χρηστών, της αύξησης των δαπανών για την απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού και άλλων παραγόντων, οι δαπάνες για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών κυρίως αλλά και των υπηρεσιών υγείας βαίνουν αυξανόμενες. Ειδικές μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι παρά το υψηλό αρχικό κόστος των σχετικών επενδύσεων, οι τεχνολογίες τηλεϊατρικής προσφέρουν τις καλύτερες δυνατές λύσεις για τον έλεγχο των δαπανών. Οι τεχνολογίες τηλεϊατρικής που επιστρατεύονται για την αντιμετώπιση ιατρικών προβλημάτων και των προβλημάτων υγείας, υποβοηθούν το έργο των επαγγελματιών υγείας. Ο έλεγχος των δαπανών μπορεί να ελέγχει μέσω των τηλεματικών τεχνολογιών, λαμβάνοντας υπόψη ότι όλες οι πληροφορίες και τα δεδομένα που παράγονται ή αξιοποιούνται για την αντιμετώπιση ενός περιστατικού, καταγράφονται με ηλεκτρονικό τρόπο. Η καταγραφή επιτρέπει την ανάλυση και την αξιολόγηση και κατά συνέπεια την αντιστοίχιση με δείκτες αποτελεσματικότητας, αποδοτικότητας και δαπανών.

Συγκεκριμένα, η ευρωπαϊκή αγορά για την τηλεϊατρική το 2000 υπολογίστηκε στα 105,2 εκ. €. Η συνολική αγορά τηλεϊατρικής στην Αμερική κυμαίνεται στα 725 εκ. €. Η ευρωπαϊκή αγορά βρισκόταν σε μια φάση ανάπτυξης, με μία ετήσια αύξηση της τάξης του 32,5% το 2000. Ο ρυθμός αντικατάστασης κυμαίνεται μεταξύ 2 και 5 ετών. Το 18% των νοσοκομείων χρησιμοποιούν τηλεϊατρική(στατιστικά στοιχεία ΗΠΑ).

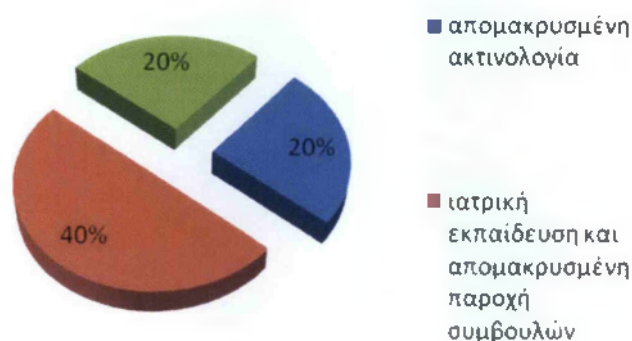
Η αγορά, λοιπόν, τεμαχίζεται στα εξής κύρια τμήματα:

- **απομακρυσμένη παθολογία:** η αγορά υπολογίστηκε στα 15 εκ. € το 2000. Αναπτύχθηκε γρήγορα και σε σύντομο χρονικό διάστημα. Το 2000, το ετήσιο ποσοστό ανάπτυξης για το επόμενο έτος υπολογίστηκε στο 45%

- **απομακρυσμένη ακτινολογία:** το μέγεθος της αγοράς υπολογίστηκε το 2000 στα 28,6 εκ. €, με ετήσιο ποσοστό ανάπτυξης στο 26%.

- **ιατρική εκπαίδευση και απομακρυσμένη παροχή συμβουλών:** συμπεριλαμβάνει τη χρήση τεχνολογίας βιντεοδιασκέψεων για την υγειονομική περίθαλψη και την κατ' οίκον παρακολούθηση με τη χρήση βίντεο, απομακρυσμένη οφθαλμολογία, απομακρυσμένη δερματολογία, απομακρυσμένες υπηρεσίες επειγόντων περιστατικών.

Η αγορά για τον εξοπλισμό βιντεοδιασκέψεων υπολογίζεται στα 51,8 εκ. € το 2000, με ετήσιο ποσοστό ανάπτυξης ύψους 50%.



Πίνακας 7: Γενική Επισκόπηση Αγοράς Τηλεϊατρικής 2000

5.5 Ποιοτικά Οφέλη

Οφέλη Πολιτών-ασθενών με την χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων :

Η προσφορά της Τηλεϊατρικής στον πολίτη είναι πολύπλευρη:

- Άμεση επαφή με τον ιατρό, ακόμη και αν εκείνος βρίσκεται χιλιόμετρα μακριά.
- Άμεση εξυπηρέτηση και αύξηση της ποιότητας περίθαλψης, αποφεύγοντας τις επαναλήψεις, τις καθυστερήσεις και τα λάθη.
- Άμεση ενημέρωση για θέματα δημόσιας υγείας, επιδημίες, πρόληψη.
- Ταχύτερος χρόνος ανάρρωσης, μικρότερη χρήση μη απαραίτητων φαρμάκων και μείωση εξόδων για ασθενείς και νοσοκομεία.

Οφέλη Ιατρών με την χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων :

Τα οφέλη που έχει ένας ιατρός με την χρήση των τηλεϊατρικών συστημάτων είναι:

- Μπορεί να κάνει διάγνωση του ασθενή που βρίσκεται σε απομακρυσμένο χωριό.
- Μπορεί να ζητήσει την γνώμη ενός εξειδικευμένου συναδέλφου για τον εξεταζόμενο ασθενή (είτε εκτός είτε εντός Ελλάδος).
- Άμεση πρόσβαση στο αρχείο ασθενών (patient record). Έτσι μπορεί να δει το ιστορικό του ασθενούς μειώνοντας τον χρόνο διάγνωσης.
- Άμεση πληροφόρηση και ενημέρωση.
- Άμεση επικοινωνία με τους συναδέλφους του μέσω δικτύου.

Από τις βασικότερες υπηρεσίες της Τηλεϊατρικής πάνω σε αυτόν τον τομέα είναι η τηλεδιάσκεψη. Η τηλεδιάσκεψη παρέχει τη δυνατότητα για οπτικοακουστική επαφή μεταξύ απομακρυσμένων σημείων χρησιμοποιώντας κάμερες και μικρόφωνα καθώς και δικτυακό εξοπλισμό.

Έτσι οι ιατροί μπορούν να πραγματοποιήσουν:

- Ιατρικά συμβούλια μεταξύ των νοσοκομείων της περιοχής.
 - Διάγνωση σε ασθενείς σε άλλο νοσοκομείο.
 - Παροχή συμβουλών σε μη ειδικευμένους ιατρούς ή σε ιατρούς άλλης ειδικότητας.
- Αυτό αποκτά καίρια σημασία στην περίπτωση των κέντρων υγείας, ειδικά στην περίπτωση απομακρυσμένων περιοχών καθώς και στην αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών.
- Τέλος, οι φοιτητές Ιατρικής μπορούν να παρακολουθήσουν χειρουργικές επεμβάσεις, καθώς και διαλέξεις που γίνονται σε άλλα σημεία.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα εξετασθεί η οικονομική ανάλυση στις υπηρεσίες υγείας όπου και οι οικονομικές δαπάνες που χορηγούνται για την απόκτηση και την συντήρηση μηχανημάτων υψηλών τεχνολογιών οι οποίοι είναι οι συνήθεις χρησιμοποιούμενοι τομογράφοι.

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΚΟΣΤΟΣ ΙΑΤΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

6.1 Γενικά

Σε παγκόσμιο επίπεδο οι πάροχοι υπηρεσιών υγείας αντιμετωπίζουν ένα όλο και περισσότερο ανταγωνιστικό περιβάλλον με αποτέλεσμα να εφαρμόζουν περιοριστικές πολιτικές ώστε να μειώσουν τις δαπάνες και να βελτιώσουν την αποδοτικότητα. Για να συνεχίσουν να υπάρχουν οι φορείς παροχής υπηρεσιών υγείας πρέπει να εξετάσουν το κόστος του ιατρικού εξοπλισμού και να προβούν στον ανάλογο σχεδιασμό. Οι πολιτικές που βασίζονται σε σωστές αρχές και στην εμπειρία εμποδίζουν τα δαπανηρά ή τα επιζήμια λάθη.

Ο σχεδιασμός του εξοπλισμού είναι η συνολική διαδικασία επιλογής του εξοπλισμού για ένα φορέα παροχής υπηρεσιών υγείας. Όταν εκτελείται σωστά, εξασφαλίζει τη διαθεσιμότητα του κατάλληλου εξοπλισμού στο σωστό χρόνο και στο σωστό χώρο. Επιπλέον η ενθάρρυνση για τη επιλογή συμφερούσών οικονομικά τεχνολογιών βελτιστοποιεί τη χρήση των πόρων του νοσοκομείου. Επιπλέον, βελτιώνει την ποιότητα της φροντίδας του ασθενή εξασφαλίζοντας ότι ο εξοπλισμός είναι σύγχρονος και λειτουργεί.

Οι κύριες διαδικασίες του σχεδιασμού του ιατρικού εξοπλισμού είναι:

- Ανάλυση αναγκών
- Αποτίμηση τεχνολογίας
- Εκτίμηση της εγκατάστασης
- Οικονομική εκτίμηση, περιλαμβάνοντας ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής και Μελέτη Βιωσιμότητας
- Σχεδιασμός εξοπλισμού για νέες εγκαταστάσεις ή για ανακαινίσεις στις ήδη υπάρχουσες, περιλαμβάνοντας αρχιτεκτονικό συντονισμό και μηχανολογική υποστήριξη.

6.2 Ανάλυση κόστους ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού σε ένα έτος

Ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός αποτελεί μια πολύ ειδική κατηγορία μελέτης όσον αφορά την αξιολόγηση του κόστους πιθανής επένδυσης. Οι παραγωγοί μηχανημάτων τελευταίας τεχνολογίας είναι περιορισμένες και πολύ συγκεκριμένες.

Οι τεχνολογίες όπου θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση του κόστους επένδυσης είναι τα εξής μηχανήματα:

- 1) Συγκρότημα αξονικής τομογραφίας 64 τομών, το οποίο διαθέτει εξαιρετικά μεγάλη δυνατότητα κάλυψης ανατομικής περιοχής ανά περιστροφή που σε συνδυασμό με την ταχύτητα περιστροφής και τη χρονική διακριτική ικανότητα, θεωρείται αξιόπιστο και ταχύ εργαλείο.
- 2) Συγκρότημα μαγνητικής τομογραφίας, το οποίο κατέχει το σύστημα Whole Body Imaging Virtual ως σκοπό την καταγραφή και παρακολούθηση νεοπλασιών. Ο τομογράφος υποστηρίζει μαγνητικό πεδίο 3 Tesla με καινοτόμες εφαρμογές στο πλαίσιο της πρόληψης και της σωστής διάγνωσης των απεικονιστικών ευρημάτων. Αυξάνει την ισχύ διείσδυσης στα εξεταζόμενα όργανα, βελτιώνει την ποιότητα των εικόνων και ελαττώνει σημαντικά τους χρόνους εξέτασης και λήψης των αποτελεσμάτων.
- 3) Συγκρότημα εκπομπής ποζιτρονίων με ταυτόχρονη υπολογιστική τομογραφία PET/CT. Η PET/CT είναι σύγχρονη απεικονιστική μέθοδος και προέρχεται από τη σύντηξη με τη βοήθεια εξελιγμένου λογισμικού, δυο εξετάσεων, της Τομογραφίας Εκπομπής Ποζιτρονίων και της αξονικής τομογραφίας.

Το κόστος κατασκευής δεν μπορεί να υπολογισθεί διότι το μηχάνημα αγοράζεται αυτούσιο. Τα κόστη που δημιουργούνται είναι τα εξής:

- 1) **Κόστος κτήσης**: το χρηματικό ποσό του αντιστοιχεί στην αγορά του μηχανήματος
- 2) **Κόστος εγκατάστασης**: το χρηματικό ποσό που διατίθεται ώστε να εγκατασταθεί πλήρως η κεντρική μονάδα και ο συνοδευτικός εξοπλισμός του μηχανήματος
- 3) **Κόστος λειτουργίας**: το χρηματικό ποσό που συναθροίζει όλα τα καθημερινά έξοδα λειτουργίας του τομογράφου, δηλαδή τα ετήσια έξοδα ορθή λειτουργίας του τομογράφου όπως επίσης και η ανατροφοδότηση των αναλώσιμων (φίλμ, σκιαγραφικά, εκτυπωτικά, κ.α.) και η αντικατάσταση των ανταλλακτικών.
- 4) **Κόστος συντήρησης**: το χρηματικό ποσό που παραχωρείται ετησίως για την συντήρηση του τομογράφου και του εξοπλισμού αυτού.

Τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης υπολογίζονται σε ετήσια βάση και απαιτούν την εκτίμηση του προβλεπόμενου αριθμού εξετάσεων ανά τομογράφο. Με βάση τον αριθμό εξετάσεων υπολογίζεται το ετήσιο κόστος αναλώσιμων υλικών.

| Ελάχιστος Ετήσιος Αριθμός Εξετάσεων | |
|--|--------------------------|
| ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ | ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ |
| Αξονικός Τομογράφος | 8.000 |
| Μαγνητικός Τομογράφος | 5.000 |
| Τομογράφος Εκπομπής Ποζιτρονίων | 1.600 |

Πίνακας 8: Ελάχιστος Αριθμός Εξετάσεων / Μηχάνημα

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται πως τον μεγαλύτερο αριθμό εξετάσεων πραγματοποιεί ο αξονικός τομογράφος με σημαντική διαφορά από τους υπόλοιπους τομογράφους με διαφορά που αγγίζει 54,8%.

Με βάση τον αριθμό εξετάσεων, υπολογίζεται το ετήσιο κόστος αναλώσιμων υλικών και άλλων. Τα αναλώσιμα υλικά, το κόστος για την εκπαίδευση του προσωπικού, τα σκιαγραφικά ή τα ραδιοφάρμακα συμπληρώνουν μια εκτίμηση για ετήσιο κόστος λειτουργίας.

Στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται ξεχωριστά το ετήσιος κόστος των τομογράφων τον πρώτο χρόνο λειτουργίας τους.

| Κόστος Λειτουργίας Αξονικού Τομογράφου | |
|---|-----------------------|
| ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ | ΚΟΣΤΟΣ ΣΕ ΕΥΡΩ |
| Φίλμ | 80.000 |
| Εκτυπωτικά | 4.000 |
| Σκιαγραφικά | 140.000 |
| Λοιπά αναλώσιμα | 10.000 |
| Εκπαίδευση προσωπικού | 66.000 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 300.000 |

Πίνακας 9: Κόστος Λειτουργίας Αξονικού Τομογράφου Τον Πρώτο Χρόνο

(Πηγή: Ευσταθόπουλος « Υπολογιστική Αξονική Τομογραφία »)

Παρατηρείται, λοιπόν, πως το κόστος ενός αξονικού τομογράφου ανέρχεται, για το πρώτο έτος λειτουργίας του, στο ποσό των 300.000 ευρώ. Κύριος λόγος της δημιουργίας του συνολικού κόστους είναι η χρήση των σκιαγραφικών, τα οποία είναι βασικό συστατικό για την σωστή λειτουργία του αξονικού τομογράφου.

Σύμφωνα με την εφημερίδα της Κυβερνήσεως (τεύχος 2, αριθμός φύλλου 3100, 30σΔεκεμβρίου του 2011) τα σκιαγραφικά φάρμακα κοστολογούνται από 20 έως και 250 ευρώ, έχοντας άμεση εξάρτηση από το είδος της εξέτασης, αφού τα σκιαγραφικά που

χρησιμοποιούνται είναι διαφορετικά για τους πνεύμονες, άλλα για το έντερο και άλλα για το κεφάλι.

| Κόστος Λειτουργίας Μαγνητικού Τομογράφου | |
|---|-----------------------|
| ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ | ΚΟΣΤΟΣ ΣΕ ΕΥΡΩ |
| Φιλμ | 80.000 |
| Εκτυπωτικά | 4.000 |
| Σκιαγραφικά | 200.000 |
| Λοιπά αναλώσιμα | 50.000 |
| Εκπαίδευση προσωπικού | 80.000 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 414.000 |

Πίνακας 10: Κόστος Μαγνητικού Τομογράφου Τον Πρώτο Χρόνο

(Πηγή: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Αράκυνθος 2007 «Απεικόνιση Μαγνητικού Τομογράφου»)

Στον πίνακα αυτό παρατηρούμε πως το κόστος λειτουργίας του μαγνητικού τομογράφου ανέρχεται στο ποσό των 414.000 ευρώ ανά έτος. Πάλι, παρατηρούμε πως το κόστος για τα σκιαγραφικά καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο χρηματικό ποσό του συνόλου, αφού σύμφωνα με την εφημερίδα της Κυβερνήσεως -όπως προαναφέρθηκε στον αξονικό τομογράφο- ισχύουν ακριβώς τα ίδια δεδομένα και για την μαγνητική τομογραφία. Το κόστος μιας μαγνητικής τομογραφίας κυμαίνεται μεταξύ 230 και 450 ευρώ, ενώ για εξετάσεις ολόσωμης απεικόνισης ανέρχεται στα 1.100 ευρώ.

| Κόστος Λειτουργίας Τομογράφου Εκπομπής Ποζιτρονίων | |
|---|-----------------------|
| ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ | ΚΟΣΤΟΣ ΣΕ ΕΥΡΩ |
| Φιλμ | 95.000 |
| Εκτυπωτικά | 5.000 |
| Ραδιοφάρμακα | 1.000.000 |
| Λοιπά αναλώσιμα | 70.000 |
| Εκπαίδευση προσωπικού | 110.000 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 1.280.000 |

Πίνακας 11: Κόστος Λειτουργίας Τομογράφου Εκπομπής Ποζιτρονίων Τον Πρώτο Χρόνο

(Πηγή: Σχεδίαση Μονάδας PET Και Ακτινοπροστασία, Τμήμα Ιατρικής Φυσικής ΓΝΑ Ευαγγελισμός)

Στον συγκεκριμένο τομογράφο, παρατηρείται πως το ποσό του ετήσιου κοστολογίου είναι σχεδόν το διπλάσιο από των προηγούμενων άλλων τομογράφων και θεωρείται πιο ακριβός, με ποσό κόστους λειτουργίας 1.280.000 ευρώ. Το κόστος που ορίζεται από την Κυβέρνηση για επιβαρύνει το άτομο ή το ταμείο του κυμαίνεται μεταξύ 1.500 με 1.700 ευρώ.

Στον παρακάτω πίνακα συναθροίζονται τα κύρια έξοδα των τριών τεχνολογιών και αποτυπώνεται το κόστος επένδυσης. Διαπιστώνεται συγκριτικά και των τριών μηχανημάτων υψηλής τεχνολογίας, πως η πιο ακριβής μέθοδος προς συντήρηση είναι ο τομογράφος Εκπομπής Πεζιτρονίων. Όχι μόνο το κόστος ως επένδυση είναι υψηλό αλλά και το κόστος συντήρησης ανέρχεται στα 140.000 έναντι των 100.000 ευρώ που χρειάζεται για συντήρηση ο αξονικός τομογράφος. Το σύνολο του κόστους του, λοιπόν, αγγίζει το τετραπλάσιο ποσό από ότι οι δύο άλλες μορφές τομογράφων.

| Κόστος Επένδυσης και Έξοδα 1 ^{ου} Έτους | | | |
|--|------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Ανάλυση Κόστους | Τεχνολογία | | |
| | Αξονικός Τομογράφος | Μαγνητικός Τομογράφος | Τομογράφος Εκπομπής Ποζιτρονίων |
| Κόστος Κτήσης | 900.000 | 1.100.000 | 2.100.000 |
| Κόστος Εγκατάστασης | 100.000 | 200.000 | 750.000 |
| Κόστος Επένδυσης | 1.000.000 | 1.300.000 | 2.850.000 |
| Κόστος Λειτουργίας | 300.000 | 414.00 | 1.280.000 |
| Κόστος Συντήρησης | 100.000 | 120.000 | 140.000 |
| Σταθερά Έξοδα | 400.000 | 534.000 | 1.420.000 |
| Σύνολο | 1.400.000 | 1.834.000 | 4.270.000 |

Πίνακας 12: Κόστος Επένδυσης Τομογράφων Με Βάση Τιμών Το 2012

(Πηγή: www.bioiatriki.gr)

Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί πως υπολογίζεται ότι το κόστος συντήρησης θα αυξάνεται με ρυθμό 3% ανά έτος, το κόστος των αναλώσιμων κατά 4% και το κόστος του προσωπικού κατά 3%.

Στην συνέχεια του κεφαλαίου μας θα εξετάσουμε το κόστος της κάθε εξέτασης αλλά και το χρονικό περιθώριο απόσβεσης του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού.

Η επένδυση απόκτησης των παραπάνω τομογράφων μελετάται για εύρος χρόνου μιας δεκαετίας, που σκοπός είναι να έχει αποσβεστεί η αξία του τομογράφου και η εφαρμογή θα υπόκειται σε ετήσιες μεταβολές.

Στο παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα έσοδα που πραγματοποιούνται ανά έτος ανάλογα με τον αριθμό εξετάσεων που γίνονται μέσα σ' αυτό το έτος.

| Ετήσια Έσοδα | | | |
|-------------------------|-------------------|------------------|-----------|
| Τομογράφος | Αριθμός Εξετάσεων | Κόστος / Εξέταση | Έσοδα |
| Αξονικός | 8.000 | 80 | 640.000 |
| Μαγνητικός | 5.000 | 250 | 1.250.000 |
| Εκπομπής Ποζιτρονίων | 1.600 | 1.600 | 2.560.000 |

Πίνακας 13: Ετήσια Έσοδα Τομογράφων

Επομένως, η ετήσια απόσβεση επένδυσης αντιστοιχεί σε 100.000 ευρώ για τον Αξονικό Τομογράφο, 130.000 ευρώ για τον Μαγνητικό Τομογράφο και σε 285.000 ευρώ για τον τομογράφο Ποζιτρονίων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η εκμετάλλευση τέτοιων εφαρμογών , επηρεάζεται πολύ από τις μεταβολές στον τομέα της Υγείας, της τιμολόγησης των φαρμάκων και εξετάσεων, της νομοθεσίας και της οικονομικής κατάστασης των ασφαλιστικών ταμείων. Στις μέρες μας , τα ασφαλιστικά ταμεία πλήττονται από το χρέος και αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες κάλυψης αναγκών σε φάρμακα και εξετάσεις. Η οικονομική κρίση που βιώνει η χώρα μπορεί να επιφέρει σημαντικές αλλαγές στον τομέα της Υγείας. Σε καθημερινή βάση αλλάζει το οικονομικό περιβάλλον και οι μεταρρυθμίσεις στην Υγεία επιφέρουν ακόμα εντονότερες αλλαγές.

Ως εκ τούτου, η τελική απόφαση που θα καθορίσει μια τέτοιου είδους επένδυση με σκοπό την ενίσχυση του νοσοκομειακού εξοπλισμού είναι η κατανομή των εσόδων που μπορεί να προσφέρει στον επενδυτή, το αρχικό κεφάλαιο, τα πιθανά οφέλη, οι μελλοντικές τεχνολογικές τάσεις και η προστιθέμενη αξία της εφαρμογής στις υπηρεσίες υγείας, τον άνθρωπο και σαφέστατα τον ενδιαφερόμενο προς εκμετάλλευση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ζούμε σε μια εποχή συνεχούς ανάπτυξης και τεχνολογικής προόδου, σε όλους τους τομείς και ειδικότερα στον τομέα της ιατρικής επιστήμης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ανάπτυξη των μέσων που χρησιμοποιεί ο εκάστοτε ιατρός είτε για να διαγνώσει και να θεραπεύσει ένα ασθενή είτε για να επιτύχει, στις ιδανικές συνθήκες, μια επιτυχημένη επέμβαση.

Από αρχαιοτάτων χρόνων διαπιστώνεται πως ο ελληνικός πολιτισμός είχε βάλει τις βάσεις για την εξέλιξη της ιατρικής και επεμβατικής επιστήμης του ιατρικού κλάδου. Στην πορεία της παγκοσμιοποίησης και των συνεργασιών αλλά και της προόδου των μηχανημάτων, παγκοσμίως διατρέχεται μια ανάπτυξη που σκοπός της είναι η καλύτερη και μεθοδικότερη επίτευξη της θεραπείας του ασθενούς.

Μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας, στεγάζονται στα περισσότερα νοσοκομεία της χώρας μας με σκοπό την καλύτερη εξυπηρέτηση του πληθυσμού, αφού όλο και περισσότερα ιατρικά μηχανήματα χρησιμοποιούνται στην διάγνωση και την θεραπεία των ασθενών. Η μεταβίβαση της αναλογικής τομογραφίας σε ψηφιακή προδιαθέτει την συνεχή αύξηση των εξετάσεων και των αμεσώτερων διαγνώσεων σε σοβαρές ή μη ασθένειες, χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικούς ρυθμιζόμενους υπολογιστές, οι οποίοι είναι σημαντικό εργαλείο για την διεκπεραίωση είτε εξετάσεων είτε επεμβάσεων αλλά και διάγνωσης αφού αποκτούν την δυνατότητα ευκρινέστερης εικόνας του προς εξέταση σώματος, ενώ ταυτόχρονα ο εξεταζόμενος δεν λαμβάνει τόση επιβλαβής ακτινοβολία όση λάμβανε στην συμβατική τομογραφία

Την ίδια στιγμή, παρουσιάζονται και αναπτύσσονται με γοργό ρυθμό πρωτόγνωρες τεχνολογίες, μορφές της εξελιγμένης ιατρικής επιστήμης οι οποίες διευκολύνουν όχι μόνο τον εκάστοτε γιατρό με τα νέα συστήματα που προκύπτουν, αλλά συμβάλλουν και στην αποτελεσματικότερη θεραπεία του ασθενούς.

Η συνεχής ανάπτυξη, λοιπόν, της επαφής ιατρού- ασθενούς ακόμα και από απόσταση, συμβάλλει στην εξέλιξη των νοσοκομειακών μηχανημάτων και τον συνεχή εκσυγχρονισμό τους, την μείωση του χρόνου της εξέτασης του ασθενούς και την αποθεραπεία του σε όσον το δυνατόν μικρότερο χρονικό διάστημα. Σημαντικός παράγοντας, ο οποίος πρέπει να αναφερθεί είναι πως δημιουργείται μια προσπάθεια παροχής βοήθειας ακόμα και σε απομακρυσμένα μέρη με σκοπό την εκμηδένιση της

απόστασης αλλά και της μείωσης του κόστους μετακίνησης είτε ιατρού είτε ασθενούς. Αυτή η προσπάθεια προδιαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρονικό εξοπλισμό και από την πλευρά του νοσοκομείου αλλά και από τη πλευρά του ασθενούς. Παρ' όλα αυτά, όμως, είναι η πιο άμεση και εγκυρότερη διάγνωση που μπορεί να πραγματοποιηθεί.

Τέλος, ένα σοβαρό ζήτημα στις μέρες μας, είναι το κόστος του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού υψηλής τεχνολογίας και το κόστος συντήρησής του. Συγκεκριμένα, διαπιστώνεται ότι εκσυγχρονισμένοι τομογράφοι κοστίζουν εκατομμύρια ευρώ, όχι μόνο για την αγορά αλλά και για την συντήρηση κατά την διάρκεια ζωής τους. Για να πραγματοποιηθεί και η σωστή λειτουργία τους, πραγματοποιείται και εκπαίδευση του νοσοκομειακού προσωπικού η οποία κοστίζει αρκετά χιλιάδες ευρώ. Για να μπορέσει να γίνει απόσβεση της απόκτησης του μηχανήματος, επιβαρύνεται οικονομικά ο πολίτης σε σημείο που η συμμετοχή του μπορεί να αγγίζει τα 1.500 ευρώ.

Ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο εύρος αναγκών του πληθυσμού, αλλά απαιτείται και η κατάλληλη χρηματοδότηση των νοσοκομείων για να μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των πολιτών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Διπλωματική εργασία, Ανδρέας Χατζηαφράτης «Νανοδιηλεκτρικά Στις Ηλεκτρικές Μονώσεις Υψηλών Τάσεων», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούνιος 2012
- 2) Κλαδική Μελέτη «Μέτρα Ελέγχου Του Κόστους Στα Συστήματα Υγείας» έμφαση στην μικροαποδοτικότητα, τα αποτελέσματα της εμπειρίας.
- 3) Εργαστηριακή εργασία «Διαχείριση Βιοιατρικής Τεχνολογίας», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθηνών – Τμήμα Τεχνολογίας Ιατρικών Οργάνων, 2008.
- 4) Διπλωματική Εργασία «Οικονομοτεχνική Ανάλυση και Αξιολόγηση Καινοτόμων Ιατροτεχνολογικών Εφαρμογών», Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 2012.
- 5) Διπλωματική Εργασία « Ασφάλεια και Διαχείριση Ιατροτεχνολογικού Εξοπλισμού», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σακκάς Δημήτριος, Μάρτιος 2013.
- 6) Διπλωματική Εργασία «Εφαρμογή Πληροφοριακού Συστήματος Διαχείρισης Ιατρικού Εξοπλισμού Σε Ελληνικό Νοσοκομείο», Πανεπιστήμιο Πατρών, 2006.
- 7) Εργασία « Συνεργασία Δημόσιου και Ιδιωτικού Τομέα στον Χώρο Της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας», Χρηστίδου Κατερίνα, 2007.
- 8) Διπλωματική Εργασία « Νανοδιηλεκτρικά στις Ηλεκτρικές Μονώσεις Υψηλών Τάσεων». Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούνιος 2012.
- 9) Πτυχιακή Εργασία «Αρχές Τηλεϊατρικής και Εφαρμογές της στην Σύγχρονη Ιατρική Επιστήμη, Παπακώστας Αλέξανδρος, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, 2010

Ιστότοποι:

1) www.statistics.gr

2) www.biomed.ntua.gr

3) el.wikipedia.org

4) www.oecd.org

5) www.moh.gov.gr

6) www.vima-asklipiou.gr , 11^{ος} τόμος- 3^ο τεύχος, Ιούλιος- Σεπτέμβριος 2012