



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

## ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

" ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ "



ΟΝΟΜΑΤΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΩΤΗΣ – ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΚΟΥΛΟΥΔΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΧΡΗΣΤΟΣ ΔΡΟΣΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2020

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος , Γεώργιος Κωτής ,

του Αναστασίου , με αριθμό μητρώου 39210 φοιτητής του Τμήματος **Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής**, του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

Γεώργιος Κωτής

Ημερομηνία

26/2/2020

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος, Κωνσταντίνος Σκουλούδης ,

του Θεμιστοκλέους , με αριθμό μητρώου 38667 φοιτητής του Τμήματος **Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής**, του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

Ημερομηνία

Κωνσταντίνος Σκουλούδης

26/2/2020

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΩΤΗΣ – ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΚΟΥΛΟΥΔΗΣ**

**ΑΘΗΝΑ 2019 – 2020**

Copyright © Κωτής Γεώργιος, Σκουλούδης Κωνσταντίνος 2019 – 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	ΣΕΛ 7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	ΣΕΛ 9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 (Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΓΕΝΙΚΑ).....	ΣΕΛ 9
1.1 (ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ).....	ΣΕΛ 9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 (ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ).....	ΣΕΛ 11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 (ΤΟΜΕΙΣ ΟΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ).....	ΣΕΛ 16
3.1 (ΝΕΥΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ).....	ΣΕΛ 16
3.1.1 (ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ).....	ΣΕΛ 17
3.2 (ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΡΔΙΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ).....	ΣΕΛ 20
3.2.1 (ΤΥΠΟΙ ΚΑΡΔΙΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΜΕ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ).....	ΣΕΛ 20
3.3 (ΟΡΘΟΠΕΔΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ).....	ΣΕΛ 24
3.3.1 (ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΑΡΘΡΟΠΛΑΣΤΙΚΗ ΓΟΝΑΤΟΣ).....	ΣΕΛ 24
3.3.2 (ΟΛΙΚΗ ΑΡΘΡΟΠΛΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΙΟΥ).....	ΣΕΛ 26
3.3.3 (ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΠΟΝΔΥΛΙΣΤΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ).....	ΣΕΛ 28
3.4 (ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ).....	ΣΕΛ 34
3.4.1 (ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ DA VINCI).....	ΣΕΛ 34
3.4.2 (ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΟΥΡΟΛΟΓΙΑ).....	ΣΕΛ 36
3.4.3 (ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΟΥΡΟΛΟΓΙΑ).....	ΣΕΛ 40
3.5 (ΟΦΘΑΛΜΙΑΤΡΙΚΗ).....	ΣΕΛ 41
3.5.1 (ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ).....	ΣΕΛ 42

3.5.2 (ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗ ΜΕ ΛΕΙΖΕΡ).....	ΣΕΛ 45
3.5.3 (ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ).....	ΣΕΛ 46
3.6 (ΑΓΓΕΙΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ).....	ΣΕΛ 51
3.6.1 (TRIPLEX ΑΓΓΕΙΩΝ ΣΩΜΑΤΟΣ).....	ΣΕΛ 52
3.7 (ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΑ).....	ΣΕΛ 54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 (Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ).....	ΣΕΛ 57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 (ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΡΟΜΠΟΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ).....	ΣΕΛ 59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 (ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ).....	ΣΕΛ 62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 (ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ).....	ΣΕΛ 68
7.1 (ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΚΑΙ ΙΑΤΡΟΥΣ/ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΥΣ).....	ΣΕΛ 68
7.2 (ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΚΑΙ ΙΑΤΡΟΥΣ/ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΥΣ).....	ΣΕΛ 72
7.3 (ΗΘΙΚΟΙ Η ΑΠΛΟΙ ΦΡΑΓΜΟΙ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ).....	ΣΕΛ 76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 (ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΕΠΙΛΟΓΟΣ).....	ΣΕΛ 77
ΠΗΓΕΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	ΣΕΛ 79

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 ( Προγραμματιζόμενος βραχίονας τύπου PUMA 560 ).....	11
Εικόνα 2 ( Χειρουργικό σύστημα ROBODOC ).....	13
Εικόνα 3 ( Χειρουργικό ρομπότ AESOP 3000 ).....	14
Εικόνα 4 ( Τυπική φωτογραφία ρομποτικού συστήματος da vinci ).....	15
Εικόνα 5 ( Elekta Gamma Knife Model 4 ).....	19
Εικόνα 6 ( Μέθοδος Superpath ).....	27
Εικόνα 7 ( Mazor Spineassist ).....	29
Εικόνα 8 ( Mazor Renaissance ).....	30
Εικόνα 9 ( Mazor X ).....	31
Εικόνα 10 ( ROSA ).....	32
Εικόνα 11 ( Exelsius Gps ).....	33
Εικόνα 12 ( Τομή κερατοειδούς ).....	43
Εικόνα 13 ( Σύστημα λέιζερ LenSx femtosecond με είσοδο δεδομένων λέιζερ στα αριστερά, ένα χειριστήριο ραβδιών και μια δεξιά οθόνη OCT ).....	45
Εικόνα 14 ( Excimer laser ).....	47
Εικόνα 15 ( Verion Image Guided System ).....	50
Εικόνα 16 ( Triplex ).....	53
Εικόνα 17 ( Da vinci surgical robot ).....	56
Εικόνα 18 ( Da vinci Xi Patient side cart ).....	59
Εικόνα 19 ( Το neuroArm σε λειτουργία ).....	60
Εικόνα 20 ( Ιατρικό συμβούλιο ).....	63
Εικόνα 21 ( Διάγραμμα προσωπικής φροντίδας σε ασθένεια από απόσταση )....	64

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά τις σύγχρονες εφαρμογές της ρομποτικής στον τομέα της υγείας και την επίδραση της στις ιατρικές μεθόδους διάγνωσης-παρακολούθησης, ιατρικούς εξοπλισμούς και νέων μεθόδων χειρουργικής. Γνωρίζοντας ότι η τεχνολογία στους τομείς της υγείας έχει αναπτυχθεί με ραγδαίους ρυθμούς τις τελευταίες δεκαετίες με τη χρήση κυρίως ακτινοβολίας αλλά και χημικών ουσιών, είναι σαφές το γεγονός ότι υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες να προκύψουν και αρνητικές συνέπειες. Συνεπώς στην συνέχεια θα παρουσιάσουμε και αναλύσουμε τις συνέπειες και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη συνολική παρουσία της ρομποτικής στις θεραπευτικές μεθόδους αλλά και στην ιατρική γενικότερα.

## **ABSTRACT**

The present thesis deals with modern applications of robotics in the field of health and its impact on medical diagnostic-monitoring methods, medical equipment and new surgical methods. Knowing that health technology has developed rapidly in recent decades with the use of mainly radiation but also chemicals, it is clear that there is a high possibility of adverse effects. Therefore we will present and analyze the consequences and conclusions that come from the overall presence of robotics in therapeutic methods but also in medicine in general.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΓΕΝΙΚΑ

Η Ρομποτική, είναι κλάδος της Μηχανοηλεκτρονικής επιστήμης, που εξετάζει συμπεριφορές διαφόρων εξαρτημάτων, που σε συνδυασμό μεταξύ τους, ολοκληρώνουν μια τελειωτική λειτουργία ακριβείας, κάτι το οποίο, μπορεί να λάβει χώρο στην ιατρική, σαν την αντικατάσταση του ανθρώπινου χεριού, σε μικροεπεμβάσεις, (σημειωτέο) είναι πάντα προγραμματιζόμενης κίνησης, και οι αποφάσεις είναι (ακόμα) του ανθρώπου. Είναι μια επιστήμη πολλά υποσχόμενη, και το μέλλον θα δείξει, κατά πόσο μπορεί να εξελιχθεί, και τη διαχείρισή της να την έχει ο Άνθρωπος.

***Η Ρομποτική είναι ο κλάδος της επιστήμης που μελετά τις μηχανές εκείνες που μπορούν να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο στην εκτέλεση μιας εργασίας, η οποία συνδυάζει τη φυσική δραστηριότητα με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.***

### 1.1) ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο όρος ρομπότ πρωτοεμφανίζεται σε ένα θεατρικό έργο επιστημονικής φαντασίας του Τσέχου συγγραφέα Κάρελ Τσάπεκ το 1921 και προέρχεται από τη σλαβική λέξη *robot* που σημαίνει εργασία. Η αυτοματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας στις βιομηχανίες μαζικής παραγωγής αντικαθιστά τους ανθρώπους με εξειδικευμένες μηχανές που εκτελούν μια προκαθορισμένη σειρά κατεργασιών στα προϊόντα που παράγονται. Στόχος της αυτοματοποίησης, η οποία γίνεται εφικτή με την ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας τον 20ό αιώνα, είναι η αυξημένη παραγωγικότητα, η βελτιωμένη ποιότητα, η αύξηση του κέρδους των επιχειρήσεων αλλά και η ελεγχιμότητα των μέσων παραγωγής.

Το 1961 κατασκευάζεται και τίθεται σε λειτουργία το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ. Σύμφωνα με έναν ευρέως αποδεκτό ορισμό, χρονολογούμενο από το 1980, ένα βιομηχανικό ρομπότ είναι μια επαναπρογραμματιζόμενη μηχανή σχεδιασμένη να μετακινεί αντικείμενα, εργαλεία ή διατάξεις μέσω μιας ποικιλίας προγραμματιζόμενων κινήσεων, για την εκτέλεση εργασιών. Ο ορισμός αυτός αντανάκλα την τρέχουσα χρήση των ρομπότ στη βιομηχανία, η οποία αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο και ώριμο τομέα εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας και των προϊόντων της. Τυπικές εφαρμογές τους στη βιομηχανία περιλαμβάνουν τη φόρτωση - εκφόρτωση προϊόντων τη βαφή την κοπή κ.τ.λ.

Άλλοι τομείς εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας είναι η εξερεύνηση του διαστήματος, η ιατρική, οι αγροτικές εφαρμογές, η έρευνα και διάσωση κ.τ.λ. Η ρομποτική τεχνολογία στους τομείς αυτούς, παρά την ύπαρξη πρωτοτύπων, είναι ακόμη σε πρωταρχικό στάδιο. Τα αίτια για το γεγονός αυτό μπορούν να αναζητηθούν στην έλλειψη βαθύτερης κατανόησης των μηχανισμών ελέγχου που επιτρέπουν στον άνθρωπο να χειρίζεται επιδέξια μια ποικιλία αντικειμένων στην καθημερινότητά του. Για παράδειγμα, ο επιτυχής χειρισμός ενός ποτηριού αποτελεί μια καθημερινή ενέργεια ενός ανθρώπου, χωρίς ο ίδιος να είναι σε θέση να εξηγήσει τις λεπτομέρειες και την αλληλουχία των ενεργειών που είχαν ως αποτέλεσμα την επιτυχή έκβαση της δράσης του. Η ερευνητική δραστηριότητα για την προαγωγή της επιστήμης και της τεχνολογίας σ αυτόν τον τομέα είναι, επομένως, ιδιαίτερα έντονη.

Διάφορα έργα της επιστημονικής φαντασίας έχουν επηρεάσει τους περισσότερους στον τρόπο με τον οποίο φαντάζονται τα ρομπότ. Από τα βιβλία του Ρώσου συγγραφέα Ισαάκ Ασίμωφ τη δεκαετία του 1940 έως τα κινηματογραφικά έργα, όπως για παράδειγμα Ο πόλεμος των άστρων, τα ρομπότ παρουσιάζονται σαν ανθρωποειδή τα οποία μπορούν να περπατούν, να μιλούν, να βλέπουν, να ακούνε ακόμα και, σε μερικές περιπτώσεις, να είναι προικισμένα με αισθήματα. Στην επιστημονική κοινότητα, ρομπότ θεωρούνται οι μηχανές αυτές, οι οποίες ανεξάρτητα από την εμφάνισή τους, είναι ικανές να

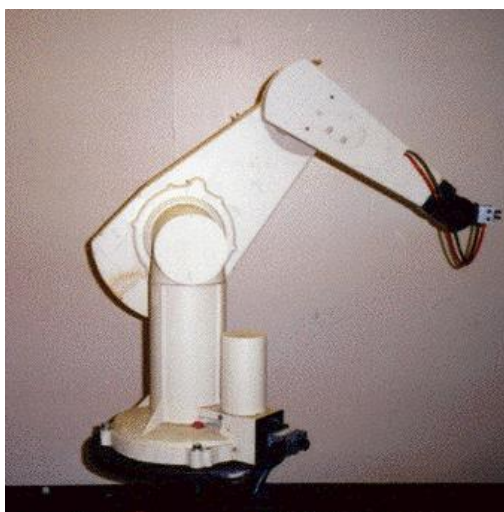
αλλάξουν το περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν, μέσα από δράσεις που ακολουθούν κάποιους εγγενείς κανόνες και με βάση δεδομένα για το ίδιο το ρομπότ και για το περιβάλλον του, που αποκτώνται από τα αισθητήρια με τα οποία είναι εφοδιασμένο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

Για πολύ καιρό, η ικανότητα των ρομπότ να αλληλεπιδρούν με τους ανθρώπους στην καθημερινότητά μας ήταν περισσότερο μύθος παρά πραγματικότητα και η ιδέα ενός ρομπότ που εκτελεί εξαιρετικά πολύπλοκα καθήκοντα όπως η νευροχειρουργική φαινόταν σαν επιστημονική φαντασία. Ωστόσο, στα μέσα της δεκαετίας του 1980, η τεχνολογία των υπολογιστών άρχισε να καλύπτει τη σχεδίαση και ο τομέας της ρομποτικής άρχισε να εξελίσσεται πραγματικά.

Το PUMA 560 (προγραμματιζόμενο γενικό μηχάνημα συναρμολόγησης ή προγραμματιζόμενος βραχίονας γενικού χειρισμού), ένας πρότυπος βιομηχανικός ρομποτικός βραχίονας, αναπτύχθηκε αρχικά από έναν μηχανικό της Unimation, η οποία έγινε θυγατρική της Westinghouse Corp.



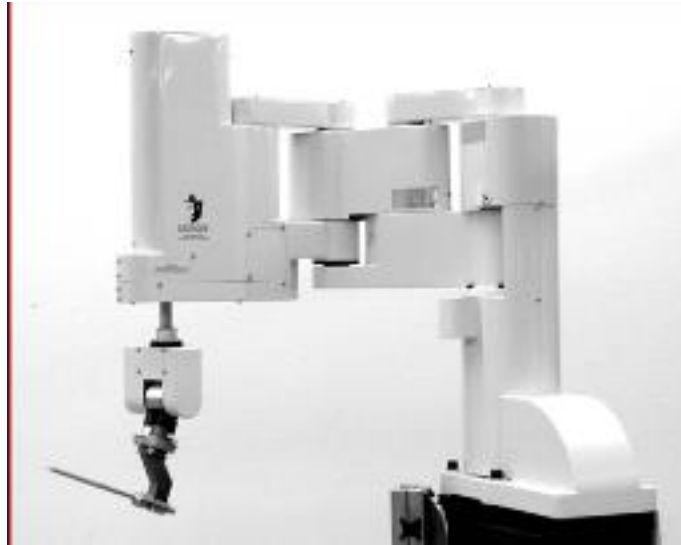
Εικόνα 1 (Προγραμματιζόμενος βραχίονας τύπου PUMA 560)

Το 1985, ο Dr. Yik San Kwoh του Memorial Medical Center στο Long Beach της California ανέπτυξε ένα software σε υπολογιστή που έκανε αυτόν τον βραχίονα λειτουργικό και κατέρριψε όλες τις προηγούμενες αντιλήψεις για τη χειρουργική επέμβαση με ρομπότ, τοποθετώντας με επιτυχία μια βελόνα για βιοψία ανθρώπινου εγκεφάλου χρησιμοποιώντας την υπολογιστική τομογραφία (Computer Tomography) για καθοδήγηση.

Αυτή η επιτυχία έθεσε τα θεμέλια της «Εποχής της Ρομποτικής Ιατρικής» (Age of Medical Robotics) σε όλο τον κόσμο. Έκτοτε και στην διάρκεια των τελευταίων 35 ετών σημειώθηκε έκρηξη ανάπτυξης στον κλάδο, με συνολική πρόβλεψη για τον τζίρο να αγγίζει σχεδόν τα 12 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2020.

Η επιτυχής εφαρμογή του PUMA 560 οδήγησε στην ανάπτυξη του PROBOT στο Imperial College του Λονδίνου στη Μεγάλη Βρετανία, όπου το 1992 ο δρ Senthil Nathan ολοκλήρωσε την πρώτη εξ ολοκλήρου ρομποτική χειρουργική στην ιστορία. Στην άλλη πλευρά της όχθης του Ατλαντικού στο Sacramento της California ήταν ήδη στη διαδικασία ανάπτυξης του ROBODOC, ενός ρομπότ που σχεδιάστηκε για να δημιουργήσει ακριβείς κοιλότητες στο μηριαίο οστό στις οποίες θα έμπαιναν ειδικά εμφυτεύματα στη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης αντικατάστασης ισχίου.

Το ROBODOC έγινε το πρώτο ρομπότ που βοήθησε στη συνολική αρθροπλαστική του ισχίου ( Total Hip Arthroplasty, THA) και στη συνέχεια εγκρίθηκε από την Αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων FDA (Food and Drug Administration) (ο αντίστοιχος αμερικανικός ΕΦΕΤ και ΕΟΦ) για ευρεία χρήση στις χειρουργικές επεμβάσεις THA. Σήμερα, το ROBODOC εξακολουθεί να είναι η μόνη ενεργή ρομποτική πλατφόρμα που έχει εγκριθεί από την FDA για χρήση στην ορθοπεδική χειρουργική επέμβαση.



Εικόνα 2 (Χειρουργικό σύστημα ROBODOC)

Οι ανακαλύψεις αυτές παρακολουθήθηκαν στενά από τον αμερικανικό στρατό και τη NASA, οι οποίοι στη συνέχεια χρηματοδότησαν ιδιωτικές ερευνητικές εταιρείες για να διερευνήσουν περαιτέρω τις δυνατότητες των ρομπότ στον τομέα. Η τηλεχειρουργική, η ικανότητα που μπορεί να δώσει την δυνατότητα σε έναν γιατρό να εκτελέσει απομακρυσμένη χειρουργική επέμβαση ώθησε αρκετούς επιστήμονες της NASA να συμμετάσχουν στο ερευνητικό ινστιτούτο Stanford ( Stanford Research Institute SRI) με στόχο να χρησιμοποιήσουν την εικονική πραγματικότητα για να αναπτύξουν έναν ρομποτικό βραχίονα που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από έναν χειρουργό για να χειρουργεί εξ αποστάσεως ή από κάποιο άλλο δωμάτιο. Το 2001, ο J. Magescaux πραγματοποίησε χολοκυστεκτομή σε μία ασθενή στο Στρασβούργο της Γαλλίας ενώ ο ίδιος βρισκόταν στη Νέα Υόρκη (επέμβαση Lindberg).

Ο στρατός των Η.Π.Α. έδειξε επίσης ενδιαφέρον για τη τηλεχειρουργική στη προσπάθειά του να μειώσει τα θύματα του πολέμου φέρνοντας έναν εικονικό χειρουργό σε έναν τραυματισμένο στρατιώτη που μπορεί να βρίσκεται στο πεδίο της μάχης. Το 2005, η DARPA, η Υπηρεσία Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων για την Άμυνα, οραματίστηκε και χρηματοδότησε έρευνα που θα επέτρεπε σε έναν τραυματισμένο στρατιώτη να φορτωθεί σε ένα όχημα ενώ ένας χειρουργός, που βρίσκεται σε ασφαλή θέση θα μπορούσε να

χρησιμοποιήσει κάποιο χειρουργικό σύστημα τηλεπαρουσίας (telepresence) για να πάρει ιατρικές αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο μέχρι ο στρατιώτης να μπορέσει να φτάσει στην κατάλληλη ιατρική φροντίδα. Άτομα που ήδη εργάζονταν στην ομάδα NASA-SRI και κατανόησαν την αξία της αναδυόμενης ρομποτικής αγοράς δημιούργησαν αργότερα εμπορικά προγράμματα και το 1995 ο Δρ Frederic H. Moll απέκτησε την άδεια στο χειρουργικό σύστημα τηλεπαρουσίας της NASA-SRI και ξεκίνησε την Intuitive Surgical Inc.

Από την ανωτέρω εταιρεία υπήρξε περαιτέρω εξέλιξη των ρομποτικών συστημάτων με την κατασκευή του συστήματος da Vinci και από την Computer Motion με τα ρομπότ AESOP και ZEUS. Η Intuitive Surgical αγόρασε την Computer Motion το 1994 και διέκοψε την ανάπτυξη του ZEUS.



Εικόνα 3 (Χειρουργικό ρομπότ AESOP 3000)



Εικόνα 4 (Τυπική φωτογραφία ρομποτικού συστήματος χειρουργικής κλάσεως da Vinci)

Σαν ρομποτικό σύστημα το da Vinci χρησιμοποιήθηκε σε 48,000 επεμβάσεις το 2007 και κοστίζει περίπου 1.2 εκατομμύρια δολλάρια. Το σύστημα έχει λάβει έγκριση από το FDA για μεγάλο εύρος χειρουργικών επεμβάσεων που περιλαμβάνουν τη ριζική προστατεκτομή για καρκίνο προστάτου, την υστερεκτομή και την αποκατάσταση μιτροειδούς βαλβίδος και χρησιμοποιείται σε περισσότερα από 800 νοσοκομεία σε Αμερική και Ευρώπη. Με αυτό, τον Μάιο του 1998, ο Dr. Friedrich-Wilhelm Mohr πραγματοποίησε την πρώτη ρομποτικά υποβοηθούμενη αορτοστεφανιαία παράκαμψη, στο Leipzig Heart Centre στη Γερμανία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΤΟΜΕΙΣ ΟΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

#### 3.1) ΝΕΥΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ

Νευροχειρουργική είναι η ειδικότητα που ασχολείται με την θεραπεία και την αποκατάσταση παθήσεων που προσβάλλουν οποιοδήποτε τμήμα του νευρικού συστήματος και παθήσεων που αφορούν τα εξωκράνια αγγεία του εγκεφάλου.

Στη σύγχρονη νευροχειρουργική χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές όπως η αξονική τομογραφία, η μαγνητική τομογραφία, η μαγνητοεγκεφαλογραφία και η στερεοταξία. Σε κάποιες επεμβάσεις χρησιμοποιείται διεγχειρητικός μαγνητικός τομογράφος. Σε πολλούς τομείς χρησιμοποιούνται, επίσης, μικροχειρουργικές τεχνικές. Ο αποκλεισμός των εγκεφαλικών ανευρυσμάτων γίνεται με τη βοήθεια χειρουργικού μικροσκοπίου. Οι νευροχειρουργοί σε συνεργασία με ακτινοθεραπευτές ειδικεύονται να θεραπεύσουν όγκους και δυσπλασίες, όπου χρησιμοποιούνται ακτινοχειρουργικές τεχνικές όπως το Gamma knife (ακτινοχειρουργική με ακτίνες γ) και το Cyberknife (ρομποτική ακτινοχειρουργική). Τα τελευταία χρόνια έχουν καθιερωθεί στη νευροχειρουργική διάφορων ειδών τεχνικές όπως οι ενδαγγειακές για τη θεραπεία ανευρυσμάτων, αρτηριοφλεβωδών δυσπλασιών, εγκεφαλικών επεισοδίων, δυσπλασιών του νωτιαίου μυελού. Χρησιμοποιούνται τεχνικές αγγειοπλαστικής, τοποθέτησης ενδαγγειακών πλεγμάτων (stenting), αναρρόφησης θρόμβων και η διαγνωστική αγγειογραφία.



Η νευρολογική χειρουργική έχει μεταμορφωθεί από μία τεχνολογική επανάσταση, η οποία παρέχει την ολοένα ικανότερη και καταλληλότερη ψηφιακή τεχνολογία των υπολογιστών. Έχοντας αποκτήσει εξοικείωση με τους υπολογιστές οι νευροχειρουργοί πρόσθεσαν ένα νέο εργαλείο στον εξοπλισμό τους που τους διευκολύνει περισσότερο στο χώρο εργασίας τους. Οι νέες τεχνολογίες μπορούν να προσφέρουν πολλές και νέες δυνατότητες στον χειρουργό, με αποτέλεσμα να καθιστούν τις τρέχουσες χειρουργικές επεμβάσεις ευκολότερες, αποτελεσματικότερες καθώς και ασφαλέστερες.

### **3.1.1) ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ**

- **Καθοδήγηση με εικόνες**

Η καθοδήγηση με εικόνες έχει ενσωματωθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια στην άσκηση της κρανιακής χειρουργικής και έχει αποδειχθεί πως είναι ιδιαίτερης χρησιμότητας σε πολλές χειρουργικές επεμβάσεις της σπονδυλικής στήλης του ασθενούς.

Με τη βοήθεια του λογισμικού του υπολογιστή και την απεικόνιση των δεδομένων δίνεται η δυνατότητα στον χειρουργό να έχει πρόσβαση σε δυνατότητες που μπορεί να περιλαμβάνουν: σχεδιασμό της θεραπείας, χρήση και τροποποίηση των εικόνων, τρισδιάστατες μορφές απεικόνισης, εικονική πραγματικότητα(virtual reality) και περιβάλλοντα αυξημένης παρατηρητικότητας και τηλεχειρουργικές εφαρμογές.

- **Διεγχειρητική Ανατροφοδότηση Δεδομένων σε πραγματικό χρόνο**

Η ενσωμάτωση πληροφοριών πραγματικού χρόνου κατά τη διάρκεια ενός χειρουργείου είναι ζωτικής σημασίας για την επιτευξη πολλών νευροχειρουργικών διαδικασιών. Προσφέρει συνεχή ροή δεδομένων εικόνας που μπορούν να ψηφιοποιηθούν και να καταγραφούν, να βοηθήσουν στην αξιολόγηση της θεραπευτικής επιτυχίας μιας διαδικασίας και στη βελτίωση της χειρουργικής πλοήγησης.

Η ενεργή μηχανική καθοδήγηση δίνει τη δυνατότητα διενέργειας προσχεδιασμένων χειρουργικών κινήσεων. Τα τελευταία χρόνια η πιο επιτυχής χρήση της ενεργούς ρομποτικής στη νευροχειρουργική είναι η Elekta Gamma Knife Model 4C, που μετακινεί ενεργά το πλαίσιο του κεφαλιού του ασθενούς από τις συντεταγμένες ενός ισόκεντρου στις συντεταγμένες του επόμενου σε μια ακολουθία ισόκεντρων που δημιουργούν ραδιοχειρουργική θεραπεία.

- **Elekta Gamma Knife Model 4**

Το Elekta Gamma Knife Model 4 είναι εξοπλισμένο με δυνατότητες απομακρυσμένου προγραμματισμού, λειτουργικότητα πολλαπλών χρηστών καθώς και ισχυρή βάση δεδομένων ασθενών σε απευθείας σύνδεση. Για μεγιστη αποδοση τρέχει σε μια πλατφόρμα PC με λειτουργικό σύστημα Linux. Η ικανότητά του να επεξεργάζεται όλες τις μορφές εικόνων συνδυάζεται με εξελιγμένες λειτουργίες, επιτρέποντας στον χειρουργό να οπτικοποιεί και να αναλύει ένα ευρύ φάσμα χειρουργικών επεμβάσεων σε τρεις διαστάσεις(3D) και σε πραγματικό χρόνο.Επίσης βελτιώνει την ευελιξία και την αποδοτικότητα του κόστους στον προγραμματισμό, καθώς επιτρέπει τη σάρωση των μελετών εικόνας σε οποιοδήποτε απομακρυσμένο κέντρο απεικόνισης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο χειρουργός να κάνει πιο άνετα την επέμβαση καθώς και να εξοικονομείται χρόνος.

## Χαρακτηριστικά και λειτουργίες:

- Νέες λειτουργίες στο παράθυρο διαλόγου θεραπείας πυροβολισμού περιλαμβάνουν συντομεύσεις ποντικιού και πληκτρολογίου, επιτρέποντας ταχύτερο και φιλικότερο προς τον χρήστη σχεδιασμό θεραπείας
- Σχεδιασμένο για να διευκολύνει τον προεγχειρητικό προγραμματισμό και την μετεγχειρητική παρακολούθηση
- Άμεση πρόσβαση στη βάση δεδομένων αρχείων καταγραφής ασθενών SQL
- Βασική πλατφόρμα PC με λειτουργικό σύστημα Linux



Εικόνα 5 (Elekta Gamma Knife Model 4)

## **3.2) ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΡΔΙΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ**

Η ρομποτική καρδιοχειρουργική είναι η χειρουργική επέμβαση καρδιάς που γίνεται με πολύ μικρές οπές στο στήθος. Με τη χρήση μικροσκοπικών οργάνων και ελεγχόμενων εργαλείων, οι χειρουργοί είναι σε θέση να κάνουν χειρουργική επέμβαση στην καρδιά με τρόπο πολύ λιγότερο επεμβατικό από τη χειρουργική ανοιχτής καρδιάς. Οι ρομποτικές χειρουργικές επεμβάσεις έχουν χρησιμοποιηθεί για διάφορες διαδικασίες που σχετίζονται με την καρδιά, όπως χειρουργική επέμβαση βαλβίδας, αφαίρεση καρδιακού ιστού, αποκατάσταση καρδιακού ελαττώματος και απομάκρυνση όγκων. Το κύριο όφελος της ρομποτικής καρδιοχειρουργικής είναι ότι είναι ελάχιστα επεμβατική και αυτό σημαίνει ότι ο ασθενής μπορεί να θεραπευθεί ταχύτερα και να επιστρέψει στις καθημερινές του δραστηριότητες πιο γρήγορα.

### **3.2.1) ΤΥΠΟΙ ΚΑΡΔΙΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΜΕ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ**

- **Επισκευή μητροειδούς βαλβίδας**

Κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης μητροειδούς βαλβίδας, ο χειρουργός είναι σε θέση να αποκτήσει μια μη στρεβλωμένη όψη 3-D της μητροειδούς βαλβίδας, των φυλλαδίων και των υποκλινικών δομών με τη χρήση κάμερας υψηλής ισχύος. Το ρομποτικό χειρουργικό σύστημα χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των οργάνων, τα οποία είναι προσαρτημένα σε ρομποτικούς βραχίονες. Τα χέρια του χειρουργού ελέγχουν την κίνηση και την

τοποθέτηση των οργάνων. Τα ρομποτικά όργανα μιμούνται αυτά του χεριού του χειρουργού για να επιτρέψουν στον χειρουργό να ακολουθήσει τα ίδια βήματα με μια παραδοσιακή χειρουργική επέμβαση.

- **Επιδιόρθωση του κοιλιακού διαφράγματος (ASD)**

Η ρομποτική επιδιόρθωση του κοιλιακού διαφράγματος είναι ένας τύπος ελάχιστα επεμβατικής καρδιακής χειρουργικής που εκτελείται σε κοιλιακό σπληνικό ελάττωμα (ASD) με ενδοσκοπική κλειστή θωρακική προσέγγιση. Τα χειρουργικά εργαλεία επέμβασης μαζί με τα ρομποτικώς υποβοηθούμενα κοιλιακά διαφράγματα (ASD) και οι επεμβάσεις για την επιδιόρθωση διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας foramen ovale (PFO) εκτελούνται μέσω μικρών τομών. Τα χέρια του χειρουργού ελέγχουν την κίνηση και την τοποθέτηση των ενδοσκοπικών οργάνων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση ενός μικρού τμήματος περικαρδιακού ιστού. Με τη βοήθεια αυτών των ενδοσκοπικών οργάνων ο χειρουργός μπορεί να διορθώσει το τυχόν πρόβλημα χωρίς να υπάρχει ο φόβος για τυχόν επιπλοκές.

- **Απομάκρυνση των καρδιακών όγκων**

Η ρομποτικώς υποβοηθούμενη απομάκρυνση καρδιακών όγκων εκτελείται με μια ενδοσκοπική κλειστή θωρακική προσέγγιση. Ο πιο συνηθισμένος όγκος της καρδιάς είναι ένα καλοήγη κολπικό μυξίωμα, το οποίο εμφανίζεται συχνότερα στον αριστερό κόλπο. Αυτός ο τύπος όγκου αυξάνει τον κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου. Η αφαίρεση αυτών των όγκων είναι σχεδόν πάντα θεραπευτική και μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου.

Κατά τη διαδικασία της ρομποτικής υποβοηθούμενης απομάκρυνσης του όγκου, τα χέρια του χειρουργού ελέγχουν την κίνηση των ενδοσκοπικών οργάνων μέσα από μικρές τομές στον αριστερό κόλπο και τα όργανα χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση του όγκου.

- **Επιδιόρθωση διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας foramen ovale (PFO)**

Η ρομποτικώς υποβοηθούμενη χειρουργική επέμβαση διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας foramen ovale (PFO) είναι ένας τύπος ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής επέμβασης που εκτελείται με ενδοσκοπική κλειστή θωρακική προσέγγιση. Τα ρομποτικά υποβοηθούμενα κολπικά διαφραγματικά ελαττώματα (ASD) και οι επεμβάσεις επιδιόρθωσης διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας foramen ovale (PFO) εκτελούνται μέσω μικρών τομών. Τα χέρια του χειρουργού ελέγχουν την κίνηση και την τοποθέτηση των ενδοσκοπικών οργάνων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση ενός μικρού τμήματος περικαρδιακού ιστού.

Σε όλες τις περιπτώσεις ο χειρουργός εφαρμόζει τα εξής βήματα. Αρχικά, γίνονται 3 με 4 μικρές οπές μεταξύ των πλευρών. Τα χειρουργικά εργαλεία που συνδέονται με τους ρομποτικούς βραχίονες και μια κάμερα τοποθετούνται μέσω αυτών στο σώμα του ασθενή. Οι αισθητήρες κίνησης συνδέονται με τον ρομποτικό καρπό έτσι ώστε ο χειρουργός να μπορεί να ελέγχει την κίνηση των χειρουργικών οργάνων. Ο χειρουργός κάθεται σε μια κονσόλα υπολογιστή όπου εμφανίζονται εικόνες από την εξειδικευμένη κάμερα. Έτσι ο υπολογιστής παράγει μια καθαρή, τρισδιάστατη εικόνα του χειρουργικού χώρου για να δει ο χειρουργός. Τα πεντάλ ποδιών παρέχουν ακριβή έλεγχο της κάμερας, ώστε ο χειρουργός να μπορεί να μεγεθύνει την εικόνα ανάλογα της περίπτωσης. Ο χειρουργός ελέγχει την κίνηση και την τοποθέτηση των ενδοσκοπικών οργάνων και είναι πάντα στον έλεγχο κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης.

Το ρομποτικό σύστημα με βελτιωμένο υπολογιστή αποτελείται από τρία στοιχεία, όπως:

- Μια τρισδιάστατη άποψη του χειρουργικού πεδίου,
- Όργανα σε λεπτούς ρομποτικούς βραχίονες που έχουν σχεδιαστεί για να μιμούνται την κίνηση των ανθρώπινων χεριών επιτρέποντας ένα ευρύ φάσμα κίνησης και μεγαλύτερη ακρίβεια
- Κύρια χειριστήρια που επιτρέπουν στον χειρουργό να χειρίζεται τα όργανα, μεταφέροντας τις κινήσεις του καρπού σε ακριβείς κινήσεις.

### **3.3) ΟΡΘΟΠΕΔΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ**

Με τη χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας μπορούμε πλέον να αυξήσουμε την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων στις επεμβάσεις γόνατος, ισχίου και σπονδυλιστικής στήλης. Με το σύστημα ρομποτικής υποβοήθησης ΜΑΚΟ μπορούν να πραγματοποιηθούν επεμβάσεις μερικής - ολικής αρθροπλαστικής γόνατος και επεμβάσεις ολικής αρθροπλαστικής ισχίου. Το σύστημα ΜΑΚΟ- χρησιμοποιείται σε 400 και πλέον νοσοκομεία των ΗΠΑ, της Ευρώπης και της Ασίας και τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί περισσότερες από 150.000 επεμβάσεις με μεγάλη επιτυχία.

Οι επεμβάσεις με το ρομπότ ΜΑΚΟ γίνονται με μικρότερες τομές και οι ασθενείς μένουν το πολύ μια ημέρα στο νοσοκομείο. Η διάρκεια της επέμβασης είναι περίπου 1 ώρα και αυτό συμβάλλει πολύ σημαντικά στη μείωση των επιπλοκών. Οι επιπλοκές που σχετίζονται με την απώλεια αίματος ελαχιστοποιούνται. Οι ασθενείς που υποβάλλονται σε ρομποτική χειρουργική γόνατος και ισχίου έχουν πολύ μικρότερο χρόνο αποκατάστασης.

#### **3.3.1) ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΑΡΘΡΟΠΛΑΣΤΙΚΗ ΓΟΝΑΤΟΣ**

Η ρομποτική τεχνολογία παρέχει στον χειρουργό ένα τρισδιάστατο μοντέλο (3-D) ώστε να προσχεδιάσει και να προγραμματίσει την μερική αρθροπλαστική του γόνατος. Κατά τη διάρκεια της επέμβασης, ο χειρουργός καθοδηγεί τον ρομποτικό βραχίονα με βάση τις ειδικές για τον ασθενή μετρήσεις. Καθ' αυτόν τον τρόπο, ο χειρουργός αφαιρεί μόνο το εκφυλισμένο μέρος των οστών, διατηρώντας τα υγιή οστά και τα μαλακά μόρια και τον βοηθάει να τοποθετήσει το εμφύτευμα απολύτως ανατομικά.



Το πιο σύγχρονο ρομποτικό σύστημα χρησιμοποιεί ειδικούς αισθητήρες κίνησης και μέσω ενός ειδικού λογισμικού που είναι ενσωματωμένο σε φορητό υπολογιστή, διαβιβάζει στον Ορθοπαιδικό Χειρουργό τις απαραίτητες πληροφορίες για τον καθορισμό του μηχανικού άξονα του γόνατος. Ο χειρουργός, βάσει αυτών των δεδομένων, επιτυγχάνει τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια στην τοποθέτηση των εμφυτευμάτων.

Παράλληλα, ο χειρουργικός χρόνος δεν αυξάνεται καθόλου, η μέθοδος συνδυάζεται με τεχνικές ελάχιστης επεμβατικότητας, δεν υπάρχει μεγάλη απώλεια αίματος ενώ ο χειρουργός μπορεί να διορθώσει και σημαντικές ανατομικές προϋπάρχουσες παραμορφώσεις.

Αυτή η τεχνολογία μπορεί να δώσει πολλές και σημαντικές πληροφορίες στον Ορθοπαιδικό Χειρουργό, βοηθώντας τα μέγιστα στην εξασφάλιση ενός καλύτερου αποτελέσματος μετά από μια επέμβαση ολικής αρθροπλαστικής του γόνατος. Η επέμβαση με τη χρήση των παθητικών ρομποτικών συστημάτων, δεν απαιτεί βραχυπρόθεσμη νοσηλεία κι ο ασθενής κινητοποιείται άμεσα μετά το χειρουργείο, χωρίς πόνους ή ενοχλήσεις.

## **Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

Αρχικά ο ασθενής κάνει μια αξονική τομογραφία CT της άρθρωσης όπου γίνεται η ανασύσταση ενός τρισδιάστατου μοντέλου της ανατομίας του γόνατος, το οποίο φορτώνεται στο λογισμικό σύστημα ενός υπολογιστή. Ο ορθοπαιδικός χειρουργός θα χρησιμοποιήσει το ρομποτικό σύστημα για την εκτέλεση της επέμβασης. Το σύστημα αυτό επιτρέπει στον χειρουργό να κάνει προσαρμογές στο σχέδιο ανάλογα την περίπτωση. Το ρομποτικό σύστημα καθοδηγεί τον χειρουργό μέσα στην προκαθορισμένη περιοχή όπου παρέχει μια ακριβή τοποθέτηση της πρόθεσης. Μετέπειτα ο χειρουργός θα ζητήσει ακτινοσκοπική απεικόνιση της άρθρωσης για τον τελικό έλεγχο της τοποθέτησης της πρόθεσης και θα παρακολουθεί την πρόοδο του ασθενούς.

### 3.3.2) ΟΛΙΚΗ ΑΡΘΡΟΠΛΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΙΟΥ

Στην περίπτωση της ολικής αρθροπλαστικής ισχίου η επέμβαση είναι εξαιρετικά επιτυχής καθότι ο χειρουργός γιατρός μπορεί να έχει διαθέσιμες πληροφορίες για όλες τις παραμέτρους της επέμβασης και να αλλάξει ό,τι απαιτείται.

Στις επεμβάσεις ισχίου εξετάζονται δύο περιπτώσεις. Πρώτον, το αποτέλεσμα ως προς την αποκατάσταση και την ανατομία της άρθρωσης. Δεύτερον, το απώτερο τεράστιο πλεονέκτημα της μακροβιότητας της καινούργιας άρθρωσης. Αυτό το εντυπωσιακό πλεονέκτημα ακυρώνει την παλιά λογική της καθυστέρησης της αντιμετώπισης των πασχόντων, που οδηγούσε σε μυϊκή αδυναμία και άλλα παράπλευρα προβλήματα.

#### **Μέθοδος Superpath**

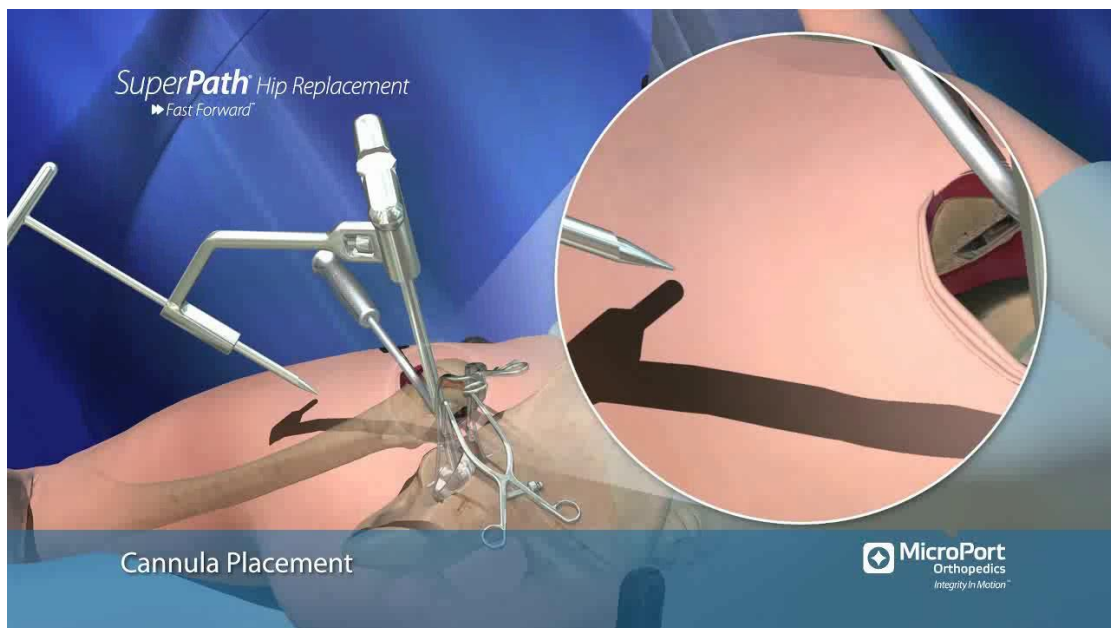
Η Ολική Αρθροπλαστική με τη μέθοδο Superpath πραγματοποιείται ολοένα και περισσότερο σε Αμερική, Αυστραλία και πρόσφατα Ευρώπη και Ασία. Με τη μέθοδο αυτή δεν γίνεται χειρουργική εξάρθρωση του ισχίου. Το ζητούμενο σε κάθε επέμβαση είναι η αποφυγή του τραυματισμού των μαλακών μορίων γύρω από το ισχίο. Με αυτήν την χειρουργική τεχνική, η πρόθεση τοποθετείται μέσα στο σώμα χωρίς το ισχίο να στρέφεται σε μη φυσικές θέσεις όπως συμβαίνει με άλλες τεχνικές και σε άλλες περιπτώσεις.

Το Superpath χρησιμοποιεί μια τομή συνήθως μήκους περίπου 3 ιντσών και απλώς αναστέλλει τους κύριους μύς. Τόσο η πρόσθια κάψουλα στο μπροστινό όσο και στο οπίσθιο καψάκιο στο πίσω μέρος της άρθρωσης του ισχίου, μαζί με τους βραχείς εξωτερικούς στροφείς, διατηρούνται. Ο ισχός αντικαθίσταται χωρίς να μετατοπίζεται ο σύνδεσμος.

Η SuperPath υποβοηθούμενη ολική αντικατάσταση ισχίου είναι μια τεχνική αποκατάστασης, διότι επιτρέπει στον χειρουργό να χρησιμοποιήσει εξειδικευμένα εργαλεία και εργαλεία για να αφαιρέσει τον νοσούντα ισχίο και να εμφυτεύσει τα νέα συστατικά ενώ ο ισχός παραμένει σε φυσική θέση ηρεμίας κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Επίσης συνδυάζει τεχνολογία αιχμής και προηγμένες χειρουργικές τεχνικές για την ενθάρρυνση της συντήρησης μαλακών ιστών και επιτρέπει στους ασθενείς να αναρρώσουν ταχύτερα.

Τα πλεονεκτήματα του είναι :

- Λιγότερος μετεγχειρητικός πόνος
- Ελάχιστη απώλεια αίματος κατά τη διάρκεια της εγχείρησης
- Ελάχιστες ουλές
- Δεν υπάρχουν περιορισμοί δραστηριότητας
- Σύντομος χρόνος αποκατάστασης
- Εξαιρετικά μειωμένος κίνδυνος εξάρθρωσης



Εικόνα 6 (Μεθοδος Superpath)

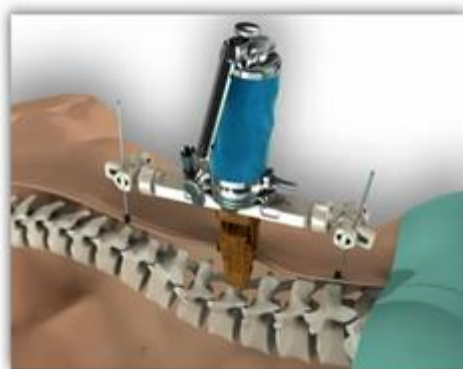
### 3.3.3) ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΠΟΝΔΥΛΙΣΤΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

Τις τελευταίες δύο περίπου δεκαετίες η εισαγωγή αρκετών ρομποτικών συστημάτων στη χειρουργική της σπονδυλικής στήλης έχει αναπτυχθεί σημαντικά και με ραγδαίους ρυθμούς με πολλά από αυτά τα συστήματα να βρίσκονται στο προσκήνιο. Αυτά είναι τα εξής 1)Mazor SpineAssist , 2)Mazor Renaissance, 3)Mazor X , 4)ROSA και 5)ExcelsiusGPS.

#### 1) Mazor SpineAssist

Το SpineAssist είναι το πρώτο ρομπότ που εγκρίθηκε για χειρουργική επέμβαση σπονδυλικής στήλης στις ΗΠΑ το 2004 και παραμένει ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα. Το SpineAssist είναι ένα ρομπότ κοινόχρηστου ελέγχου που προσφέρει πλοήγηση και μπορεί να τοποθετήσει αυτόματα το χέρι του κατά μήκος μιας προκαθορισμένης τροχιάς, μειώνοντας την ποσότητα της πολύπλοκης κίνησης που απαιτείται από τον χειρουργό. Το σύστημα SpineAssist προσφέρει 6 βαθμούς ελευθερίας κίνησης για χειρουργικά όργανα και έχει τη δυνατότητα να περιλαμβάνει πολλούς διαφορετικούς βραχίονες. Η εκτέλεση εργασιών σύντηξης σπονδυλικής στήλης με τη χρήση του SpineAssist απαιτεί τυπικά πέντε βασικά βήματα. Αρχικά ο χειρουργός δημιουργεί την τροχιά για τις βίδες μέσα στο πακέτο λογισμικού εγγενών ρομπότ. Χρησιμοποιώντας αυτές τις τροχιές το SpineAssist υπολογίζει τις βέλτιστες συντεταγμένες του μεγέθους των κοχλιών και της ανατομικής ευθυγράμμισης. Αυτή η τροχιά αποθηκεύεται μέσα στο ίδιο το ρομπότ. Δεύτερον, αφού ο ασθενής τοποθετηθεί σε ευθεία θέση στο χειρουργείο, προσαρτάται ένα πλαίσιο στήριξης στην σπονδυλική στήλη του για σκοπούς εγγραφής εικόνας.Ανάλογα με τους συγκεκριμένους στόχους της χειρουργικής επέμβασης και κατά πόσο η λειτουργία είναι ανοιχτή ή όχι, υπάρχουν πολλές διαφορετικές επιλογές τοποθέτησης για τη βελτιστοποίηση

της λειτουργικής ρύθμισης. Συνήθως, ο χειρουργός συνδέει την πλατφόρμα με τις περιστροφικές διεργασίες του ασθενούς χρησιμοποιώντας ένα σύρμα Kirschner (σύρμα K) πριν χρησιμοποιήσει δύο πρόσθετα σύρματα K για να στερεώσει τη πλατφόρμα στον ασθενή διμερώς. Το ρομπότ είναι συνδεδεμένο με ένα πλαίσιο που κατέχεται από διαδερμική τοποθέτηση καλώδια οδήγησης. Τρίτον, μόλις τοποθετηθεί το πλαίσιο και τοποθετηθούν τα μαρκαρίσματα εγγραφής εικόνας, έξι φθοροσκοπικές εικόνες συλλέγονται και συγχρονίζονται με τις προεγχειρητικές εικόνες. Το SpineAssist επιτρέπει στο χειρουργό να συγχρονίζει προεγχειρητικές ανιχνεύσεις με ενδοεγχειρητική ακτινοσκόπηση. Χρησιμοποιώντας αυτές τις εικόνες και τον ιδιόκτητο δείκτη 3D, το ρομπότ επαληθεύει την τοποθέτηση της πλατφόρμας, ανακατασκευάζει το λειτουργικό πεδίο και καταγράφει ανεξάρτητα τους σπονδύλους. Τέταρτον, το ρομπότ είναι προσαρτημένο στο πλαίσιο στήριξης, και ευθυγραμμίζει αυτόματα τον βραχίονα του σύμφωνα με την προγραμματισμένη τροχιά. Στη συνέχεια εισάγονται καλώδια K και επιβεβαιώνεται η σωστή τοποθέτηση. Μόλις επαληθευτούν οι τροχιές, τοποθετείται ένας διασωληνωτός διαστολέας μέσω του χειρουργικού βραχίονα. Πέμπτον, οι βίδες τοποθετούνται χρησιμοποιώντας τα καλώδια οδήγησης. Το υλικό ρομπότ στη συνέχεια αποσυναρμολογείται και αφαιρείται από τον ασθενή.



Εικόνα 7 (Mazor Spineassist)

## 2) Mazor Renaissance

Το Renaissance είναι ένα ρομπότ χειρουργικής σπονδυλικής στήλης δεύτερης γενιάς που αντικαθιστά το SpineAssist το 2011. Ενώ και τα δύο ρομπότ είναι παρόμοια σε πλατφόρμες και μηχανικούς βραχίονες, το Renaissance περιλαμβάνει αναβαθμισμένες αλγόριθμοι αναγνώρισης εικόνας και επίσης υπάρχει η ικανότητα του χειρουργού να ισοπεδώσει το οστό γύρω από τα σημεία εισόδου των βιδών πριν από τη διάτρηση. Αυτή η διαδικασία βοηθά στην παρεμπόδιση της ολίσθησης του κατευθυνόμενου σωληνίσκου σε κεκλιμένη ανατομία. Και το SpineAssist όσο και το Renaissance έχουν διαπιστωθεί ότι έχουν ως αποτέλεσμα ποσοστά ακρίβειας που κυμαίνονται από 80% μέχρι 100%.



Εικόνα 8 (Mazor Renaissance)

### 3) Mazor X

Παρουσιάστηκε το 2016 και είναι η πιο πρόσφατη κυκλοφορία του Mazor. Παρόμοια με τα προηγούμενα μοντέλα, περιλαμβάνει ένα σταθμό εργασίας και μηχανικό χειρουργικό βραχίονα. Σε σχέση όμως με τα προηγούμενα μοντέλα, ο ρομποτικός βραχίονας περιλαμβάνει μια ενσωματωμένη γραμμική οπτική κάμερα που επιτρέπει στο ρομπότ να κάνει μια εκτίμηση του περιβάλλοντος εργασίας προκειμένου να ανιχνεύσει αυτόματα τη θέση του και να προσφέρει ενδοεγχειρητική αποφυγή σύγκρουσης. Η κάμερα εκτελεί μια ενδοεγχειρητική τρισδιάστατη σάρωση μετά την τοποθέτηση ενός πείρου αναφοράς στην ράχη του ασθενούς. Επιπλέον, επιτρέπει σε κάθε σπονδυλικό σώμα να καταχωρείται ανεξάρτητα. Ένα άλλο πλεονέκτημα που προσφέρει το ρομπότ είναι ο σειριακός ρομποτικός βραχίονας, αντίθετα με τα προηγούμενα μοντέλα που φέρανε παράλληλους ρομποτικούς βραχίονες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει την εργασιακή ικανότητα του συστήματος και να οδηγεί σε αυξημένο εύρος κίνησης και μειωμένη εξάρτηση από χειρουργικά εργαλεία.



Εικόνα 9 (Mazor X)

#### 4) ROSA

Το ρομπότ ROSA σχεδιάστηκε για κρανιακές επεμβάσεις και εγκρίθηκε το 2016. Παρόμοιο με το Mazor X, χρησιμοποιεί ρομποτικό βραχίονα και κάμερα πλοήγησης, το καθένα τοποθετημένο στις δικές του σταθερές βάσεις, για να βελτιστοποιήσει και να καθοδηγήσει τα σημεία εισόδου και τις τροχιές pedicle. Η στερεοσκοπική κάμερα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πλοήγηση. Ενώ το SpineAssist δεν μπορούσε να υπολογίσει σωστά τις κινήσεις από τον ασθενή ενδοεγχειρητικά, τα Mazor X και ROSA χρησιμοποιούν τις κάμερές τους για την παρακολούθηση των κινήσεων των ασθενών και ανάλογα αναπροσαρμόζουν τη θέση του ρομπότ σε πραγματικό χρόνο. Το ROSA απαιτεί αρχικά μια προεγχειρητική ανίχνευση για την απόκτηση εικόνας. Στο χειρουργείο το ROSA εκτελεί αυτόματη εγγραφή εικόνας και παράγει 3D ανακατασκευή. Ο χειρουργός συγχωνεύει τις προεγχειρητικές και ενδοεγχειρητικές σαρώσεις για να σχεδιάσει την 3D τροχιά και ο ρομποτικός βραχίονας ευθυγραμμίζεται με την προσχεδιασμένη τροχιά. Στη συνέχεια, τοποθετείται βελόνα οδηγού σωλήνα στο οπίσθιο τμήμα του σπονδυλικού σώματος. Χρησιμοποιώντας το σύρμα οδηγήσεως, ο χειρουργός σπείρει το διασωληνωτό διαστολέα διαμέσου του πεντάλ και εισάγει τους κοχλίες στα σπονδυλικά σώματα. Τοποθετούνται οι ράβδοι και χρησιμοποιείται μια τελική σάρωση για την επαλήθευση της σωστής τοποθέτησης και ο χειρουργική βραχίονας αφαιρείται.



Εικόνα 10 ( ROSA )



## 5) Excelsius GPS

Το ExcelsiusGPS θεωρείται το πιο πρόσφατα εγκεκριμένο ρομποτικό σύστημα, διαθέτει ενσωματωμένο σύστημα πλοήγησης παρόμοιο με το ROSA αλλά δεν απαιτεί προσάρτηση στον ασθενή ή στον πίνακα λειτουργίας. Επιπλέον, παρέχει έναν τελεστή λήξης για τη διέλευση των οργάνων και ανιχνεύει την αποκοπή των οργάνων. Υπάρχει επίσης ένας δευτερεύων παθητικός ανακλαστικός δείκτης για την παρακολούθηση της ακρίβειας του ρομποτικού συστήματος πλοήγησης.



Εικόνα 11 ( Excelsius gps)

### **3.4) ΟΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ**

Τα τελευταία χρόνια η ρομποτική έχει συνδράμει σε τεράστιο βαθμό στον τομέα της ουρολογίας, όπου πραγματοποιούνται χειρουργικές επεμβάσεις χωρίς ανοικτές τομές με το χειρισμό του ρομποτικού συστήματος από τον εξειδικευμένο χειρουργό. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι επεμβάσεις να είναι αποτελεσματικότερες, πιο εύκολες, πιο γρήγορες και συνάμα ασφαλέστερες σε σχέση με παλαιότερες τεχνικές.

Με τη βοήθεια του ρομποτικού συστήματος ο χειρουργός ουρολόγος έχει στην διάθεση του μια εντυπωσιακή τεχνολογία που αυξάνει πάρα πολύ την αποτελεσματικότητα της χειρουργικής του παρέμβασης. Η λεπτομέρεια και ακρίβεια χειρισμών των ρομποτικών βραχιόνων είναι μοναδική και σε συνδυασμό με την άψογη οπτική ευκρίνεια και την δυνατότητα μεγέθυνσης και προσέγγισης των ιστών, επιτρέπει να παρεμβαίνουμε με απόλυτη ακρίβεια σε στοιχεία όπως νεύρα και αγγεία. Έτσι επιτυγχάνεται εξαιρετικό λειτουργικό αποτέλεσμα με ελάχιστη ταλαιπωρία και επιβάρυνση της υγείας του ασθενούς.

#### **3.4.1) ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ (DA VINCI)**

Το χειρουργικό σύστημα DaVinci είναι ένα σύστημα ρομποτικής χειρουργικής το οποίο πρωτοεμφανίστηκε το 2000 στις ΗΠΑ. Αρχικά εγκρίθηκε από τον Αμερικανικό Οργανισμό Φαρμάκων και Υλικών (FDA) για την πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων και μετέπειτα υιοθετήθηκε από πολλά νοσοκομεία στις ΗΠΑ, Ευρώπη και αργότερα και Ασία.

Απο τα μέσα της δεκαετίας μέχρι το 2013 περίπου είχαν παρουσιαστεί τρία διαφορετικά μοντέλα ( S, Si, X) με συνεχείς βελτιώσεις και πιο προηγμένα τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Το 2014 παρουσιάστηκε στις ΗΠΑ το μοντέλο (DaVinci Xi) το οποίο θεωρείται το κορυφαίο μέχρι στιγμής. Η βασική διαφορά του από το αμέσως προηγούμενο μοντέλο, είναι ότι οι ρομποτικοί βραχίονες είναι περισσότερο ευέλικτοι, ακριβείς και πιο ανεξάρτητοι στη λειτουργία τους, ακόμη και στις πλέον δύσκολες και απαιτητικές περιστάσεις. Με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται η χειρουργική τεχνική και γίνεται ακόμα λιγότερο επεμβατική.

Το ρομποτικό αυτό σύστημα πραγματοποιεί λαπαροσκοπικές εγχειρήσεις αλλά και μεγάλο ποσοστό κλασικών ανοικτών εγχειρήσεων. Στον τομέα της ουρολογίας πλέον χρησιμοποιείται αποκλειστικά κι όλες οι ουρολογικές επεμβάσεις που πραγματοποιούνται με ανοιχτό χειρουργείο γίνονται και ρομποτικά.

## **ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ**

Αποτελείται από τα εξής μέρη: 1) μια κονσόλα χειρισμού, 2) το Σύστημα InSite vision που δίνει τη δυνατότητα για 3D απεικόνιση και 3) ένα σύστημα 4 βραχιόνων στο οποίο εφαρμόζονται τα χειρουργικά εργαλεία. Η χειρουργική ομάδα αρχικά ανοίγει μικροτομές λίγων χιλιοστών στο σώμα του ασθενούς κι ο χειρουργός καθισμένος στην κονσόλα χειρίζεται τα χειρουργικά εργαλεία των βραχιόνων τα οποία εισαγονται στις τομες αυτές.

Εχοντας τρισδιάστατη εικόνα από την κονσόλα, ο χειρουργός κινεί με ειδικά χειριστήρια τους βραχίονες όπου κάθε βραχίονας είναι συνδεδεμένος με ένα χειρουργικό εργαλείο και στον κεντρικό βραχίονα βρίσκεται η κάμερα. Επιπλέον λόγω της τεχνολογίας EndoWrist οι βραχίονες του da Vinci διαθέτουν πολύ μεγαλύτερη ευελιξία από τον καρπό του ανθρώπινου χεριού, φτάνοντας σε περιστροφή έως τις 360 μοίρες βοηθώντας άψογα τον

χειρουργό. Το da Vinci διαθέτει επίσης ένα σύστημα φακών τρισδιάστατης απεικόνισης, το οποίο διευρύνει τις δυνατότητες της ανθρώπινης όρασης και επιτρέπει στον χειρουργό να κάνει λεπτομερείς, ακριβείς και σταθερές κινήσεις. Ο χειρουργός χρησιμοποιεί τα χέρια του για να ελέγχει την κάμερα, να ρυθμίζει την εστίαση και να προσαρμόζει τη θέση των βραχιόνων του ρομπότ.

Το ρομποτικό αυτό σύστημα σαφώς και δεν αντικαθιστά τον χειρουργό, αλλά ουσιαστικά λειτουργεί ως συνεργάτης υπό τον πλήρη έλεγχο και την καθοδήγησή του από τον χειρουργό και πλέον αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο, που διευκολύνει το έργο της χειρουργικής ομάδας και για τις πιο απαιτητικές επεμβάσεις.

### **3.4.2) ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΟΥΡΟΛΟΓΙΑ**

- **Ρομποτική Ριζική Προστατεκτομή**

Η ριζική προστατεκτομή είναι η συχνότερη θεραπεία για τον εντοπισμένο καρκίνο του προστάτη και πραγματοποιείται σε άτομα κυρίως μεγάλης ηλικίας.

Η Da Vinci ριζική προστατεκτομή εκτελείται υπό γενική αναισθησία και διαρκεί 1-3 ώρες. Αρχικά πραγματοποιούνται 5-6 μικρές οπές στην κάτω κοιλιά, από τις οποίες περνούν ειδικοί σωληνίσκοι (trocar), που επιτρέπουν την είσοδο και έξοδο των ρομποτικών εργαλείων στο εσωτερικό της κοιλιάς. Ο χειρουργός χειρίζεται την κάμερα και 3-4 πολυαρθρωτά όργανα με ακρίβεια και σταθερότητα για να μπορέσει να επιτελέσει το δύσκολο έργο της παρασκευής των ιστών, της κοπής και συρραφής, με την endo-wrist τεχνολογία.

Το ρομποτικό σύστημα Da Vinci με τα προηγμένα λειτουργικά του όργανα διευκολύνει τον χειρουργό και την επέμβαση με σχεδόν άριστα αποτελέσματα. Η ενδοσκοπική κάμερα που διαθέτει, προσαρμόζεται σε οποιοδήποτε ρομποτικό βραχίονα και χαρακτηρίζεται από υψηλής ευκρίνειας οπτική, τρισδιάστατης καθαρής θέασης (3D clear vision) της εσωτερικής ανατομίας του ασθενούς. Ένας ή δύο χειρουργοί στέκονται δίπλα στο χειρουργικό τραπέζι, βοηθώντας τον ρομποτικό χειρουργό ο οποίος προσαρμόζει στα τροκάρ πριν από την έναρξη της επέμβασης το ρομποτικό σύστημα. Ο χειρουργός κάθεται λίγα μέτρα δίπλα από τον ασθενή στη χειρουργική κονσόλα και ελέγχει τα ρομποτικά εργαλεία με ακρίβεια.

Στη ρομποτικά υποβοηθούμενη ριζική προστακτετομή είναι πολλά και αξιοθαύμαστα τα πλεονεκτήματα της ρομποτικής τεχνολογίας. Επομένως οι λόγοι που προτίνεται η ρομποτική χειρουργική στη ριζική αφαίρεση του προστάτη είναι:

- Λόγω της τρισδιάστατης και μεγενθυσμένης όρασης και της ακρίβειας και ελευθερίας των κινήσεων, ο χειρουργός μπορεί να πραγματοποιήσει την επέμβαση με τεράστια ευκολία, άνεση, ευκινησία χωρίς να ταλαιπωρείται ούτε ο ίδιος ούτε ο ασθενής ενώ ταυτοχρόνα θα επιδιώξει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Παράλληλα οι πιθανότητες διατήρησης της εγκράτειας των ούρων και της στυτικής λειτουργίας είναι σημαντικά μεγαλύτερες σε σχέση με εκείνες μετά από μια κλασική ανοιχτή επέμβαση.

- Καλύτερη δυνατότητα ριζικής αφαίρεσης του προστάτη με αποτέλεσμα λιγότερα προβλήματα επιπλοκών και ταυτόχρονα καλύτερα αποτελέσματα στην λειτουργία του ασθενους.

- **Ρομποτική Ριζική Κυστεκτομή**

Όσον αφορά την περίπτωση της ρομποτικά υποβοηθούμενης ριζικής κυστεκτομής τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται το υπερσύγχρονο ρομποτικό χειρουργικό σύστημα da Vinci Si HD που αποτελείται από 3 αλληλοσυνδεόμενα μεταξύ τους τμήματα:

- Μια κεντρική μονάδα ελέγχου (Πύργος) που συνδέει τα 2 άλλα τμήματα του συστήματος μεταξύ τους που είναι η κονσόλα και το τροχήλατο
- Η κονσόλα είναι η θέση όπου κάθεται και χειρουργεί ο χειρουργός κινώντας μικρά τηλεχειριστήρια (Joy Sticks), ένα σε κάθε χέρι. Μέσω της κονσόλας μπορεί και βλέπει το εσωτερικό του ασθενούς μέσα από ειδικά κιάλια που προσφέρουν τρισδιάστατη (3D) και υψηλής ανάλυσης (HD) όραση.
- Το τροχήλατο είναι μια κινητή μονάδα που φέρει 4 βραχίονες. Στον κάθε βραχίονα τοποθετείται ένα ρομποτικό εργαλείο το οποίο ελέγχεται από το χειρουργό μέσω των μοχλών της κονσόλας του. Στον ένα από αυτούς υπάρχει και η κάμερα, η οποία προσφέρει την τρισδιάστατη και υψηλής ανάλυσης απεικόνιση στην κονσόλα του χειρουργού μέσω της κεντρικής μονάδας ελέγχου.

Το ρομποτικό σύστημα da Vinci βρίσκεται υπό τον πλήρη έλεγχο του χειρουργού και η επέμβαση εκτελείται με πιστοποιημένα ρομποτικά εργαλεία για μεγαλύτερη ασφάλεια. Κατά τη διάρκεια της επέμβασης, η κοιλιά του ασθενούς διογκώνεται με αέριο και η κάμερα του ρομπότ και οι βραχίονες λειτουργίας εισάγονται διαμέσου τομών στην κοιλιακή χώρα. Ο χειρουργός χρησιμοποιεί στη συνέχεια τους βραχίονες του ρομπότ για να μετακινήσει την ουροδόχο κύστη χωρίς να επηρεάσει άλλα όργανα. Στη συνέχεια έχοντας αφαιρέσει την ουροδόχο κύστη ο χειρουργός απομακρύνει σιγα και σταθερά τους βραχίονες από το εσωτερικό της κοιλιακής χώρας του ασθενή και μέσω της κονσόλας παρατηρεί και αναλύει τα αποτελέσματα της επέμβασης.

- **Ρομποτική Πυελοπλαστική**

Η ρομποτικά υποβοηθούμενη πυελοπλαστική εκτελείται υπό γενική αναισθησία. Τοποθετείται με κυστεοσκόπηση και με ταυτόχρονη καθοδήγηση ένας ουρητηρικός καθετήρας που ονομάζεται Pig-Tail. Η τοποθέτηση του Pig-Tail διαρκεί περίπου 20-30 λεπτά και ο ασθενής τοποθετείται σε πλάγια νεφρική θέση για την διενέργεια της ρομποτικής πυελοπλαστικής.

Κατά την επέμβαση μικρές οπές μικρότερες του ενός εκατοστού πραγματοποιούνται στην πάνω κοιλιά, μέσα από τις οποίες περνούν ειδικοί σωληνίσκοι (τροκάρ), οι οποίοι επιτρέπουν την είσοδο και έξοδο των ρομποτικών εργαλείων.

Η κοιλιά γεμίζει με διοξείδιο του άνθρακα δημιουργώντας έτσι μεγαλύτερο χώρο εργασίας στον χειρουργό για να ολοκληρώσει την επέμβαση. Ο χειρουργός ελέγχει μία στερεοσκοπική οπτική, που συνδέεται μία υψηλής ευκρίνειας κάμερα, η οποία εξασφαλίζει μία τρισδιάστατη υψηλής ευκρίνειας

όραση της εσωτερικής ανατομίας του ασθενή

Το ρομποτικό σύστημα da Vinci προσαρμόζεται στα τροκάρ πριν την έναρξη της επέμβασης, ο χειρουργός κάθεται δίπλα από το χειρουργικό τραπέζι στην χειρουργική κονσόλα και τα ρομποτικά όργανα ελέγχονται σε πραγματικό χρόνο με υψηλή ακρίβεια.

### **3.4.3) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΟΥΡΟΛΟΓΙΑ**

Με τη ρομποτική χειρουργική τα πλεονεκτήματα που ισχύουν για όλες τις χειρουργικές ειδικότητες, είναι:

- Είναι μια ελάχιστα επεμβατική και ελάχιστα τραυματική μέθοδος.
- Εξασφαλίζει ελάχιστη απώλεια αίματος.
- Εξασφαλίζει μικρότερο πόνο.
- Μειώνει το χρόνο παραμονής στο νοσοκομείο.
- Επιτρέπει στον χειρουργό να έχει τρισδιάσταση (3D) εικόνα του χειρουργικού πεδίου
- Εξασφαλίζει μεγαλύτερη ακρίβεια στις χειρουργικές κινήσεις.
- Δίνει στο χειρουργό τη δυνατότητα να πραγματοποιεί δύσκολους χειρουργικούς χειρισμούς.
- Παρέχει στον χειρουργό μεγαλύτερη άνεση κατά τη διάρκεια της επέμβασης.



### 3.5) ΟΦΘΑΛΜΙΑΤΡΙΚΗ

Η προσφορά της ρομποτικής χειρουργικής στην οφθαλμολογία προσφέρει ασύγκριτη ακρίβεια και ασφάλεια χρησιμοποιώντας ειδικά ρομποτικά συστήματα καθοδηγούμενα από τους χειρουργούς.

Τα ρομποτικά συστήματα λειτουργούν και καθοδηγούνται πλήρως από τον χειρουργό οφθαλμίατρο σαν προέκταση του χεριού του. Ο χειρουργός φορά ειδικά γυαλιά 3D και η επέμβαση παρατηρείται από μια οθόνη υψηλής ανάλυσης. Οι χειρουργικές επεμβάσεις απαιτούν πολύ μεγάλη ακρίβεια και σταθερότητα. Το ρομποτικό σύστημα είναι σχεδιασμένο ώστε να μπορεί να λειτουργεί ομαλά κατά την διάρκεια της επέμβασης. Ο χειρουργός διατηρεί άμεση επαφή με τον ασθενή και το ρομποτικό σύστημα ελαχιστοποιεί τις κινήσεις των ματιών κρατώντας τα σταθερά.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της ρομποτικής μεθόδου είναι η αξεπέραστη ακρίβεια. Προσφέρει μέγιστη σταθερότητα και ασφάλεια ακόμα και στα πιο δύσκολα περιστατικά. Ο συνδυασμός αυτός μαζί με την εμπειρία του χειρουργού αποφέρει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα με τις λιγότερες επιπλοκές.

### 3.5.1) ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ

Η συχνότερη οφθαλμολογική επέμβαση είναι αυτή του καταρράκτη, η οποία εξελίχθηκε τα τελευταία χρόνια σε μια διαθλαστική επέμβαση, με την οποία ο χειρουργός οφθαλμίατρος ταυτόχρονα με την αφαίρεση του καταρράκτη μπορεί να διορθώσει και όλα τα διαθλαστικά σφάλματα του ματιού.

Τα υπερώχρονά ρομποτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στις οφθαλμολογικές επεμβάσεις περιλαμβάνουν το **Femtosecond Laser** για επεμβάσεις καταρράκτη και διαθλαστικής χειρουργικής, το **Excimer Laser** για διαθλαστικές επεμβάσεις και το διαγνωστικό **Verion Image Guided System**.

Στην χειρουργική του καταρράκτη τον τελευταίο καιρό εφαρμόζεται η τεχνική **FLACS**. Πραγματοποιείται μέσω του υπερώχρονου συστήματος Femtosecond Laser.

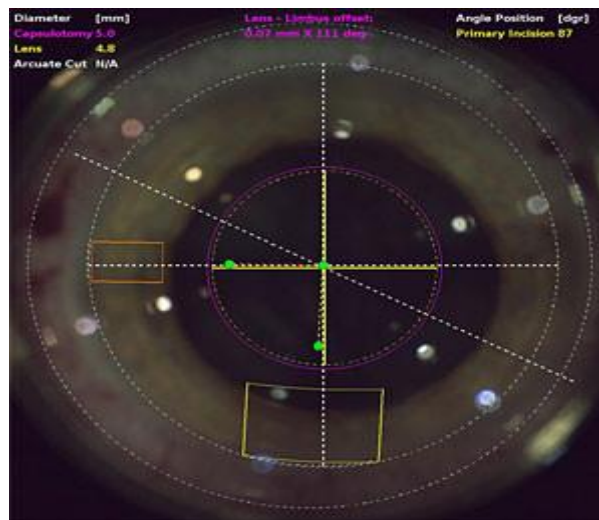
Η χειρουργική επέμβαση καταρράκτη με την χρήση λέιζερ είναι ένας προχωρημένος τύπος χειρουργικής επέμβασης καταρράκτη, που χρησιμοποιεί τεχνολογία λέιζερ femtosecond για να φέρει ένα νέο επίπεδο ακρίβειας στις οφθαλμολογικές επεμβάσεις που παραδοσιακά εφαρμόζονταν με χειρουργικά εργαλεία. Η συγκεκριμένη μέθοδος περιλαμβάνει 3 στάδια.

Αυτά είναι τα εξής:

1. Η τομή του κερατοειδούς
2. Η πρόσθια καψουλοτομία
3. Φακός και κατακερματισμός καταρράκτη

### 1) Η τομή του κερατοειδούς

Το πρώτο βήμα στη χειρουργική επέμβαση καταρράκτη με λέιζερ είναι η τομή του κερατοειδούς.



Εικόνα 12 (Τομή κερατοειδούς)

Ο χειρουργός δημιουργεί ένα χειρουργικό σχέδιο για την τομή του κερατοειδούς με μια εξελιγμένη (3D) εικόνα του οφθαλμού που ονομάζεται (OCT).

Στόχος είναι να δημιουργηθεί μια τομή με συγκεκριμένη θέση, βάθος και με τη βοήθεια της εικόνας (OCT) και ένα femtosecond λέιζερ.

## **2)Η καψουλοτομία**

Ο φυσικός φακός του ματιού περιβάλλεται από μια πολύ λεπτή, διαυγή κάψουλα. Στη χειρουργική επέμβαση καταρράκτη με λέιζερ, η πρόσθια καψουλοτομή εκτελείται με λέιζερ femtosecond . Μελέτες των τελευταίων ετών έχουν δείξει ότι οι καψουλοτομίες που εκτελούνται με λέιζερ έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με παλιές τεχνικές.

Επίσης οι καψουλοτομίες με λέιζερ επιτρέπουν το καλύτερο κεντράρισμα του ενδοφθάλμιου φακού που αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τον προσδιορισμό των τελικών οπτικών αποτελεσμάτων.

## **3)Φακός και κατακερματισμός καταρράκτη**

Σε αυτό το στάδιο ο χειρουργός έχει πρόσβαση στον καταρράκτη για να το αφαιρέσει. Με τη χρήση του λέιζερ μαλακώνει τον καταρράκτη καθώς το σπάει σε μικρά κομμάτια. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει λιγότερη πιθανότητα καψίματος και στρέβλωσης της τομής. Μπορεί επίσης να μειώσει τον κίνδυνο θραύσης της κάψουλας που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα όρασης μετά από χειρουργική επέμβαση.

Το καψάκιο του φακού είναι πολύ λεπτό και είναι σημαντικό το τμήμα που μένει στο εσωτερικό του οφθαλμού μετά από χειρουργική επέμβαση καταρράκτη να μην είναι κατεστραμμένο. Επιπροσθέτως η μειωμένη ενέργεια φακογαλακτωματοποίησης που απαιτείται στη χειρουργική επέμβαση καταρράκτη με λέιζερ μπορεί να καταστήσει τη διαδικασία ασφαλέστερη στο εσωτερικό μάτι, γεγονός που μειώνει την πιθανότητα κάποιων επιπλοκών.

### 3.5.2) ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗ ΜΕ ΛΕΙΖΕΡ

Συστήματα χειρουργικής επέμβασης καταρράκτη με λέιζερ περιλαμβάνουν:



Εικόνα 13 (Σύστημα λέιζερ LenSx femtosecond με είσοδο δεδομένων λέιζερ στα αριστερά, ένα χειριστήριο ραβδίων και μια δεξιά οθόνη OCT)

- **LenSx** εφαρμόζεται για τομές κερατοειδούς, καψουλοτομές και καταρράκτη.
- **LenSAR** εφαρμόζεται για τομές κερατοειδούς, καψουλοτομίες και κατακερματισμό φακών (καταρράκτη). Τα αρχικά AR υποδηλώνουν Αυξημένη Πραγματικότητα, που αναφέρεται σε τεχνολογία απεικόνισης που συλλέγει ένα φάσμα βιομετρικών δεδομένων και στη συνέχεια ανασυγκροτεί ένα εξελιγμένο 3-D μοντέλο της ανατομίας του οφθαλμού του κάθε ασθενούς.
- **Femto LDV** Το σύστημα αυτό προσφέρει υψηλότερο ρυθμό επανάληψης της ακτίνας λέιζερ για ταχύτερες διαδικασίες και χαμηλή ενέργεια ανά παλμό λέιζερ για ευγενέστερες θεραπείες και υψηλή ακρίβεια.

- **Victus** εφαρμόζεται επίσης για τομές κερατοειδούς, καψουλοτομή και καταρράκτη στη χειρουργική επέμβαση καταρράκτη με λέιζερ. Το σύστημα Victus διαθέτει προηγμένη τεχνολογία που ελαχιστοποιεί την πιθανότητα παραμόρφωσης των ματιών και επιτρέπει την ακριβή ευθυγράμμιση που έχει σχεδιαστεί για να διατηρεί το φυσικό σχήμα του ματιού κατά τη χειρουργική επέμβαση καταρράκτη με λέιζερ.

Όλα αυτά τα συστήματα για χειρουργική επέμβαση καταρράκτη με λέιζερ έχουν δείξει εξαιρετικά αποτελέσματα σε άπειρες περιπτώσεις. Οι χειρουργοί που χρησιμοποιούν λέιζερ υποστηρίζουν ότι τα πλεονεκτήματά τους είναι ιδιαίτερα εμφανή όταν πρόκειται για υψηλής τεχνολογίας όπως επίσης και η σωστή τοποθέτηση φακών και συνεπώς πιο ακριβή οπτικά αποτελέσματα.

### **3.5.3)ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ**

Όσον αφορά την διαθλαστική χειρουργική εφαρμόζεται μια εξατομικευμένη προσέγγιση για κάθε περίπτωση με τη χρήση του συστήματος Excimer Laser. Με τη βοήθεια του συστήματος αυτού μπορούν να διορθωθούν μέχρι 12 βαθμοί μυωπίας, και μέχρι 6 βαθμοί αστιγματισμού. Στις περιπτώσεις που το άτομο έχει περισσότερους βαθμούς απαιτείται η χρήση ειδικών ενδοφακών καθώς και κερατοειδικών ενθεμάτων.

- **EXCIMER LASER**

Με την εφαρμογή του Excimer Laser αφαιρείται σχεδόν μόλις το 10-20% του συνολικού πάχους του κερατοειδούς εξασφαλίζοντας έτσι σημαντικά την ασφάλεια της διαδικασίας. Το συγκεκριμένο λείζερ δεν παράγει θερμότητα στον κερατοειδή χιτώνα. Καταστρέφει τους ενδομοριακούς δεσμούς στον ιστό του κερατοειδούς, με αποτέλεσμα την απομάκρυνση των ιστών. Η εξαιρετική ακρίβεια με την οποία μπορεί να αφαιρεθεί ο ιστός καθιστούν αυτό το λείζερ κατάλληλο για χειρουργική επέμβαση στον ευαίσθητο κερατοειδή χιτώνα. Με την αφαίρεση των ιστών από διαφορετικά τμήματα του κερατοειδούς, ο χειρουργός μπορεί να διορθώσει τα διαφορετικά διαθλαστικά σφάλματα. Η απομάκρυνση του κεντρικού κερατοειδούς ιστού με κυκλικό τρόπο οδηγεί σε κεντρική ισοπέδωση και διορθώνει τη μυωπία.



Εικόνα 14 (Excimer laser)

Απο τις αρχές του 2000 υπάρχει μια πρόοδος στη θεραπεία διάφορων διαθλαστικών σφαλμάτων μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται Laser-Assisted In Situ Keratomileusis (LASIK). Σε αυτή τη χειρουργική τεχνική, κόβεται ένα πτερύγιο επιφανειακού ιστού του κερατοειδούς χρησιμοποιώντας μια μηχανοκίνητη λεπίδα. Το πτερύγιο ανυψώνεται εκθέτοντας το υποκείμενο στρώμα του κερατοειδούς. Κατά την ολοκλήρωση της χορήγησης του λέιζερ, το πτερύγιο του κερατοειδούς επανατοποθετείται στην αρχική του θέση και προσκολλάται στο υποκείμενο στρώμα του κερατοειδούς χωρίς ράμματα.

#### **ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ**

Το λέιζερ αφαιρεί ιστό από το κέντρο του κερατοειδούς για να ισοπεδώσει την καμπυλότητα του και να διορθώσει το όποιο διαθλαστικό σφάλμα. Ουσιαστικά ανασχηματίζει την εμπρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς. Για να γίνει αυτό, πρέπει να εκτεθεί το στρώμα του κερατοειδούς. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με άμεση αφαίρεση του επιθηλίου του κερατοειδούς με ένα λέιζερ (PRK) ή με τη δημιουργία ενός κερατοειδούς πτερυγίου με ένα μικροκερατόμο (LASIK).

Με την βοήθεια της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας έχουν αναπτυχθεί πολλοί τύποι λέιζερ που χρησιμοποιούνται στη χειρουργική επέμβαση ματιών. Λέιζερ θερμότητας έχουν χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία διαταραχών όπως η διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια και το γλαύκωμα. Τα λέιζερ YAG



διασπούν τους δεσμούς των ιστών δημιουργώντας ένα κύμα κλονισμού και χρησιμοποιούνται μετά από χειρουργική επέμβαση καταρράκτη και για τη θεραπεία ορισμένων τύπων γλαυκώματος. Το excimer laser είναι ένα λέιζερ ψυχρής δέσμης, το οποίο είναι μοναδικά κατάλληλο για την εργασία της διαθλαστικής χειρουργικής του κερατοειδούς.

- **Verion Image Guided System**

Αυτή η επαναστατική τεχνολογία δημιουργεί έναν λεπτομερή χάρτη των μοναδικών χαρακτηριστικών του οφθαλμού πριν από τη χειρουργική επέμβαση καταρράκτη για ακριβέστερη τοποθέτηση του φακού κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Το Verion έχει σχεδιαστεί για αξεπέραστο σχεδιασμό και ακρίβεια.

#### **ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ**

Μία εικόνα υψηλής ανάλυσης λαμβάνεται από το μάτι του ασθενούς, χαρτογραφώντας σημαντικές λεπτομέρειες και μετρήσεις. Αυτός ο "χάρτης" επιτρέπει στον οφθαλμίατρο να σχεδιάζει αρκετά αποτελεσματικά και να προσαρμόζει κάθε βήμα της διαδικασίας στο μάτι του ασθενούς. Επιπρόσθετα, παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια για τα πιο σημαντικά βήματα: την τομή, την τοποθέτηση και την ευθυγράμμιση του ενδοφθάλμιου φακού, συμπεριλαμβανομένων αυτών για αστιγματική διόρθωση. Οι υπολογισμοί και οι οδηγοί εντοπισμού εξάγονται άψογα σε άλλες συνδεδεμένες τεχνολογίες στο χειρουργείο κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης.

Συμπερασματικά, το Verion Image Guided System αφομοιώνει την προεγχειρητική φάση σχεδιασμού μιας διαδικασίας καταρράκτη με την ενδοεγχειρητική κατεύθυνση του χειρουργού κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης και συνεπώς το σύστημα επιτρέπει στον χειρουργό οφθαλμίατρο να ασκεί βελτιωμένη ακρίβεια και έλεγχο, για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.



Εικόνα 15 (Verion Image Guided System)

### 3.6) ΑΓΓΕΙΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ

Στην αγγειοχειρουργική διενεργούνται όλες οι χειρουργικές επεμβάσεις που αφορούν το ανθρώπινο κυκλοφορικό σύστημα εκτός από τα αγγεία της καρδιάς και τα ενδοκράνια αγγεία.

Διενεργούνται όλες οι απαραίτητες εξετάσεις όπως έγχρωμα υπερηχογραφήματα αγγείων (TRIPLEX), αξονικές και μαγνητικές αγγειογραφίες και οι Διαγνωστικές Ενδαρτηριακές Ψηφιακές Αγγειογραφίες (DSA) εκτελούνται στον αγγειογράφο. Τα ρομποτικά συστήματα που παρουσιάστηκαν τις τελευταίες δεκαετίες παρέχουν καλύτερη όραση των διαστάσεων, αυξημένους βαθμούς ελευθερίας, καλύτερη δυνατότητα για κινήσεις των εργαλείων και διευκολύνουν το συντονισμό ματιού-χεριού.

Όσον αφορά την ενδαγγειακή χειρουργική, η ρομποτική έχει χρησιμοποιηθεί για την επέμβαση αποκατάστασης θωρακοκοιλιακού ανευρύσματος. Ενδαγγειακοί καθετήρες που κατευθύνονται ρομποτικά έχουν χρησιμοποιηθεί σε ενδαγγειακές επεμβάσεις στις αρτηρίες των κάτω άκρων. Επίσης, το ρομποτικό ενδαγγειακό σύστημα φαίνεται να διευκολύνει την τοποθέτηση του καθετήρα σε σχέση με τις κλασικές τεχνικές.

### 3.6.1) TRIPLEX ΑΓΓΕΙΩΝ ΣΩΜΑΤΟΣ

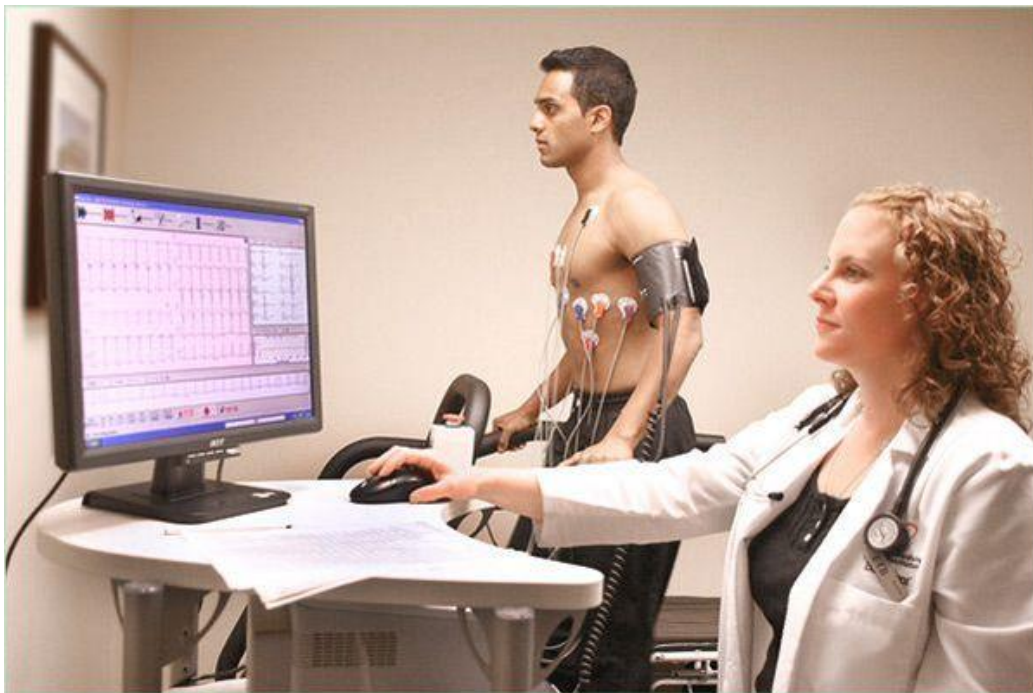
Το triplex αγγείων σώματος βοηθάει τους γιατρούς να διαγνώσουν και να θεραπεύσουν διάφορες ιατρικές παθήσεις. Μέσω ενός υπερήχου που είναι ανώδυνος και ασφαλής παράγει εικόνες από το εσωτερικό του σώματος χρησιμοποιώντας ηχητικά κύματα. Τα ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας μεταδίδονται από τον καθετήρα μέσω του πηκτώματος μέσα στο σώμα. Τα triplex αγγείων δεν χρησιμοποιούν iontίζουσα ακτινοβολία. Επειδή οι εικόνες υπερήχων συλλαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο, μπορούν να δείξουν τη δομή και την κίνηση των οργάνων του σώματος καθώς και το αίμα που ρέει μέσα από τα αιμοφόρα αγγεία. Ο αγγειακός υπερηχογράφος παρέχει εικόνες των φλεβών και των αρτηριών του σώματος. Μέσω μιας ειδικής εξέτασης, το υπερηχογράφημα Doppler, που είναι μια ειδική τεχνική υπερήχων, δίνεται η δυνατότητα στον γιατρό να παρατηρεί την κυκλοφορία του αίματος μέσω των αρτηριών και των φλεβών στην κοιλιά, τα χέρια, τα πόδια και διάφορων οργάνων του σώματος.

### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Σε ένα triplex αγγείων, ένας μορφοτροπέας λαμβάνει τα ηχητικά κύματα, πιέζεται πάνω στο δέρμα, και κατευθύνει στο σώμα τους μικρούς παλμούς ακουστικών κυμάτων υψηλής συχνότητας. Καθώς τα ηχητικά κύματα πάλονται από τα υγρά και τους ιστούς, ο ευαίσθητος δέκτης στον μορφοτροπέα καταγράφει μικροσκοπικές αλλαγές στο βήμα και την κατεύθυνση του ήχου. Αυτά τα κύματα μετριοούνται και εμφανίζονται από έναν υπολογιστή, ο οποίος δημιουργεί μια εικόνα στην οθόνη. Ένα ή περισσότερα πλαίσια των κινούμενων εικόνων τυπικά καταγράφονται ως ακίνητες εικόνες. Επίσης ο υπολογιστής συλλέγει και επεξεργάζεται τους ήχους και δημιουργεί γραφήματα ή έγχρωμες εικόνες που αντιπροσωπεύει

την ροή του αίματος. Στην εξέταση υπερήχων triplex αγγείων, Ο ασθενής θα τοποθετηθεί ξαπλωμένος με την όψη προς τα πάνω σε έναν πίνακα εξέτασης που μπορεί να μετακινηθεί. Επιπλέον θα μπορεί να στραφεί σε κάθε πλευρά για να βελτιωθεί η ποιότητα των εικόνων. Ο γιατρός τοποθετεί έναν αισθητήρα στο δέρμα σε διάφορες τοποθεσίες, σαρώνοντας την περιοχή ενδιαφέροντος ή γυρίζοντας την ακτίνα ήχου από διαφορετική θέση για να δει καλύτερα την περιοχή.

Όταν ολοκληρωθεί το triplex αγγείων, μπορεί να ζητηθεί από τον ασθενή να παραμείνει ακίνητος, καθώς ο γιατρός παρατηρεί τις εικόνες του υπερηχογραφήματος. Το υπερηχογραφικό triplex αγγείων πραγματοποιείται περίπου μέσα σε μισή ώρα και μετέπειτα ο ασθενής μπορεί να εξέλθει από το νοσοκομείο χωρίς πόνο και να επανέλθει στις καθημερινές του δραστηριότητες.



Εικόνα 16 (Triplex )

### 3.7) ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΑ

Η χρήση της ρομποτικής χειρουργικής ολοένα και περισσότερο διευρύνεται στο τομέα της γυναικολογίας. Οι γυναικολογικές επεμβάσεις αποτελούν την πλειοψηφία των επεμβάσεων που πραγματοποιούνται μέσω της ρομποτικής τεχνικής. Περιλαμβάνει από την αντιμετώπιση καλοηθών όγκων και δυσλειτουργικών αιμορραγιών της μήτρας έως και πολύπλοκες ογκολογικές επεμβάσεις αντιμετώπισης γυναικολογικού καρκίνου.

- **ROBOT DA VINCI**

Όπως και σε άλλες περιπτώσεις έτσι και εδώ το ρομποτικό σύστημα da Vinci, εφαρμόζεται στην αντιμετώπιση γυναικολογικών προβλημάτων. Το χειρουργικό σύστημα da Vinci αποτελείται από πέντε εξαρτήματα:

- 1) Την εργονομικά σχεδιασμένη ρομποτική κονσόλα
- 2) Το τροχήλατο των ρομποτικών βραχιόνων
- 3) Τα ειδικά ρομποτικά εργαλεία EndoWrist
- 4) Τον ενδοσκοπικό πύργο
- 5) Το σύστημα όρασης InSite Vision System

Ο χειρουργός ελέγχει το όλο ρομποτικό σύστημα μέσω της ρομποτικής κονσόλας. Η κονσόλα αυτή διαθέτει στο πάνω μέρος της ειδικές χειρολαβές, όπου ο χειρουργός τοποθετεί τα δάκτυλά του και κινεί τους ειδικούς μοχλούς, δίνοντας έτσι εντολές στους χειρουργικούς βραχίονες του ρομπότ. Κάθε κίνηση του χεριού και των δακτύλων του χειρουργού μετατρέπεται με απόλυτη ακρίβεια και σταθερότητα από το ρομποτικό σύστημα σε κινήσεις πραγματικού χρόνου.

Το τροχήλατο των ρομποτικών βραχιόνων διαθέτει 3 με 4 βραχίονες, έναν κεντρικό βραχίονα που συνδέεται με το ενδοσκόπιο, και άλλους 2 με 3 για τα ενδοσκοπικά εργαλεία τα οποία χειρίζεται ο χειρουργός. Το τροχήλατο τοποθετείται δίπλα στον ασθενή, λίγα μέτρα μακριά από την κονσόλα. Τα ενδοσκοπικά εργαλεία εισάγονται μέσα από τροκάρ 8 περίπου χιλιοστών στο σώμα του ασθενούς. Το σύστημα όρασης InSite Vision System με το υψηλής ευκρίνειας τρισδιάστατο ενδοσκόπιο και τους σύγχρονους επεξεργαστές εικόνας προσφέρει μία άψογη τρισδιάστατη απεικόνιση του χειρουργικού πεδίου.

Ο ενδοσκοπικός πύργος περιλαμβάνει μία οθόνη υψηλής ευκρίνειας, βιντεοκάμερες, σύστημα αυτόματης ρύθμισης της εικόνας, συσκευή διαθερμίας, σύστημα φωνητικής επικοινωνίας και άλλες χρήσιμες λαπαροσκοπικές συσκευές. Τα ρομποτικά εργαλεία EndoWrist διαθέτουν σε μεγάλο βαθμό ελευθερία κινήσεων και μιμούνται την ευκινησία του ανθρώπινου χεριού. Τα εργαλεία έχουν αρθρώσεις όπως ακριβώς και το χέρι και ο καρπός του χεριού, με αποτέλεσμα να παρέχεται απόλυτη ευελιξία και ακρίβεια στις κινήσεις του χειρουργού. Η τοποθέτηση ραμμάτων γίνεται με απόλυτη ακρίβεια στο εσωτερικό του σώματος της ασθενούς.



Εικόνα 17 (Da Vinci surgical robot)

- **Αντιμετώπιση γυναικολογικού καρκίνου**

Όσον αφορά το κομμάτι του γυναικολογικού καρκίνου, η χρήση της ρομποτικής χειρουργικής έχει αλλάξει ριζικά την χειρουργική αντιμετώπιση της νόσου. Το βελτιωμένο και ασφαλές αποτέλεσμα είναι αυτό που καθιστά την ρομποτική χειρουργική παγκοσμίως ως την επέμβαση επιλογής για τον γυναικολογικό καρκίνο. Οι εφαρμογές της ρομποτικής χειρουργικής είναι:

- Ρομποτική αφαίρεση διηθητικής ενδομητρίωσης
- Ρομποτική υστερεκτομή
- Ρομποτική ριζική υστερεκτομή για καρκίνο τραχήλου
- Ρομποτικός λεμφαδενικός καθαρισμός για σταδιοποίηση γυναικολογικών καρκίνων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στη χώρα μας, η ρομποτική Ιατρική κάνει την εμφάνιση της περίπου το 2006 και κυρίως σε ιδιωτικά Ιατρικά κέντρα, είναι χαρακτηριστικό πως ενώ η ρομποτική χειρουργική έχει αναπτυχθεί παγκοσμίως εδώ και 15 χρόνια τα Δημόσια Νοσοκομεία υστερούν σημαντικά τόσο σε εξοπλισμό όσο και στο κατάλληλα εκπαιδευμένο ιατρικό/νοσηλευτικό προσωπικό. Έτσι οι Έλληνες πολίτες έχουν ισχυρά χαμηλή πρόσβαση στην ρομποτική Ιατρική και μέχρι τουλάχιστον το 2014 δεν υπήρχε πρόβλεψη ούτε για την προμήθεια των δημόσιων νοσοκομείων με τα απαραίτητα μηχανήματα αλλά ούτε και για την στελέχωση τους με εξειδικευμένο προσωπικό. Από τα 8 μηχανήματα ρομποτικής χειρουργικής που υπήρχαν το 2014 στη χώρα, τα επτά ήταν σε ιδιωτικά νοσοκομεία και μόνο ένα σε δημόσιο, στο Λαϊκό.

Έτσι, υπηρεσίες ρομποτικής ιατρικής παρέχονται κυρίως από ιδιωτικά ιατρικά κέντρα, πράγμα που καθιστά την χρήση και νοσηλεία ασθενών σε αυτά ιδιαίτερα ακριβή. Το υψηλό κόστος των υπηρεσιών που παρέχουν τα κέντρα αυτά συγκριτικά με την τιμή αγοράς ενός ρομποτικού χειρουργικού συστήματος κλάσεως da Vinci που εκτιμάται στα περίπου 2,5 εκατομμύρια ευρώ αλλά και σε σχέση με τα περίπου γίνονται 14.000 χειρουργεία ετησίως που πραγματοποιούνται στα 12 χειρουργεία ενός και μόνο Δημόσιου Νοσοκομείου δείχνουν την αναγκαιότητα που υπάρχει στο να ενδυναμωθεί συνολικά η δημόσια Ιατρική και Υγεία με την τεχνολογία και τον εξοπλισμό της ρομποτικής Ιατρικής.

Το Λαϊκό Νοσοκομείο απέκτησε το ρομποτικό χειρουργικό DaVinci το 2008 μετά από συστηματικές και συντονισμένες προσπάθειες της ηγεσίας του τότε Υπουργείου Υγείας, της Ιατρικής Σχολής, του Νοσοκομείου και όλου του Επιστημονικού προσωπικού του. Αρχικά η χρήση του ξεκίνησε άμεσα με

επεμβάσεις γενικής χειρουργικής ενώ πολύ σύντομα επεκτάθηκε και σε ουρολογικές επεμβάσεις.

Ειδικευόμενοι χειρουργοί και φοιτητές της Ιατρικής Σχολής Αθηνών άρχισαν να εκπαιδεύονται στη ρομποτική μέθοδο χειρουργικής από πανεπιστημιακούς χειρουργούς που είχαν ήδη λάβει σχετική εξειδίκευση σε μεγάλα εκπαιδευτικά κέντρα του εξωτερικού και είχαν την εμπειρία στην εφαρμογή της μεθόδου. Παράλληλα, το Λαϊκό Νοσοκομείο και η Ιατρική Σχολή Αθηνών άρχισαν να συμμετέχουν σε ερευνητικά προγράμματα ρομποτικής χειρουργικής σε συνεργασία με Πανεπιστήμια και Νοσοκομεία του εξωτερικού.

Σε επίπεδο Ιδιωτικών Νοσοκομείων, η πρώτη επέμβαση ρομποτικής χειρουργικής πραγματοποιήθηκε από τον Κ. Κωνσταντινίδη και την επιστημονική του ομάδα (Ιατρικό Κέντρο Αθηνών) τον Σεπτέμβριο του 2006, η δε πρώτη ανακοίνωση ρομποτικών επεμβάσεων από τη χώρα μας έγινε τον Φεβρουάριο του 2007 στο 2ο παγκόσμιο Συνέδριο Ρομποτικής Χειρουργικής (MIRA 2007) στη Νέα Υόρκη. Σήμερα σε αυτά τα Ιδιωτικά Νοσοκομεία διεξάγονται μέσω του ίδιου ρομποτικού συστήματος χειρουργεία σε πολλές ειδικότητες της χειρουργικής, όπως την γενική χειρουργική, την χειρουργική κατά της νοσογόνου παχυσαρκίας, την καρδιοχειρουργική και την θωρακοχειρουργική, την αγγειοχειρουργική, την παιδιατρική χειρουργική, την ουρολογία, την γυναικολογική χειρουργική, τη μεταμόσχευση νεφρού για τη λήψη μοσχεύματος και την χειρουργική ενδοκρινών αδένων.

Είναι σίγουρο πως η περαιτέρω εξάπλωση της ρομποτικής ιατρικής στην χώρα μας θα φέρει μια νέα εποχή στη νοσηλεία, μια εποχή που θα την καθιστά αποτελεσματικότερη, λιγότερο επώδυνη, μικρότερη σε διάρκεια και με μικρότερο κόστος τόσο για νοσηλευόμενους όσο και για το Δημόσιο συνολικά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΡΟΜΠΟΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

Το πλέον τεχνολογικά προηγμένο χειρουργικό ρομπότ που λειτουργεί σήμερα είναι το χειρουργικό σύστημα da Vinci από την Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, CA. Το σύστημα αποτελείται από τρία βασικά συστατικά που συνεργάζονται άψογα κατά τη διάρκεια των χειρουργικών επεμβάσεων: το Σύστημα Vision, το οποίο περιλαμβάνει ένα ενδοσκόπιο 3D υψηλής ευκρίνειας και μια μεγάλη οθόνη παρακολούθησης: το Patientside Cart που περιέχει τρία ή τέσσερα ρομποτικά όπλα που εκτελούν τις εντολές του χειρουργού και η χειρουργική κονσόλα, όπου ο χειρουργός χρησιμοποιεί 3D εικόνες από το ενδοσκόπιο, καθώς και χειριστές χειρός με όργανα Endowrist (που παρέχουν επτά βαθμούς κίνησης, περισσότερο από έναν ανθρώπινο καρπό) για να πραγματοποιήσουν τη χειρουργική επέμβαση.



Εικόνα 18 ( da Vinci Xi Patient Side Cart )

Το 2000, το σύστημα da Vinci έγινε το πρώτο ρομποτικό χειρουργικό σύστημα που εγκρίθηκε από το FDA για γενική χειρουργική λαπαροσκοπική (κοιλιακή). Οι ικανότητες του da Vinci συνέχισαν να εξελίσσονται και η FDA πιστοποίησε το ρομπότ για χρήση σε θωρακοσκοπικές (θωρακικές) διαδικασίες, καθώς και λαπαροσκοπική απομάκρυνση του προστάτη και ακολούθησε ποικιλία ουρολογικών, γυναικολογικών, παιδιατρικών και ωτολαρυγγολογικών εγκρίσεων

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη αυτών των συστημάτων έχει αυξηθεί εκθετικά από την εισαγωγή του το 1985. Ένα εξαιρετικό παράδειγμα συγχώνευσης της ρομποτικής και του ελέγχου κίνησης βρίσκεται στο neuroArm, το οποίο αναπτύχθηκε το 2007 από μια ομάδα με επικεφαλής τον Δρα Garnette Sutherland, Καθηγητή Νευροχειρουργικής.



Εικόνα 19 ( Το neuroArm σε λειτουργία )

Το neuroArm, ένα χειρουργικό ρομπότ απεικόνισης μαγνητικής τομογραφίας (MRI) και σχεδιάστηκε για νευροχειρουργική, χρηματοδοτήθηκε από το Ίδρυμα Καναδά για την Καινοτομία, τη Δυτική Οικονομική Διαφοροποίηση, την Αλμπέρτα για την προηγμένη εκπαίδευση και τεχνολογία και το φιλανθρωπικό κοινότητα του Κάλγκαρι. Το 2008, αυτό το χειρουργικό σύστημα έκανε ιστορικό πραγματοποιώντας την πρώτη χειρουργική επέμβαση στον εγκέφαλο για να αφαιρέσει έναν όγκο μέσω της χρήσης της ρομποτικής συμβατής με MRI, καθώς και μιας ενδοεγχειρητικής μαγνητικής τομογραφίας. Η συνδυασμένη χρήση αυτών των τεχνολογιών επιτρέπει στον σαρωτή μαγνητικής τομογραφίας να μετακινηθεί στο χειρουργείο, παρέχοντας σε βάθος απεικόνιση κατά τη διάρκεια της πραγματικής διαδικασίας, χωρίς να χρειάζεται να σταματήσει η χειρουργική επέμβαση για να ελέγχονται τις σαρώσεις όπως πριν.

Προηγουμένως, ο συνδυασμός αυτών των τεχνολογιών δεν ήταν εφικτός καθώς το μαγνητικό πεδίο που παράγεται από τον εξοπλισμό MRI κυμαίνεται από 1,5 έως 3 Tesla ή 15,000 έως 30,000 gauss (για αναφορά το μαγνητικό πεδίο της Γης είναι μόνο 0,50 gauss). Αυτό σημαίνει ότι οτιδήποτε μεταλλικό αντικείμενο στο εσωτερικό αυτού του πεδίου (άρα και την αίθουσα χειρουργείου) θα μπορούσε ενδεχομένως να γίνει ένα επικίνδυνο βλήμα καθώς επίσης και να παράγει αντικείμενα σε όλες τις εικόνες που θα χρησιμοποιήσει ο γιατρός για να κάνει κρίσιμες χειρουργικές αποφάσεις.

Για να αντιμετωπίσει αυτό το ζήτημα, ο δρ. Sutherland συνεργάστηκε στενά με την ομάδα μηχανικών, η οποία, με τη σειρά της, κατάφερε να προσαρμόσει μια λύση. Μπορούσαν να τροποποιήσουν κινητήρες ειδικά σχεδιασμένους για χρήση σε περιβάλλον κενού για την κατασκευή ημιαγωγών αντικαθιστώντας κεραμικά μέρη, όπου προηγουμένως χρησιμοποιήθηκε ανοξείδωτο και προσθέτοντας κεραμικά έδρανα. Η χρήση πιεζοηλεκτρικού κεραμικού στους ειδικευμένους κινητήρες επιτρέπει τη δημιουργία κίνησης αυστηρά μέσω τριβής και φίλτρων για να διασφαλιστεί ότι το ψηφιακό σήμα των κινητήρων δεν παρεμβαίνει στον σαρωτή μαγνητικής τομογραφίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη από την Erson αναφορικά με το χώρο εργασίας του αύριο, στον τομέα της Χειρουργικής Ιατρικής και της Ιατρικής γενικότερα, η πραγματικότητα του να επισκέπτεται κανείς έναν γιατρό-ρομπότ αποτελεί σημαντική πρόοδο που ήδη βρίσκεται σε εξέλιξη. Η ρομποτική και η τεχνητή νοημοσύνη θα έχει κρίσιμο ρόλο στις εγχειρήσεις του μέλλοντος. Τα ρομπότ, η απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών και η τρισδιάστατη εκτύπωση θα φέρουν επανάσταση στο φάρμακο, όμως ένας τεχνολογικός μετασχηματισμός σηματοδοτεί μια ουσιαστική αλλαγή νοοτροπίας για μια βιομηχανία που βασίζεται στην ανθρώπινη αλληλεπίδραση. Αλλά, όπως πρόβλεψε ο μελλοντολόγος Υγείας, Dr. Tobias Gantner, MBA LL. M. Healthcare Futurist, HealthCare Futurists GmbH, η τεχνολογία θα χρησιμεύει όλο και περισσότερο ως ένα πολύτιμο σύστημα υποστήριξης για τους γιατρούς, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να αναδιανέμουν το χρόνο τους για να ξοδέψουν περισσότερο από αυτόν για να αλληλεπιδρούν με τους ανθρώπους.

Το εβδομήντα δύο τοις εκατό των επαγγελματιών του τομέα της ιατρικής συμφωνούν ότι η τρισδιάστατη, βιολογική και βιο-εκτύπωση θα μειώσει τους χρόνους αναμονής για τη χειρουργική επέμβαση και ένα επιπλέον ποσοστό 70% δηλώνει ότι θα αυξήσει τη χειρουργική επέμβαση και την επιτυχή θεραπεία. Στην ίδια διαδρομή, η εκτύπωση εξατομικευμένων συνταγογραφούμενων φαρμάκων έχει την ικανότητα να βελτιώνει δραματικά τα αποτελέσματα της θεραπείας, σύμφωνα με το 64% των ερωτηθέντων.

Επιπλέον, η τρισδιάστατη και η οργανική εκτύπωση θα κάνουν τα όργανα περισσότερο διαθέσιμα. Συνολικά, το 63% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι η εκτύπωση 3D (από τη δημιουργία οργάνων και ιατρικής βοήθειας μέχρι τη

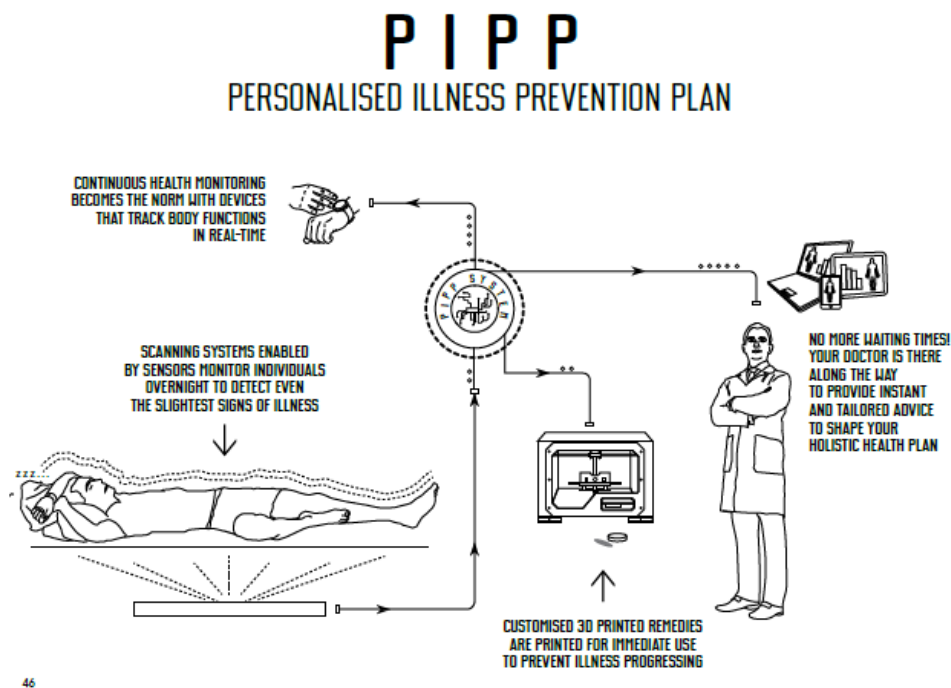
μείωση των ζητημάτων υλικοτεχνικής υποστήριξης) θα είναι επαναστατική και το 48% των ερωτηθέντων συμφωνούν ότι η βιολογική εκτύπωση θα είναι επαναστατική στα επόμενα 10 χρόνια.



Εικόνα 20 (Ιατρικό συμβούλιο)

Βρισκόμαστε ένα βήμα πριν από τη ρομποτική επανάσταση στον τομέα της υγείας. Η τεχνολογία αναμένεται να μεταμορφώσει τον τρόπο που παρέχονται οι υπηρεσίες υγείας ενώ, συγκεκριμένα, η ρομποτική φαίνεται πως έχει τη δυνατότητα να φέρει την επανάσταση στην παροχή των υπηρεσιών υγείας, σε τομείς από τα χειρουργεία έως την απευθείας παροχή φροντίδας στους ασθενείς. Αν και η τεχνολογική μεταμόρφωση του τομέα της υγείας δείχνει να είναι όλο και πιο κοντά, με την παρακολούθηση των ασθενών από μακριά, την εκτύπωση 3D και την προηγμένη ρομποτική να φέρνουν την επανάσταση στην ιατρική, η μεγαλύτερη αλλαγή θα χρειαστεί να γίνει στην κοινωνική μας συμπεριφορά. Πόσο έτοιμη λοιπόν είναι η ανθρωπότητα να προσαρμοστεί και να αποδεχτεί την τεχνολογική καινοτομία σε έναν κλάδο που ουσιαστικά βασίζεται στην ανθρώπινη αλληλεπίδραση;

Η έρευνα αποκάλυψε ότι το 46% των εργαζομένων στον τομέα της υγείας γνωρίζουν γι' αυτό το ενδεχόμενο και συμφωνούν ότι οι εγχειρήσεις και η διάγνωση με τη βοήθεια των ρομπότ τεχνητής νοημοσύνης όντως θα φέρει την επανάσταση στον κλάδο της υγείας. Επιπλέον, το 34% των ερωτηθέντων γνωρίζουν και συμφωνούν ότι η θεραπεία και η φροντίδα που προσφέρουν τα ρομπότ με τεχνητή νοημοσύνη θα φέρουν την επανάσταση, αποδεσμεύοντας πόρους για τους επαγγελματίες υγείας, οι οποίοι με τον τρόπο αυτό σαφώς και θα αποκτήσουν έναν πιο ολοκληρωμένο ρόλο.



Εικόνα 21 (Διάγραμμα προσωπικής φροντίδας σε ασθένεια από απόσταση)

Η παραδοσιακή εικόνα του γιατρού, όπως την γνωρίζουμε μέχρι σήμερα, δεν θα εξαλειφθεί, αλλά αντίθετα θα εξελιχθεί και θα ενισχυθεί από την ανάδυση της νέας τεχνολογίας. Έχοντας εξασφαλίσει τις λειτουργίες υποστήριξης και παρακολούθησης και με δυνατή την πρόσβαση σε δεδομένα και αναλύσεις μέσω των νέων τεχνολογικών δυνατοτήτων, θα δίνεται στους γιατρούς περισσότερος χρόνος, ώστε να εστιάζουν στους ασθενείς ως άτομα, προσφέροντας τους τη δυνατότητα να κατανέμουν το χρόνο και τις γνώσεις



τους πιο αποτελεσματικά. Το αληθινό ερώτημα, βέβαια, στον τομέα της υγείας αφορά στην αποδοχή και την υιοθέτηση αυτής της μεταμορφωτικής τεχνολογίας. Σε έναν τομέα που βασίζεται στην ανθρώπινη αλληλεπίδραση, σε ποιο βαθμό θα επιτρέπουν οι ίδιοι οι ασθενείς τη διαχείριση της υγείας τους από την τεχνολογία;

Οι βελτιώσεις στη φροντίδα των ασθενών και τα συνολικά οφέλη στον τομέα της υγείας αποδίδονται ήδη σε αυτές τις τεχνολογικές εξελίξεις. Οι επενδύσεις που έχει πραγματοποιήσει ο τομέας της υγείας στις τεχνολογίες βρίσκονται ήδη σε εξέλιξη με μόνο την αγορά της τεχνητής νοημοσύνης στην υγεία να αναμένεται να αυξηθεί σε ποσοστό ανάπτυξης (CAGR) 41% έως το 2021 και με την ενσωμάτωση της εκτύπωσης 3D στον τομέα της υγείας να αναμένεται να φτάσει τα 6 δισ. δολάρια έως το 2025. Στην πράξη, έχουμε να κάνουμε με μια συναρπαστική επανάσταση, η οποία προσφέρει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, πιο δομημένη φροντίδα και, τέλος, καλύτερα κλινικά αποτελέσματα για τους ασθενείς. Προσπαθώντας να διασφαλίσουμε τα κατάλληλα εκπαιδευτικά συστήματα, τα επιμορφωτικά πλαίσια, τις απαιτούμενες νοσοκομειακές εγκαταστάσεις και τη βελτίωση των πρακτικών, η πραγματική πρόκληση μπορεί να μην είναι τελικά η ποιότητα του αποτελέσματος, αλλά τα βασικά εμπόδια που πρέπει να ξεπεράσει ο κλάδος, ώστε να εφαρμόσει αυτήν την αλλαγή, αλλά και να εμπνεύσει αποδοχή από την πλευρά των ασθενών.

Η Ρομποτική θα μεταμορφώσει τη χειρουργική επέμβαση, αλλάζοντας το πρόσωπο της ιατρικής περίθαλψης και της κατάρτισης. Η έρευνα αποκαλύπτει ότι το 50% των ερωτηθέντων πιστεύουν ότι η αυξημένη πραγματικότητα στη χειρουργική επέμβαση θα είναι επαναστατική και το 45% των ερωτηθέντων συμφωνούν ότι η Ρομποτική θα είναι επαναστατική για τη χειρουργική κατάρτιση, όπως για παράδειγμα, επιτρέποντας στους εκπαιδευόμενους να δουν την ανατομία από διαφορετικές οπτικές γωνίες και να μειώσουν τις επενδύσεις χρόνου και κόστους.

Η ρομποτική και η τεχνητή νοημοσύνη θα διαδραματίσουν επίσης σημαντικό ρόλο στις χειρουργικές επεμβάσεις του αύριο. Σαράντα τοις εκατό γνωρίζουν και συμφωνούν ότι η χειρουργική επέμβαση και η διάγνωση με τη βοήθεια ρομπότ με τεχνητή νοημοσύνη θα είναι επαναστατική. Το τριάντα τέσσερις τοις εκατό είναι επίσης ενήμεροι και συμφωνούν ότι η θεραπεία και η φροντίδα που δίνουν τα ρομπότ με τεχνητή νοημοσύνη θα είναι επαναστατική, αφήνοντας περιθώριο για τους επαγγελματίες του ιατρικού τομέα να έχουν έναν πιο εκπληκτικό ρόλο.

Περαιτέρω ενίσχυση της συνολικής βελτίωσης της περίθαλψης των ασθενών, η τεχνολογία θα έχει θετικό αντίκτυπο στην ανταλλαγή γνώσεων. Στην πραγματικότητα, το 76% των ερωτηθέντων συμφωνεί ότι θα επιτρέψει τη βελτίωση της ανταλλαγής γνώσεων στον τομέα χάρη στην απομακρυσμένη πρόσβαση και την εικονική συνεργασία. και το 72% πιστεύει ότι η μεγαλύτερη πρόσβαση στα δεδομένα των ασθενών θα βελτίωνε τη φροντίδα των ασθενών.

Συνολικά, το ιατρικό επάγγελμα είναι διατεθειμένο να υιοθετήσει νέες τεχνολογίες προκειμένου να διευκολύνει την καλύτερη υγειονομική περίθαλψη για το αύριο. για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ακρίβεια, ανταλλαγή πληροφοριών και εξατομικευμένη θεραπεία, η οποία τελικά θα οδηγήσει σε καλύτερα αποτελέσματα για την υγειονομική περίθαλψη.

Παρόλα αυτά, παρά τα προσδοκώμενα οφέλη από τις νέες τεχνολογίες, σε μια βιομηχανία που είναι εξαιρετικά χρονοβόρα, υπάρχει μια ανησυχία ότι οι νέες τεχνολογίες θα απαιτήσουν ένα εντελώς νέο σύνολο δεξιοτήτων που πρέπει να αποκτηθούν πέρα από την παραδοσιακή κατάρτιση (το 70% των ερωτηθέντων για το χρόνο που απαιτείται για την ανάπτυξη νέων συνόλων δεξιοτήτων).

Η έρευνα δείχνει ότι η βιομηχανία υγειονομικής περίθαλψης - η οποία βασίζεται στην ανθρώπινη αλληλεπίδραση - κινείται προς μια ουσιαστική περίοδο μετασχηματισμού με την υλοποίηση της τεχνολογίας. Όταν εξεταστεί ο αντίκτυπος στο κόστος, την αποτελεσματικότητα και την κοινωνία τα αποτελέσματα είναι θετικά και τα οφέλη για τον τομέα της υγείας της υγειονομικής φροντίδας των ασθενών ως σύνολα θα μπορούσαν να είναι πολύ μεγαλύτερα από τα σημερινά που προκύπτουν ως άθροισμα του υπάρχοντος υγειονομικού συστήματος.

Ωστόσο, είναι επιτακτική ανάγκη η βιομηχανία να εξασφαλίζει ότι τις πιέσεις του κόστους και του χρόνου (στις δαπάνες μάθησης και υλοποίησης) δεν παρεμποδίζουν μια κίνηση προς ένα πιο τεχνολογικά προηγμένο μέλλον. Σημαντική είναι επίσης η οικοδόμηση της ευαισθητοποίησης παρά μια κουλτούρα φόβου γύρω από τα θέματα του απόρρητου των δεδομένων, της δεοντολογίας και της ευθύνης. Η εκπαίδευση και η κατάρτιση δεξιοτήτων είναι ζωτικής σημασίας για τη μετακίνηση της βιομηχανίας προς τα εμπρός και η τεχνολογία πρέπει να εισαχθεί στην πρόγραμμα σπουδών για τους επαγγελματίες του τομέα της υγείας κατά τη διάρκεια των πανεπιστημιακών σπουδών. Επίσης σημαντικό οι κυβερνήσεις και οι νομοθέτες θα δουλέψουν περισσότερο στενά με το ιατρικό επάγγελμα και τους ασθενείς για να επιφέρουν τις απαραίτητες αλλαγές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗ ΙΑΤΡΙΚΗ.

#### ΗΘΙΚΟΙ Ή ΑΛΛΟΙ ΦΡΑΓΜΟΙ ΣΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ.

##### 7.1) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΚΑΙ ΙΑΤΡΟΥΣ/ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΥΣ

Η ρομποτική χειρουργική και η τηλεϊατρική επιτρέπει στους ιατρούς/χειρουργούς να εκτελούν πολύπλοκες διαγνώσεις και χειρουργικές επεμβάσεις μέσω μικροσκοπικών τομών χρησιμοποιώντας ρομποτική τεχνολογία. Τα χειρουργικά ρομπότ είναι αυτοτροφοδοτούμενες, ελεγχόμενες από υπολογιστή συσκευές που μπορούν να προγραμματιστούν για να βοηθήσουν στην τοποθέτηση και χειρισμό χειρουργικών οργάνων. Αυτό παρέχει στους ιατρούς/χειρουργούς μεγαλύτερη ακρίβεια, ευελιξία και έλεγχο. προσφέρει πολλά οφέλη στους ασθενείς, όπως:

- **Ταχύτερη διάγνωση:** Η χρήση των νέων τεχνολογιών στη Ιατρική δίνει την δυνατότητα αποθήκευσης και προώθησης ιατρικών δεδομένων, όπως ιατρικές φωτογραφίες ή ακτινογραφίες, καρδιογραφήματα κ.ά. τα οποία άμεσα και εξ αποστάσεως μεταφέρονται στον ειδικό ιατρό για να εκτιμήσει την κατάσταση του αρρώστου και να δώσει την κατάλληλη θεραπεία ή πρώτες ιατρικές οδηγίες.
- **Μικρότερη νοσηλεία:** Ο παράγοντας αυτός επηρεάζει τόσο τον ίδιο τον ασθενή, όσο και την οικογένεια του, τον χρόνο συνολικής θεραπείας του που περιλαμβάνει και την μετανοσηλευτική/εξωνοσοκομειακή περίοδο ανάρρωσης αλλά και την ταχύτερη αντιμετώπιση του όποιου προβλήματος υγείας παρουσίασε. Είναι ενδεικτικό πως, μετά από μια ρομποτική επέμβαση ο απαιτούμενος χρόνος

νοσηλείας συντομεύει σημαντικά και οι ασθενείς επιστρέφουν συντομότερα στις καθημερινές τους συνήθειες.

- **Μειωμένος πόνος και δυσφορία:** Με την χρήση ρομποτικού συστήματος χειρουργικής επιτυγχάνεται ο ελάχιστος χειρουργικός τραυματισμός των ιστών, με αποτέλεσμα την μεγάλη μείωση του πόνου στη χειρουργημένη περιοχή και την μείωση της δυσφορίας από αυτόν
- **Μικρότερες τομές, με αποτέλεσμα τον μειωμένο κίνδυνο μόλυνσης:** Λόγω της χρήσης σημαντικά μικρότερων εργαλείων χειρουργείου από ένα ρομποτικό σύστημα χειρουργικής συγκριτικά με τα εργαλεία του συμβατικού χειρουργείου, οι τομές στις οποίες υποβάλλονται οι ασθενείς είναι σημαντικά μικρότερες από αυτές που θα είχαν αν το πραγματοποιούσαν με συμβατικό τρόπο. Έτσι και μικρότερες είναι οι τομές και οι πληγές από ένα χειρουργείο αλλά και μειώνεται κατά πολύ ο κίνδυνος μόλυνσης, διάνοιξης των ραμμάτων και άλλες μετεγχειρητικές επιπλοκές
- **Μειωμένη απώλεια αίματος και μεταγγίσεις:** Σαν συνέπεια των μικρότερων τομών που επιτυγχάνονται μέσω της ρομποτικής χειρουργικής, ελαχιστοποιούνται οι απώλειες αίματος κατά την διάρκεια ενός χειρουργείου, γεγονός που έχει άμεση επίδραση στις απαιτούμενες μεταγγίσεις που θα ήταν απαιτητές αν το ίδιο χειρουργείο γινόταν με την παλαιά ανοικτή χειρουργική προσέγγιση
- **Ελάχιστες ουλές:** Επίσης λόγω των μικρότερων τομών στη διάρκεια του χειρουργείου, το αισθητικό αποτέλεσμα που μένει μετά την διεξαγωγής του είναι σαφώς μικρότερο, πολύ περισσότερο καλαίσθητο ενώ αποφεύγονται και οι δυσμορφίες στις ουλές.
- **Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα οργάνων:** Η τεχνολογία 3D printing στο κομμάτι της παραγωγής τεχνητών μελών ή και

οργάνων του ανθρώπινου σώματος σε περιπτώσεις ασθενών που χρήζουν μεταμόσχευσης ή και προσθετικής μελών ή οργάνων του σώματος τους συγκριτικά με την υπάρχουσα μεγάλη ανάγκη για ανθρώπινα όργανα και δωρητές οργάνων, την σωστή διατήρηση τους ώστε να είναι διαθέσιμα για να χρησιμοποιηθούν από θεράποντες ιατρούς και χειρουργούς αλλά και την αναγκαιότητα να βρίσκονται την άμεση, πιθανά, χρονική στιγμή που θα είναι αναγκαία, φέρνει μια ολόκληρη νέα επανάσταση στο χώρο αυτό. Τεχνητά όργανα μπορούν να παράγονται σε μικρό χρονικό διάστημα, να είναι άμεσα διαθέσιμα και με συνθήκες που θα τα καταστούσαν ως και καταλληλότερα για χρήση από ένα φυσικό ανθρώπινο όργανο που ξεκινά από την δυσκολία του να βρεθεί και να υπάρχει η συγκατάθεση για χρήση του, στις συνθήκες και την ταχύτητα που θα μεταφερθεί αλλά και την σχετικότητα της λειτουργικότητας του έναντι ενός πανομοιότυπου και μόλις κατασκευασμένου 3D αντίγραφου του.

Σημαντικά πλεονεκτήματα παρέχει σε γιατρούς και χειρουργούς που χρησιμοποιούν ρομποτική ιατρική ή χειρουργική και μερικά είναι τα εξής:

- **Δυνατότητα εξ' αποστάσεως διάγνωσης, ταχύτερη πρώτη αντίδραση:** Η απομακρυσμένη παρακολούθηση επιτρέπει την από μακριά παρατήρηση του ασθενούς, την έγκαιρη και ταχύτατη πρώτη διάγνωση της παρούσας κατάστασης του και την παροχή πρώτης άμεσης βοήθειας μέχρι ο τελευταίος να μεταφερθεί σε κάποια κλινική όπου θα του παρασχεθεί δευτεροβάθμια ιατρική βοήθεια. Αν πάρει την μορφή της διαδραστικής (interactive) τηλεϊατρικής παρέχει τη δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας μεταξύ του ασθενούς και του θεράποντος ιατρού

- **Μεγαλύτερη οπτικοποίηση:** Ο χειρουργός βλέπει την περιοχή που χειρουργεί μέσα από μια κάμερα που συνδέεται με ένα τέταρτο ρομποτικό βραχίονα, που μεγεθύνει τη χειρουργική περιοχή. Η επέμβαση πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός συστήματος φακών υψηλής ακριβείας και 3-D τρισδιάστατης απεικόνισης που έχει τη δυνατότητα να μεγεθύνει το σημείο της επέμβασης έως και 15 φορές, με αποτέλεσμα να διευρύνονται ουσιαστικά οι δυνατότητες της ανθρώπινης όρασης και να μας επιτρέπουν να κάνουμε λεπτομερείς, ακριβείς και πιο σταθερές κινήσεις από ποτέ
- **Ενισχυμένη επιδεξιότητα:** Τα εργαλεία του ρομποτικού συστήματος διαθέτουν πολύ μεγαλύτερη ευελιξία από τον καρπό του ανθρώπινου χεριού, φτάνοντας σε περιστροφή κατά 360° Αυτό επιτρέπει μια σειρά χειρισμών των ιατρικών εργαλείων που με το ανθρώπινο χέρι δεν θα ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθούν λόγω της φυσιολογίας του
- **Μεγαλύτερη ακρίβεια:** Τα "χέρια" του ρομπότ έχουν υψηλό βαθμό επιδεξιότητας, επιτρέποντας στους χειρουργούς να λειτουργούν σε πολύ στενούς χώρους στο σώμα, που διαφορετικά θα ήταν προσβάσιμοι μόνο μέσω ανοικτής (μακράς τομής) χειρουργικής επέμβασης. Σε σύγκριση με την ανοικτή χειρουργική επέμβαση (παραδοσιακή χειρουργική επέμβαση με τομές), η ρομποτική και ελάχιστα επεμβατική χειρουργική επέμβαση έχει ως αποτέλεσμα μικρότερες τομές με αποτέλεσμα μικρότερο πόνο και ουλές. Το χέρι του χειρουργού, οι κινήσεις του καρπού και των δακτύλων μεταδίδονται μέσω της κονσόλας του υπολογιστή στα όργανα που είναι προσαρτημένα στους βραχίονες του ρομπότ. Οι μιμούμενες κινήσεις έχουν το ίδιο εύρος κίνησης με τον χειρουργό που επιτρέπει τον μέγιστο έλεγχο.

- **Άνεση κατά την άσκηση των καθηκόντων τους:** Ο χειρουργός απολαμβάνει μεγαλύτερη άνεση και εργονομική ευκολία κατά τη διάρκεια της επέμβασης. Κατά την ρομποτική χειρουργική ο χειρουργός εκτελεί την επέμβαση καθιστός, ερχόμενος σε πλήρη αντίθεση με την συνηθισμένη χειρουργική και κλασσική λαπαροσκοπική πρακτική. Το προσεκτικά σχεδιασμένο και άριστο εργονομικό περιβάλλον μειώνουν τον κάματο του χειρουργού προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο στον άρρωστο όσο και στον χειρουργό, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις δύσκολων και πολύωρων επεμβάσεων. Ιδιαίτερα τα τελευταία μοντέλα του συστήματος da Vinci παρέχουν στον 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 (αξονική ή μαγνητική τομογραφία, αγγειογραφία κτλ.). Οι εικόνες αυτές ανακαλούνται από τον χειρουργό κατά την διάρκεια της επέμβασης στην οθόνη της χειρουργικής κονσόλας και συγκρίνονται με την πραγματική εικόνα του χειρουργικού έτσι ώστε να είναι προετοιμασμένος στην εκτέλεση δύσκολων χειρουργικών χειρισμών.

## **7.2) ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΚΑΙ ΙΑΤΡΟΥΣ/ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΥΣ**

Όπως και στην εφαρμογή πολλών άλλων Νέων Τεχνολογιών στη καθημερινότητα της ανθρώπινης ύπαρξης, έτσι και στην περίπτωση της εφαρμογής της Ρομποτικής Ιατρικής και Ρομποτικής Χειρουργικής υπάρχουν μια σειρά ανασταλτικοί παράγοντες και για ασθενείς και για τους ιατρούς. Για τους πρώτους λοιπόν υπάρχουν τα παρακάτω μειονεκτήματα/διλήμματα σε σχέση με την εφαρμογή της:



- **Μεγάλο κόστος νοσηλείας:** Το αρχικά μεγάλο κόστος προμήθειας και εκπαίδευσης προσωπικού από τα νοσηλευτικά ιδρύματα ή μεμονωμένους ιατρούς μεταφέρεται στα έξοδα νοσηλείας των ασθενών, πράγμα που καθιστά δυσβάστακτη την θεραπεία/νοσηλεία μέσα από την νέα αυτή τεχνολογία και εφικτή μόνο από όσους την οικονομική δυνατότητα να ανταπεξέλθουν. Η εφαρμογή της σε επίπεδο Δημόσιων Νοσοκομείων εναπόκειται σε σημαντικές κεντρικές αποφάσεις της Διοίκησης τους και του Κράτους ώστε το κόστος του εξοπλισμού και της εκπαίδευσης που απαιτείται για την χρήση της να ενταχτεί στο γενικότερο οικονομικό σχεδιασμό ενός Συστήματος Υγείας ενός Κράτους.
- **Απώλεια προσωπικών δεδομένων:** Πολλοί ασθενείς εκφράζουν προβληματισμό για την από απόσταση παρακολούθηση τους για ιατρικούς λόγους κυρίως σε πραγματικό χρόνο για την απώλεια της ιδιωτικότητας τους ή/και προσωπικών τους στοιχείων και νοιώθουν σαν «αντικείμενα υπό επίβλεψη». Σύμφωνα με την έρευνα της Epsilon, παρά το ότι ένα 47% των ασθενών νοιώθει αποδεκτή μια τέτοια απώλεια στον βωμό μιας αναβαθμισμένης διάγνωσης και θεραπείας, ένα 67% θεωρεί πως η απώλεια προσωπικών δεδομένων μπορεί να εμποδίσει σημαντικά την εξάπλωση της τεχνολογίας αυτής.
- **Αξιοπιστία της ρομποτικής τεχνολογίας:** Αρκετοί ασθενείς εκφράζουν ανησυχίες για την αξιοπιστία και εμφανίζουν διστακτικότητα να ακολουθήσουν αγωγή ή και να υποβληθούν σε χειρουργείο από ένα ιατρικό ή χειρουργικό ρομποτικό σύστημα. Το ψυχολογικό τους υπόβαθρο αρνείται να θέσει εαυτόν στα χέρια ενός «μηχανήματος» αντί της παραδοσιακής φιγούρας και της διαπροσωπικής επαφής ασθενούς-ιατρού. Θεωρούν πως ένα «μηχάνημα» δεν θα έχει την ανθρώπινη πτυχή και τις αποφάσεις ενός ιατρού και δυσπιστούν στο κατά πόσο η

διάγνωση/θεραπεία/χειρουργείο τους μπορεί να αφεθεί στα «χέρια» ή στο «νου» ενός συστήματος που πιθανά να παρουσιάσει και μικρή βλάβη ή άλλη κατασκευαστική ατέλεια την χρονική στιγμή που λαμβάνονται ή εκτελούνται σοβαρές ιατρικές ενέργειες που σχετίζονται άμεσα με την ζωή τους. Εκφράζουν λοιπόν φόβους για λανθασμένες εξ αποστάσεως διαγνώσεις, λανθασμένους χειρισμούς από σχεδίαση, προγραμματισμό ή και αστοχία υλικού κατά την διάρκεια ενός χειρουργείου τους.

Αντίστοιχα, μειονεκτήματα αλλά και άλλα ζητήματα εγείρονται και από την πλευρά του ιατρικού προσωπικού που καλείται να κάνει χρήση της νέας τεχνολογίας. Οι επιφυλάξεις τους εστιάζονται στα εξής:

- **Αυξημένος χρόνος εξειδίκευσης στο νέο εξοπλισμό:** Στο ήδη μεγάλο χρόνο που απαιτείται να ειδικευτεί ένας νέος γιατρός και να αποκτήσει ειδικότητα σε έναν από τους τομείς υγείας ενός ανθρωπίνου σώματος, θα πρέπει να προστεθεί ένας νέος επιπλέον χρόνος που θα απαιτείται ώστε ο ιατρός αυτός να είναι σε θέση να κάνει χρήση των ρομποτικών και συστημάτων τηλεϊατρικής αυξάνοντας κατά πολύ τον συνολικό χρόνο που θα απαιτείται ώστε ο ίδιος ο ιατρός να είναι σε θέση να τεκμηριώσει, διαγνώσει, θεραπεύσει ή και χειρουργήσει με τρόπο που να διασφαλίζει την ποιότητα των υπηρεσιών του. Σαν γεγονός αυτό, μεγαλώνει και το αντίστοιχο ηλικιακό «φράγμα» που απαιτείται ώστε να θεωρούνται «εξειδικευμένοι χειρουργοί με την χρήση ρομποτικών συστημάτων» κρατώντας σε χαμηλότερα επίπεδα και τις αποδοχές τους μέχρι να πετύχουν την συγκεκριμένη επαγγελματική ιδιότητα.
- **Φόβοι για νομικές διώξεις από εσφαλμένες ιατρικές πράξεις ή αποφάσεις:** Πολλοί ιατροί εκφράζουν επιφυλάξεις τόσο από την

ακρίβεια των διαγνώσεων από απόσταση, όσο και από την χρήση της ρομποτικής χειρουργικής ή τηλεϊατρικής γενικά. Οι φόβοι τους προέρχονται από τις νομικές επιπτώσεις που θα έχει σε μια πολύχρονη εκπαίδευση και πολύχρονη θητεία μια άστοχη ιατρική ενέργεια που βασίστηκε σε πληροφορίες που λήφθηκαν είτε από απόσταση είτε μέσα από κάποιο ηλεκτρονικό σύστημα που υπόκειται σε κατασκευαστικά λάθη, άστοχο ή λάθος προγραμματισμό, τυχαία ηλεκτρική παρεμβολή ή βλάβη και ούτω καθεξής,. Παρά το ότι είναι πιθανά εύκολο να αποδείξουν ότι δεν έφεραν καμία ευθύνη για μια δυσμενή εξέλιξη στη πορεία θεραπείας ενός ασθενούς με οιονδήποτε ιατρικό τρόπο, εντούτοις και μόνο η διαδικασία εύρεσης των σχετικών στοιχείων που θα αποδείξουν πως μια τέτοια τροπή δεν θα μπορούσε να προβλεφθεί από αυτούς και είναι εκτός του πεδίου των γνώσεων τους και το ψυχολογικό στρες στο οποίο πιθανά να υποβληθούν τους στρέφει στην επιφυλακτικότητα και στην δυσπιστία έναντι των συστημάτων που βασίζονται στις νέες τεχνολογίες.

- **Φυσική απόσταση από τα τεκταινόμενα σε πραγματικό χρόνο:**  
Παρά το ότι η μεγαλύτερη σε ποιότητα οπτικοποίηση και μετάδοση των, σε πραγματικό χρόνο, ιατρικών δεδομένων από τον χώρο που βρίσκεται ο ασθενής στον χώρο που βρίσκεται ο ιατρός που τον παρακολουθεί ή τον χειρουργεί μέσω ρομποτικού συστήματος εξακολουθεί να υφίσταται η σχετική αμεσότητα των όσων συμβαίνουν στο χώρο του ασθενούς ή του χειρουργικού κρεβατιού έστω και για κλάσματα του δευτερολέπτου. Έτσι ενώ φαινομενικά όλα όσα συμβαίνουν μεταδίδονται με αξιοπιστία και αρκετά μεγάλη ταχύτητα προς τον ιατρό, ο τελευταίος δεν έχει την δυνατότητα να δει ή να εκτιμήσει κάτι που λαμβάνει χώρα σε κλάσματα του χρόνου έχοντας έναν σχετικό αλλά υπαρκτό «χρόνο αδράνειας» που θα

μπορούσε να αποβεί εξαιρετικά κρίσιμος όταν εκτελούνται κρίσιμες για την υγεία του ασθενούς ιατρικές πράξεις. Αυτό σε συνδυασμό με την πλήρη έλλειψη της δυνατότητας του ρομποτικού συστήματος να εκτιμήσει απότομες ή ταχύτατες χρονικά αντιδράσεις του ανθρωπίνου σώματος του ασθενούς που δεν ήταν προβλέψιμες.

### **7.3) ΗΘΙΚΟΙ Ή ΑΛΛΟΙ ΦΡΑΓΜΟΙ ΣΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ**

Πολλές ανησυχίες υπάρχουν και για την ηθικότητα της χρήσης τέτοιων ιατρικών συστημάτων. Κάποιες εστιάζονται στον «παραγκωνισμό» του ιατρικού προσωπικού έναντι ενός ρομποτικού συστήματος. Αυτό προκύπτει από τις ανάγκες σε προσωπικό χειρουργείου ή και ιατρών ανά περιοχή συγκριτικά είτε με ένα «κεντρικό σύστημα διαγνώσεων» όπου σε ένα και μοναδικό χώρο μπορεί ένας αριθμός ιατρών με την βοήθεια τηλειατρικής να παρέχει αρχικά πρώτες διαγνώσεις και οδηγίες ως την μεταφορά του στο πλησιέστερο, στον ασθενή, νοσοκομείο είτε με την παλιά, αλλά δοκιμασμένη στη πράξη, χειρουργική ομάδα μιας κλινικής που επί πολλά έτη είναι «συντονισμένη» και στις ενέργειες της αλλά και στις αντιδράσεις της σε κρίσιμες στιγμές.

Παρόμοιες αντιδράσεις υπάρχουν και σχετικά με το μονοπώλιο σχεδόν των εταιρειών που παράγουν ρομποτικά συστήματα. Ο ανταγωνισμός στον εξοπλισμό είναι από μικρός ως και μηδαμινός με αποτέλεσμα πρακτικά μην υπάρχει κάποιο μέτρο σύγκρισης μεταξύ συστημάτων που προέρχονται από περισσότερες από μια ή δυο εταιρείες. Αν και είναι αναμενόμενη η ανάπτυξη στο χώρο της παραγωγής και διάθεσης τέτοιου εξοπλισμού, οι ιατροί που μέχρι σήμερα επιλέγουν να ασχοληθούν και να εκπαιδευτούν στα υπάρχοντα συστήματα, μετατρέπονται σε απλούς χειριστές της τεχνογνωσίας συγκεκριμένου εξοπλισμού με κίνδυνο μεταγενέστερα να απαιτείται να λάβουν άλλη, διαφορετική, εκπαίδευση για να μπορέσουν να χειριστούν ένα νέο, από άλλη νέα εταιρεία, ρομποτικό σύστημα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Είναι φανερό, από όσα παρουσιάστηκαν αναλυτικά στα προηγούμενα κεφάλαια, πως η ανθρωπότητα έχει μπει εδώ και 35 χρόνια σε μια άλλη φάση στο χώρο της Ιατρικής και της Ρομποτικής Χειρουργικής. Σαν όλες τις τεχνολογικές επαναστάσεις του 20<sup>ου</sup> αλλά και του 21<sup>ου</sup> αιώνα, έτσι και αυτή η επανάσταση βρίσκει ενθουσιώδεις υποστηρικτές, σκεπτικιστές αλλά και επικριτές της. Συμπερασματικά όμως, είναι εμφανές ότι τα οφέλη από αυτήν υπερβαίνουν τα όποια μειονεκτήματα της σε επίπεδο ποιότητας παρεχόμενων ιατρικών υπηρεσιών και όλα δείχνουν ότι πρόκειται να επικρατήσει στον χώρο αυτό. Οι επενδύσεις που γίνονται αλλά και ο οικονομικός τζίρος των εταιρειών που ήδη δραστηριοποιούνται στον χώρο δείχνει μια διαρκώς αυξανόμενη αγορά που αφού ξεπεράσει τους σκοπέλους της διακρίβωσης της καταλληλότητας τους για χρήση πρόκειται άμεσα να πάρει την θέση της ανάμεσα στα άλλα επιστημονικά επιτεύγματα της Ρομποτικής Εποχής του Ανθρώπου.

Τα αποτελέσματα αυτής της νέας, ιδιόμορφης, τεχνολογικής επανάστασης θα κριθούν κυρίως από το πόσο θα επηρεάσουν τις ζωές και την ποιότητα νοσηλείας όχι μιας στενά οικονομικής ισχυρής αλλά και μικρής ομάδας ασθενών και ιατρών αλλά μια πολύ μεγάλη μερίδα μεσαίων και ασθενέστερων κοινωνικά στρωμάτων, έτσι ώστε να αποτελέσει προσβάσιμο αγαθό για αυτούς. Επίσης, θα κριθούν εκ του αποτελέσματος, των πετυχημένων ιατρικών πράξεων έναντι αυτών των αποτυχημένων για οποιονδήποτε λόγο σε βάθος χρόνου, καθώς ναι μεν υφίσταται σήμερα για μεγάλο χρονικό διάστημα ήδη αλλά απέχει πολύ από το χρονικό διάστημα που η συμβατική Ιατρική και η Χειρουργική ασκείται.

Κρίσιμος παράγοντας φυσικά θα αποτελέσει η αποδοχή που θα τύχουν οι νέες αυτές τεχνολογίες στον πλατύ κόσμο αλλά και στον Ιατρικό. Όλες οι νέες τεχνολογίες στη διάρκεια των 2 τελευταίων αιώνων έγιναν αποδεκτές αλλά υπήρξαν και κάποιες που είτε «πάγωσαν» είτε η χρήση τους έγινε αντικείμενο αντιπαράθεσων ως και σήμερα. Σαν παράδειγμα, η πυρηνική ενέργεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα που ναι μεν έδωσε κάποιες ενεργειακές λύσεις αλλά σημάδεψε την ανθρωπότητα και με σοβαρά λάθη, και με αστοχίες υλικού ή σχεδίασης αλλά και με την χρήση της σαν όπλο σε αμφισβητήσεις και διχογνωμίες που ως σήμερα συνεχίζονται παρά το ότι υφίσταται πια σαν τεχνολογία για πάνω από 70 χρόνια. Ερωτηματικά και για την πυρηνική ενέργεια αλλά και για όλες τις μορφές τεχνολογιών που είναι γενικά νεοεμφανιζόμενες είναι και οι επιπτώσεις τους σε περιβαλλοντολογικό επίπεδο και σε επίπεδο επιβάρυνσης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής του πλανήτη. Για την ρομποτική τεχνολογία συνολικά λοιπόν, ένα ακόμα ερώτημα είναι τι θα απογίνουν τα «απορρίμματα» της, πως θα ενταχτούν στο γενικότερο σχεδιασμό που απαιτεί η επιβράδυνση και η κατ' ευχρήν αναστροφή της μονόδρομης πορείας της καταστροφής του πλανήτη που ακολουθεί η ανθρωπότητα.

### **Πηγές – Βιβλιογραφία:**

1. <https://el.wikipedia.org/wiki/Ρομποτική>
2. <https://www.medicaldesignbriefs.com/component/content/article/mdb/features/articles/25006>
3. [http://www.laiko.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=59%3A2009-10-02-17-53-13&catid=2&Itemid=34](http://www.laiko.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=59%3A2009-10-02-17-53-13&catid=2&Itemid=34)
4. Epson Inquiry: Workplace Of Tomorrow 2007, δημοσιοποιημένη έρευνα στο <https://epson.presspage.com>
5. <https://www.hygeia.gr/services>
6. [https://urology4u.gr/medical\\_information/surgical-techniques/robotic-surgery/](https://urology4u.gr/medical_information/surgical-techniques/robotic-surgery/)
7. <https://www.paron.gr/2019/07/18/i-rompotiki-cheiroyrgiki-dinei-ponoi-elpidas-ston-tomea-tis-ofthalmologias/>
8. <https://www.iatropedia.gr/ygeia/>
9. <https://www.iatriko.gr>
10. <https://www.euroclinic.gr>
11. <https://www.iatronet.gr/ygeia/gynaikologia>
12. <https://www.metropolitan.gr>
13. <https://www.epson.gr>
14. <https://el.wikipedia.org>
15. <https://okeanis.lib.puas.gr>
16. <https://urology4u.gr>
17. <https://www.poulakis-urology.gr>
18. <https://www.iprolipsi.gr>
19. <https://eikonikhpragmatikothta.gr>
20. <https://www.nikolaosvlahos.gr>