

2014

πϋ • ζ ¼ 1 0 - Â ; Å , ¼ - Ñ μ 1 Â À μ Á - ; ζ ¼ Ä
πϋ § μ 1 Á ζ Å Á 3 1 0 ® Â : ± Á ζ Í Ñ ± š ± Ä ¬ Ä
πϋ Á ζ 2 » ® ¼ ± Ä ± , Á ζ ζ Ä Ä 1 0 - Â

Evripidou, Andri

πϋ Á 3 Á ± ¼ ¼ ± " . ¼ Ì Ñ 1 ± Â " 1 ζ - 0 . Ä · Ä , £ Ç ζ » ® Ÿ 1 0 ζ ½ ζ ¼ 1 0 Î ½ • Ä 1 Ä Ä · ¼ Î ½ 0 ± 1 " 1 ζ - 0 .
πϋ ± ½ μ Ä 1 Ä Ä ® ¼ 1 ζ • μ ¬ Ä ζ » 1 Ä ¬ Æ ζ Ä

<http://hdl.handle.net/11728/6738>

Downloaded from HEPHAESTUS Repository, Neapolis University institutional repository

Πανεπιστήμιο ΝΕΑΠΟΛΙΣ
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
«ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗ»

Διπλωματική Εργασία

Θέμα:

Νομικές Ρυθμίσεις περί Ρομποτικής Χειρουργικής
Παρούσα Κατάσταση, Προβλήματα, Προοπτικές
Δρ Ανδριανή (Άντρη) Ευριπίδου

Επιβλέπων Καθηγητής

Καθηγητής Κωνσταντίνος ΓΕ.Αθανασόπουλος

Πάφος, Απρίλιος 2014

Abstract

The starting point for minimally invasive surgery was in 1987 with the first laparoscopic cholecystectomy and for robotic surgery just in 1985 with PUMA 560, a robot that performed neurosurgical biopsies with more precision. Evaluating the advantages of robotic surgery in the effectuation of surgeries, in different fields, until now technically difficult or infeasible, in the enhancement of dexterity, and in the existence of increased degrees of freedom we consider that they outmatch the disadvantages that are linked with the effectiveness of this new technology, the almost prohibitive cost, the size, the lack of compatible instruments and equipment. Intuitive Surgical owns the surgical system da Vinci, as well as the surgical systems Zeus, Aesop, Hermes and Socrates. The unambiguous advantages, such as the reduction of pain and the faster recovery and consequently, the reduction of hospital stay in half and of hospital expenses, have led to the approval of the da Vinci by FDA for commercial use. With the introduction of robotic systems, robotics in cardiac surgery has become particularly useful, with the mitral valve robotic surgery and the cardiac revascularization with the da Vinci. The improvements in computer technology, mechanics, minimally invasive surgery, along with new neuronavigation techniques, have created the concept of digital robotic surgery, given that the growing need for more magnification and smaller instruments had made impossible for the human hand to perform its duties. NeuroMate (1987), Minerva, RAMS, NeuRobot, and Spine Assist Robot are some of the systems used in robotic neurosurgery. Neurosurgery of the future will include systems that can perform a wide spectrum of neurosurgical operations, increased use of teleconference and telesurgery, improvements in artificial intelligence and virtual reality where robots will be able to sense what the surgeon is thinking providing the proper response. Urological surgery has embraced the use of robotics and especially of telesurgery and the multimedia, telecommunications, and robotics integration. Virtual reality simulators would allow, additionally to their other advantages, surgeons to plan operations before making any incision. The implementation of robotic surgery is manifested in the form of THA and TKP in preoperative planning, but also during the operation with collecting and introducing data in a surgical system and with the robot-surgeon interaction.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΕΛ.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
---------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Βασικές έννοιες.....	6
1.2 Ρομποτική: Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή.....	7
1.3 Το χειρουργικό ρομπότ.....	8
1.4 Η Εφαρμογή της Ρομποτική Τεχνολογίας στην Ιατρική.....	9
1.5 Τομείς Εφαρμογής.....	9
1.6 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 1 ^ο Κεφαλαίου.....	11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Εισαγωγή.....	12
Σύστημα da Vinci.....	12
2.1 Επισκόπηση των Σημαντικότερων Συστημάτων της Ρομποτικής Χειρουργικής.....	12
2.2 Σύστημα da Vinci.....	12
2.3 Σύστημα Aescop	19
2.4 Σύστημα Zeus.....	20
2.5 Σύστημα Hermes.....	20
2.6 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 2 ^ο Κεφαλαίου	22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΩΝ.....	23
3.2 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 3 ^ο Κεφαλαίου.....	31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Μετάβαση από την Λαπαροσκοπική στη Ρομποτική Χειρουργική.....	32
4.2 Πλεονεκτήματα της Ρομποτικής Χειρουργικής.....	33
4.3 Μειονεκτήματα της Ρομποτικής Χειρουργικής.....	37
4.4 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 4 ^ο Κεφαλαίου.....	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Τηλεχειρουργική.....	40
5.2 Ορισμός.....	40
5.3 Τηλεχειρουργική με χρήση ρομπότ	40
5.4 Υπάρχοντες Περιορισμοί της Τηλεχειρουργικής	41
5.5 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 5 ^{ον} Κεφαλαίου.....	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Νομικά ζητήματα τηλεϊατρικής και τηλεχειρουργικής.....	44
6.2 Η σχέση ιατρού-ασθενή.....	45
6.3 Νομική ευθύνη.....	47
6.4 Δικαιοδοσία.....	48
6.5 Εμπιστευτικότητα, ιδιωτικό απόρρητο ασφάλεια	49
6.6 Ενημερωμένη συγκατάθεση.....	50
6.7 Επάρκεια προσόντων.....	50
6.8 Οικονομική ανάλυση.....	51
6.9 Εφαρμογές της Τηλεχειρουργικής	53
6.10 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 6 ^{ον} Κεφαλαίου.....	55

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

7.1 ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ	56
7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	57
7.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	59
7.4 Ειδικότερη Βιβλιογραφία <i>Επίλογου</i>	64
8.Βιβλιογραφία.....	65
8.1.Ελληνική.....	65
8.2.Ξένη.....	69

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της ανά χείρας Διπλωματικής Εργασίας, η οποία εκπονείται στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Δημόσια Διοίκηση»(Κατεύθυνση: Διοίκηση Υπηρεσιών Υγείας) του Πανεπιστημίου ΝΕΑΠΟΛΙΣ, εδρεύοντος στην Πάφο είναι: **Νομικές Ρυθμίσεις περί Ρομποτικής Χειρουργικής Παρούσα Κατάσταση, Προβλήματα, Προοπτικές.**

Το θέμα πέραν της εκ της φύσεώς του πρωτοτυπίας, έχει ιδιαίτερη σημασία, διότι επιχειρείται μία «νέα» προσέγγιση «σύζευξη» τεχνολογίας υψηλής υφής και αιχμής και νομικών ηθικών και δεοντολογικών παραμέτρων και κανόνων.

Έτσι, ως κεντρικός ερευνητικός στόχος της ανά χείρας Διπλωματικής Εργασίας τίθεται το ζήτημα του εύρους και της νομιμότητας της χρήσης της ρομποτικής τεχνικής στον χώρο της χειρουργικής δραστηριότητας εντός των διαφόρων Νοσηλευτικών Μονάδων, ιδίως σε περιπτώσεις κατά τις οποίες το όλο εγχείρημα συντελείται σε διαφορετικούς τόπους.

Η εργασία διαρθρώνεται πέραν του Προλόγου και της Βιβλιογραφίας σε 6 Κεφάλαια, ενώ στον Επίλογο παρατίθενται, Διαπιστώσεις, Συμπεράσματα και Προτάσεις.

Η γράφουσα θέλει να ελπίζει ότι παρά τις εγγενείς δυσχέρειες του όλου εγχειρήματος, το παρόν κείμενο συνιστά πέραν της πληροφοριακής του διάστασης επί καινοφανούς θέματος, αφετηρία δημιουργικών προβληματισμών, ευχαριστίες δέ και από την θέση αυτή απευθύνονται προς όλους εκείνους οι οποίοι με όποιον δήποτε τρόπο συνέβαλαν στην τελική διαμόρφωση του.

Πάφος, Απρίλιος 2014

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Βασικές έννοιες

Στα τέλη του 20^{ου} αιώνα ξεκινούσε ένα πείραμα. Η χειρουργική με λαπαροσκόπηση, οπτικές ίνες και βίντεο. Στόχος του πειράματος ήταν η διαικπαιρέωση χειρουργικών επεμβάσεων χωρίς τραύμα. Η επιτυχία ήταν τόσο μεγάλη, που έμελε να αλλάξει την ιστορία της ιατρικής ανοίγοντας το κεφάλαιο της «ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής» (minimally invasive surgery). Η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική είναι η μέθοδος με την οποία η χειρουργική επέμβαση εκτελείται διαμέσου πολύ μικρών τομών του δέρματος (μισού έως το πολύ δύο εκατοστών), αντί για τις μεγάλες κάθετες και εγκάρσιες λαπαροτομές (των 15 τουλάχιστον εκατοστών περίπου) που γίνονταν στην ανοιχτή χειρουργική τεχνική παλιότερα. Οι μικρές χειρουργικές τομές και ο ελάχιστος τραυματισμός των ιστών που εξασφαλίζει η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική έχει ως αποτέλεσμα ταχύτερη ανάρρωση, ελαχιστοποίηση του πόνου, μικρότερη απώλεια αίματος, λιγότερες μεταγγίσεις, λιγότερες λοιμώξεις, συντομότερη παραμονή στο νοσοκομείο, ελάττωση του συνολικού κόστους νοσηλείας και ελαχιστοποίηση των επιπλοκών για πλήθος συνηθισμένων αλλά και περίπλοκων επεμβάσεων.

Παρά την ευρεία χρήση της ελάχιστα επεμβατικής και λαπαροσκοπικής χειρουργικής σε όλα τα νοσοκομεία του κόσμου, η εφαρμογή της λαπαροσκοπικής τεχνικής έχει περιορισθεί σε λίγες μόνο επεμβάσεις ρουτίνας. Αυτό οφείλεται κυρίως στην περιορισμένη ικανότητα της παραδοσιακής λαπαροσκοπικής τεχνολογίας, η οποία περιλαμβάνει το κλασικό βίντεο και τα άκαμπτα όργανα, πάνω στα οποία βασίζεται ο χειρουργός για να πραγματοποιήσει την επέμβαση μέσω μικρών οπών. Στην παραδοσιακή ανοιχτή επέμβαση ο χειρουργός κάνει μεγάλες τομές, τις οποίες και διευρύνει ανάλογα για να προσεγγίσει καλύτερα την ανατομία του χειρουργικού πεδίου. Στην παραδοσιακή ελάχιστα επεμβατική χειρουργική, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως για επεμβάσεις ρουτίνας, ο χειρουργός χειρουργεί χρησιμοποιώντας άκαμπτα όργανα με περιορισμένο εύρος κινήσεως, τα οποία περνούν μέσω μικρών τομών και απεικονίζεται η ανατομική εικόνα σε συνηθισμένη οθόνη βίντεο. Ούτε τα λαπαροσκοπικά όργανα αλλά ούτε και η οθόνη του βίντεο μπορούν να εξασφαλίσουν στο χειρουργό άριστη ορατότητα και ακρίβεια κινήσεων, που είναι απαραίτητες για την πραγματοποίηση περίπλοκων επεμβάσεων όπως είναι η αποκατάσταση μιας καρδιακής βαλβίδας ή η εκτέλεση μιας ριζικής προστατεκτομής με διατήρηση των στυτικών νεύρων.

Η λαπαροσκοπική χειρουργική υπήρξε μια τεράστια καινοτομία, αλλά όταν η χρήση της εξαπλώθηκε δεν άργησε να εντοπισθεί και το αδύνατο σημείο της που δεν ήταν άλλο από

τον ίδιο το χειρουργό. Για να ξεπεραστούν οι ανθρώπινες αδυναμίες του χειρουργού, δύο ήταν οι λύσεις: να βοηθηθεί ο χειρουργός έτσι ώστε να βελτιώσει και να διευρύνει τις ικανότητές του στο χειρουργείο, ή να αντικατασταθεί από κάποια αυτόματη μηχανή.

1.2 Ρομποτική: Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή

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

Αναζητώντας κανείς τις ρίζες της ρομποτικής θα οδηγηθεί αρκετά πίσω στην ιστορία της ανθρωπότητας. Πράγματι, η φιλοδοξία του ανθρώπου να δημιουργήσει μηχανές που θα του μοιάζουν τόσο στη μορφή όσο και τη λειτουργία πρωτοσυναντάται στην ελληνική μυθολογία. Σύμφωνα με την τελευταία ο τιτάνας Προμηθέας έπλασε την ανθρωπότητα από πηλό. Επιπλέον, ο Τάλος, ο μυθικός χάλκινος γίγαντας που κατασκεύασε ο Ήφαιστος για να προστατεύει την Κρήτη από τους εισβολείς, αποτελεί το πρώτο «αυτόματο» στην ανθρώπινη ιστορία.

Στη σύγχρονη εποχή, η εισαγωγή της έννοιας των ρομπότ έγινε το 1921 από τον Τσέχο θεατρικό συγγραφέα Karel Čapek με το θεατρικό έργο “Rossum’s Universal Robots”. Στο τελευταίο ο συγγραφέας φαντάζεται ένα μηχανικό κατασκεύασμα, το οποίο και ονομάζει robot από την τσέχικη λέξη robota για την καταναγκαστική εργασία. Το «αυτόματο» του Rossum στρέφεται τελικά εναντίον της ανθρωπότητας.

Λίγα χρόνια αργότερα, κατά τη δεκαετία του '40, ο Ρώσος συγγραφέας επιστημονικής φαντασίας Isaac Asimov συνέλαβε το robot ως ένα «αυτόματο» με εμφάνιση ανθρώπου, αλλά απαλλαγμένο από συναισθήματα. Η συμπεριφορά του υπαγορευόταν από ένα «ποζιτρονικό μυαλό» προγραμματισμένο από τον άνθρωπο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένες αρχές ηθικής συμπεριφοράς. Ο όρος ρομποτική χρησιμοποιήθηκε από τον Asimov ως το σύμβολο της επιστήμης που είναι αφιερωμένη στη μελέτη των ρομπότ, τα οποία διέπονται από τους τρεις παρακάτω βασικούς νόμους:

1. Ένα ρομπότ δεν μπορεί να τραυματίσει ή μέσω της αδράνειάς του να βλάψει ένα ανθρώπινο πλάσμα.
2. Ένα ρομπότ πρέπει να υπακούει στις εντολές που δίνονται από τους ανθρώπους, εκτός και αν αυτό έρχεται σε αντίθεση με τον πρώτο νόμο.
3. Ένα ρομπότ πρέπει να προστατεύει την ίδια του την ύπαρξη, εκτός και αν αυτό έρχεται σε αντίθεση με τον πρώτο ή τον δεύτερο νόμο.

1.3 Το χειρουργικό ρομπότ

Το ρομπότ είναι μία σύνθετη μηχανική κατασκευή που έχει θεωρητικά τη δυνατότητα να εκτελεί κινήσεις αλληλεπιδρώντας σε πραγματικό χρόνο με το περιβάλλον. Στη σχεδιαστική του θεώρηση το ρομπότ είναι εφοδιασμένο με αισθητήρες που συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με τη θέση του και την κατάσταση του περιβάλλοντος χώρου, ώστε στη συνέχεια να μπορεί να υπολογίζει με τη βοήθεια του υπολογιστή τις νέες του κινήσεις. Από θεωρητική άποψη, εφ'όσον αυτό εφοδιαστεί με το κατάλληλο λογισμικό, έχει τη δυνατότητα να εκτελέσει ακόμα και μία χειρουργική επέμβαση.

Το χειρουργικό ρομπότ αποτελεί μία αυτοτροφοδοτούμενη και ελεγχόμενη από υπολογιστή συσκευή ειδικά προγραμματισμένη να βοηθάει στην εστίαση και τον χειρισμό των χειρουργικών οργάνων, επιτρέποντας έτσι στο χειρουργό να εκτελεί πιο περίπλοκες επεμβάσεις. Η πρώτη γενιά χειρουργικών ρομπότ χρησιμοποιείται ήδη σε αρκετά νοσοκομεία σε όλο τον κόσμο. Δεν πρόκειται φυσικά για αυτόνομα ρομπότ που μπορούν να εκτελούν επεμβάσεις μόνα τους, αλλά για μηχανικά βοηθήματα των χειρουργών. Τα ρομποτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα στη χειρουργική δε δρουν ανεξάρτητα από αυτούς αλλά ούτε τους αντικαθιστούν. Αποτελούν επέκταση των χειρουργών και είναι απόλυτα καθοδηγούμενα από αυτούς, οπότε και μπορούμε να μιλάμε για μία σχέση τύπου αφέντη- σκλάβου (master-slave) ανάμεσά τους. Κάθε σύστημα αφέντη-σκλάβου αποτελείται από δύο βασικά μέρη, την κονσόλα-αφέντη του χειρουργού και τους ρομποτικούς βραχίονες-σκλάβους, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια καλωδίων δεδομένων κι ενός υπολογιστή.¹

Η κονσόλα αποτελεί ουσιαστικά τη διασύνδεση του χειρουργού με το ρομποτικό σύστημα. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής υπεισέρχεται ανάμεσα στον ασθενή και το χειρουργό προσφέροντας ανεκτίμητες πληροφορίες στον ιατρό και διευκολύνοντας σημαντικά το έργο του. Μέσω ψηφιακής ανάλυσης, το ρομποτικό σύστημα προσφέρει ακριβέστατη τρισδιάστατη και μεγενθυμένη εικόνα στο χειρουργό και ουσιαστικά καθίσταται αρωγός του ιατρού για το μέγιστο όφελος του ασθενούς. Οι εντολές δίνει ο χειρουργός μέσω των μοχλών μεταφέρονται ταυτόχρονα ψηφιακά, και με θαυμαστή ακρίβεια, στους αρθρωτούς χειρουργικούς βραχίονες-σκλάβους του ρομπότ οι οποίοι εκτελούν τις κινήσεις στο πεδίο της εγχείρησης. Οι κινήσεις των βραχιόνων του ρομπότ ελέγχονται

¹Bishoy Morris. (2005). *Robotic Surgery: Applications, Limitations, and Impact on Surgical Education*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1681689>

εκατό τοις εκατό από τον χειρουργό, ο οποίος πρέπει να είναι ειδικά εκπαιδευμένος στη χρήση του ρομποτικού συστήματος.²

1.4 Η Εφαρμογή της Ρομποτικής Τεχνολογίας στην Ιατρική

1.5 Τομείς Εφαρμογής

Η Ρομποτική Ιατρική (Medical Robotics) έχει αναπτυχθεί τις τελευταίες κυρίως δεκαετίες και η έρευνα που γίνεται συγκεντρώνεται σε συγκεκριμένα πεδία, από τα οποία τα πιο κύρια είναι τα ακόλουθα:

Υποβοηθούμενη από υπολογιστή χειρουργική (Computer-Assisted Surgery - CAS)

Ρομποτική Χειρουργική (Robotic Surgery)

Ρομποτική Αποκατάστασης (Rehabilitation Robotics)

Προσομοιωτές Χειρουργικών Επεμβάσεων Εικονικής Πραγματικότητας με

Απτική Ανάδραση - Ανατροφοδότηση Δύναμης ή χωρίς (Training Simulators with Haptic Display)

Διαγνωστική Ρομποτική Τεχνολογία (Diagnostics Robotic Technology) (Micro-Robotics)

Υποβοηθούμενη από υπολογιστή χειρουργική (Computer-Assisted Surgery - CAS)

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

Ρομποτική χειρουργική (Robotic surgery):

Το ρομπότ είναι μία σύνθετη μηχανική κατασκευή που έχει τη δυνατότητα να εκτελεί κινήσεις αλληλεπιδρώντας σε πραγματικό χρόνο με το περιβάλλον. Στη βασική του σύνθεση το ρομπότ περιλαμβάνει αισθητήρες που συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση και τη θέση του στο χώρο, ώστε να μπορεί να υπολογιστεί η επόμενη κίνηση από τον υπολογιστή. Εφόσον το ρομπότ εφοδιαστεί με το κατάλληλο λογισμικό, έχει τη θεωρητική δυνατότητα να εκτελέσει αυτόματα μια χειρουργική επέμβαση. Αν και η ρομποτική χειρουργική ενσωματώνει πολλές

² Ρομποτική χειρουργική [http://www.medchannel.gr/Article .php?CatId=101&ArticleId=21](http://www.medchannel.gr/Article.php?CatId=101&ArticleId=21)

εφαρμογές της CAS, η διαφορά της από αυτή είναι ότι στη ρομποτική χειρουργική ο ρόλος του χειρουργού υποβαθμίζεται. Η σύγχρονη ρομποτική τεχνολογία μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις βασικές υποκατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό εμπλοκής του χειρουργού στο χειρουργείο:

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

Ρομποτικό σύστημα τηλεχειρουργικής (telesurgical system): Ο χειρουργός χειρίζεται τους βραχίονες του ρομπότ, χωρίς όμως να απαιτείται η φυσική του παρουσία στο χειρουργείο. Οι επεμβάσεις μπορούν να γίνονται από οποιαδήποτε απόσταση χάρη στους εξελιγμένους αισθητήρες του συστήματος (3D όραση και ίσως υποδοχείς αφής). Αυτή η υβριδική τεχνολογία έχει ήδη πρακτικές εφαρμογές, με κυριότερο εκπρόσωπο το σύστημα Da Vinci.

Ρομποτικό σύστημα βοηθός (shared-control system): Απαιτεί τη μεγαλύτερη συμμετοχή του χειρουργού. Στην ουσία πρόκειται για τεχνολογία που ακολουθεί τη φιλοσοφία της CAS. Ο χειρουργός εκτελεί ο ίδιος την επέμβαση ενώ ο ρόλος του ρομπότ περιορίζεται στην παροχή βοήθειας ώστε να γίνουν πιο σταθερές και ακριβείς οι κινήσεις του χεριού του χειρουργού. Η τεχνολογία αυτή βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο εξέλιξης.

Οι Προσομοιωτές Χειρουργικών Επεμβάσεων Εικονικής Πραγματικότητας με

Απτική Ανάδραση -Ανατροφοδότηση Δύναμης ή χωρίς

Αυτοί αποτελούν ένα άλλο πεδίο ερευνητικής δραστηριότητας στα πλαίσια της ρομποτικής.

Αρχικά, δημιουργήθηκαν με σκοπό την καλύτερη δυνατή εκπαίδευση ιατρών για την εκάστοτε χειρουργική επέμβαση πριν την εφαρμογή των γνώσεών τους σε πραγματικό περιβάλλον. Επιπρόσθετα, προτάθηκε η χρήση τους για την αποτελεσματική και αντικειμενική αξιολόγηση των χειρουργικών δεξιοτήτων ενός χειρουργού.

Ο τομέας της **Διαγνωστικής Ρομποτικής Τεχνολογίας** αποσκοπεί αρχικά στον εφοδιασμό των ιατρών με εργαλεία τα οποία με ασφάλεια και ακρίβεια θα εκτελούν τις κατάλληλες ενέργειες, ώστε να οδηγηθούν σε ορθή διάγνωση.

Τέλος, η **Μικρορομποτική** ασχολείται και με θέματα που αφορούν την ιατρική όπως για παράδειγμα τη χορήγηση φαρμάκων σε καθορισμένες ποσότητες σε σημεία του σώματος, που για να προσεγγισθούν χρειάζονται πολύπλοκες διαδικασίες. Έτσι, η μικρορομποτική προσπαθεί να τις

απλοποιήσει όπως στην περίπτωση της χορήγησης ινσουλίνης σε ανθρώπους, που πάσχουν από την ασθένεια του διαβήτη υψηλού τύπου

1.6 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 1^ο Κεφαλαίου

Bishoy Morris. (2005). *Robotic Surgery: Applications, Limitations, and Impact on Surgical Education*. Διαθέσιμο στο

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1681689>

Ρομποτική χειρουργική [http://www.medchannel.gr/Article .php?CatId=101&ArticleId=21](http://www.medchannel.gr/Article.php?CatId=101&ArticleId=21)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Επισκόπηση των Σημαντικότερων Συστημάτων της Ρομποτικής Χειρουργικής

2.2 Σύστημα da Vinci

2.3 Εισαγωγή

2.4 Σύστημα da Vinci

Το σύστημα Da Vinci αποτελείται από πέντε βασικά εξαρτήματα:

την εργονομικά σχεδιασμένη ρομποτική κονσόλα το τροχήλατο των ρομποτικών βραχιόνων τα ειδικά ενδοσκοπικά ρομποτικά εργαλεία **EndoWrist**¹

τον ενδοσκοπικό πύργο το υψηλών προδιαγραφών σύστημα όρασης **InSite Vision System**.²

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

Τα ειδικά ενδοσκοπικά ρομποτικά εργαλεία τύπου **EndoWrist** διαθέτουν 7 βαθμούς ελευθερίας κινήσεων και μιμούνται την ευκινησία του ανθρώπινου χεριού και καρπού, γι' αυτό ονομάστηκαν και Endo-Wrist (Ενδο-Καρπός).³ Κάθε εργαλείο έχει μία ειδική χειρουργική αποστολή, όπως να συλλαμβάνει, να ράβει, να κόβει, να χειρίζεται τους ιστούς κ.λπ. Κατά τη διάρκεια της επέμβασης είναι δυνατή η ταχύτατη αλλαγή των ρομποτικών εργαλείων και ο χειρουργός έχει στη διάθεσή του μια πλήρη ποικιλία εργαλείων για την ιδανική διενέργεια της ρομποτικής επέμβασης. Τα ενδοσκοπικά εργαλεία, τα οποία είναι συνδεδεμένα με τους ρομποτικούς βραχίονες, εισάγονται μέσα από μικροτομές, λίγων χιλιοστών, στο σώμα του ασθενούς. Επειδή τα ενδοσκοπικά

¹ Παπαστρατής, Γ., & Μανδρέκας, Δ.Π., (n.d.), Λαπαροσκοπική Χειρουργική. Στην *Χειρουργική*. Σέλας, Μ.Ν

² Anthony R. Lanfranco, Andres E. Castellanos, Jaydev P. Desai, & William C. Meyers (2004). *Robotic Surgery: A Current Perspective*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1356187>

³ <http://www.intuitivesurgical.com/products/index.aspx>



Σχήμα 2.1: Τροχήλατο ρομποτικών βραχιόνων



Σχήμα 2.2: Ρομποτικό εργαλείο τύπου EndoWrist

εργαλεία στηρίζονται στους ρομποτικούς βραχίονες, δε χρησιμοποιούν το σημείο εισόδου στο σώμα του ασθενούς ως υπομόχλιο και έτσι αποφεύγεται η βλάβη των ιστών στο σημείο εισόδου των εργαλείων, γεγονός όμως το οποίο κατά κανόνα συμβαίνει στην παραδοσιακή λαπαροσκοπική χειρουργική.

Ο **ενδοσκοπικός πύργος** περιλαμβάνει μία μεγάλη οθόνη υψηλής ευκρίνειας, δύο βιντεοκάμερες, σύστημα αυτόματης ρύθμισης της εικόνας, συσκευή ψυχρού φωτισμού, συσκευή διαθερμίας, σύστημα φωνητικής επικοινωνίας μέσω μεγαφώνων του χειρουργού με το βοηθό του και την εργαλειοδότηρα νοσοκόμα και άλλες χρήσιμες λαπαροσκοπικές συσκευές.



Σχήμα 2.3: Ενδοσκοπικός πύργος



Σχήμα 2.4: Σύστημα όρασης InSite και τηλεχειριστήρια ρομποτικών βραχιόνων

Το σύστημα Da Vinci είναι εξοπλισμένο με ειδικά όργανα που εξασφαλίζουν στο χειρουργό ένα είδος αίσθησης που πλησιάζει πολύ την πραγματική αίσθηση της αφής

Αυτή η αίσθηση αφής γίνεται εντονότερη με την ευκρινέστερη όραση που προσφέρει η υψηλή ανάλυση της τρισδιάστατης εικόνας. ⁴Συνεπώς το χειρουργικό ρομπότ ⁵Da Vinci πολλαπλασιάζει και βελτιστοποιεί την αίσθηση της πραγματικότητας, τη δεξιοτεχνία, τη λεπτότητα και την ακρίβεια των χειρισμών του χειρουργού, κάνοντας τις επεμβάσεις πιο ακριβείς, πιο ασφαλείς, πιο αποτελεσματικές και ακόμα λιγότερο επεμβατικές για τον ασθενή.

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

Γενική Χειρουργική:

Τοποθέτηση δακτυλίου στομάχου Lap Band ή γαστρικού bypass για νοσογόνο παχυσαρκία

Διόρθωση διαφραγματοκήλης και γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης

Αποκατάσταση αχαλασίας οισοφάγου

Χολοκυστεκτομή, μετεγχειρητικές κήλες, βουβωνοκήλες, κίρσοκήλες

Διερεύνηση χοληδόχου πόρου

Εκτομές κύστεων ήπατος, νεφρού, παγκρέατος, σπλήνας

Αφαίρεση παγκρέατος

Επινεφριδεκτομή

Αποκατάσταση βουβωνοκήλης και κοιλιοκήλης με πλέγμα

Κολεκτομή, σπληνεκτομή, παγκρεατεκτομή, ηπατεκτομή, γαστρεκτομή, σκωληκοειδεκτομή, λύση συμφύσεων κ.ά.

Καρδιοχειρουργική - Θωρακοχειρουργική:

Αντικατάσταση μιτροειδούς βαλβίδας, by pass στεφανιαίας αρτηρίας

Αποκατάσταση μεσοκολπικής επικοινωνίας κ.ά.

Ουρολογία:

Προστατεκτομή με διατήρηση των στυτικών νεύρων αποφεύγοντας έτσι την απώλεια της στυτικής λειτουργίας σε ποσοστό άνω του 95%, νεφρεκτομή κ.ά.

Πνευμοπλαστική

⁴Benesh, Peter. (n.d.). Getting Docs To Buy \$1 Mil Robot Ain't Easy. *Investor's Business Daily*. Διαθέσιμο στο <http://www.investors.com/yahoofinance/2004w39/storyB02.asp>

⁵FDA OKs Robo-Surgery. (2000). Διαθέσιμο στο <http://www.wired.com/science/discoveries/news/2000/07/37536>

Αφαίρεση λίθων από τον ουρητήρα, λεμφαδένων, κύστεων νεφρού

Αποκατάσταση κισσοκήλης κ.ά.

Γυναικολογία:

Αφαίρεση κύστεων ωοθηκών, ινομυωμάτων, σαλπίνγων, εξωμητρίου κυήσεως

Λεμφαδενικό καθαρισμό, υστερεκτομή, κ.ά.

Επίσης έχει εφαρμογές στην Παιδοχειρουργική, την Αγγειοχειρουργική και τη Νευροχειρουργική.

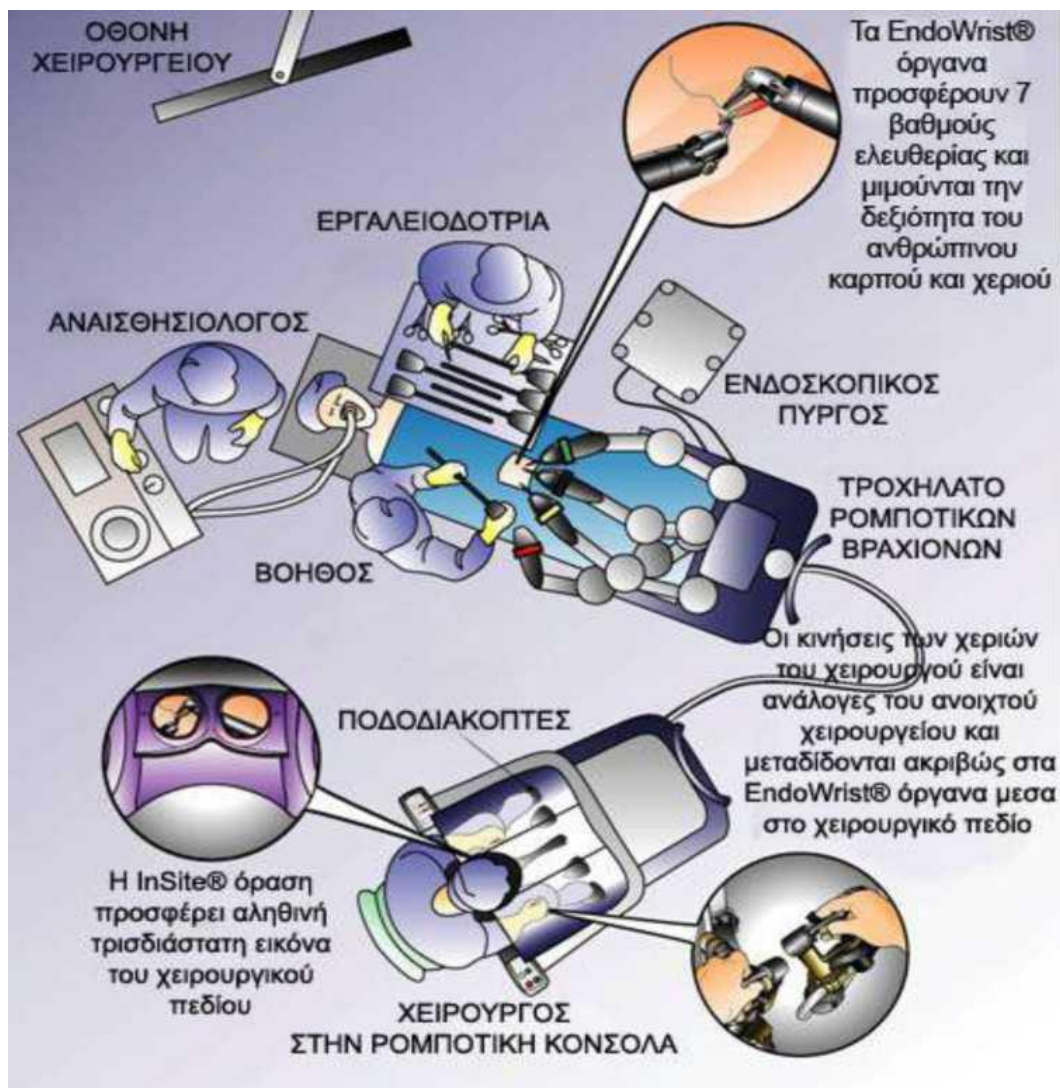
Κατά τη χρήση του συστήματος, ο χειρουργός κάθεται μπροστά στη χειρουργική- ρομποτική κονσόλα, όπου βλέπει το χειρουργικό πεδίο τρισδιάστατο και μεγεθυμένο σε μια οθόνη, και πραγματοποιεί την επέμβαση κινώντας δύο ειδικά χειριστήρια, που μοιάζουν με τα γνωστά joysticks των videogames.⁶ Οι κινήσεις που εκτελεί ο χειρουργός με τη βοήθεια των χειριστηρίων αυτών μεταφέρονται ψηφιακά σε έναν πρωτοποριακό ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος τις επεξεργάζεται ανάλογα και τις μεταφράζει με πρωτόγνωρη ακρίβεια σε αντίστοιχες κινήσεις μέσα στο χειρουργικό πεδίο που εκτελούνται από τους αρθρωτούς χειρουργικούς βραχίονες του ρομπότ. Οι κινήσεις αυτές των ρομποτικών βραχιόνων ελέγχονται πλήρως και αποκλειστικά από το χειρουργό, σε τέτοιο βαθμό που ακόμα και ένα στιγμιαίο τράβηγμα του κεφαλιού του χειρουργού από την κονσόλα να ακινητοποιεί πλήρως τους ρομποτικούς βραχίονες. Έτσι λοιπόν το ρομπότ δεν μπορεί να κινηθεί μόνο του, ούτε να προγραμματιστεί, αλλά πραγματοποιεί τις κινήσεις του χειρουργού, ο οποίος πρέπει να είναι ειδικά εκπαιδευμένος στη χρήση του.

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

Το ρομποτικό σύστημα Da Vinci είναι απόλυτα ασφαλές στη χρήση του. Παρόλα αυτά, στην περίπτωση που το σύστημα «κωλύσει», μπορεί να συνεχιστεί η επέμβαση λαπαροσκοπικά χωρίς να χρειασθεί να γίνει μία μεγάλη τομή. Είναι πολύ σημαντικό να είναι ο χειρουργός αρκετά έμπειρος όχι μόνο στη ρομποτική, αλλά και στη λαπαροσκοπική ή ακόμα και στην ανοιχτή χειρουργική.

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

⁶ <http://www.intuitivesurgical.com/products/index.aspx>



Σχήμα 2.5: Τοποθέτηση του συστήματος Da Vinci και των εξαρτημάτων του και θέση των ιατρών και νοσηλευτών κατά τη διάρκεια ρομποτικά υποβοηθούμενης επέμβασης

Το σύστημα Da Vinci παρέχει τη δυνατότητα πραγματοποίησης δύσκολων χειρουργικών χειρισμών με εξαιρετική ευκολία. Τα λαπαροσκοπικά εργαλεία των ρομποτικών βραχιόνων μπορούν να πραγματοποιήσουν όχι μόνο όλες τις κινήσεις που πραγματοποιεί το ανθρώπινο χέρι (7 βαθμοί ελευθερίας στην κίνηση), με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια και δεξιότητα, αλλά ταυτόχρονα και να περιστρέφονται σχεδόν 360 μοίρες μέσα στο χειρουργικό πεδίο, ξεπερνώντας έτσι ακόμα και τις δυνατότητες κίνησης του ανθρώπινου χεριού.

Ο χειρουργός έχει τη δυνατότητα να βλέπει άριστα σε σημεία που έως τώρα δεν υπήρχε καμιά οπτική πρόσβαση και ταυτόχρονα να χειρουργεί σε απρόσιτα μέχρι σήμερα σημεία με απόλυτη ασφάλεια και ακρίβεια. Παράλληλα, απολαμβάνει μεγαλύτερη άνεση και εργονομική ευκολία

κατά τη διάρκεια της επέμβασης, καθώς την εκτελεί καθιστός, ερχόμενος σε πλήρη αντίθεση με τη συνηθισμένη χειρουργική και κλασσική λαπαροσκοπική πρακτική. Το προσεκτικά σχεδιασμένο και άριστο εργονομικό περιβάλλον μειώνουν τον κάματο του χειρουργού προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο στον ίδιο όσο και στον ασθενή, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις δύσκολων και πολύωρων επεμβάσεων.⁷

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

2.5Σύστημα Aesop (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning)

Με την έγκριση του από την FDA το 1994, το Aesop έγινε το πρώτο ρομπότ που βοήθησε τους χειρουργούς στο χειρουργείο. Χάρη στην πετυχημένη του χρήση σε πάνω από 70.000 επεμβάσεις μέχρι τώρα, έχει γίνει ένα αξιόπιστο και συχνά αναντικατάστατο βοήθημα στο χειρουργείο.

Η λειτουργία του Aesop είναι αρκετά απλή. Χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση των ελιγμών μιας μικροσκοπικής κάμερας μέσα στον ασθενή σύμφωνα με τις φωνητικές εντολές του χειρουργού. Με αυτόν τον τρόπο, το Aesop έχει εξαλείψει την ανάγκη του χειρισμού του ενδοσκοπίου από ένα μέλος της χειρουργικής ομάδας. Αυτή η πρόοδος σημείωσε μια καίρια εξέλιξη στις τεχνικές bypass κλειστού θώρακος, καθώς πλέον οι χειρουργοί μπορούσαν να ελέγχουν άμεσα και επακριβώς το χειρουργικό οπτικό τους πεδίο. Σήμερα, περίπου το 1/3 όλων των ελάχιστα επεμβατικών εγχειρήσεων χρησιμοποιούν το Aesop για τον έλεγχο του ενδοσκοπίου. Λαμβάνοντας υπόψη ότι κάθε μηχανήμα Aesop μπορεί να αναλάβει 240 περιστατικά το χρόνο, μόνο 17.000 μηχανήματα απαιτούνται για όλες τις ελάχιστα επεμβατικές εγχειρήσεις. Το Aesop κοστίζει περίπου \$65,000 και έχει αποδώσει ικανοποιητικά σε όλες τις

⁷ Ρομπότ-βοηθός εγχειρήσεων στον εγκέφαλο, εφημερίδα 'Καθημερινή', 19/04/07

http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_world_1_19/04/2007_223879

κλινικές δοκιμές στις οποίες έχει υποβληθεί. ⁸Τελικώς, το Aesop έχει την δυνατότητα να κυριαρχήσει στην αγορά της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής. ⁹

2.6 Σύστημα Zeus

Το Zeus είναι το νεότερο και πλέον τεχνικά προηγμένο ρομποτικό βοήθημα. Περιέχει ρομποτικούς βραχίονες που μιμούνται τον συμβατικό χειρουργικό εξοπλισμό και μια οθόνη που προσφέρει στον χειρουργό ορατότητα του χειρουργικού του πεδίου. Το πιο σημαντικό όμως είναι ότι δίνει στον χειρουργό τη δυνατότητα να χειρουργεί έναν ασθενή χρησιμοποιώντας ένα χειριστήριο με χειρολαβές που μεταφράζουν τις κινήσεις των χεριών του χειρουργού σε ακριβείς μικρο-κινήσεις μέσα στο σώμα του ασθενή. Για παράδειγμα, μια κίνηση ενός εκατοστού από τον χειρουργό μεταφράζεται σε κίνηση ενός χιλιοστού της άκρης του χειρουργικού οργάνου που κρατά ο ρομποτικός βραχίονας. Το Zeus έχει επίσης τη δυνατότητα να μειώνει τον τρόμο των χεριών του χειρουργού και να αυξάνει εξαιρετικά την επιδεξιότητα του χειρουργού. Επιτρέπει στον χειρουργό να υπερβεί τα όρια της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής και καθιστά δυνατές πολυάριθμες λεπτεπίλεπτες επεμβάσεις που μέχρι τώρα ήταν αδύνατο να εκτελεστούν. Το κόστος του είναι περίπου ένα εκατομμύριο δολάρια για κάθε ρομπότ. ¹⁰

2.7 Σύστημα Hermes

Το Hermes διαφέρει από το Aesop και το Zeus διότι δεν χρησιμοποιεί ρομποτικούς βραχίονες για την βελτιστοποίηση του χειρουργείου. Το Hermes είναι περισσότερο μια πλατφόρμα σχεδιασμένη για την δικτύωση του χειρουργείου με ολοκληρωμένες χειρουργικές συσκευές, που μπορούν να ελεγχθούν με απλές φωνητικές εντολές. Βασικό πλεονέκτημα που προσφέρει είναι η δυνατότητα του χειρισμού όλου του χειρουργικού εξοπλισμού από τον χειρουργό. Μπορεί να ενσωματώσει τραπέζια, φώτα, βιντεοκάμερες και χειρουργικό εξοπλισμό μειώνοντας το χρόνο και το κόστος των εγχειρήσεων. Τελικά το Hermes μειώνει την ανάγκη για προσωπικό στο χειρουργείο και

⁸ Robotics: the Future of Minimally Invasive Heart Surgery. (n.d.). Retrieved from http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2000_Groups/Heart_Surgery/Robotics.html

⁹ Nathan, C-A.O., Chakradeo, V., Malhotra, K., D'Agostino, H., & Patwardhan, R. (2006). *The Voice-Controlled Robotic Assist Scope Holder AESOP for the Endoscopic Approach to the Sella*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1586176>

¹⁰ Robotics: the Future of Minimally Invasive Heart Surgery. (n.d.). Retrieved from http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2000_Groups/Heart_Surgery/Robotics.html

διευκολύνει την καθιέρωση ενός δικτυωμένου και ιδιαίτερα οργανωμένου χειρουργείου. Η Computer Motion προσπαθεί να εισάγει το Hermes σε 84.000 χειρουργεία παγκοσμίως.¹¹

Ακολουθούν παρακάτω κάποια στοιχεία για την παγκόσμια αγορά συστημάτων ρομποτικής χειρουργικής όπως αυτά είχαν δημοσιευτεί στο περιοδικό Journal of Healthcare Management Ιουλίου/Αυγούστου 2003.¹²

Σύστημα	Κόστος	Εταιρεία	Περιγραφή συστήματος
da Vinci	\$1,000,000	Intuitive Surgical	Τηλεχειρουργική Ρομπότ με βραχίονες & χειρουργικά
Zeus	\$975,000	Computer Motion	Τηλεχειρουργική Ρομπότ με βραχίονες & χειρουργικά
Aesop 3000	\$80,000	Computer Motion	Ρομπότ χειρισμού ενδοσκοπίου με δυνατότητα φωνητικού
Hermes	-	Computer Motion	Ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου για τη δικτύωση
Socrates	-	Computer Motion	Σύστημα ρομποτικής τηλεσυνεργασίας για μοιραζόμενη χρήση του Aesop

Πίνακας.1: Η παγκόσμια αγορά των ρομποτικών χειρουργικών συστημάτων

Η Διεύθυνση Τροφίμων και Φαρμάκων των Η.Π.Α. (FDA)¹³ έχει εγκρίνει το σύστημα da Vinci για χρήση σε ουρολογικές χειρουργικές επεμβάσεις ενηλίκων και παιδιών, γενικές λαπαροσκοπικές επεμβάσεις, γυναικολογικές λαπαροσκοπικές επεμβάσεις, γενικές μη-καρδιαγγειακές θωρακοσκοπικές εγχειρήσεις καθώς και θωρακοσκοπικά υποβοηθούμενες επεμβάσεις καρδιοτομίας. Συγκεκριμένα, το σύστημα έχει λάβει

¹¹ Robotics: the Future of Minimally Invasive Heart Surgery. (n.d.). Retrieved from http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2000_Groups/Heart_Surgery/Robotics.html

¹² Lanfranco A., Castellanos A., Desai J. and Meyers W., *Robotic Surgery: A Current Perspective* Annals of Surgery, 239(1):14-21, January 2004 <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1356187>

¹³ Gerhardus D., *Robot-assisted surgery. The future is here*, Journal of Healthcare Management, 48(4):242-251, July/August 2003 http://www.entrepreneur.com/tradejournals/article/106226723_3.html

Ημερομηνία έγκρισης	Είδος χειρουργικής επέμβασης
26 Απριλίου 2005	Γυναικολογικές λαπαροσκοπικές επεμβάσεις
30 Ιανουαρίου 2003	Πλήρως ενδοσκοπική κοιλιακή διαφραγματική ανωμαλία
13 Νοεμβρίου 2002	Αποκατάσταση μιτροειδούς βαλβίδας
12 Νοεμβρίου 2002	Θωρακοσκοπικά υποβοηθούμενες επεμβάσεις
30 Μαΐου 2001	Λαπαροσκοπική ριζική προστατεκτομή
5 Μαρτίου 2001	Θωρακοσκοπική χειρουργική
11 Ιουλίου 2000	Γενική λαπαροσκοπική χειρουργική
31 Ιουλίου 1997	Χειρουργική υποβοήθηση

Πίνακας 2 :Εγκρίσεις που έχει λάβει το σύστημα da Vinci

2.8Ειδικότερη Βιβλιογραφία 2^ο Κεφαλαίου

Παπαστρατής, Γ., & Μανδρέκας, Δ.Π., (n.d.), Λαπαροσκοπική Χειρουργική. Στην *Χειρουργική*. Σέλας, Μ.Ν.

Anthony R. Lanfranco, Andres E. Castellanos, Jaydev P. Desai, & William C. Meyers. (2004). *Robotic Surgery: A Current Perspective*. Διαθέσιμο στο

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1356187>

<http://www.intuitivesurgical.com/products/index.aspx>

Benesh, Peter. (n.d.). Getting Docs To Buy \$1 Mil Robot Ain't Easy. *Investor's Business Daily*. Διαθέσιμο στο <http://www.investors.com/yahoofinance/2004w39/storyB02.asp>

FDA OKs Robo-Surgery. (2000). Διαθέσιμο στο

<http://www.wired.com/science/discoveries/news/2000/07/37536>

Ρομπότ-βοηθός εγχειρήσεων στον εγκέφαλο, εφημερίδα 'Καθημερινή', 19/04/07

http://news.kathimerini.gr/4dcgi/w_articles_world_1_19/04/2007_223879

Robotics: the Future of Minimally Invasive Heart Surgery. (n.d.). Retrieved from

http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2000_Groups/Heart_Surgery/Robotics.html

Nathan, C-A.O., Chakradeo, V., Malhotra, K., D'Agostino, H., & Patwardhan, R. (2006). *The Voice-Controlled Robotic Assist Scope Holder AESOP for the Endoscopic Approach to the Sella*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1586176>

Robotics: the Future of Minimally Invasive Heart Surgery. (n.d.). Retrieved from

http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2000_Groups/Heart_Surgery/Robotics.html

Lanfranco A., Castellanos A., Desai J. and Meyers W., *Robotic Surgery: A Current Perspective*, *Annals of Surgery*, 239(1): 14-21, January 2004 <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1356187>

Gerhardus D., *Robot-assisted surgery. The future is here*, *Journal of Healthcare Management*, 48(4):242-251, July/August 2003

http://www.entrepreneur.com/tradejournals/article/106226723_3.html

ΚΕΦΑΛΙΟ 3

3.1 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΩΝ

Σήμερα, το ρομποτικό σύστημα da Vinci χρησιμοποιείται με επιτυχία, μεταξύ των άλλων, και στις ακόλουθες χειρουργικές επεμβάσεις:¹

Ειδικότητα	Είδη επεμβάσεων που εκτελούνται με το da Vinci
Ουρολογία	ριζική προστατεκτομή, πυελοπλαστική, κυστεκτομή, νεφρεκτομή
Γυναικολογία	υστερεκτομή, μυωμεκτομή, αφαίρεση κύστεων ωοθηκών, σαλπίνγων, εξωμητρίου κνήσεως, λεμφαδενικός καθαρισμός
Γενική χειρουργική	χολοκυστεκτομή, θολοπλαστική κατά Nissen, γαστρικό bypass, μυοτομή Heller, νεφρεκτομή, σπληνεκτομή, παγκρεατεκτομή, επινεφριδεκτομή, ηπατεκτομή, γαστρεκτομή, κολεκτομή
Καρδιοχειρουργική	αποκατάσταση μιτροειδούς βαλβίδας, αορτοστεφανιαία παράκαμψη (bypass), διόρθωση του κολπικού διαφραγματικού ελλείμματος, καρδιακός επανασυγχρονισμός κοιλιών
Θωρακοχειρουργική	πνευμονεκτομή για πρωτοπαθές καρκίνωμα, λοβεκτομή, αφαίρεση θύμου αδένα
Παιδοχειρουργική	διόρθωση γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης, πυελοπλαστική για απόφραξη της ουρητηροπυελικής συμβολής, χολοκυστεκτομή, σαλπινγοωοθηκεκτομή, αποκατάσταση βατού αρτηριακού πόρου,

Πίνακας 3:Επεμβάσεις που εκτελούντω με το ρομποτικό σύστημα da Vinci

Από τον Σεπτέμβριο του 2006 λειτουργεί στο Ιατρικό Κέντρο Αθηνών και το πρώτο ρομποτικό χειρουργικό σύστημα da Vinci στη χώρα μας, τα επίσημα εγκαίνια του οποίου πραγματοποιήθηκαν στις 8 Νοεμβρίου του ίδιου έτους στο Μαρούσι. Μέσα στα δύο πρώτα χρόνια λειτουργίας του είχαν ήδη εκτελεστεί με απόλυτη επιτυχία 197 επεμβάσεις γενικής χειρουργικής και 290 ουρολογικές επεμβάσεις, οι οποίες μεταξύ των άλλων περιελάμβαναν:

34 θολοπλαστικές κατά Nissen για αποκατάσταση διαφραγματοκήλης

¹Σωτηρίου Δ., *Υπηρεσίες Τηλεϊατρικής*, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή Ε.Κ.Π.Α.
<http://mpl.med.uoa.gr/Downloads/PDF/tileiatrik.pdf>

3 αποκαταστάσεις παραοισοφαγικής διαφραγματοκήλης και 8 μυοτομές κατά Heller για διόρθωση αχαλασίας οισοφάγου

3 εκτομές γαστρικών όγκων, 1 περιφερειακή παγκρεατεκτομή, 1 τμηματεκτομή ήπατος και 4 εκτομές κύστεων ήπατος 0 36 χολοκυστεκτομές 0 5 σιγμοειδεκτομές με ή χωρίς ορθοπηξία 0 5 σκωληκοειδεκτομές 3 εκτομές κύστεων νεφρού, 4 νεφρεκτομές και 4 επινεφριδεκτομές 5 βουβωνοκήλες και 22 επεμβάσεις αποκατάστασης κοιλιοκήλης

ριζικές προστατεκτομές και κυστεκτομές

Στο διάστημα αυτό έγινε πλήρης καταγραφή του χρόνου προετοιμασίας του ρομποτικού συστήματος, της διάρκειας των χειρουργικών επεμβάσεων, της μετεγχειρητικής νοσηρότητας και του χρόνου νοσηλείας. Η καμπύλη εκμάθησης αξιολογήθηκε από τη σύγκριση των εγχειρητικών χρόνων στις περιπτώσεις της ρομποτικής χολοκυστεκτομής και θολοπλαστικής κατά Nissen στον πρώτο και δεύτερο χρόνο εφαρμογής του συστήματος, ενώ όλοι οι ασθενείς δήλωσαν ικανοποιημένοι μετά το πέρας της επέμβασης.^{2 3}

Είδος Επέμβασης	Αριθμός επεμβάσεων	Μέση ηλικία (έτη)	Μέσος χρόνος προετοιμασίας συστήματος (λεπτά)	Μέσος εγχειρητικός χρόνος (λεπτά)	Μέση διάρκεια νοσηλείας (ημέρες)
Ρομποτική χολοκυστεκτομή	36	48.78	16.19	60.27	1.92
Ρομποτική θολοπλαστική κατά	34	46.26	19.74	99.28	1.68

Πίνακας 4: Αποτελέσματα ωψαντικότερων ρομποτικών επεμβάσεων στο Ιατρικό Κέντρο Αθηνών κατά τα δύο πρώτα χρόνια λειτουργίας του συστήματος da Vinci

Τον Ιούλιο του 2007 εγκαταστάθηκε και άρχισε να λειτουργεί στο Διαγνωστικό και Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ” ένα δεύτερο σύστημα ρομποτικής χειρουργικής τελευταίας γενιάς, το da Vinci S (Stream Line), το οποίο πραγματοποιεί όλο το φάσμα των λαπαροσκοπικών εγχειρήσεων αλλά και μεγάλο ποσοστό των έως σήμερα συμβατικών επεμβάσεων. Στο

²Σωτηρίου Δ., *Υπηρεσίες Τηλεϊατρικής*, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή Ε.Κ.Π.Α. <http://mpl.med.uoa.gr/Downloads/PDF/tileiatrik.pdf>

³ Κωνσταντινίδης Κ., Χειρίδης Σ., Ξιάρχος Α., Αναστασάκου Κ., Σάμπαλης Γ., Βοριάς Μ., Γεωργίου Μ. και Θωμάς Δ., *ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ DA VINCI ΔΥΟ ΧΡΟΝΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ*, Ιατρικό Αθηνών, 2009 http://library.tee.gr/digital/m2376/m2376_konstantinidis.pdf

συγκεκριμένο θεραπευτήριο έχει πραγματοποιηθεί κατά καιρούς ένας σημαντικός αριθμός επιτυχημένων ρομποτικών επεμβάσεων. Ενδεικτικά, αναφέρονται μερικές από αυτές: ^{4 5 6}

Ημερομηνία	Είδος χειρουργικής επέμβασης
16-04-08	Πρώτη χειρουργική επέμβαση παχυσαρκίας (sleeve gastrectomy) με το ρομποτικό σύστημα da Vinci S στην Ελλάδα.
22-04-08	Πρώτη χειρουργική επέμβαση αορτοστεφανιαίας παράκαμψης (by-pass) χωρίς στερνοτομή σε έναν 74χρονο ασθενή με το σύστημα da Vinci S στην Ελλάδα. Ο ασθενής μεταφέρθηκε στο θάλαμό του την ίδια ημέρα
26-06-08	Πρώτη ρομποτική διαδερμική σπονδυλοδεσία στην Ελλάδα σε έναν 70χρονο ασθενή. Η επέμβαση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του ρομποτικού συστήματος SpineAssist για υποβοήθηση εγχειρήσεων στη
01-07-08	Πρώτη ολική υστερεκτομή και αφαίρεση ωοθηκών σε μία 52χρονη ασθενή με το σύστημα da Vinci S στην Ελλάδα. Η ασθενής είχε τη δυνατότητα να πάρει εξιτήριο ακόμα και την ίδια ημέρα. Η όλη διαδικασία μεταδόθηκε ζωντανά κατά τη διάρκεια ημερίδας που πραγματοποιήθηκε στο νοσοκομείο με θέμα “Η Ρομποτική Χειρουργική
20-10-08	Ανακοινώθηκε η επιτυχημένη ολοκλήρωση των τριών πρώτων καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων αποκατάστασης μιτροειδούς βαλβίδας με το ρομποτικό σύστημα da Vinci S στην Ελλάδα.
23-10-08	Πρώτη επιτυχημένη χειρουργική επέμβαση εγκεφάλου στη χώρα μας σε ασθενή 54 χρονών με τη χρήση του ρομποτικά καθοδηγούμενου μικροσκοπίου PENTERO, το οποίο ενδείκνυται για όγκους μεγαλύτερους των 3 cm. Το μικροσκόπιο ήταν ηλεκτρονικά συνδεδεμένο με το αυτοματοποιημένο σύστημα νευροπλοήγησης Stealth Station. Η
06-04-09	Αποτελεσματική αντιμετώπιση των ινομυωμάτων με το σύστημα da Vinci S σε μία 30χρονη γυναίκα. Η αφαίρεση των δύο ινομυωμάτων, μεγέθους 2.5 και 4.5 cm, ολοκληρώθηκε αναίμακτα, χωρίς επιπλοκές και η ασθενής είχε τη δυνατότητα να πάρει εξιτήριο από το θεραπευτήριο την αμέσως

Πίνακας 5: Σημαντικότερες επεμβάσεις ρομποτικής χειρουργικής στο Δ. Θ.Κ.Α “Υγεία ”

⁴ Δελτία Τύπου - 2007, Διαγνωστικό & Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ”
http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=44

⁵ Δελτία Τύπου - 2008, Διαγνωστικό & Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ”
http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=267

⁶ Δελτία Τύπου - 2009, Διαγνωστικό & Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ”
http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=373

Το νοσοκομείο “ΥΓΕΙΑ” αποτελεί πλέον κέντρο αναφοράς σε Ελλάδα και Ευρώπη ως προς τον τεχνολογικό εξοπλισμό και την εφαρμογή πρωτοποριακών τεχνικών στην Ακτινοθεραπεία, μετά και την πρόσφατη εγκατάσταση τριών υπερσύγχρονων ρομποτικών γραμμικών επιταχυντών στη Μονάδα Ακτινοθεραπευτικής Ογκολογίας του νοσοκομείου με μία επένδυση που άγγιξε το ποσό των 7 εκ. ευρώ. Οι νέοι γραμμικοί επιταχυντές ELEKTA AXESSE, synergy και platform ενσωματώνουν τα πλέον εξελιγμένα συστήματα για καθοδηγούμενη από εικόνες ακτινοθεραπεία (Image-Guided RadioTherapy ή IGRT), προσφέροντας έτσι μοναδική ευκαιρία όχι μόνο στους Έλληνες αλλά και στους πολίτες των όμορων κρατών για την όσο το δυνατόν καλύτερη αντιμετώπιση των διάφορων μορφών καρκίνου.

Με τους τρεις νέους αυτούς ρομποτικούς επιταχυντές επιτυγχάνεται κλιμάκωση των χορηγούμενων δόσεων ακτινοβολίας με λιγότερη τοξικότητα για τη ριζική θεραπεία και διάσωση ζωτικών οργάνων. Ο εξοπλισμός τους περιλαμβάνει προηγμένα συστήματα ηλεκτρονικής απεικόνισης πεδίου και συστήματα ανάλογα του αξονικού τομογράφου, ώστε να επιτυγχάνεται τρισδιάστατη ογκομετρική απεικόνιση του ασθενούς στη θέση θεραπείας την ώρα της ακτινοβολήσης, καθώς και ρομποτικούς χειρισμούς ελέγχου, διόρθωσης και ακριβούς τοποθέτησης, εξασφαλίζοντας έτσι την απόλυτη στόχευση του όγκου-στόχου. Με τον τρόπο αυτό, η μονάδα Ακτινοθεραπευτικής Ογκολογίας του “ΥΓΕΙΑ” έχει τη δυνατότητα εφαρμογής της πλέον εξελιγμένης μορφής συμμόρφου τρισδιάστατης ακτινοθεραπείας, της ακτινοθεραπείας με πεδία ακτινοβολίας διαμορφωμένης έντασης (Intensity Modulated Radiation Therapy ή IMRT), της ογκομετρικά τοξοειδούς ακτινοθεραπείας διαμορφωμένης έντασης (Volumetric Modulated Arc Therapy ή VMAT) και της στερεοτακτικής ακτινοθεραπείας και ακτινοχειρουργικής (Stereotactic Radiotherapy and Radiosurgery) σώματος-κεφαλής.⁴

Μία ακόμη ιδιωτική πρωτοβουλία οδήγησε στην εγκατάσταση και ενός άλλου συστήματος ρομποτικής χειρουργικής da Vinci στη χώρα μας. Στα πλαίσια της πρώτης επίσημης παρουσίασης της Γενικής Κλινικής Doctors' Hospital, που έλαβε χώρα την Τετάρτη 11 Ιουνίου 2008 στην Αίγλη Ζαπτείου, δόθηκε στους παρευρισκόμενους η δυνατότητα να παρακολουθήσουν μέσω ζωντανής σύνδεσης με το χειρουργείο της κλινικής μία επέμβαση παχυσαρκίας που πραγματοποιήθηκε με το σύστημα αυτό. Οι παριστάμενοι είχαν επίσης την ευκαιρία να ενημερωθούν ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τον τρόπο λειτουργίας και τις περιπτώσεις κατά τις οποίες ενδείκνυται η χρήση του συστήματος da Vinci. Σημειώνεται, ότι η συγκεκριμένη

⁴Δ.Θ.Κ.Α. ΥΓΕΙΑ: Η μεγαλύτερη επένδυση στον τομέα της Ακτινοθεραπείας στην Ελλάδα, εφημερίδα ‘ΤΑ ΝΕΑ’, 18/05/2009
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=6485>

κλινική, την ιδιοκτησία και διαχείριση της οποίας έχει η εταιρεία “ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ Α.Ε.Ε.-Ο.Τ.Κ.” εξειδικεύεται κυρίως σε επεμβάσεις βαριατρικής.^{4 5}

Το Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών “Λαϊκό” αποτελεί από τις 23 Ιουλίου του 2008 το πρώτο δημόσιο νοσοκομείο της χώρας μας στο οποίο έχει εγκατασταθεί και λειτουργεί το σύστημα ρομποτικής χειρουργικής da Vinci, προσφέροντας σε όλους τους Έλληνες ασθενείς τη δυνατότητα να επωφελούνται από την πιο σύγχρονη τεχνολογία στην εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων που εφαρμόζεται σήμερα σε πολλές χώρες διεθνώς. Το σύστημα άρχισε να εφαρμόζεται άμεσα σε επεμβάσεις γενικής χειρουργικής, ενώ εντός του επόμενου εξαμήνου από την εγκατάστασή του προβλεπόταν η επέκταση των εφαρμογών του στην ουρολογία και σε άλλες χειρουργικές ειδικότητες.

Η εγκατάσταση και λειτουργία του συγκεκριμένου συστήματος στο δημόσιο, πανεπιστημιακό νοσοκομείο “Λαϊκό” εγκαινίασε ουσιαστικά την εποχή της ρομποτικής χειρουργικής για το ελληνικό δημόσιο νοσοκομείο και αποτέλεσε την έμπρακτη απόδειξη της συνεχούς προσπάθειας που καταβάλλεται έτσι ώστε το Εθνικό Σύστημα Υγείας να παρέχει υπηρεσίες υψηλού επιπέδου σε κάθε Έλληνα ασθενή. Επιπρόσθετα, η εφεξής συστηματική εφαρμογή της ρομποτικής χειρουργικής θα προσφέρει τη δυνατότητα εκπαίδευσης των φοιτητών της Ιατρικής Σχολής και των ειδικευόμενων ιατρών του Λαϊκού Νοσοκομείου σε ιατρικές τεχνολογίες αιχμής.

Στις περιπτώσεις της ριζικής προστατεκτομής για παράδειγμα, όπου έχει εντοπιστεί καρκίνος στον προστάτη, η ρομποτική χειρουργική με το σύστημα da Vinci πλεονεκτεί ουσιαστικά σε σύγκριση με την ανοιχτή χειρουργική. Η ρομποτική μέθοδος εξαιρεί ριζικά τη νόσο και μειώνει για πρώτη φορά σημαντικά τις πιθανότητες να εμφανίσει ο ασθενής ακράτεια ούρων ή στυτική δυσλειτουργία μετά την επέμβαση. Για τους λόγους αυτούς άλλωστε η εξάπλωση των ρομποτικών ριζικών προστατεκτομών είναι αξιοσημείωτη (πάνω από 5.000 παγκοσμίως).

⁴ Κλινική Doctors’ Hospital: Η ρομποτική στην αντιμετώπιση της παχυσαρκίας, εφημερίδα ‘ΤΑ ΝΕΑ’, 18/06/2008

<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=3536&la=1>

⁵ Η ΟΤΚ στην Εναλλακτική Αγορά του Χρηματιστηρίου Αθηνών, εφημερίδα ‘ΤΑ ΝΕΑ’, 11/05/09
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=6416>

Ουρολογία	Ανοιχτό Χειρουργείο	Λαπαροσκοπικά	Σύστημα da Vinci
Διάρκεια επέμβασης	164 min	248 min	160 min
Απώλεια Αίματος	900 ml	380 ml	153 ml
Μετεγχειρητικές επιπλοκές	15%	10%	5%
Χρόνος νοσηλείας	3.5 ημέρες	1.3 ημέρες	1.2 ημέρες
Ποσοστό ανάπτυξης καρκίνου μετεγχειρητικά	24%	24%	5%
Χρόνος χρήσης καθετήρα μετά την επέμβαση	15 ημέρες	10 ημέρες	5 ημέρες

Πίνακας 6: Αποτελέσματα επεμβάσεων ριζικής προστατεκτομής στο “Λαϊκό”

Η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται στην Ελλάδα και στην καρδιολογία, σε περιπτώσεις απλού bypass μέχρι στιγμής. Ο ασθενής καταπονείται αισθητά λιγότερο, καθώς αποφεύγεται έτσι η μεγάλη θωρακική τομή της ανοιχτής μεθόδου. Χάρη σε τέσσερις τομές του ενός εκατοστού ο μετεγχειρητικός πόνος είναι ελάχιστος, το εξιτήριο από τη μονάδα εντατικής θεραπείας χορηγείται την ίδια ημέρα της επέμβασης ενώ η συνολική παραμονή στο νοσοκομείο δεν ξεπερνά τις τέσσερις ημέρες.

Καρδιοχειρουργική μιτροειδούς βαλβίδας	Αποκατάσταση	Ανοιχτό Χειρουργείο	Σύστημα da Vinci
Θνησιμότητα		2.2%	0%
Σημαντικές μετεγχειρητικές επιπλοκές		13.1%	0%
Χρόνος μετεγχειρητικής νοσηλείας		8.5 ημέρες	1.3 ημέρες

Πίνακας 7: Αποτελέσματα επεμβάσεων αποκατάστασης μιτροειδούς βαλβίδας στο “Λαϊκό”

Εμφανή όμως είναι και τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η ρομποτική χειρουργική με το da Vinci στην Ελλάδα και σε επεμβάσεις γενικής χειρουργικής. Από τα περιστατικά που έχουν αντιμετωπιστεί με τη ρομποτική μέθοδο μέχρι στιγμής έχουν προκύψει τα ακόλουθα στατιστικά στοιχεία.⁴

⁴Τι είναι η ρομποτική χειρουργική; Δελτίο Τύπου του Νοσοκομείου “Λαϊκό”, 23/07/2008
http://www.hellenichealth.gr/deltia_typou/deltia_tupou_info_23_7_08laikohospital.php

Γενική Χειρουργική	Λαπαροσκοπικά	Σύστημα da Vinci
Ποσοστό επιτυχίας	93%	100%
Διάρκεια επέμβασης	173 min	120 min
Χρόνος νοσηλείας	48 ώρες	36 ώρες

Πίνακας 8: Αποτελέσματα επεμβάσεων γενικής χειρουργικής στο “Λαϊκό ”

Από το 2006 λειτουργεί στο κέντρο μαγνητικής τομογραφίας “ΙΑΤΡΟΠΟΛΙΣ” η πρώτη στην Ελλάδα ρομποτική ακτινοχειρουργική μονάδα τελευταίας γενιάς CyberKnife G4 για την αντιμετώπιση ογκολογικών και άλλων παθήσεων σε όλο το σώμα. Η μονάδα αυτή έχει τη δυνατότητα να ακτινοβολεί πρωτογενείς ή μεταστατικούς όγκους καθώς και δυσπλασίες ή αλλοιώσεις σε κάθε σημείο του σώματος, χωρίς την ανάγκη ειδικής ακινητοποίησης του κεφαλιού ή του σώματος, με ακρίβεια καλύτερη από 0.3 mm χωρίς αναισθησία, αναίμακτα, σε μία έως πέντε συνεδρίες. Πρόκειται για έναν υπερσύγχρονο ιατρικό εξοπλισμό που αποκτήθηκε στα πλαίσια μίας επένδυσης ύψους 10 εκ. ευρώ.^{4 5}

Στα τρία χρόνια λειτουργίας του συστήματος στην Ακτινοχειρουργική Μονάδα του κέντρου έχουν ήδη αντιμετωπιστεί 1000 και πλέον περιστατικά, από τα οποία τα 651 ήταν περιστατικά όγκου κεφαλής και τα υπόλοιπα αφορούσαν όγκους στο υπόλοιπο σώμα. Το σύνολο των ασθενών που ακολούθησαν τη συγκεκριμένη θεραπευτική μέθοδο στο “ΙΑΤΡΟΠΟΛΙΣ” δεν περιελάμβανε αποκλειστικά Έλληνες, αλλά και Ιταλούς, Άγγλους, Κύπριους και Αλβανούς, ενώ ζητήθηκε και η γνώμη των εξειδικευμένων, πεπειραμένων επιστημόνων του κέντρου από ασθενείς και ιατρικά κέντρα άλλων χωρών όπως η Ελβετία, η Νέα Ζηλανδία, το Ισραήλ, η Νορβηγία, η Αυστραλία, η Ρουμανία και η Ρωσία. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι επίσης ότι η συγκεκριμένη μέθοδος θεραπείας καλύπτεται πλήρως από τα ασφαλιστικά ταμεία.⁴

Ρομποτική χειρουργική εκπαίδευση στην Ελλάδα

Από την εγκατάσταση και λειτουργία του πρώτου ρομποτικού συστήματος da Vinci στην Ελλάδα το Σεπτέμβριο του 2006 στο Ιατρικό Κέντρο Αθηνών μέχρι σήμερα έχουν εκπαιδευτεί ήδη περισσότεροι από 20 Έλληνες ρομποτικοί χειρουργοί. Οι ρομποτικές επεμβάσεις που πραγματοποιούνται στη χώρα μας αποτελούν κατά καιρούς αφορμές να επισκέπτονται την Ελλάδα ομάδες επιστημόνων από γειτονικές κυρίως χώρες. Μία ρομποτική επέμβαση διαφραγματοκήλης σε έναν 42χρονο ασθενή έδωσε, για παράδειγμα, την ευκαιρία σε ομάδες

⁵ *Ιατρόπολις: Τρία χρόνια λειτουργία του CyberKnife*, εφημερίδα ‘ΤΑ ΝΕΑ’, 27/05/2009
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=6587>

καθηγητών χειρουργών από την Τουρκία και τη Σερβία να επισκεφθούν την Ελλάδα στις 21 Μαΐου του 2008 στο πλαίσιο της εκπαίδευσής τους στη ρομποτική τεχνολογία.

Η εγκατάσταση του πρώτου ρομποτικού συστήματος da Vinci σε δημόσιο νοσοκομείο της χώρας, και συγκεκριμένα στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο “Λαϊκό”, σηματοδότησε παράλληλα και την έναρξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων για χειρουργούς, ειδικευόμενους ιατρούς και φοιτητές. Μέχρι τότε η εκπαίδευση στη ρομποτική χειρουργική πραγματοποιούνταν αποκλειστικά στο εξωτερικό. Συγκεκριμένα, από τις 15 έως και τις 19 Δεκεμβρίου του 2008 πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα το 1^ο Διεθνές Workshop Ρομποτικής Χειρουργικής στη Νοτιοανατολική Ευρώπη από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Αθηνών και το Λαϊκό Γενικό Νοσοκομείο σε συνεργασία με την Ελληνική Εταιρεία Ενδοσκοπικής Χειρουργικής και την εταιρεία Plus Medica, η οποία διατηρεί τα αποκλειστικά δικαιώματα στην Ελλάδα για το σύστημα da Vinci. Δώδεκα χειρουργοί από την Ελλάδα, τη Ρουμανία και τη Σερβία παρακολούθησαν θεωρητικά σεμινάρια και συμμετείχαν σε προγράμματα πρακτικής εξάσκησης στο πειραματικό χειρουργείο για την εφαρμογή του συστήματος ρομποτικής χειρουργικής da Vinci σε επεμβάσεις γενικής χειρουργικής και ουρολογίας. Το Workshop πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Ιδρύματος Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών με τη συμμετοχή αναγνωρισμένων Ελλήνων χειρουργών με μεγάλη εξειδίκευση και εμπειρία στη ρομποτική χειρουργική.

Τη ρομποτική χειρουργική εκπαίδευση στην Ελλάδα συμπληρώνουν επιστημονικά συνέδρια, σεμινάρια και ημερίδες που πραγματοποιούνται κατά καιρούς. Πρόσφατα ανακοινώθηκε ότι το 6^ο Παγκόσμιο Συνέδριο Ρομποτικής Χειρουργικής (MIRA 2011) θα πραγματοποιηθεί στην Αθήνα. Η ανακοίνωση αυτή έγινε στα πλαίσια των εργασιών του 4^{ου} Παγκόσμιου Συνεδρίου Ρομποτικής Χειρουργικής (MIRA 2009) που πραγματοποιήθηκε στο Κεμπέκ του Καναδά.

3.2 Βιβλιογραφία 3^{ου} Κεφαλαίου

Σωτηρίου Δ., *Υπηρεσίες Τηλεϊατρικής*, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή Ε.Κ.Π.Α.
<http://mpl.med.uoa.gr/Downloads/PDF/tileiatrik.pdf>

Κωνσταντινίδης Κ., Χειρίδης Σ., Ξιάρχος Α., Αναστασάκου Κ., Σάμπαλης Γ., Βοριάς Μ., Γεωργίου Μ. και Θωμάς Δ., *ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ DA VINCI ΔΥΟ ΧΡΟΝΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ*, Ιατρικό Αθηνών, 2009 http://library.tee.gr/digital/m2376/m2376_konstantinidis.pdf

Δελτία Τύπου - 2007, Διαγνωστικό & Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ”
http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=44

Δελτία Τύπου - 2008, Διαγνωστικό & Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ”
http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=267

Δελτία Τύπου - 2009, Διαγνωστικό & Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ”
http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=373

Δ.Θ.Κ.Α. ΥΓΕΙΑ: Η μεγαλύτερη επένδυση στον τομέα της Ακτινοθεραπείας στην Ελλάδα, εφημερίδα ‘ΤΑ ΝΕΑ’, 18/05/2009
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=6485>

Κλινική Doctors’ Hospital: Η ρομποτική στην αντιμετώπιση της παχυσαρκίας, εφημερίδα ‘ΤΑ ΝΕΑ’, 18/06/2008
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=3536&la=1>

Η OTC στην Εναλλακτική Αγορά του Χρηματιστηρίου Αθηνών, εφημερίδα ‘ΤΑ ΝΕΑ’, 11/05/09
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=6416>

Επίσημα εγκαίνια για τη λειτουργία του Συστήματος Ρομποτικής Χειρουργικής da Vinci στο Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «Λαϊκό», Δελτίο Τύπου του Νοσοκομείου “Λαϊκό”, 23/07/2008
http://www.hellenic-health.gr/deltia_typou/deltia_typou_23_7_08_laikohospital.php

Τι είναι η ρομποτική χειρουργική; Δελτίο Τύπου του Νοσοκομείου “Λαϊκό”, 23/07/2008
http://www.hellenic-health.gr/deltia_typou/deltia_typou_info_23_7_08_laikohospital.php

Νέες ιατρικές εξελίξεις 2007, ΙΑΤΡΟΠΟΛΙΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ Α.Ε.
<http://www.iatropoli.gr/index.php?option=comcontent&task=view&id=69&Itemid=64>

Λιακοπούλου Θ., Επένδυση 10 εκατ. ευρώ από την Ιατρόπολις για εγκατάσταση μηχανήματος ρομποτικής ιατρικής, εφημερίδα ‘Καθημερινή’, 29/12/2006
http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_economyepix_1_29/12/2006_210404

Ιατρόπολις: Τρία χρόνια λειτουργία του CyberKnife, εφημερίδα ‘ΤΑ ΝΕΑ’, 27/05/2009
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=6587>

Η καινοτομία της Ρομποτικής Χειρουργικής, 21/05/08 <http://news.pathfinder.gr/health/476641.html>

Η Ελλάδα γίνεται κέντρο εκπαίδευσης στη ρομποτική χειρουργική, εφημερίδα ‘Καθημερινή’, 17/12/2008
http://portal.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_kathciv_1_17/12/2008_260629

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Μετάβαση από την Λαπαροσκοπική στη Ρομποτική Χειρουργική

Όσο ωραία και αν φαντάζει η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική, υπάρχουν διάφορα κωλύματα. Κάποια από τους αυτά αφορούν την τεχνική και μηχανική φύση του εξοπλισμού. Έμφυτη στον τρέχοντα λαπαροσκοπικό εξοπλισμό είναι η απώλεια της απτικής ανάδρασης (δύναμης και αφής), του φυσικού συντονισμού όρασης και χεριών και της επιδεξιότητας. Η μετακίνηση των λαπαροσκοπικών οργάνων καθώς παρακολουθεί μια δισδιάστατη οθόνη βίντεο μειώνει την διαισθητική ικανότητα του χειρουργού. Πρέπει να κινεί στην οθόνη τα όργανα στην αντίθετη, από τον επιθυμητό στόχο κατεύθυνση, για να μπορεί να αλληλεπιδρά με την περιοχή ενδιαφέροντος. Τα τρέχοντα όργανα έχουν περιορισμένους βαθμούς ελευθερίας, τα περισσότερα έχουν τέσσερις, ενώ ο ανθρώπινος καρπός και το χέρι έχουν επτά. Υπάρχει επίσης μια μειωμένη αίσθηση αφής που κάνει τον χειρισμό των ιστών ιδιαίτερα εξαρτώμενο από την νοερή αντίληψη του χειρουργού. Τέλος, ο φυσιολογικός τρόμος των χεριών του χειρουργού μεταδίδεται μέσω των άκαμπτων οργάνων. Αυτοί οι περιορισμοί κάνουν τις πιο λεπτεπίλεπτες διατομές και αναστομάσεις δύσκολες, αν όχι αδύνατες. Το κίνητρο για την ανάπτυξη χειρουργικών ρομπότ έχει ρίζες στην επιθυμία να υπερνικηθούν οι περιορισμοί της τρέχουσας λαπαροσκοπικής τεχνολογίας και να επεκταθούν τα οφέλη της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής.^{1 2}

¹Σκρέκας Γ., *Ρομποτική χειρουργική. Παρόν και μέλλον*, 2007
http://www.gomedica.org/robotic_surgery.htm

²*Robot-Assisted Surgery* http://biomed.brown.edu/Courses/BI_108/BI_108_2005_Groups/04/index.html

Λαπαροσκοπικά Προβλήματα/Περιορισμοί	Λύσεις/Δυνατότητες Χειρουργικής	Ρομποτικής
Η δισδιάστατη προβολή του χειρουργικού πεδίου στην οθόνη εξασθενεί την αντίληψη βάθους	Συστήματα με κιάλια και φίλτρα πόλωσης δημιουργούν τρισδιάστατη όψη του πεδίου	
Οι κινήσεις αντιβαίνουν την διαίσθηση του χειρουργού, δηλαδή η κίνηση του οργάνου προς τα δεξιά εμφανίζεται προς τα αριστερά στην οθόνη	Οι κινήσεις είναι διαισθητικές, δηλαδή η κίνηση του χειριστηρίου προς τα δεξιά προκαλεί κίνηση προς τα δεξιά στην οθόνη	
Ασταθής κάμερα που κρατά ένας βοηθός	Ο χειρουργός ελέγχει την κάμερα που κρατιέται στην θέση της από έναν ρομποτικό βραχίονα, επιτρέποντας εγχείρηση χωρίς βοηθούς	
Μειωμένοι βαθμοί ελευθερίας των ευθύγραμμων λαπαροσκοπικών οργάνων	Αυξημένοι βαθμοί ελευθερίας, το ρομπότ μιμείται την κίνηση του ανθρώπινου χεριού	
Ο χειρουργός αναγκάζεται να υιοθετήσει άβολες στάσεις κατά τη διάρκεια της επέμβασης	Εργονομικά ανώτερη στάση χειρουργού: ο χειρουργός κάθεται άνετα στην κονσόλα ελέγχου	
Μακρά καμπύλη εκμάθησης	Μειωμένη καμπύλη εκμάθησης	

Πίνακας10: Λαπαροσκοπικοί περιορισμοί / Ρομποτικές λύσεις

4.2 Πλεονεκτήματα της Ρομποτικής Χειρουργικής

Τα πλεονεκτήματα αυτών των συστημάτων είναι πολλά γιατί υπερνικούν πολλά από τα εμπόδια της λαπαροσκοπικής χειρουργικής. Αυξάνουν την επιδεξιότητα, αποκαθιστούν τον αρμόζοντα συντονισμό ματιών-χεριών, προσφέρουν εργονομική στάση στον χειρουργό και βελτιώνουν την απεικόνιση. Ακόμα, αυτά τα συστήματα καθιστούν τις εγχειρήσεις, που ήταν τεχνικά δύσκολες ή ανέφικτες πριν, πλέον πραγματοποιήσιμες.²

²Benesh, Peter. (n.d.). Getting Docs To Buy \$1 Mil Robot Ain't Easy. *Investor's Business Daily*. Διαθέσιμο στο <http://www.investors.com/yahoofinance/2004w39/storyB02.asp>

	Συμβατική Λαπαροσκοπική Χειρουργική	Ρομποτική Χειρουργική
Πλεονεκτήματα	Πλήρως ανεπτυγμένη τεχνολογία	Τρισδιάστατη απεικόνιση
	Οικονομικά προσιτή και παντού παρούσα	Βελτιωμένη δεξιότητα
	Αποδεδειγμένη αποτελεσματικότητα	Επτά βαθμοί ελευθερίας
		Εξάλειψη του φαινομένου του υπομοχλίου
		Εξάλειψη του τρόμου των χεριών του χειρουργού
		Δυνατότητα να κλιμακώνει τις κινήσεις
		Δυνατή η μικρο-αναστόμωση
		Τηλεχειρουργική
		Εργονομική θέση
Μειονεκτήματα	Απώλεια της αίσθησης αφής	Έλλειψη της αίσθησης αφής
	Απώλεια της τρισδιάστατης οπτικοποίησης	Πολλή ακριβή
	Μειωμένη δεξιότητα	Υψηλό κόστος εκκίνησης
	Περιορισμένοι βαθμοί κίνησης	Μπορεί να χρειάζεται επιπλέον προσωπικό για την επέμβαση
	Φαινόμενο του υπομοχλίου	Νέα τεχνολογία
	Ενίσχυση του τρόμου των χεριών του χειρουργού	Οφέλη μη αποδεδειγμένα

Πίνακας 11: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της συμβατικής λαπαροσκοπικής χειρουργικής σε σύγκριση με την ρομποτική χειρουργική

Τα ρομποτικά συστήματα ενισχύουν την επιδεξιότητα με διάφορους τρόπους. Τα όργανα με αυξημένους βαθμούς ελευθερίας ενισχύουν εξαιρετικά την ικανότητα του χειρουργού να χειρίζεται τα όργανα και άρα και τους ιστούς. Αυτά τα συστήματα είναι σχεδιασμένα ώστε να αντισταθμίζουν τον τρόμο των χεριών του χειρουργού μέσω καταλλήλων φίλτρων λογισμικού και υλικού υπολογιστή. Επιπροσθέτως, αυτά τα συστήματα μπορούν να κλιμακώνουν την κίνηση ώστε οι μεγάλες κινήσεις των χειρολαβών ελέγχου να μεταφράζονται σε μικροκινήσεις μέσα στον ασθενή. Ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα είναι η αποκατάσταση του σωστού συντονισμού ματιών-χεριών και μιας εργονομικής στάσης. Τα εν λόγω ρομποτικά συστήματα εξαλείφουν την επίδραση του υπομοχλίου, κάνοντας τον χειρισμό των οργάνων πιο διαισθητικό. Με τον χειρουργό καθισμένο σε απόσταση, σε ένα εργονομικά σχεδιασμένο σταθμό εργασίας, τα τρέχοντα συστήματα εξαλείφουν επίσης την ανάγκη να παίρνει ο χειρουργός άβολες στάσεις για να κινεί τα όργανα και να βλέπει την οθόνη. Επίσης, η ενισχυμένη όραση αυτών των συστημάτων είναι αξιολογούμενη. Η τρισδιάστατη όψη με αντίληψη βάθους είναι μια αξιολογική βελτίωση σε σχέση με την συμβατική λαπαροσκοπική κάμερα. Επίσης, ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η ικανότητα του χειρουργού να ελέγχει άμεσα ένα σταθερό οπτικό πεδίο με αυξημένη μεγέθυνση και δυνατότητα ελιγμών. Όλα αυτά δημιουργούν εικόνες με αυξημένη ανάλυση, που συνδυασμένες με τους αυξημένους βαθμούς ελευθερίας και ενισχυμένη επιδεξιότητα, αναβαθμίζουν εξαιρετικά την ικανότητα του χειρουργού να αναγνωρίζει και να κάνει τομές σε ανατομικές δομές όσο και να πραγματοποιεί μικροαναστομώσεις.¹

¹Σκρέκας Γ., *Ρομποτική χειρουργική. Παρόν και μέλλον*, 2007
[http:// a.org/robotic_surgery.htm/www.gomedic](http://a.org/robotic_surgery.htm/www.gomedic)

Δυνατά Σημεία Ανθρώπου	Ανθρώπινοι Περιορισμοί	Δυνατά Σημεία Ρομπότ	Ρομποτικοί Περιορισμοί
Καλός συντονισμός ματιών-χεριών	Επιδεξιότητα περιορισμένη στην φυσική κλίμακα	Καλή γεωμετρική ακρίβεια	Καμία κρίση
Επιδέξιος	Επιρρεπής στον τρόμο των χεριών και την κούραση	Σταθερό και ακούραστο	Ανίκανο να χρησιμοποιήσει ποιοτικές πληροφορίες
Ευέλικτος και προσαρμόσιμος	Περιορισμένη γεωμετρική ακρίβεια	Κλιμάκωση της κίνησης	Έλλειψη απτικής αίσθησης
Μπορεί να ενσωματώσει εκτεταμένες και ποικίλες πληροφορίες	Περιορισμένη ικανότητα στη χρήση ποσοτικών πληροφοριών	Μπορεί να χρησιμοποιεί ποικίλους αισθητήρες για έλεγχο	Ακριβό
Στοιχειώδης απτική ικανότητα	Περιορισμένη αποστείρωση	Μπορεί να αποστειρωθεί	Ακόμα ρευστή τεχνολογία
Μπορεί να χρησιμοποιεί ποιοτικές πληροφορίες	Ευπαθής στην ακτινοβολία και τις μολύνσεις	Ανθεκτικό στην ακτινοβολία και την μόλυνση	Χρειάζονται περισσότερες μελέτες
Καλή κρίση			
Ευκολία στην διδασκαλία και την ενημέρωση			

Πίνακας 12: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ρομποτικής Χειρουργικής σε σύγκριση με την συμβατική χειρουργική

4.3 Μειονεκτήματα της Ρομποτικής Χειρουργικής

Υπάρχουν αρκετά μειονεκτήματα σε αυτά τα συστήματα. Πρώτα από όλα, η ρομποτική χειρουργική είναι μια νέα τεχνολογία της οποίας οι χρήσεις και η αποτελεσματικότητα δεν έχουν οριστεί πλήρως. Μέχρι τώρα, έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως έρευνες υλοποίησης και σχεδόν καμία δεν έχει ασχοληθεί με τις μακροπρόθεσμες συνέπειες. Πολλές επεμβάσεις θα πρέπει να επανασχεδιαστούν ώστε να βελτιστοποιηθεί η χρήση των ρομποτικών βραχιόνων και να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα. Ωστόσο, το πιο πιθανό είναι ο χρόνος να αποκαταστήσει αυτά τα μειονεκτήματα.

Ένα άλλο μειονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι το κόστος τους. Με τιμή ενός εκατομμυρίου δολαρίων, το κόστος τους είναι σχεδόν απαγορευτικό. Μπορεί μόνο να εικαστεί αν οι τιμές αυτών των συστημάτων πέσουν ή ανέβουν. Μερικοί πιστεύουν ότι, με βελτιώσεις στην τεχνολογία και απόκτηση περισσότερης εμπειρίας σχετικής με ρομποτικά συστήματα, οι τιμές θα πέσουν. Άλλοι πιστεύουν ότι οι βελτιώσεις στην τεχνολογία, όπως η απτική αίσθηση, αυξημένες ταχύτητες επεξεργαστή και πιο περίπλοκα και ικανά λογισμικά θα αυξήσουν το κόστος των ρομποτικών συστημάτων. Ένα ακόμα ζήτημα είναι το πρόβλημα της αναβάθμισης των συστημάτων. Πόσα θα πρέπει τα νοσοκομεία και οι υγειονομικές οργανώσεις να δαπανούν για την αναβάθμιση των συστημάτων τους και πόσο συχνά; Σε κάθε περίπτωση, πολλοί πιστεύουν ότι η αγορά αυτών των συστημάτων θα δικαιολογείται μόνο όταν αυτά θα παρουσιάζουν πολλαπλές εφαρμογές.^{1 2 3 4 5}

Ένα άλλο μειονέκτημα είναι το μέγεθος αυτών των συστημάτων. Και το σώμα των ρομπότ, αλλά και οι ρομποτικοί βραχίονες είναι ογκώδη και βαριά. Αυτό είναι ένα σημαντικό μειονέκτημα για τα σημερινά ήδη ασφυκτικά γεμάτα χειρουργεία. Μπορεί να είναι δύσκολο να χωρέσουν στο ίδιο χειρουργείο το ρομπότ και το χειρουργικό επιτελείο. Μερικοί προτείνουν ότι η ελαχιστοποίηση

¹ Nathan, C-A.O., Chakradeo, V., Malhotra, K., D'Agostino, H., & Patwardhan, R. (2006). *The Voice-Controlled Robotic Assist Scope Holder AESOP for the Endoscopic Approach to the Sella*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1586176>

² Benesh, Peter. (n.d.). Getting Docs To Buy \$1 Mil Robot Ain't Easy. *Investor's Business Daily*. Διαθέσιμο στο <http://www.investors.com/yahoofinance/2004w39/storyB02.asp>

³ Meadows, Michelle. (2002). *Robots Lend a Helping Hand to Surgeons*. Διαθέσιμο στο http://www.fda.gov/fdac/features/2002/302_bots.html

⁴ Hanly, E.J., & Talamini, M.A. (2004). Robotic Abdominal Surgery. *The American Journal of Surgery* 188. Διαθέσιμο στο <http://www.christiansurgeon.com/Robotic%20abdominal%20surgery%20Am%20J%20Surg%202004.pdf>

⁵ FDA OKs Robo-Surgery. (2000). Διαθέσιμο στο <http://www.wired.com/science/discoveries/news/2000/07/37536>

του μεγέθους των ρομποτικών βραχιόνων και οργάνων θα λύσει τα προβλήματα του τωρινού τους μεγέθους. Άλλοι πιστεύουν ότι η λύση είναι μεγαλύτερα και πιο άρτια εξοπλισμένα χειρουργεία. Το κόστος της δημιουργίας χώρου για τα ρομπότ επιπρόσθετα με το κόστος αγοράς τους, τα καθιστά μια ιδιαίτερα ακριβή τεχνολογία.

Ένα από τα δυνητικά μειονεκτήματα που αναγνωρίζεται, είναι η έλλειψη συμβατών οργάνων και εξοπλισμού. Η έλλειψη κάποιων οργάνων αυξάνει την εξάρτηση από βοηθούς δίπλα στην χειρουργική τράπεζα για να εκτελέσουν μέρος της εγχείρησης. Εντούτοις, αυτό είναι ένα μεταβατικό μειονέκτημα διότι νέες τεχνολογίες έχουν ήδη αναπτυχθεί και θα συνεχίσουν στο μέλλον για να αντιμετωπίσουν αυτές τις ελλείψεις.

Τα περισσότερα από τα μειονεκτήματα που έχουν εντοπιστεί θα αποκατασταθούν με το πέρασμα του χρόνου και τις βελτιώσεις στην τεχνολογία. Μόνος ο χρόνος μπορεί να αποφασίσει αν η χρήση αυτών των συστημάτων δικαιολογεί το κόστος τους. Αν το κόστος αυτών των συστημάτων παραμείνει υψηλό και δεν μειωθεί το κόστος των καθημερινών επεμβάσεων, είναι απίθανο να γίνει το ρομπότ μέλος κάθε χειρουργικού δωματίου και άρα, απίθανο να χρησιμοποιείται συστηματικά η ρομποτική χειρουργική.

4.4 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 4^{ου} Κεφαλαίου

Σκρέκας Γ., *Ρομποτική χειρουργική. Παρόν και μέλλον*, 2007

http://www.gomedica.org/robotic_surgery.htm

Robot-Assisted Surgery http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2005_Groups/04/index.html

Benesh, Peter. (n.d.). Getting Docs To Buy \$1 Mil Robot Ain't Easy. *Investor's Business Daily*. Διαθέσιμο στο <http://www.investors.com/yahoofinance/2004w39/storyB02.asp>

Σκρέκας Γ., *Ρομποτική χειρουργική. Παρόν και μέλλον*, 2007

http://www.gomedica.org/robotic_surgery.htm

Nathan, C-A.O., Chakradeo, V., Malhotra, K., D'Agostino, H., & Patwardhan, R. (2006). *The Voice-Controlled Robotic Assist Scope Holder AESOP for the Endoscopic Approach to the Sella*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1586176>

Benesh, Peter. (n.d.). Getting Docs To Buy \$1 Mil Robot Ain't Easy. *Investor's Business Daily*.

Διαθέσιμο στο <http://www.investors.com/yahoofinance/2004w39/storyB02.asp>

Meadows, Michelle. (2002). *Robots Lend a Helping Hand to Surgeons*. Διαθέσιμο στο http://www.fda.gov/fdac/features/2002/302_bots.html

Hanly, E.J., & Talamini, M.A. (2004). Robotic Abdominal Surgery. *The American Journal of Surgery* 188. Διαθέσιμο στο <http://www.christiansurgeon.com/Robotic%20abdominal%20surgery%20Am%20J%20Surg%20004.pdf>

FDA OKs Robo-Surgery. (2000). Διαθέσιμο στο <http://www.wired.com/science/discoveries/news/2000/07/37536>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Τηλεχειρουργική

5.2 Ορισμός

Η τηλεχειρουργική είναι η δυνατότητα ενός γιατρού να πραγματοποιεί μια χειρουργική επέμβαση σε έναν ασθενή χωρίς να βρίσκονται στην ίδια τοποθεσία. Η τηλεχειρουργική συνδυάζει την ρομποτική, εξαιρετικά προηγμένη τηλεπικοινωνιακή τεχνολογία, όπως υψηλής ταχύτητας συνδέσεις δεδομένων, και στοιχεία συστημάτων διαχείρισης πληροφορίας. Ενώ έχει ήδη καθιερωθεί το πεδίο της ρομποτικής χειρουργικής, τα περισσότερα από τα ρομπότ που χρησιμοποιούνται ελέγχονται από χειρουργούς στην ίδια τοποθεσία με τους ασθενείς. Η ρομποτική χειρουργική είναι ουσιαστικά προηγμένη τηλεμετάθεση για τους χειρουργούς, όπου η φυσική απόσταση μεταξύ γιατρού και ασθενή δεν είναι υλική. Υπόσχεται να επιτρέψει την διαθεσιμότητα της γνώσης των ειδικευμένων γιατρών για ασθενείς σε όλο τον κόσμο, χωρίς να χρειάζεται οι ασθενείς να ταξιδεύουν πέρα από το τοπικό τους νοσοκομείο. ¹

Οι τηλεχειρουργικές επεμβάσεις απαιτούν ταχεία και ακριβή μετάδοση της πληροφορίας. Παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά την ταχύτητα και την ακρίβεια αυτής της πληροφορίας είναι ο χρόνος που χρειάζεται για την μετατροπή εικόνων βίντεο σε ηλεκτρονικά σήματα και το εύρος ζώνης και η χρονική καθυστέρηση των υπαρχόντων τηλεπικοινωνιακών γραμμών. ²

5.3 Τηλεχειρουργική με χρήση ρομπότ

Εκτός από την ενίσχυση της ανθρώπινης απόδοσης, τα ρομποτικά συστήματα προσφέρουν την μοναδική δυνατότητα να εκτελούνται εγχειρήσεις από απόσταση. Υπάρχουν αρκετές προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν, αλλά οι πιο σημαντικοί περιορισμοί υπήρξαν η αξιοπιστία των τηλεπικοινωνιακών γραμμών και το ζήτημα του λανθάνοντος χρόνου, δηλαδή του χρόνου καθυστέρησης από τότε που η κίνηση των χεριών ξεκινά από το χειρουργό μέχρι ο απομακρυσμένος χειριστής να κινηθεί και η εικόνα να προβληθεί στην οθόνη του χειρουργού. Λόγω του παράγοντα του λανθάνοντος χρόνου, υπήρχε η πεποίθηση ότι η πραγματοποιήσιμη απόσταση για μία τηλεχειρουργική επέμβαση ήταν μερικά εκατοντάδες μίλια μέσω επίγειων τηλεπικοινωνιακών γραμμών. Τα γεωσύγχρονα συστήματα δορυφόρων, που έχουν λανθάνων

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_surgery

² Marescaux, J., Leroy, J., Rubino, F., Smith, M., Vix, M., Simone, M., et al. (2002). *Transcontinental Robot-Assisted Remote Telesurgery: Feasibility and Potential Applications*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1422462>

χρόνο σχεδόν 1,5 δευτερόλεπτο, θεωρούνται απρόσφορα για την εκτέλεση τηλεχειρουργικών επεμβάσεων μεγάλων αποστάσεων. Εκτιμάται ότι ο μέγιστος χρόνος καθυστέρησης που είναι συμβατός με την ασφαλή εκτέλεση χειρουργικών χειρισμών είναι 300 ms. Επίσης, στην επέμβαση Lindbergh μετρήθηκε μέσος χρόνος καθυστέρησης 155 ms.

Το ότι μια πλήρης υπερατλαντική τηλεχειρουργική επέμβαση αποδείχτηκε τεχνικά εφικτή και κλινικά ασφαλής δεν είναι τα μόνα ζητήματα που πρέπει να λυθούν ώστε να επιτραπεί η εφαρμογή τηλεχειρουργικών επεμβάσεων στην καθημερινότητα της κλινικής πρακτικής. Η χρήση της τηλεχειρουργικής θα εξαρτηθεί από μια ισορροπία ανάμεσα στα πραγματικά οφέλη και τους περιορισμούς.²

5.4 Υπάρχοντες Περιορισμοί της Τηλεχειρουργικής

Υπάρχουν διάφοροι περιορισμοί. Πρώτον, αν και μια "ραχοκοκαλιά" ATM οπτικών ινών είναι παρούσα σε πάνω από 200 χώρες παγκοσμίως, τα περισσότερα νοσοκομεία δεν είναι εξοπλισμένα με ATM τεχνολογία. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η εγχείρηση πραγματοποιήθηκε από ένα γραφείο μιας εταιρείας τηλεπικοινωνιών και όχι από ένα νοσοκομείο.

Το κόστος των τηλεχειρουργικών επεμβάσεων αποτελεί μια σημαντική ανησυχία. Τα ρομποτικά μηχανήματα κοστίζουν περίπου ένα εκατομμύριο. Άλλες αξιόλογες πηγές κόστους αποτελούν η χρήση τηλεπικοινωνιακών γραμμών και το ανθρώπινο δυναμικό, που περιλαμβάνει διάφορους επαγγελματίες, όπως γιατρούς, επιστήμονες υπολογιστών και μηχανικούς. Βέβαια, το κόστος της τηλεχειρουργικής όταν θα εκτελείται σε καθημερινή βάση θα χρειάζεται να καλύπτει μόνο το κόστος των ρομποτικών μηχανημάτων και της τηλεμετάδοσης. Είναι δύσκολο προς το παρόν να δοθεί μια ακριβής εκτίμηση του κόστους της χρήσης των τηλεπικοινωνιών, διότι αυτό μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση και την τοποθεσία των συνδεδεμένων απομακρυσμένων περιοχών. Για παράδειγμα, οι υπερατλαντικές συνδέσεις θα είναι λογικά πιο ακριβές από τις συνδέσεις στην ίδια ήπειρο ή χώρα. Με πρόχειρους υπολογισμούς, το κόστος για ενός χρόνου διαθεσιμότητα γραμμών ATM εκτιμάται από \$100,000 ως \$200,000. Αν ο σκοπός της τηλεχειρουργικής είναι απλά να αποτελέσει επέκταση της υπάρχουσας χειρουργικής, δεν είναι απαραίτητα οικονομική. Εντούτοις, ορισμένοι έχουν προτείνει ότι αν η τηλεχειρουργική επιτύχει τους στόχους της αύξησης της πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη και της βελτίωσης της εκπαίδευσης και της αποτελεσματικότητας με ενισχυμένα αποτελέσματα, μπορεί να αποδειχτεί

² Marescaux, J., Leroy, J., Rubino, F., Smith, M., Vix, M., Simone, M., et al. (2002). *Transcontinental Robot-Assisted Remote Telesurgery: Feasibility and Potential Applications*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1422462>

λιγότερο δαπανηρό για τα υγειονομικά συστήματα. Επίσης, το κόστος των τεχνολογιών αναμένεται να μειωθεί με την πάροδο του χρόνου.

Η έλλειψη άμεσης επαφής μεταξύ του ασθενή και του χειρουργού είναι μια ακόμα σημαντική διάσταση της τηλεχειρουργικής, που μπορεί να αποτελέσει ζήτημα σε περιπτώσεις ιατρικής αμέλειας. Επειδή η τηλεχειρουργική μπορεί να εμπλέκει περισσότερες από μία χώρες, μπορεί να προκύψουν διαμάχες αρμοδιότητας. Υπάρχουν και άλλα νομικά ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη, όπως αν ο χειρουργός πρέπει να είναι υπόλογος για λάθη σχετικά με καθυστερήσεις στην μετάδοση ή σε τεχνικό πρόβλημα με τον εξοπλισμό, ή αν πρέπει να θεσπιστεί μια ειδική συγκατάθεση και ποιος είναι ο υπεύθυνος για αυτή. Μια λύση είναι η τηλεϊατρική κοινότητα να συντάξει μια διεθνή επιτροπή που να ασχοληθεί με αυτά και άλλα νομικά ζητήματα για να παρέχει σαφής και διεθνώς έγκυρους κανόνες που να ρυθμίζουν την άσκηση της τηλεχειρουργικής.

Το τεχνικό ζήτημα της εκτέλεσης εγχειρήσεων σε ένα πλοίο στον ωκεανό ή σε διαστημικούς σταθμούς δεν έχει λυθεί ακόμα, διότι είναι ακόμα προσεγγίσιμοι μόνο μέσω δορυφορικής μετάδοσης η οποία προς το παρόν έχει εκτιμώμενο λανθάνων χρόνο ασύμβατο με τις ασφαλείς χειρουργικές επεμβάσεις. Οι δορυφόροι με τροχιά πιο κοντινή στη Γη μπορεί να υπερνικήσουν αυτούς τους τεχνικούς περιορισμούς.

5.5 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 5^{ου} Κεφαλαίου

http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_surgery

Marescaux, J., Leroy, J., Rubino, F., Smith, M., Vix, M., Simone, M., et al. (2002). *Transcontinental Robot-Assisted Remote Telesurgery: Feasibility and Potential Applications*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1422462>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Νομικά ζητήματα τηλεϊατρικής και τηλεχειρουργικής

Το τεράστιο άλμα που έγινε στην τηλεϊατρική και την τηλερομποτική μας φέρνει αντιμέτωπους με πολλά νομικά ζητήματα όπως αυτά που αφορούν την FDA, την ιατρική άδεια άσκησης επαγγέλματος, τα ιδιωτικά δεδομένα, την ασφάλεια, την ενημερωμένη συγκατάθεση, την επάρκεια προσόντων του ιατρού, την τηλεσυμβουλευτική και την συνεχιζόμενη ιατρική εκπαίδευση. Πράγματι η διασύνδεση μεταξύ της τηλεϊατρικής, της τηλερομποτικής χειρουργικής και του νόμου θα καταλήγει πάντα στην γένεση νέων νομικών προκλήσεων. Οι υπάρχοντες νόμοι μπορεί να χρειαστεί να ερμηνευτούν εκ νέου, να μετατραπούν ή να αλλαχθούν προκειμένου να μπορούν να εξυπηρετήσουν τα συνεχώς επεκτεινόμενα όρια της επιστημονικής μας γνώσης. Καταλήγουμε λοιπόν στην αναγκαιότητα εύρεσης τρόπων να ξεπεραστούν τα ιατρικά, ηθικά και νομικά εμπόδια που συναντώνται.

Τα νομικά ζητήματα που σχετίζονται με την υγειονομική περίθαλψη γίνονται όλο και πιο περίπλοκα όσο προοδεύει η σχετική τεχνολογία. Για να κατανοηθεί το νομικό πλαίσιο των εγγενών ζητημάτων στην τηλεϊατρική και την τηλερομποτική, είναι σημαντικό να διατυπωθούν με σαφήνεια βασικές αρχές και ορισμοί. Η τηλεϊατρική είναι επακριβώς ορισμένη ως η εφαρμογή των τηλεπικοινωνιών στην περίθαλψη του ατόμου. Οι όροι «τηλεϊατρική» και «υγειονομική περίθαλψη» σημαίνουν πλέον την σύγκλιση της τεχνολογίας τηλεπικοινωνιών με τα επαγγέλματα υγείας. Στον πυρήνα της, η τηλεϊατρική είναι η ηλεκτρονική μεταφορά των πληροφοριών υγειονομικής περίθαλψης από μία τοποθεσία σε μια άλλη.

Ο τηλεχειρισμός σημαίνει «επιτέλεση έργου από απόσταση». Στο γλωσσικό περιβάλλον των νομικών ζητημάτων της τηλεϊατρικής, το «έργο» περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών, που εκτείνεται από βασικές εξετάσεις εκ όψεως μέχρι εγχειρήσεις. Η «απόσταση» μπορεί να αναφέρεται σε μια φυσική απόσταση, όπου ο χειριστής χωρίζεται από το ρομπότ με μια μεγάλη απόσταση, αλλά μπορεί επίσης να αναφέρεται σε μια αλλαγή στην κλίμακα, όπου για παράδειγμα ο χειρουργός μπορεί να χρησιμοποιεί τεχνολογία μικρο-χειριστών για να εκτελέσει μια μικροεπέμβαση. Ο «τηλεχειριστής» είναι μια συσκευή που επιτρέπει σε ένα χειριστή να εκτελεί μια εργασία από απόσταση, απομονωμένος από το περιβάλλον που επιτελείται η εργασία.

Ο R.G. Geortz ανέπτυξε τον πρώτο τηλεχειριστή με σκοπό τον χειρισμό ραδιενεργών υλικών.¹

6.2 Η σχέση ιατρού-ασθενή

Παραδοσιακά, η σχέση ιατρού-ασθενή θεωρείτο μια σχέση δέσμευσης. Η δέσμευση αυτή υπονοείται από τις πράξεις των μερών στην αναζήτηση και την παροχή συμβουλών και περίθαλψης. Εκτός αν ο γιατρός έχει προσφέρει συγκεκριμένες εγγυήσεις, εκτιμάται ότι έχει υποσχεθεί να προσφέρει επαγγελματικώς αποδεκτή περίθαλψη, με καμία εγγύηση. Τα δικαστήρια δεν θα συνάγουν ότι ένας γιατρός έχει εγγυηθεί επιτυχία της αγωγής. Το γεγονός ότι ένας ασθενής δεν πληρώνει για τις υπηρεσίες δεν επηρεάζει τα καθήκοντα, την υποχρέωση, την ευθύνη και την υπαιτιότητα του γιατρού.

Όταν απουσιάζει η σχέση ιατρού-ασθενή ή κάποια ιδιαίτερη σχέση, οι γιατροί δεν είναι νομικά υποχρεωμένοι να κουράρουν άγνωστους ανθρώπους, ακόμα και σε επείγοντα περιστατικά, υπό σχεδόν όλες τις δικαιοδοσίες.

Αφού καθιερωθεί η σχέση ιατρού-ασθενή, ο ασθενής σε μια αγωγή πρέπει να αποδείξει ότι παραβιάστηκε το πρότυπο περίθαλψης. Το καθήκον περίθαλψης που οφείλει ένας γιατρός στον ασθενή του εξαρτάται από περιστασιακά κριτήρια, τα οποία εξετάζονται από τα δικαστήρια υπόθεση με την υπόθεση.

Κάποιοι πιστεύουν ότι το καθήκον περίθαλψης θα έπρεπε να είναι μεγαλύτερο για τους γιατρούς που ασκούν τηλεϊατρική από ότι για γιατρούς που περιορίζουν την πρακτική τους σε παραδοσιακές μεθόδους. Τα δικαστήρια θα κατέληγαν σε αυτό το συμπέρασμα καθορίζοντας ότι όσοι παρέχουν τηλεϊατρικές υπηρεσίες αναλαμβάνουν το ρίσκο πιθανής λάθος διάγνωσης εφόσον βασίζονται σε πληροφορίες που παρέχονται από τον ασθενή. Επιπρόσθετα, η απόφαση να ασκήσουν ιατρική μέσω του Διαδικτύου επαφίεται στην κρίση του γιατρού. Συνεπώς, θα μπορούσαν να επιχειρηματολογήσουν ότι όσοι παρέχουν τηλεϊατρικές υπηρεσίες πρέπει να προχωρούν με σύνεση και να κατέχουν κάποιες ιδιαίτερες ικανότητες για την συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών για την θεραπεία του ασθενή. Κάθε αποτυχία σε αυτήν την προσπάθεια μπορεί να ειπωθεί ως παραβίαση του επαγγελματικού καθήκοντος του γιατρού προς τον ασθενή.

Από την άλλη, τα δικαστήρια μπορούν επίσης να συμπεράνουν ότι το καθήκον για περίθαλψη

¹King, R.C. (2007). Legal perspectives on telemedicine and telerobotic surgery. In Russel A. Faust (Eds.). *Robotics in Surgery*. Διαθέσιμο στο http://books.google.com/books?id=p70afWyqcrMC&printsec=frontcover&hl=el&sig=76Qmsrm2HLacTEI9HWbwW-ntDgA&source=gbs_ViewAPI#PPP1,M1

που οφείλουν όσοι ασκούν τηλεϊατρική στους ασθενείς τους είναι μικρότερο από το καθήκον περίθαλψης των παραδοσιακών γιατρών. Αυτή η άποψη μπορεί να υιοθετηθεί από τα δικαστήρια τοποθετώντας την ανάληψη του κινδύνου στους ασθενείς και όχι στους γιατρούς. Όταν ένας ασθενής αναζητά τηλεϊατρική θεραπεία, θα μπορούσε να υποστηριχτεί ότι οι ασθενείς αναλαμβάνουν τους κινδύνους της λανθασμένης διάγνωσης ή θεραπείας εφόσον επιλέγουν να μην εξεταστούν με τον παραδοσιακό τρόπο. Με την ίδια λογική, τα δικαστήρια μπορεί να διστάσουν να καταλογίσουν ευθύνη σε έναν γιατρό που παρέχει τηλεϊατρική περίθαλψη σε μια περίπτωση όπου ο ασθενής δεν μετέφερε σωστά τα συμπτώματα του ή παραμέλησε την συστημένη αγωγή μετά τη διάγνωση.¹

6.3 Νομική ευθύνη

Η ευθύνη για την άσκηση τηλεϊατρικής μπορεί να χωριστεί σε τρεις βασικές κατηγορίες: ευθύνη χαμηλού επιπέδου για διασπορά πληροφοριών και εκπαίδευση ασθενών μέσω ηλεκτρονικών συσκευών, ευθύνη μετρίου επιπέδου για την πρακτική συμβουλευτικής και επικοινωνίας ιατρικών συμβουλών μέσω ηλεκτρονικών μέσων και ευθύνη υψηλού επιπέδου για την πραγματική άσκηση ιατρικής, τη διάγνωση και την θεραπεία των ασθενών μέσω του Διαδικτύου. Γενικά, όσο το επίπεδο ανάμιξης μεταξύ ασθενή και γιατρού αυξάνει, τόσο αυξάνει και η πιθανότητα ένα δικαστήριο να συμπεράνει ότι ένας γιατρός οφείλει στον ασθενή το καθήκον της περίθαλψης.

Ένα αρχικό νομικό ζήτημα που εγείρει η εκτέλεση τηλεϊατρικών εφαρμογών, είναι εάν ένας γιατρός που διαθέτει άδεια για την άσκηση του επαγγέλματος σε μία περιοχή δικαιοδοσίας A και ο οποίος παρέχει τηλεϊατρικές υπηρεσίες σε έναν ασθενή που βρίσκεται στην περιοχή B παραβιάζει το νόμο της τελευταίας περιοχής .

Επιπλέον ερωτήματα που δημιουργούνται είναι σε ποια περιοχή καθίσταται τελικά υπόλογος ένας γιατρός , ο οποίος έχει αφενός άδεια για την περιοχή δικαιοδοσίας A, αλλά αφετέρου παραβιάζει τους όρους ενός συμβολαίου ή παρέχει ιατρικές υπηρεσίες αμελώς σε έναν ασθενή στην περιοχή B . Στην περιοχή B , στην A ή μήπως και στις δύο περιοχές ;

Επίσης τι γίνεται στην περίπτωση που η παρεχόμενη θεραπεία καλύπτεται νομικά στην περιοχή A αλλά όχι στη B ;

¹ King, R.C. (2007). Legal perspectives on telemedicine and telerobotic surgery. In Russel A. Faust (Eds.). *Robotics in Surgery*. Διαθέσιμο στο http://books.google.com/books?id=p70afWyqcrMC&printsec=frontcover&hl=el&sig=76Qmsrm2HLacTEI9HWbwW-ntDgA&source=gbs_ViewAPI#PPP1,M1

Είναι υπεύθυνος ο ιατρός για εγκληματική ενέργεια λόγω αμέλειας ;

Η έλλειψη άμεσης επαφής (πρόσωπο με πρόσωπο) μεταξύ ασθενούς και ιατρού είναι ένα ακόμη σημαντικό ζήτημα , ιδιαίτερα σε περιπτώσεις κακής ιατρικής πρακτικής .

Επειδή οι εφαρμογές τηλεϊατρικής ενδεχομένως να εμπλέκουν περισσότερα από ένα κράτη είναι πολύ πιθανό να προκύψουν θέματα δικαιοδοσίας ή ακόμη και διαφιλονικίες.

Είναι επίσης σημαντικό να διευθετηθούν και άλλα νομικά ζητήματα , όπως για το εάν ένας ιατρός πρέπει ή όχι να είναι υπόλογος για σφάλματα τα οποία σχετίζονται με καθυστερήσεις στη μετάδοση ή με τον εξοπλισμό ή εάν θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική συναίνεση για την εκτέλεση κάποιας τηλεϊατρικής εφαρμογής και ποιος είναι υπεύθυνος για να τη δώσει .

Το πλέον σημαντικό θέμα που αφορά στις υπηρεσίες τηλεϊατρικής είναι η “ συναίνεση του επαρκώς πληροφορημένου πολίτη ή ασθενούς ” , ένας όρος που στην αγγλική γλώσσα είναι γνωστός ως “Informed Consent”.

Οι ιατροί , και γενικότερα όλοι οι επαγγελματίες υγείας που χειρίζονται τηλεματικό εξοπλισμό και συμμετέχουν στην παροχή υπηρεσιών τηλεϊατρικής, οφείλουν να λαμβάνουν την έγκριση του ασθενούς πριν την εφαρμογή των συγκεκριμένων υπηρεσιών .

Στην ειδική περίπτωση που κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό , η έγκριση πρέπει να λαμβάνεται από συγγενικά πρόσωπα, όπως ο νόμος ορίζει και για τις υπόλοιπες περιπτώσεις παροχής υπηρεσιών υγείας.

Οι επαγγελματίες υγείας οφείλουν γενικά να χρησιμοποιούν κάθε διαθέσιμο μέσο προς όφελος του ασθενούς , διατηρώντας όμως παράλληλα το δικαίωμα να αρνηθούν την παροχή υπηρεσιών τηλεϊατρικής, με ανάληψη της σχετικής ευθύνης , εάν αυτοί είναι της άποψης ότι η χρήση τέτοιων εφαρμογών δεν πρόκειται να συμβάλλει στην επιτυχή αντιμετώπιση ενός περιστατικού.

Ο ασθενής και οι συγγενείς του δεν έχουν , από τη δική τους μεριά , το δικαίωμα να απαιτήσουν τη χρήση υπηρεσιών τηλεϊατρικής χωρίς τη σύμφωνη γνώμη του ιατρού ή νοσηλευτή .

Η τηλεϊατρική και η ρομποτική χειρουργική υπηρετούν την ηθική αρχή ή καθήκον της αγαθοεργίας, παρέχοντας τη δυνατότητα σε έναν μεγάλο αριθμό ιατρών να καθιστούν τις υπηρεσίες τους διαθέσιμες σε περιοχές που η φυσική τους παρουσία δεν είναι εφικτή.

Με τον τρόπο αυτό, οι νέες τεχνολογίες μπορούν να μετριάσουν την έλλειψη ιατρικών ειδικοτήτων σε ανεπαρκώς εξυπηρετούμενες περιοχές και χώρες .

Έναντι αυτών των οφελών , εντούτοις, υπάρχει ο κίνδυνος επιδείνωσης της μετανάστευσης εξειδικευμένων ιατρών από τις περιοχές με χαμηλούς πόρους σε άλλες πιο προηγμένες τεχνολογικά .

Οι εξειδικευμένοι ιατροί έχουν τώρα τη δυνατότητα να υπηρετούν από απόσταση τις περιοχές που εγκαταλείπουν με τη βοήθεια των νέων ηλεκτρονικών και ρομποτικών τεχνολογιών.

.Πρέπει επίσης να ληφθούν σοβαρά υπόψη πολλά επιμέρους θέματα που σχετίζονται σε τελευταία ανάλυση με την προστασία του ατόμου , είτε αυτό είναι ασθενής ή πολίτης είτε επαγγελματίας στον χώρο της Υγείας , από κακόβουλες ενέργειες τρίτων προσώπων , αστοχίες ή πλημμελή αντιμετώπιση των θεμάτων από ανθρώπινες δραστηριότητες και κατασκευές .

Στην τελευταία κατηγορία περιλαμβάνονται ο εξοπλισμός (hardware) και τα ρογράμματα εφαρμογών (software).

Πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα για την αποτροπή της υποκλοπής ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων κατά τη συλλογή και την επεξεργασία τους από το ιατρικό ή το τεχνικό προσωπικό ή τη μετάδοσή τους μέσω των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων , έτσι ώστε να διασφαλίζονται η εμπιστευτικότητα των δεδομένων και το ιατρικό απόρρητο των ασθενών .

Μερικά δεδομένα ενδέχεται να είναι ξεχωριστής σημασίας , όπως π.χ .ακτινογραφίες, υπερηχογραφήματα, το φύλο ή τυχόν ανωμαλίες στην ανάπτυξη ενός εμβρύου , ιατρικές διαγνώσεις για παθήσεις και άλλα.

6.4 Δικαιοδοσία

Ένα ακόμα ζήτημα που σχετίζεται με την λανθασμένη άσκηση της τηλεϊατρικής περιλαμβάνει την εφαρμοστέα δικαιοδοσία στην οποία πρέπει να υποβληθεί μια μήνυση. Η άσκηση ιατρικής είναι το λιγότερο κάθε προσπάθεια διάγνωσης ή θεραπείας ενός ατόμου για οποιαδήποτε ασθένεια. Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, η τηλεϊατρική θεραπεία μπορεί να θεωρηθεί ότι λαμβάνει χώρα στην θέση του ασθενή.¹

¹ King, R.C. (2007). Legal perspectives on telemedicine and telerobotic surgery. In Russel A. Faust (Eds.). *Robotics in Surgery*. Διαθέσιμο στο http://books.google.com/books?id=p70afWygcrMC&printsec=frontcover&hl=el&sig=76Qmsrm2HLacTEI9HWbwW-ntDgA&source=gbs_ViewAPI#PPP1,M1

6.5 Εμπιστευτικότητα, ιδιωτικό απορρήτο, ασφάλεια

Η εμπιστευτικότητα είναι πιο δύσκολο να επιτευχθεί στον κυβερνοχώρο από ότι σε μια κανονική επίσκεψη στο γραφείο του γιατρού. Υπάρχουν δισεκατομμύρια ιατρικά αρχεία παγκοσμίως και αυτά τα αρχεία περιέχουν εξαιρετικά προσωπικές πληροφορίες. Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν αρχεία αλκοολισμού, οικογενειακής βίας, σεξουαλικών επιθέσεων, σεξουαλικά μεταδιδόμενων ασθενειών, εγκυμοσύνης και καταχωρίσεις εκτρώσεων. Εξ ορισμού η τηλεϊατρική θα απαιτεί την μετάδοση αυτών των πληροφοριών μέσω μεγάλης απόστασης. Σε κάποια φάση αυτής της μετάδοσης, η εμπιστευτικότητα σχετικά με αυτές τις πληροφορίες μπορεί να παραβιαστεί.

Υπάρχουν τουλάχιστον τρεις τρόποι που μπορεί να παραβιαστεί η εμπιστευτικότητα με την τηλεϊατρική. Τα αρχεία μπορούν να ειδωθούν και να διαδοθούν πριν την αποστολή τους, ή μπορεί να χρησιμοποιηθούν καταχρηστικά αφού ληφθούν στην τοποθεσία της θεραπείας. Με την ψήφιση του Νόμου περί Φορητότητας και Υπευθυνότητας της Ιατρικής Ασφάλειας (Health Insurance Portability and Accountability Act) το 1996, βλέπουμε περαιτέρω περιορισμούς και κανονισμούς που ελέγχουν τα ηλεκτρονικά, καθώς και τα μη ηλεκτρονικά, δεδομένα. Η Διεύθυνση Υγειονομικών και Ανθρωπίνων Υπηρεσιών (Department of Health and Human Services - HHS) ανακοίνωσε την υιοθέτηση τελικών προτύπων ασφάλειας για την προστασία των ατομικών πληροφοριών υγείας κατά τη διατήρησή τους και την ηλεκτρονική τους μετάδοση.

Τα πρότυπα ασφαλείας εργάζονται σε διάταξη αφ' ενός ζυγού με τα τελικά πρότυπα ιδιωτικού απορρήτου που υιοθετήθηκαν από την HHS το 2002. Τα πρότυπα ιδιωτικού απορρήτου τέθηκαν σε ισχύ για τις περισσότερες καλυπτόμενες οντότητες στις 14 Απριλίου του 2003. Στις 20 Φεβρουαρίου του 2003, τα πρότυπα ασφαλείας δημοσιεύτηκαν ως τελικός κανόνας, με ημερομηνία εφαρμογής τις 21 Απριλίου του 2003. Οι περισσότερες καλυπτόμενες οντότητες είχαν περιθώριο μέχρι τις 21 Απριλίου του 2005 για να συμμορφωθούν με αυτά τα πρότυπα. Το Κέντρο Κρατικής Ιατροφαρμακευτικής Περίθαλψης και Υπηρεσιών Υγειονομικής Περίθαλψης (Center for Medicare and Medicaid Services -CMS) είναι υπεύθυνο για την εφαρμογή και την επιβολή των προτύπων ασφαλείας, των προτύπων συναλλαγής και άλλων διοικητικών παροχών, εκτός των προτύπων ιδιωτικού απορρήτου. Από την άλλη, το Γραφείο Πολιτικών Δικαιωμάτων (Office for Civil Rights) είναι υπεύθυνο για την εφαρμογή και την επιβολή των κανόνων του ιδιωτικού απορρήτου.

Η HHS έχει δώσει έμφαση στον άρρηκτο δεσμό μεταξύ ασφάλειας και ιδιωτικού απορρήτου. Η προστασία του ιδιωτικού απορρήτου εξαρτάται εξαιρετικά από την ύπαρξη μέτρων ασφαλείας

ώστε να προστατεύονται αυτές οι πληροφορίες. Εντούτοις, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι υπάρχουν κάποιες σημαντικές διακρίσεις μεταξύ του Κανόνα Ιδιωτικού Απορρήτου και του **Κανόνα Ασφαλείας:**

1. Ο Κανόνας Ιδιωτικού Απορρήτου θέτει τα πρότυπα για το πώς οι Προστατευμένες Πληροφορίες Υγείας (Protected Health Information - PHI) θα πρέπει να ελέγχονται με την καθιέρωση οδηγιών για το ποιες χρήσεις και αποκαλύψεις είναι εξουσιοδοτημένες ή απαιτούμενες και για το ποια είναι τα δικαιώματα των ασθενών όσον αφορά τον απαραίτητο σεβασμό σχετικά με τις ιατρικές τους πληροφορίες.

2. Οι πληροφορίες που καλύπτονται από τον Κανόνα Ασφαλείας είναι περισσότερο περιορισμένες από ότι αυτές του κανόνα ιδιωτικού απορρήτου. Ο Κανόνας Ιδιωτικού Απορρήτου έχει ισχύ για PHI πληροφορίες σε κάθε μορφή, ενώ ο Κανόνας Ασφαλείας έχει ισχύ για PHI πληροφορίες σε ηλεκτρονική μορφή.

Ο Κανόνας Ασφαλείας απαιτεί ορισμένες διασφαλίσεις. Τα γραφεία των γιατρών που διατηρούν ή μεταδίδουν ιατρικές πληροφορίες απαιτείται να διατηρούν λογικές και κατάλληλες διοικητικές, φυσικές και τεχνικές διασφαλίσεις για την εξασφάλιση της ακεραιότητας και της εμπιστευτικότητας των πληροφοριών έτσι ώστε να προστατεύονται εναντίον οποιωνδήποτε λογικά αναμενόμενων απειλών ή κινδύνων για την ασφάλεια και την ακεραιότητα των πληροφοριών και εναντίον κάθε μη εξουσιοδοτημένης χρήσης ή αποκάλυψης των πληροφοριών. Υπάρχουν εννιά διοικητικά πρότυπα, τέσσερα φυσικά και πέντε τεχνικά.

Η HHS έχει υιοθετήσει «απαιτούμενους» και «προαιρετικούς» προσδιορισμούς στην εφαρμογή. Οι απαιτούμενοι προσδιορισμοί είναι υποχρεωτικοί. Οι προαιρετικοί προσδιορισμοί παρέχουν στις καλυπτόμενες οντότητες επιπρόσθετη ελαστικότητα στην συμμόρφωση τους με αυτούς. Η ελαστικότητα εξαρτάται από παράγοντες, όπως η ανάλυση κινδύνου, η στρατηγική άμβλυνσης κινδύνου και τα τρέχοντα μέτρα ασφαλείας της καλυπτόμενης οντότητας, καθώς και το κόστος της εφαρμογής.¹

¹ King, R.C. (2007). Legal perspectives on telemedicine and telerobotic surgery. In Russel A. Faust (Eds.). *Robotics in Surgery*. Διαθέσιμο στο http://books.google.com/books?id=p70afWygcrMC&printsec=frontcover&hl=el&sig=76Qmsrm2HLacTEI9HWbwW-ntDgA&source=gbs_ViewAPI#PPPI.M1

6.6 Ενημερωμένη συγκατάθεση

Πολλά τεστ, επεμβάσεις και εξετάσεις απαιτούν από τον ασθενή να δώσει μια ενημερωμένη συγκατάθεση. Η ενημερωμένη συγκατάθεση απαιτεί ο γιατρός να πει στον ασθενή όσα ένας λογικός ασθενής θα ήθελε να ξέρει για την επέμβαση ή την εξέταση. Ο ασθενής είναι έπειτα ικανός να λάβει μια ενημερωμένη απόφαση σχετικά με την ιατρική θεραπεία. Η τηλεϊατρική δημιουργήσε νέες πιθανότητες και επιπλοκές σχετικά με την ενημερωμένη συγκατάθεση. Ο γιατρός και το ιατρικό προσωπικό που κάνουν τη διάγνωση ή ακόμα και επιτελούν ορισμένες επεμβάσεις μπορεί να μην είναι καν στην ίδια ήπειρο με τον ασθενή. Επιπρόσθετα, οι πληροφορίες που απαιτούνται στη εξέταση ή την επέμβαση θα μεταδοθούν πιθανότατα μέσω αμέτρητων κόμβων. Η απόσταση και η πολυπλοκότητα που σχετίζονται με την τηλεϊατρική μπορεί να διαστρεβλώσει την ικανότητα του γιατρού να εξηγήσει επαρκώς όλους τους πιθανούς κινδύνους που σχετίζονται με μια διαδικασία.¹⁴¹

6.7 Επάρκεια προσόντων

Ηθικά, οι γιατροί δεν πρέπει να κουράρουν ασθενείς με ασθένειες πέρα από την επάρκεια των προσόντων που έχουν οι ίδιοι. Ακόμα και αν ο γιατρός έχει την κατάλληλη άδεια, μερικές ασθένειες μπορεί να είναι πέρα από το γνωστικό τους πεδίο. Η επάρκεια προσόντων είναι δύσκολο να κριθεί είτε πρόσωπο με πρόσωπο είτε από απόσταση. Επιπλέον, μεγάλο μέρος της ιατρικής βασίζεται σε φυσικές εξετάσεις που είναι αδύνατο να πραγματοποιηθούν μέσω του Διαδικτύου. Τα ερωτηματολόγια του Διαδικτύου είναι περιορισμένα, και είναι ανέκδοτα να μεταφέρουν την συμπεριφορά του ασθενή. Το Διαδίκτυο επιτρέπει στον καθένα να εισέλθει στο εικονικό ιατρείο του γιατρού. Μπορεί να είναι δύσκολο να συλλεχθεί όλο το απαραίτητο σχετικό ιατρικό ιστορικό από απόσταση. Ένα φαινομενικά εύκολο περιστατικό ή συνταγή μπορεί να αποδειχθεί πιο περίπλοκο και να υπερβεί τις δυνατότητες του τηλεϊατρού. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η παραδοσιακή ιατρική εξέταση και συνέντευξη διευκόλυνε το γιατρό στο να γνωρίζει πότε να συστήσει έναν πιο ειδικό γιατρό στον ασθενή.¹

¹King, R.C. (2007). Legal perspectives on telemedicine and telerobotic surgery. In Russel A Faust (Eds.). *Robotics in Surgery*. Διαθέσιμο στο: http://books.google.com/books?id=p70afWyqcrMC&printsec=frontcover&hl=el&sig=76Qmsrm2HLacTEI9HWbwW-ntDgA&source=gbs_ViewAPI#PPP1,M1

6.8 Οικονομική ανάλυση

Προς το παρόν, τα χειρουργικά ρομπότ έχουν διεισδύσει ελάχιστα στην αγορά. Η επέμβαση με χρήση ρομπότ που πραγματοποιείται συχνότερα είναι η λαπαροσκοπική ριζική προστατεκτομή και οι συγκεκριμένες ρομποτικές επεμβάσεις αποτελούν μόνο το 1% του συνόλου των ριζικών προστατεκτομών που εκτελούνται. Αναλυτές προβλέπουν ότι η παγκόσμια αγορά για τις ρομποτική χειρουργική θα αναπτύσσεται με ετήσιο ρυθμό 25% μέχρι το 2009. Μετά το 2009, εκτιμάται ότι θα παρατηρείται 30 με 40% ετήσια αύξηση στην αγορά μέχρι το 2025 και αυτό οφείλεται σε δύο κύρια αίτια:

Τα συστήματα θα βελτιωθούν ως προς την ευκολία στην χρήση και τα χαρακτηριστικά τους.

Καινούριες εταιρίες θα εισαχθούν στην αγορά, καθώς αυξάνονται οι ευκαιρίες και καθώς η ρομποτική τεχνολογία καθιερώνεται περισσότερο στην υγειονομική περίθαλψη.

Όπως περιγράφηκε παραπάνω, η πρώτη υπερατλαντική τηλεχειρουργική επέμβαση το 2001 απέδειξε ότι η τηλεχειρουργική είναι εφικτή. Όμως, αν και τεχνικά εφικτή, η συγκεκριμένη επέμβαση δεν μπορεί να αποτελέσει κριτήριο σχετικά με το πώς μπορεί να παρέχεται χειρουργική περίθαλψη και αυτό για δύο λόγους:

Η τηλεπικοινωνιακή σύνδεση με ιδιωτικό δίκτυο ATM είναι υπερβολικά ακριβή για καθημερινή χρήση.

Δεν απέδειξε την εξάλειψη της ανάγκης να είναι παρόν δίπλα στον ασθενή ένας εξειδικευμένος χειρουργός. Εντούτοις, η επόμενη φάση της τηλεχειρουργικής ήταν πολύ πιο ρεαλιστική σε κλινικό και οικονομικό επίπεδο. Στις 28 Φεβρουαρίου του 2003, ο Dr. Anvari, στο Οντάριο στον Καναδά, συμμετείχε σε δύο λαπαροσκοπικές επεμβάσεις, βοηθώντας και καθοδηγώντας τον τοπικό χειρουργό, τον Dr. McKinley, που βρισκόταν στο North Bay, 250 μίλια μακριά. Ο Dr. Anvari είχε εκτελέσει πάνω από 1500 τέτοιες επεμβάσεις, ενώ ο Dr. McKinley, αν και ικανός λαπαροσκοπικός χειρουργός, είχε εκτελέσει λιγότερο από 100. Αν και ο Dr. McKinley επιτέλεσε το μεγαλύτερο μέρος της εγχείρησης, ο Dr. Anvari προσέφερε ικανότητες και μια οπτική γωνία που μόνο ένας έμπειρος χειρουργός μπορεί να προσφέρει. Ήταν λοιπόν πλέον προφανές ότι η τηλεχειρουργική αποτελεί ένα εξαιρετικά πολύτιμο εργαλείο, όχι μόνο για το απώτερο μέλλον, αλλά και για το παρόν. Ο χρόνος μέσα στον οποίο ολοκληρώθηκαν οι επεμβάσεις ήταν λιγότερο από 2,5 ώρες, δηλαδή χρόνος στον οποίο εκτελούνται τέτοιου είδους επεμβάσεις από έμπειρους χειρουργούς. Ο Dr. McKinley επωφελήθηκε από την εμπειρία του Dr. Anvari και το πιο σημαντικό από όλα ήταν ότι ο ασθενής έλαβε την καλύτερης ποιότητας περίθαλψη χωρίς να φύγει από την πόλη του. Επιπρόσθετα, αυτές οι επεμβάσεις ήταν πιο οικονομικά εφικτές αφού

χρησιμοποιήθηκε ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο οικονομικά προσιτό και δημόσια διαθέσιμο. Από τον Φεβρουάριο του 2003 μέχρι τον Δεκέμβριο του ίδιου έτους, οι Dr. Anvari και Dr. McKinley πραγματοποίησαν πάνω από 20 τηλεχειρουργικές επεμβάσεις. Αυτές οι επεμβάσεις έδειξαν ότι η παροχή της καλύτερης δυνατής περίθαλψης σε περιοχές που στερούνται κάποιες υπηρεσίες είναι οικονομικά εφικτή.

Με την τηλεχειρουργική, ο ειδικός χειρουργός δεν χρειάζεται να ταξιδεύει στην τοποθεσία όπου βρίσκεται ο ασθενής, με αποτέλεσμα να μην χάνει χρόνο σε ταξίδια και δεν χρειάζεται πλέον να επιβαρύνεται το κόστος της εγχείρησης για την πληρωμή του χαμένου χρόνου του χειρουργού. Επιπλέον, οι ασθενείς και οι οικογένειες τους δεν χρειάζεται να ταξιδεύουν για να βρουν τον χειρουργό στο εκάστοτε νοσοκομείο. Τέλος, ο αγροτικός χειρουργός μπορεί να μάθει από τον ειδικό χειρουργό και να βελτιώσει κάθε επέμβαση, καθώς μπορεί να πραγματοποιεί περίπλοκες εγχειρήσεις στο τοπικό χειρουργείο, εγχειρήσεις που αλλιώς θα έπρεπε να πάνε σε ειδικούς. Το τελευταίο βοηθάει στην προσέλκυση νέων, άπειρων χειρουργών σε αυτές τις αγροτικές περιοχές με σκοπό να συνεχίσουν εκεί την εκπαίδευσή τους.

Ο οικονομικός σχεδιασμός για την τηλεχειρουργική πρέπει να περιλαμβάνει το κόστος της υποδομής των τηλεπικοινωνιακών δικτύων και του πληροφοριακού εξοπλισμού και των ιατρικών συσκευών, καθώς και το κόστος για την εκπαίδευση του προσωπικού, τα μηνιαία τέλη για την πρόσβαση στο δίκτυο, την συντήρηση, τους λογαριασμούς τηλεφώνου και άλλα λειτουργικά έξοδα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι πολλά κράτη δεν έχουν κατηγορηματική πολιτική για την πληρωμή των τηλεχειρουργικών υπηρεσιών. Μία κύρια πολιτική για τον τρόπο διευθέτησης των πληρωμών είναι κρίσιμη. Οι υπάρχοντες νόμοι νομικής ευθύνης και αποζημίωσης εμποδίζουν την ανάπτυξη της τηλεχειρουργικής. Το πρότυπο τηλεχειρουργικό σύστημα Zeus χρησιμοποιήθηκε στον Καναδά κυρίως γιατί ήταν πιο εύκολο εκεί να δοθεί έγκριση για μελέτες. Επιπλέον, επειδή ο Καναδάς και η Αυστραλία είναι μεγάλες και αραιοκατοικημένες χώρες, είναι κατάλληλες για την δοκιμή των τηλεχειρουργικών συστημάτων. Η αυστραλιανή κυβέρνηση ξοδεύει εκατομμύρια δολάρια κάθε χρόνο για τη μεταφορά ασθενών σε εξειδικευμένα ιατρικά κέντρα. Κάθε ασθενής που χρειάζεται να μεταφερθεί χρησιμοποιεί μισθωμένες πτήσεις, και ανάλογα με την επέμβαση, η κυβέρνηση επιβαρύνεται επίσης με την πληρωμή των εξόδων του ταξιδιού για όλη την οικογένεια.

Εντωμεταξύ, διάφορες τηλεϊατρικές υπηρεσίες ενσωματώνονται στα κανονικά υγειονομικά συστήματα στις Ηνωμένες Πολιτείες και στις Σκανδιναβικές χώρες με δυνατότητες επιλογής για πληρωμή και αποζημιώσεις. Μελέτες πρέπει να διεξαχθούν ώστε να εφαρμοστεί, να επιτηρηθεί,

να εκτιμηθεί και να τελειοποιηθεί η διαδικασία πληρωμής για την τηλεχειρουργική. Επιπρόσθετα, πρέπει να σημειωθεί ότι πρέπει να επαναπροσδιοριστούν οι νόμοι για την κάλυψη των αποζημιώσεων.

Έχει παρατηρηθεί ότι τα επιτυχημένα τηλεχειρουργικά προγράμματα είναι συχνά το προϊόν προσεκτικού σχεδιασμού, σωστής διαχείρισης, αφοσιωμένων επαγγελματιών και της δέσμευσης για κατάλληλη χρηματοδότηση για την υποστήριξη κεφαλαιωδών αγορών και τρεχόντων επεμβάσεων. Αντικατοπτρίζει τη δέσμευση στην ομαδική εργασία που μπορεί να ενώσει τεχνικές και διαδικαστικές πολυπλοκότητες σε ένα πλήρως ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό λειτουργικό πρόγραμμα. Όσοι παρέχουν τηλεχειρουργικές υπηρεσίες, οι ασφαλιστικοί πράκτορες και όλα τα σχετικά ιδρύματα πρέπει να συνεδριάσουν ώστε να σχεδιάσουν ένα πραγματοποιήσιμο μοντέλο για την βελτίωση των τηλεχειρουργικών υπηρεσιών.²

6.9 Εφαρμογές της Τηλεχειρουργικής

Τα οφέλη από την ρομποτική χειρουργική είναι πολλαπλά. Οι γεωγραφικοί περιορισμοί δεν θα καθορίζουν πια το είδος της αγωγής που λαμβάνει ένας ασθενής λόγω έλλειψης χειρουργικής εμπειρίας. Ιδανικά, κάθε ασθενής μπορεί να λαμβάνει την μορφή της θεραπείας που είναι καταλληλότερη για την κατάσταση του ή που προσφέρει τα περισσότερα πλεονεκτήματα, όπως ελάχιστα επεμβατικές τεχνικές. Αυτό μπορεί να έχει ακόμα πιο ουσιαστικό αντίκτυπο σε αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η υγειονομική περίθαλψη παρέχεται από εθελοντές που δεν είναι απαραίτητα ειδικευμένοι σε όλους τους τομείς της ιατρικής και της χειρουργικής.

Οι επείγουσες εγχειρήσεις σε μικρά επαρχιακά νοσοκομεία είναι μερικές φορές πάνω από τις δυνατότητες των νεαρών χειρουργών που βρίσκονται εκεί. Η διαθεσιμότητα ενός δικτύου που να συνδέει το νοσοκομείο με ένα μεγάλο κέντρο θα μπορούσε να επιτρέψει σε έμπειρους χειρουργούς να βοηθήσουν στην επέμβαση ή να την εκτελέσουν μόνοι τους. Η διαθεσιμότητα ειδικευμένων χειρουργών θα μπορούσε επίσης να βοηθήσει σε απομακρυσμένες περιοχές όπου πραγματοποιούνται στρατιωτικές ή επιστημονικές αποστολές ή σε απομακρυσμένα νησιά ειδικά σε επείγοντα περιστατικά.

Επιπρόσθετα με όλα τα πιθανά πλεονεκτήματα για τον ασθενή, η ενεργή παρέμβαση από

² Kumar, S. (n.d.). *Telesurgery: an Audit*. Διαθέσιμο στο <http://www.springerlink.com/content/j26618771j923342/>

απομακρυσμένες περιοχές ανοίγει νέους δρόμους για την χειρουργική επέμβαση. Ο στόχος της εκτέλεσης τηλεχειρουργικών επεμβάσεων δεν είναι να αντικαταστήσει τους χειρουργούς. Μπορεί να βελτιώσει την χειρουργική μέσω διδασκαλίας και συμβουλευτικής για να μειώσει την καμπύλη εκμάθησης των χειρουργών για νέες επεμβάσεις. Πολλές μορφές διάδρασης μεταξύ του έμπειρου χειρουργού και αυτά δίπλα στην χειρουργική τράπεζα είναι δυνατές. Η βοήθεια από έναν ειδικό μπορεί να κυμαίνεται από πλήρη εκτέλεση της εγχείρησης μέχρι απλή βοήθεια με την έκθεση των ανατομικών δομών για να διευκολύνει την διεξαγωγή της επέμβασης. Έχει εκτιμηθεί ότι 44.000 μέχρι 98.000 θάνατοι κάθε χρόνο συντελούνται λόγω λαθών στα νοσοκομεία και ότι μέχρι και το 54% αυτών θα μπορούσε να αποφευχθεί. Πιστεύεται ότι κάνοντας δυνατή την άμεση παρέμβαση ενός ειδικού, η τηλεχειρουργική πιθανότατα θα μειώσει τα ιατρικά λάθη εξαιτίας έλλειψης εμπειρίας. Ως αποτέλεσμα αυτής της πιθανής επίπτωσης στην εκπαίδευση των ιατρών, η τηλεχειρουργική μπορεί τελικώς να βελτιώσει το πρότυπο της χειρουργικής φροντίδας σε όλο τον κόσμο.

Εντούτοις, απαιτείται προσοχή, αυστηροί έλεγχοι και πρότυπα πριν την καθημερινή εκτέλεση τηλεχειρουργικών επεμβάσεων. Η τηλε-εκτέλεση μιας χειρουργικής επέμβασης απαιτεί από τον χειρουργό να είναι εξοικειωμένος με τα ρομποτικά μηχανήματα. Απλή ειδίκευση σε μια συγκεκριμένη επέμβαση δεν είναι αρκετή για να παρέχει ενεργή υποστήριξη. Προς το παρόν, δεν υπάρχουν αρκετοί χειρουργοί ειδικά εκπαιδευμένοι στην ρομποτική χειρουργική για να μπορούν να συμβάλλουν στην εφαρμογή της τηλεχειρουργικής.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η τηλεχειρουργική εξαρτάται από την ρομποτική και τις τεχνολογίες πληροφορίας και άρα θα επωφεληθεί από την μελλοντική ανάπτυξη της ρομποτικής και την εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας και την προσομοίωση στην άσκηση της χειρουργικής. Η προετοιμασία των χειρουργικών επεμβάσεων μπορεί να βελτιστοποιηθεί με ένα σύνολο αποθηκευμένων δεδομένων των κινήσεων, με τις λάθος κινήσεις αποκλεισμένες και την τέλεια χειρουργική επέμβαση αποδιδόμενη από ρομποτικούς βραχίονες ελεγχόμενους και ενισχυμένους από υπολογιστή.

Η ενίσχυση της ανθρώπινης δεξιότητας που προκύπτει από την χρήση ενός ρομπότ και η εκτέλεση υψηλής ακρίβειας καθηκόντων από απόσταση μπορεί να παρέχει πλεονεκτήματα που εκτείνονται πέρα από την χειρουργική. Η επέμβαση Lindbergh συμβολίζει μια σημαντική τεχνολογική επανάσταση, διότι απέδειξε ότι είναι εφικτή η μετάδοση πληροφορίας, φωνής και εικόνων με την υπάρχουσα τηλεπικοινωνιακή τεχνολογία. Κατέδειξε για πρώτη φορά ότι πολύπλοκοι χειρισμοί μπορούν να πραγματοποιηθούν με υψηλή ακρίβεια και σε πραγματικό χρόνο υπερβαίνοντας τις μεγάλες αποστάσεις. Οι εφαρμογές της τηλεπραγμάτωσης καθηκόντων

ακριβείας μπορεί να είναι πολλαπλές και μπορεί ακόμα να εφαρμοστούν και σε χειρισμό από απόσταση επικίνδυνων υλικών όπως πυρηνικά ή βιολογικές συσκευές.³

6.10 Ειδικότερη Βιβλιογραφία 6^{ου} Κεφαλαίου

King, R.C. (2007). Legal perspectives on telemedicine and telerobotic surgery. In Russel A. Faust (Eds.). *Robotics in Surgery*. Διαθέσιμο στο http://books.google.com/books?id=p70afWycrMC&printsec=frontcover&hl=el&sig=76Qmsrm2HLacTEI9HWbwW-ntDgA&source=gbs_ViewAPI#PPP1,M1

Kumar, S. (n.d.). *Telesurgery: an Audit*. Διαθέσιμο στο <http://www.springerlink.com/content/j26618771j923342/>

Marescaux, J., Leroy, J., Rubino, F., Smith, M., Vix, M., Simone, M., et al. (2002). *Transcontinental Robot-Assisted Remote Telesurgery: Feasibility and Potential Applications*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1422462>

³ Marescaux, J., Leroy, J., Rubino, F., Smith, M., Vix, M., Simone, M., et al. (2002). *Transcontinental Robot-Assisted Remote Telesurgery: Feasibility and Potential Applications*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1422462>

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Αν και η ιδέα της Ρομποτικής Χειρουργικής έμοιαζε άλλοτε ως ταινία επιστημονικής φαντασίας τα ρομποτικά συστήματα κατέχουν σημαντικό ρόλο στον τρόπο ζωής του σύγχρονου ανθρώπου. Τα χειρουργικά ρομπότ αποτελούν ήδη αναπόσπαστο κομμάτι των ιατρικών επιστημών. Από το αρχικό σχέδιο της DARPA του έτους για την εφαρμογή της τηλεχειρουργικής στο πεδίο της μάχης μέχρι την πρώτη υπερατλαντική επέμβαση λαπαροσκοπικής χολοκυστεκτομής το έτος έχει σημειωθεί εξαιρετική πρόοδος και η ρομποτική έχει πλέον καθιερωθεί στη χειρουργική πρακτική. Εμπορικά συστήματα είναι ήδη διαθέσιμα εδώ και αρκετά χρόνια, η αξία των οποίων έχει ήδη υποβληθεί σε αυστηρή επιστημονική αξιολόγηση με τη βοήθεια κλινικών δοκιμών. Έτσι π.χ. οι δυνατότητες ελέγχου και οι πολλαπλοί βαθμοί ελευθερίας που προσφέρει το σύστημα da Vinci αυξάνουν τη δεξιοτεχνία και περιορίζουν τον τρόπο των χεριών του χειρουργού, ενώ η σαφώς βελτιωμένη οπτική απεικόνιση του χειρουργικού πεδίου επιτρέπει την εκτέλεση μικροαναστομώσεων. Τα σύγχρονα ρομποτικά συστήματα μειώνουν, επίσης, το χρόνο νοσηλείας με ευεγερτικά αποτελέσματα για τους ασθενείς, αλλά και οικονομικά οφέλη για τα ασφαλιστικά ταμεία. Από πολλούς έχει γίνει η παρατήρηση, ότι τα ρομποτικά συστήματα είναι στην ουσία πληροφοριακά συστήματα, και ως τέτοια έχουν τη δυνατότητα να ολοκληρώνουν πολλές από τις τεχνολογίες που αναπτύσσονται ή ήδη χρησιμοποιούνται μέσα στη χειρουργική αίθουσα. Μία δυνατότητα είναι η συγχώνευση των εικόνων από τις απεικονιστικές εξετάσεις του ασθενούς, (αξονικής και μαγνητικής τομογραφίας), με την εικόνα του χειρουργικού πεδίου για την καλύτερη καθοδήγηση του χειρουργού στην αναγνώριση της παθολογίας και την πραγματοποίηση τομών. Τα δεδομένα αυτά μπορούν εξίσου να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση προεγχειρητικών δοκιμών σε περίπλοκες επεμβάσεις.

Η φύση των ρομποτικών συστημάτων δίνει επίσης τη δυνατότητα για παροχή συμβουλών από ειδικούς και καθοδήγηση των επεμβάσεων από απόσταση, ενώ παρέχει και ευκαιρίες για την εκπαίδευση και αξιολόγηση των νέων χειρουργών μέσω της προσομοίωσης. Η τηλεχειρουργική αποτελεί το επόμενο βήμα της ρομποτικής χειρουργικής, και, παρά τους διάφορους περιορισμούς της, φαίνεται να έχει λαμπρό μέλλον. Πρέπει, ωστόσο, να αναγνωριστεί, ότι η τηλεχειρουργική αποτελεί μία μόνο πτυχή του τομέα της τηλεϊατρικής, όλα τα πεδία της οποίας συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση της παροχής ιατρικής φροντίδας σε ασθενείς. Μπορούν να συνδράμουν στην ευρεία διάδοση της ιατρικής γνώσης και πείρας σε περιοχές που μειονεκτούν γεωγραφικά, οικονομικά και κοινωνικά, καθώς και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Δεδομένου, ότι η τεχνολογία

των τηλεπικοινωνιών σημειώνει τα τελευταία χρόνια ραγδαία πρόοδο ενώ τα σχετικά κόστη μειώνονται συνεχώς, είναι αναμενόμενο τα πεδία της τηλεϊατρικής, συμπεριλαμβανομένης και της τηλεχειρουργικής, να έχουν μελλοντικά σημαντικό αντίκτυπο στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, αλλά και της ιατρικής εκπαίδευσης σε όλο τον κόσμο.

Τα προσδοκώμενα πλεονεκτήματα της τηλεϊατρικής και της ρομποτικής χειρουργικής είναι τόσο σημαντικά, ώστε οι νομικές προσεγγίσεις από την πλευρά των Δικηγόρων και των Δικαστηρίων θα πρέπει να διευκολύνουν και να μην παρεμποδίζουν την υιοθέτηση των εφαρμογών τους.

Η άσκηση του ιατρικού επαγγέλματος πέρα από τα καθορισμένα όρια δικαιοδοσίας μπορεί να εξασφαλίσει τις καλύτερες διαγνωστικές, θεραπευτικές και χειρουργικές τεχνικές σε ασθενείς που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές.

Χωρίς την ανάγκη μετακίνησης από το χώρο εργασίας τους, κορυφαίοι ειδικοί σε ιατρικές ειδικότητες έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους σε άλλες χώρες ή ακόμη και ηπείρους.

Η τηλεϊατρική και η ρομποτική χειρουργική όμως που εξασκούνται πέρα από τα εθνικά ή άλλα όρια δικαιοδοσίας εμπλέκουν μία ιστορική και παράλληλα πολύπλοκη περιοχή της νομικής επιστήμης, την επονομαζόμενη “ Σύγκρουση Δικαίων ”.

Η συγκεκριμένη περιοχή του Δικαίου σχετίζεται με κανόνες που κατά καιρούς έχουν θεσπίσει οι κοινωνίες για τη μεταξύ τους διευθέτηση θεμάτων, που εμπλέκουν άτομα από διαφορετικές χώρες και πολιτισμούς, όπως είναι π.χ. οι έμποροι, οι ναυτικοί κ.ά.

7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αν και η αποτελεσματικότητα των ρομποτικών χειρουργικών συστημάτων μέσα στη χειρουργική αίθουσα έχει αποδειχθεί, είναι απαραίτητο να επισημανθούν μία σειρά από προβλήματα, που σχετίζονται με το υψηλό κόστος απόκτησης και συντήρησής τους και τον όγκο, που αυτά καταλαμβάνουν μέσα στη χειρουργική αίθουσα, (π.χ. σύστημα da Vinci). Το πιο σημαντικό, βέβαια, είναι η προσαρμογή των χειρουργείων στη νέα πραγματικότητα, η κατάρτιση του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού τους και η αποδοχή αυτής της διαφορετικής τεχνολογίας, τόσο από τους χειρουργούς, όσο και τους ασθενείς. Σε όλα μας τα συμπεράσματα, που αφορούν τη ρομποτική χειρουργική πρέπει να λαμβάνεται πάντοτε υπόψη, ότι πρόκειται για μία σχετικά πρόσφατη τεχνολογία, η οποία δεν έχει δοκιμαστεί ακόμη αρκετά και δεν έχει γίνει ακόμα κομμάτι της καθημερινής χειρουργικής πρακτικής. Δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε ασφαλή

συμπεράσματα για τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματά της αλλά και για την τελική μορφή την οποία αυτή θα λάβει με την πλήρη ενσωμάτωσή της στα περισσότερα νοσοκομεία.¹

Οι κατασκευαστές των ρομποτικών χειρουργικών συστημάτων υποστηρίζουν ότι αυτή είναι μόνο η αρχή. Τα προϊόντα αυτά θα συνεχίσουν να εξελίσσονται προκειμένου να διορθωθούν τυχόν περιορισμοί τους. Σκοπός των ερευνητών είναι να αναπτύξουν υψηλής απόδοσης συστήματα, που θα επιτρέπουν στους χειρουργούς να αισθάνονται και να διαχειρίζονται με “φυσικό” τρόπο τους ιστούς κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων. Τα σημερινά συστήματα βασίζονται κυρίως στην οπτική ανάδραση (visual feedback). Μεγεθυμένα τρισδιάστατα μοντέλα καθοδηγούν τους χειρουργούς υποδεικνύοντάς τους τις παραμορφώσεις των ιστών, ώστε να μπορούν αυτοί να υπολογίζουν πόση δύναμη ασκεί το ρομποτικό σύστημα. Οι χειρουργοί, όμως, είναι συνηθισμένοι να χρησιμοποιούν τα χέρια τους κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων και έχουν μάθει να βασίζονται στις πληροφορίες, που τους προσφέρει η ψηλάφηση των ιστών στις επεμβάσεις της κλασικής ανοικτής χειρουργικής. Η έλλειψη απτικής αίσθησης αποτελεί σήμερα το σημαντικότερο ίσως μειονέκτημα των σύγχρονων συστημάτων. Αν και έχει αναπτυχθεί μία πληθώρα από αισθητήρες και μεθόδους ελέγχου, που προσφέρουν απτική ανάδραση, πρέπει να επιλυθούν προβλήματα, που αφορούν το κόστος, την πολυπλοκότητα και τη συμβατότητά τους με τα ρομποτικά συστήματα και τους ανθρώπινους ιστούς.²

Η εξοικείωση των χειρουργών με τη νέα τεχνολογία αποτελεί ένα ακόμη σημαντικό ζήτημα. Η επιφυλακτικότητα με την οποία αντιμετωπίζουν την εισαγωγή της ρομποτικής στη χειρουργική μπορεί να χαρακτηριστεί ως φυσιολογική και αναμενόμενη, καθώς η χειρουργική εκπαίδευση δεν έχει αλλάξει σχεδόν καθόλου για περισσότερο από έναν αιώνα. Αν και πολλοί, νέοι κυρίως, χειρουργοί εκδηλώνουν ενδιαφέρον για τα ρομποτικά συστήματα, λίγα ιδρύματα προσφέρουν την απαιτούμενη εκπαίδευση. Η ένταξη της ρομποτικής χειρουργικής στο πρόγραμμα σπουδών των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων θα επιφέρει και σημαντικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο οι τελευταίοι αποκτούν τις χειρουργικές τους ικανότητες, αφού πλέον η εξάσκηση θα γίνεται σε εικονικά περιβάλλοντα χωρίς να τίθενται θέματα για την ασφάλεια των ασθενών.

¹ King, R.C. (2007). Legal perspectives on telemedicine and telerobotic surgery. In Russel A. Faust (Eds.). *Robotics in Surgery*. Διαθέσιμο στο http://books.google.com/books?id=p70afWyqcrMC&printsec=frontcover&hl=el&sig=76Qmsrm2HLacTEI9HWbwW-ntDgA&source=gbs_ViewAPI#PPPI,M1

²Kumar, S. (n.d.). *Telesurgery: an Audit*. Διαθέσιμο στο <http://www.springerlink.com/content/j26618771j923342/>

7.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Το μέλλον είναι ελπιδοφόρο εξαιτίας της μεγάλης ικανότητας των σύγχρονων ρομποτικών χειρουργικών συστημάτων να επεκτείνουν τις δυνατότητες της χειρουργικής πέρα από τους ανθρώπινους περιορισμούς. Νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται συγχρόνως με τη ρομποτική υπόσχονται σύντομα να ενσωματωθούν στις επόμενες γενιές των χειρουργικών ρομπότ. Ένα ενδιαφέρον πεδίο έρευνας αποτελεί η συγχώνευση προεγχειρητικών εικόνων του ασθενούς από τομογραφίες με την εικόνα του εγχειρητικού πεδίου (αυξημένη πραγματικότητα - augmented reality), η οποία υπόσχεται να μας οδηγήσει στην εποχή της διεγχειρητικής πλοήγησης, όπου οι χειρουργικές επεμβάσεις θα καθοδηγούνται πλέον από ηλεκτρονικό υπολογιστή, που θα επεξεργάζεται όλα τα δεδομένα από τον παρακλινικό έλεγχο του ασθενούς.³

Καθώς ο τομέας της ρομποτικής θα εξελίσσεται, τα συστήματα θα γίνονται πιο ευφυή, εκτελώντας τελικά, εάν όχι ολόκληρη, το μεγαλύτερο μέρος από μία χειρουργική επέμβαση. Στο εγγύτερο μέλλον θα υπάρξει ανάγκη για την ανάπτυξη υβριδικών συστημάτων υλικού-λογισμικού τα οποία θα έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν ολοκληρωμένες εργασίες από μία χειρουργική επέμβαση, για παράδειγμα αναστομώσεις, συνενώσεις νεύρων κ.λ. Τα συστήματα αυτά θα απαιτούν μία πολύπλοκη υποδομή την οποία θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να υιοθετήσει η χειρουργική αίθουσα του μέλλοντος. Οι μοναδικές απαιτήσεις των συστημάτων αυτών περιλαμβάνουν μία λίαν ικανοποιητική υποδομή πληροφοριών, πρόσβαση σε εξωτερικές πληροφορίες (π.χ. ακτίνες X, συμβουλευτική), φωνητικό έλεγχο του συστήματος από το χειρουργό καθώς και περιορισμό των διαστάσεών τους. Ενδεχομένως να υπάρξει και εξέλιξη της χειρουργικής αίθουσας, ώστε αυτή να μοιάζει περισσότερο με “δωμάτιο ελέγχου”, εξαιτίας του μεγάλου αριθμού ηλεκτρονικών συστημάτων που θα πρέπει να ελέγχονται.

³Marescaux, J., Leroy, J., Rubino, F., Smith, M., Vix, M., Simone, M., et al. (2002). *Transcontinental Robot-Assisted Remote Telesurgery: Feasibility and Potential Applications*.

Διαθέσιμο στο

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1422462>

Ένα ενδιαφέρον προϊόν που έχει σχέση με τον έλεγχο και την παρακολούθηση των ασθενών είναι το σύστημα LSTAT (Life Support for Trauma and Transport), το οποίο αποτελεί ουσιαστικά μία ολοκληρωμένη μονάδα εντατικής θεραπείας.



Εικ. 7.1

Αν και το LSTAT αναπτύχθηκε αρχικά από τον αμερικανικό στρατό ως σύστημα εκκένωσης του πεδίου της μάχης περιλαμβάνει πλήρη συστήματα ελέγχου, παρακολούθησης και διοίκησης ενώ υποστηρίζει και εφαρμογές τηλεϊατρικής. Έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί και να αποσυνδεθεί χωρίς να μετακινηθεί απαραίτητα ο ασθενής και είναι πλήρως συμβατό με τα σύγχρονα συστήματα τηλερομποτικής. Ένα σύστημα παρόμοιο με αυτό μπορεί να ενσωματωθεί στη χειρουργική αίθουσα του μέλλοντος για να διευκολύνει την αναισθησία, τη χειρουργική επέμβαση και τη μεταφορά του ασθενούς, εξασφαλίζοντας παράλληλα τη συνεχή παρακολούθησή του.

Εκτός από τα τυπικά ρομποτικά συστήματα που είναι διαθέσιμα σήμερα, μερικά από τα συστήματα επόμενης γενιάς ενδεχομένως να χρησιμοποιούν τεχνολογία από τον αναδυόμενο τομέα της νανοτεχνολογίας και των μικροσυστημάτων. Έχουν γίνει ήδη υποθέσεις για τη χρήση μικροσκοπικών ρομπότ μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό. Τα συγκεκριμένα ρομπότ θα εισάγονται με τη βοήθεια μίας ένεσης μέσα στο σώμα του ασθενούς και θα καθοδηγούνται μέσω της αιματικής ροής προς το σημείο ενδιαφέροντος. Θα μπορούν να μετακινούνται μέσα στο ανθρώπινο σώμα, να συλλέγουν πληροφορίες και να εκτελούν μικρές εργασίες αποκατάστασης. Εάν τα σχέδια για τα "νανορομπότ" γίνουν πραγματικότητα, τότε μελλοντικά ίσως αυτά να είναι σε θέση να εντοπίζουν και να διαλύουν πέτρες στα νεφρά, να καθαρίζουν τα αιμοφόρα αγγεία ή να μεταφέρουν φάρμακα στα κύτταρα όγκων με ακοήθεια. Αν και η συγκεκριμένη ιδέα είναι αρκετά ενδιαφέρουσα, πρέπει να επιλυθούν αρκετά εμπόδια που αφορούν την κατασκευή και τον έλεγχο τόσο μικρών, ολοκληρωμένων και πολύπλοκων συστημάτων σε μοριακό πλέον επίπεδο. Η πρώτη γενιά των συστημάτων αυτών δεν θα είναι ορατή με γυμνό μάτι, θα κατασκευαστεί πιθανώς με χημικές μεθόδους σε δισεκατομμύρια αντίγραφα και δεν θα είναι ελεγχόμενη, αλλά προγραμματισμένη να αναγνωρίζει συγκεκριμένους τύπους κυττάρων ή ιστών.



Εικ. 7.2

Συνήθεις αναφορές γίνονται επίσης και στα μικροηλεκτρομηχανικά συστήματα (MEMS), ωστόσο αυτά είναι χίλιες φορές περίπου μεγαλύτερα ($\sim 10^6$ m) από τα συστήματα νανοτεχνολογίας ($\sim 10^9$ m). Τέτοια συστήματα θα ήταν ορατά ως πολύ μικρά ρομπότ και θα



Εικ. 7.3: Ένα ρομπότ MEMS

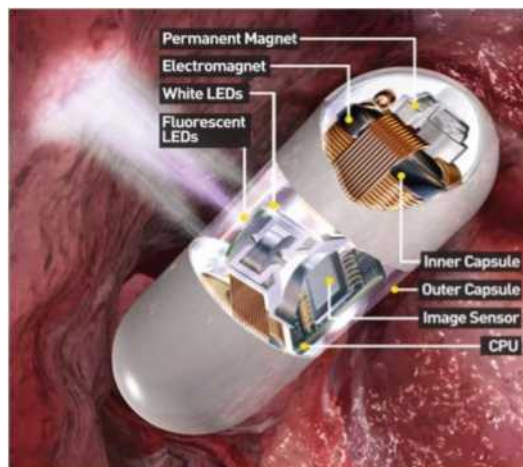
μπορούσαν να ελεγχθούν απευθείας από το χειρουργό. Εντούτοις, όσο η τεχνολογία προχωράει σε όλο και μικρότερες κλίμακες μεγέθους η ισχύς και η δύναμη του συστήματος ελαττώνονται επίσης, καθιστώντας πρακτικά αδύνατη την εκτέλεση κάποιας εργασίας από ένα τόσο μικρό ρομπότ. Αν και έχει κατασκευαστεί ήδη ένας αριθμός ρομπότ MEMS, κανένα από αυτά δεν είναι στην πραγματικότητα ικανό να εκτελέσει κάποια σημαντική εργασία, πόσο μάλλον μία χειρουργική επέμβαση.^[4] Μικροσκοπικά ρομπότ στο μέγεθος ενός γυναικείου κραγιόν, όμως, έχουν σχεδιαστεί από ερευνητές του Πανεπιστημίου της Νεμπράσκα και αναμένεται, στο εγγύς μέλλον, να δώσουν τη δυνατότητα σε ιατρούς στη γη να πραγματοποιούν χειρουργικές επεμβάσεις σε ασθενείς στο διάστημα. Τα ρομποτικά αυτά συστήματα θα μπορούν να τοποθετηθούν στο σώμα του ασθενούς μέσω μικρών τομών, ενώ ο χειρισμός τους θα είναι εφικτός μέσω υπολογιστή από χειρουργούς που θα βρίσκονται στη γη. Κάποια από τα ρομπότ είναι εξοπλισμένα με κάμερες και φώτα και μπορούν να στέλνουν εικόνες στους χειρουργούς. Άλλα έχουν ενσωματωμένα χειρουργικά εργαλεία, ο χειρισμός των οποίων ελέγχεται από απόσταση. Η NASA έχει ήδη εντάξει στα σχέδιά της την εκπαίδευση των αστροναυτών της στη χρήση αυτών των ρομπότ έτσι, ώστε να είναι δυνατή η εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων στο διάστημα. Η καθυστέρηση που υπάρχει στην επικοινωνία λόγω της μεγάλης απόστασης επιβάλλει την εκπαίδευση των αστροναυτών από εξειδικευμένους ιατρούς σχετικά με τις εντολές που ενδεχομένως να χρειάζεται αυτοί να δίνουν στα ρομπότ. Πάντως και από τη γη οι χειρουργοί θα είναι σε θέση να χειρίζονται οι ίδιοι τα ρομπότ από διαφορετικές τοποθεσίες.³

³ http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_surgery



Εικ. 7.4: Ένα μικροσκοπικά ρομπότ

Μικρά σε μέγεθος ρομπότ έχουν ήδη αναπτυχθεί με σκοπό τον έλεγχο και την ενδοσκόπηση της γαστρεντερικής περιοχής. Ο καρκίνος στο κόλον, άλλωστε, αποτελεί μία από τις βασικές αιτίες θανάτου στις βιομηχανοποιημένες χώρες. Η κολonosκόπηση πραγματοποιείται σήμερα με τον χειροκίνητο έλεγχο ενός εύκαμπτου ενδοσκοπίου διαμέτρου μέχρι δύο εκατοστών. Η συγκεκριμένη μέθοδος, όμως, αποτελούσε ανέκαθεν μία δύσκολη, επικίνδυνη και ιδιαίτερα επώδυνη για τον ασθενή διαδικασία. Κάποιες εναλλακτικές λύσεις φαίνεται να δίνουν μικροσκοπικά ρομπότ, τα οποία είτε με τη μορφή αυτόνομης μικροκάψουλας που καταπίνει ο ασθενής (ενδοσκοπικού χαπιού), είτε με τη μορφή ενός ημιαυτόνομου και αυτοπροωθούμενου κολonosκόπιου που κινείται βιομημητικά (προσομειώνοντας την κίνηση π.χ. μίας κάμπιας), εισέρχονται στην περιοχή ενδιαφέροντος, συλλέγουν πληροφορίες και αποστέλλουν δεδομένα και εικόνες στον θεράποντα ιατρό. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ασύρματη κάψουλα ενδοσκόπησης M2A που αναπτύχθηκε από τον Iddan και τους συνεργάτες του το 2000 στο Ισραήλ. Το νέο αυτό σύστημα ενδοσκόπησης διαθέτει άριστη διαγνωστική ικανότητα για ασθένειες του λεπτού εντέρου, αιμορραγίες και χρόνιους πόνους στο υπογάστριο.



Εικ. 7.5: Το “χάπι” ενδοσκόπησης

Ακριβώς όπως στην κουλτούρα του ανθρώπου, έτσι και στη χειρουργική το μέλλον της ρομποτικής περιορίζεται μόνο από τη φαντασία. Πολλές μελλοντικές εξελίξεις βρίσκονται κάτω από το φακό της έρευνας. Ήδη, μερικά ερευνητικά εργαστήρια δουλεύουν και έχουν αναπτύξει κάποια συστήματα για τη μετάδοση της αίσθησης της αφής από τα ρομποτικά εργαλεία πίσω στον χειρουργό. Άλλα εργαστήρια πάλι εργάζονται πάνω στην περαιτέρω βελτίωση των υπάρχουσών μεθόδων και την ανάπτυξη συσκευών για την εκτέλεση αναστομών χωρίς συρραφές. Όταν οι περισσότεροι άνθρωποι μιλούν για τη ρομποτική, εννοούν κυρίως τον αυτοματισμό. Η πιθανότητα αυτοματοποίησης κάποιων χειρουργικών εργασιών είναι τόσο συναρπαστική, όσο και αμφισβητήσιμη. Τα μελλοντικά συστήματα ενδεχομένως να παρέχουν τη δυνατότητα σε έναν χειρουργό να προγραμματίζει την επέμβαση και στη συνέχεια αυτός να περιορίζεται απλά στην επίβλεψη των ενεργειών που εκτελεί το ρομπότ. Είναι άλλωστε κατανοητό ότι στο αιώτερο μέλλον και κάτω από ειδικές περιστάσεις, όπως θα ήταν π.χ. μία αποστολή της NASA στον Άρη, τα ρομπότ θα εκτελούσαν ολόκληρη τη χειρουργική επέμβαση χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης. Οι πιθανότητες για βελτίωση για περαιτέρω εξέλιξη περιορίζονται μόνο από τη φαντασία και το κόστος.⁴

Εκτός όμως αυτών των πτυχών παραμένουν πάντοτε προς διευθέτηση και προβλήματα άλλης φύσεως, όπως π.χ. προβλήματα ηθικής νομικής μορφής κ.ά.

Σε σχέση με τα τελευταία σημειώνεται, ότι μέχρι σήμερα δεν έχει επιτευχθεί ικανοποιητικός βαθμός «ομογενοποίησης» των σχετικών ρυθμίσεων, ούτε σε εθνικό, ούτε σε διεθνές επίπεδο.

Έτσι η «αντινομία» των «συγκρουόμενων» Συστημάτων Δικαίου παραμένει πάντοτε ένας ανασταλτικός παράγων γενίκευσης της χρήσης των νέων τεχνολογιών στο τομέα της χειρουργικής επιστήμης, κάτω από το «φόβητρο» τυχόν ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων από την αξιοποίησή τους, (με ή χωρίς συναίνεση του ασθενούς) και της συνακόλουθης διεκδίκησης αποζημιώσεων. Σε κάθε περίπτωση δεν πρέπει να παραγνωρίζεται το γεγονός, ότι είναι επιτακτική ανάγκη παράλληλα με την ενασχόληση για την εξέλιξη των νέων τεχνολογιών, Εθνικοί ή Διεθνείς Οργανισμοί (π.χ. Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, Κυβερνητικές Υπηρεσίες) να ασχοληθούν και με την διευθέτηση νομικών παραμέτρων του όλου εγχειρήματος της ρομποτικής χειρουργικής δεδομένης της καταλυτικής τους σημασίας.

⁴ Lanfranco A., Castellanos A., Desai J. and Meyers W., *Robotic Surgery: A Current Perspective*, *Annals of Surgery*, 239(1): 14-21, January 2004
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1356187>

Ειδικότερη Βιβλιογραφία Επίλογου

King, R.C. (2007). Legal perspectives on telemedicine and telerobotic surgery. In Russel A. Faust (Eds.). *Robotics in Surgery*. Διαθέσιμο στο http://books.google.com/books?id=p70afWycrMC&printsec=frontcover&hl=el&sig=76Qmsrm2HLacTEl9HWbwW-ntDgA&source=gbs_ViewAPI#PPP1_M1

Kumar, S. (n.d.). *Telesurgery: an Audit*. Διαθέσιμο στο <http://www.springerlink.com/content/j26618771j923342/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_surgery

8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Γεωργίου Ε. και Γκατζώνης Μ., *Η Εικονική Πραγματικότητα στην Ιατρική*, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ, Νοέμβριος 2008

<http://mpl.med.uoa.gr/Downloads/PDF/i-eikonik-pragmatikotita-stin-iatrik.pdf>

Δελτία Τύπου - 2007, Διαγνωστικό & Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ”

http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=44

Δελτία Τύπου - 2008, Διαγνωστικό & Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ”

http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=267

Δελτία Τύπου - 2009, Διαγνωστικό & Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών “ΥΓΕΙΑ”

http://www.hygeia.gr/page.aspx?p_id=373

Δελτίο Τύπου της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Ρομποτικής Χειρουργικής για την 1^η Ημερίδα Ρομποτικής Χειρουργικής, 27/02/2008<http://www.kkonstantinidis.com/el/robotical-surgery>

Δελτίο Τύπου της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Ρομποτικής Χειρουργικής για την 1^η Ημερίδα Ρομποτικής Χειρουργικής, 27/02/2008<http://www.kkonstantinidis.com/el/robotical-surgery>

Δ.Θ.Κ.Α. ΥΓΕΙΑ: Η μεγαλύτερη επένδυση στον τομέα της Ακτινοθεραπείας στην Ελλάδα, εφημερίδα ‘ΤΑ ΝΕΑ’, 18/05/2009

<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=6485>

Επίσημα εγκαίνια για τη λειτουργία του Συστήματος Ρομποτικής Χειρουργικής da Vinci στο Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «Λαϊκό», Δελτίο Τύπου του Νοσοκομείου “Λαϊκό”, 23/07/2008

http://www.hellenic-health.gr/deltia_typou/deltia_typou_23_7_08_laikohospital.php

Ερευνητικά Έργα, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή Ε.Κ.Π.Α., 1998 http://asclepieion.mpl.uoa.gr/pubASPIS/YT_Ερευνητικά_Έργα.htm

Έργο ΑΣΠΑΣΙΑ. Ασκληπιείο Πάρκο Αθηνών: Σύνθεση Ιδεωδών & Ανάπτυξης, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή Ε.Κ.Π.Α., 1999-2000

<http://asclepieion.mpl.uoa.gr/aspasia/default.htm>

Εργαστήριο Βιοϊατρικής Πληροφορικής και Έργα, Ινστιτούτο Πληροφορικής Ι.Τ.Ε.,
2001 <http://www.ics.forth.gr/eHealth/projects-gr.jsp>

Η Ελλάδα γίνεται κέντρο εκπαίδευσης στη ρομποτική χειρουργική, εφημερίδα 'Καθημερινή', 17/12/2008
http://portal.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_kathciv_1_17/12/2008_260629

Η ρομποτική χειρουργική στην Ελλάδα, Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία Ρομποτικής Χειρουργικής, 22/04/09
http://www.roboticsurgery.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=50

Η ΟΤC στην Εναλλακτική Αγορά του Χρηματιστηρίου Αθηνών, εφημερίδα 'ΤΑ ΝΕΑ', 11/05/09
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=6416>

Ιατρόπολις: Τρία χρόνια λειτουργία του CyberKnife, εφημερίδα 'ΤΑ ΝΕΑ', 27/05/2009
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=6587>

Καραγιάννης Σ., Βιομηχανικά Συστήματα Κίνησης, Σημειώσεις παραδόσεων, Τμήμα Μηχανολογίας, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, 2006

Κλινική Doctors' Hospital: Η ρομποτική στην αντιμετώπιση της παχυσαρκίας, εφημερίδα 'ΤΑ ΝΕΑ', 18/06/2008
<http://ygeia.tanea.gr/default.asp?pid=8&ct=85&articleID=3536&la=1>

Κωνσταντινίδης Κ., Πλεονεκτήματα της ρομποτικής χειρουργικής. Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία Ρομποτικής Χειρουργικής, 2008
<http://robotic.kkonstantinidis.com/index.php/2008-10-23-16-20-35>

Κωνσταντινίδης Κ., Χειρίδης Σ., Ξιάρχος Α., Αναστασάκου Κ., Σάμπαλης Γ., Βοριάς Μ., Γεωργίου Μ. και Θωμάς Δ., ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ DA VINCI ΔΥΟ ΧΡΟΝΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, Ιατρικό Αθηνών, 2009 http://library.tee.gr/digital/m2376/m2376_konstantinidis.pdf

Λιακοπούλου Θ., Επένδυση 10 εκατ. ευρώ από την Ιατρόπολις για εγκατάσταση μηχανήματος ρομποτικής ιατρικής, εφημερίδα 'Καθημερινή', 29/12/2006
http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_economyepix_1_29/12/2006_210404

Μπουλούτζα Π., Σε πέντε χρόνια κατέρρευσε η τηλεϊατρική. Φυτοζωεί, εξαιτίας της έλλειψης προσωπικού, η μονάδα μονάδα του ΕΣΥ, στο Σισμανόγλειο, εφημερίδα 'Καθημερινή', 29/04/07
http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_ell_1_29/04/2007_225048

Νέες ιατρικές εξελίξεις 2007, ΙΑΤΡΟΠΟΛΙΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ Α.Ε.
http://www.iatropoli.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=69&Itemid=64

Ξιάρχος Α., Χειρουργικές Επεμβάσεις: Γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση/, Διαφραγματοκήλη, Αχαλασία του οισοφάγου, 2007 [http://www.axiarchos .gr/surg03 .asp](http://www.axiarchos.gr/surg03.asp)

Παπαστρατής, Γ., & Μανδρέκας, Δ.Π., (n.d.), Λαπαροσκοπική Χειρουργική. Στην Χειρουργική. Σέλας, Μ.Ν.

Πουλάκης, Β. (19 Αυγούστου 2008). Προστατεκτομή με τα χέρια του...Da Vinci. *Ελευθεροτυπία*. Δίκτυα υλοποίησης εφαρμογών Τηλεδιάσκεψης. (n.d.). Retrieved from <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Campus/8308/Networks.htm>

Πρόγραμμα Τηλεπαρακολούθησης Παιδιών, Εταιρεία Κινητής Τηλεφωνίας Vodafone
<http://www.vodafone.gr/portal/client/cms/viewCmsPage.action?pageId=1809>

ΠΡΟΤΥΠΟ ΒΑΡΙΑΤΡΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ, *Επεμβάσεις*, 2008
<http://www.obesity-surgery.gr>

Ρομποτική χειρουργική <http://www.medchannel.gr/Article .php?CatId=101&ArticleId=21>

Ρομπότ-βοηθός εγχειρήσεων στον εγκέφαλο, εφημερίδα 'Καθημερινή', 19/04/07 http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_world_1_19/04/2007_223879

Σκρέκας Γ., *Ρομποτική χειρουργική. Παρόν και μέλλον*, 2007
http://www.gomedica.org/robotic_surgery.htm

Σωτηρίου Δ., *Υπηρεσίες Τηλεϊατρικής*, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ, Νοέμβριος 2008 <http://mpl.med.uoa.gr/Downloads/PDF/tileiatrik.pdf>

Τι είναι η ρομποτική χειρουργική; Δελτίο Τύπου του Νοσοκομείου "Λαϊκό",

http://www.hellenic-health.gr/deltia_typou/deltia_tupou_info_23_7_08_laikohospital.php

ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ, Εργαστήριο Τηλεϊατρικής και Ιατρικής Πληροφορικής, ΤΕΙ Κρήτης, 2001 <http://www.techmed.teiher.gr/defaultPse.htm>

ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, Εργαστήριο Τηλεϊατρικής και Ιατρικής Πληροφορικής, Τ.Ε.Ι. Κρήτης, 2001 <http://www.techmed.teicrete.gr/cd%20PSE/>

Ξενη Βιβλιογραφία

Advincula A., *Robotic Applications in Advanced Gynecologic Surgery*, Robotics in Surgery: History, Current and Future Applications, Book edited by Russell A. Faust, March 2006 <http://books.google.gr/books?id=p70afWyqcrMC&pg=PP1&dq=robotics+in+surgery>

Anthony R. Lanfranco, Andres E. Castellanos, Jaydev P. Desai, & William C. Meyers. (2004). *Robotic Surgery: A Current Perspective*. Διαθέσιμο στο *Robotic Surgery: A Current Perspective*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1356187>

Argenziano M., Katz M., Bonatti J., Srivastana S., Murphy D., Poirier R., Loulmet D., Siwek L., Kreaden U. and Ligon D., *Results of the Prospective Multicenter Trial of Robotically Assisted Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass Grafting*, The Annals of Thoracic Surgery, 81(5): 1666-1675, May 2006 <http://ats.ctsnetjournals.org/cgi/content/full/81/5/1666>

Benesh, Peter. (n.d.). Getting Docs To Buy \$1 Mil Robot Ain't Easy. *Investor's Business Daily*. Διαθέσιμο στο <http://www.investors.com/yahoofinance/2004w39/storyB02.asp>
FDA OKs Robo-Surgery. (2000). Διαθέσιμο στο <http://www.wired.com/science/discoveries/news/2000/07/37536>

Baik. S., *Robotic Colorectal Surgery*, Yonsei Medical Journal, 49(6):891-896, December 2008 <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2628019>

Bishoy Morris. (2005). *Robotic Surgery: Applications, Limitations, and Impact on Surgical Education*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1681689>

Bozovic, January 2008 <http://www.intechweb.org/downloadpdf.php?id=637>

Brower V., *The cutting edge in surgery: Telesurgery has been shown to be feasible-now it has to be made economically viable*, EMBO Reports, 3(4):300-301, April 2002
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1084071>

Computer Motion Ships New Surgical Robots, Business Wire, January 1998
http://findarticles.com/p/articles/mi_m0EIN/is_1998_Jan_27/ai_20179277

Early Experience of Robotic-assisted Laparoscopic Liver Resection, *Yonsei Medical Journal*, 49(4):632-638, August 2008
2005 <http://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/7145/1/ma05037.pdf>
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2615291>

Eljamel S., *Robotic Applications in Neurosurgery*, Medical Robotics, Book edited by Vanja The Probot
<http://www3.imperial.ac.uk/mechatronicsinmedicine/research/theprobot>

Govindarajan A., *Robot-Assisted Surgery: A Review*, University of Toronto Medical Journal, 78(2): 108-112, March 2001
<http://www.utmj.org/issues/78.2/Surgery.pdf>

Gerhardus D., *Robot-assisted surgery. The future is here*, Journal of Healthcare Management, 48(4):242-251, July/August 2003
http://www.entrepreneur.com/tradejournals/article/106226723_3.html

FDA OKs Robo-Surgery. (2000). Διαθέσιμο στο
<http://www.wired.com/science/discoveries/news/2000/07/37536>
http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_surgery

Hanly, E.J., & Talamini, M.A. (2004). Robotic Abdominal Surgery. *The American Journal of Surgery* 188. Διαθέσιμο στο
<http://www.christiansurgeon.com/Robotic%20abdominal%20surgery%20Am%20J%20Surg%20>

Hermes <http://www.tzamal-medical.co.il/?doc=151443>

Hockstein N., Gourin C., Faust R. and Terris D., *A history of robots: from science fiction to surgical robotics*, Journal of Robotic Surgery, 1(2): 113-118, July 2007
<http://www.springerlink.com/content/v1jm28161618p874>

http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_surgery

<http://www.intuitivesurgical.com/products/index.aspx>

http://www.gomedica.org/robotic_surgery.htm

Kim Y. T., Kim S. W. and Kim Y. W., *Robotic Surgery in Gynecologic Field*, Yonsei Medical Journal, 49(6):886-890, December 2008

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2628037>

King, R.C. (2007). Legal perspectives on telemedicine and telerobotic surgery. In Russel A. Faust (Eds.). *Robotics in Surgery*. Διαθέσιμο στο
HLacTEI9HWbwW-ntDgA&source=gbs_ViewAPI#PPP1,M1

Kodera K., Kiaii B., Rayman R., Novick R. and Boyd D., *Closed Chest CABG on the Beating Heart With a Computer-Enhanced Articulating System: Case Report*, The Heart Surgery Forum, 4(4):305-306, 2001 <http://static.cjp.com/gems/pdfs/2001-6866.pdf>

Kumar R. and Hemal A., *Emerging role of robotics in urology*, Journal of Minimal Access Surgery, 1(4):202-210, October

Lanfranco A., Castellanos A., Desai J. and Meyers W., *Robotic Surgery: A Current Perspective*, Annals of Surgery, 239(1): 14-21, January 2004 <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1356187>

Laparoscopic robotic-assisted gastrointestinal surgery: a Geneva experience, Journal of Robotic Surgery,1(4):291-295, <http://www.springerlink.com/content/dl83vj022h736222/fulltext.pdf>
February 2008

Li Q., Zamorano L., Pandya A., Perez R., Gong J. and Diaz F., *The Application Accuracy of the NeuroMate Robot - A Quantitative Comparison with Frameless and Frame-Based Surgical Localization Systems, Computer Aided Surgery* 7:90-98, 2002
<http://www.ece.eng.wayne.edu/~apandya/Publications/CAS2002-RobotAccuracy.pdf>

Lunca S., Bouras G. and Stanescu A., *Gastrointestinal Robot-Assisted Surgery. A Current Perspective, Romanian Journal of Gastroenterology*, 14(4):385-391, December 2005
http://www.jgld.ro/42005/385-391_10.pdf

Marescaux, J., Leroy, J., Rubino, F., Smith, M., Vix, M., Simone, M., et al. (2002). *Transcontinental Robot-Assisted Remote Telesurgery: Feasibility and Potential Applications*. Διαθέσιμο στο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=1422462>

Meadows, Michelle. (2002). *Robots Lend a Helping Hand to Surgeons*. Διαθέσιμο στο http://www.fda.gov/fdac/features/2002/302_bots.html

Morris B., *Robotic Surgery: Applications, Limitations, and Impact on Surgical Education, Medscape General Medicine*, 7(3):72, September 2005
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1681689>

Nathan, C-A.O., Chakradeo, V., Malhotra, K., D'Agostino, H., & Patwardhan, R. (2006). *The Voice-Controlled Robotic Assist Scope Holder AESOP for the Endoscopic Approach to the Sella*. Διαθέσιμο <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1586176>

Nifong L., Chu V., Bailey M., Maziarz D., Sorrell V., Holbert D. and Chitwood R., *Robotic Mitral Valve Repair: Experience With the da Vinci System, The Annals of Thoracic Surgery*, 75(2):438-443, February 2003 <http://ats.ctsnetjournals.org/cgi/content/full/75/2/438>

Okamura A., *Methods for haptic feedback in teleoperated robot-assisted surgery, Industrial Robot*,

31(6):499-508, December 2004 <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1317565>

Petropoulou S., Mantas J. and Bekakos M., *Current Medical Digital Applications-Telesurgery*, HERCMA Proceedings, 2005

<http://www.aueb.gr/pympe/hercma/proceedings2005/H05-FULL-PAPERS-1/PETROPOULOU-MANTAS-BEKAKOS-1.pdf>

Piquion J., Nayar A., Ghazaryan A., Papanna R., Klimek W. and Laroia R., *Robot-assisted gynecological surgery in a community setting*, Journal of Robotic Surgery, 3(2):61-64, June 2009

<http://www.springerlink.com/content/29831h93315k70p4/fulltext.pdf>

Rea F., Marulli G., Bortolotti L., Feltracco P., Zuin A. and Sartori F., *Experience With the “Da Vinci” Robotic System for Thymectomy in Patients With Myasthenia Gravis: Report of 33 Cases*, The Annals of Thoracic Surgery, 81(2):455-459, February 2006 <http://ats.ctsnetjournals.org/cgi/content/full/1/81/2/455>

Robot-Assisted Surgery http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2005_Groups/04/index.html

Robotics: the Future of Minimally Invasive Heart Surgery. (n.d.).

Retrieved from

http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2000_Groups/Heart_Surgery/Robotics.html

Robotic Surgery <http://library.thinkquest.org/03oct/00760>

Soravia C., Schwieger I., Witzig J., Wassmer F., Vedrenne T., Sutter P., Dufour J. and Racloz

Snyder B., Wilson T., Scarborough T., Yu S. and Wilson E., *Lowering gastrointestinal leak rates: a comparative analysis of robotic and laparoscopic gastric bypass*. Journal of Robotic Surgery, 2(3):

159-163, September 2008 <http://www.springerlink.com/content/m6g27843424x07p4>

Sinha C., and Haddad M., *Robot-assisted surgery in children: current status*, Journal of Robotic Surgery, 1(4):243-246, February 2008

<http://www.springerlink.com/content/9l6p321714546014/fulltext.pdf>

Telesurgery <http://www.surgeryencyclopedia.com/St-Wr/Telesurgery.html>

Torracca L., Ismeno G. and Alfieri O., *Totally Endoscopic Computer-Enhanced Atrial Septal*

Defect Closure in Six Patients, The Annals of Thoracic Surgery, 72(4):1354-1357, October 2001

<http://ats.ctsnetjournals.org/cgi/content/full/72/4/1354>

Van der Meijden O. and Schijven M., *The value of haptic feedback in conventional and robot- assisted*

minimal invasive surgery and virtual reality training: a current review, Surgical Endoscopy, 23(6): 1180-1190,

June 2009 <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2686803>

Venere, E. (2006). *Lower cost, portable surgical robots could be smooth operators*. Διαθέσιμο στο

<http://www.purdue.edu/UNS/html4ever/2006/060302.Peine.robots.html>

Warren J., Da Silva V., Caumartin Y. and Luke P., *Robotic Renal Surgery: The future or a passing curiosity?*, Canadian Urological Association Journal, 3(3):231-240, June 2009

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2692162>

World's First Robotic Telecollaboration in Brain Surgery Performed in Atlantic Canada

<http://www.allbusiness.com/medicine-health/medical-treatments-procedures/5992511-1.html>

