

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ: Σ.Ε.Υ.Π.

ΤΜΗΜΑ: ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**

# **Η ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΣΤΙΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**



**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:**

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΗΣΤΙΝΑ – ΑΘΑΝΑΣΙΑ**

**ΕΠΟΠΤΕΙΑ:**

**ΔΡ. ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΜΑΡΙΑ**

**ΠΑΤΡΑ 2011**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

*Η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη σε όλους όσους με βοήθησαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τους γονείς μου για όλα όσα μου προσέφεραν, αλλά και για τους αγώνες που έδωσαν όλα αυτά τα χρόνια, καθώς και τον αρραβωνιαστικό μου, ο οποίος με βοήθησε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, με σκοπό να βγω άξιος άνθρωπος και επαγγελματίας στην κοινωνία. Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια της εργασίας αυτής, Δρ. Παπαδημητρίου Μαρία, της οποίας η βοήθεια και η αμέριστη υποστήριξή της υπήρξε ιδιαίτερα πολύτιμη καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.*

---

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η χρήση ρομποτικών συστημάτων στην επιστήμη της ιατρικής γενικότερα και ειδικότερα σε χειρουργικές επεμβάσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται εν συντομία ως «ελάχιστης εισβολής», καθώς και η συμβολή του νοσηλευτικού προσωπικού στην αλματώδη εξέλιξη της ιατρικής και της τεχνολογίας. Η χρήση των ρομποτικών συστημάτων φαίνεται να στηρίζει και να βοηθάει σε πολλούς τομείς, οι οποίοι θα αναφερθούν και θα αναλυθούν εκτενέστερα στα παρακάτω κεφάλαια.

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον σε αυτή την εργασία συγκεντρώνει το τεχνολογικό εκείνο επίτευγμα που ακούει στο όνομα ρομπότ. Ανέκαθεν, από τα βάθη της ιστορίας της ύπαρξης της ανθρωπότητας, ο άνθρωπος ήθελε να δημιουργήσει ένα μηχανικό όν που να του μοιάζει τουλάχιστον στην βιολογική του υπόσταση, έτσι ώστε να προσπαθήσει με αυτή την πράξη του να νιώσει το αίσθημα της κυριαρχίας πάνω στο δημιούργημα του.

Το ξεχωριστό που παρουσιάζει η εργασία αυτή είναι ότι αναφέρεται στη συνεργασία της ανθρώπινης νοημοσύνης και της ακρίβειας ενός σύγχρονου ρομποτικού συστήματος, το οποίο μπορεί κάτω από κατάλληλες προϋποθέσεις να κάνει τα αδύνατα δυνατά.

Στα ρομποτικά συστήματα ο χειρουργός χειρίζεται τους ρομποτικούς βραχίονες σε πραγματικό χρόνο ή προγραμματίζει το ρομπότ να εκτελέσει μια διαδικασία αυτόνομα, με σκοπό να το οδηγήσει στα παθολογικά σημεία του ασθενή, με αναίμακτο τρόπο<sup>1</sup>.

Βεβαίως, ορισμένοι φαντάζονται και περιμένουν εκείνες τις ημέρες όπου ο ασθενής θα μπαίνει στο χειρουργείο και ένα ρομπότ θα αναλαμβάνει την εξυγίανση του ασθενούς χωρίς καμία ανθρώπινη παρέμβαση. Κάτι τέτοιο θα ήταν ίσως ιδεατό, σκεπτόμενοι ότι τα ρομπότ θα έλυναν τα χέρια των χειρουργών και ότι η θνησιμότητα από χειρουργικές επεμβάσεις εκφραζόμενη ως ποσοστό θα ελαχιστοποιηθεί.

Σίγουρα τα παραπάνω δεν ανήκουν στο παρόν, καθώς το τεχνολογικό υπόβαθρο για να δημιουργηθούν τέτοιου είδους ρομποτικά συστήματα δεν υπάρχει. Η πολυπλοκότητα του ανθρώπινου οργανισμού είναι τέτοια ώστε για να λειτουργήσει αυτοβούλως μια μηχανή απαιτεί ανάλογο επίπεδο τεχνολογίας, το οποίο ίσως να μην κατακτηθεί ποτέ.

Έχοντας υπόψη μου, την εισβολή της νέας αυτής τεχνολογίας στον χώρο της υγείας, θέλησα να ερευνήσω τις γνώσεις και τις στάσεις του νοσηλευτικού προσωπικού στην εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική νοσηλευτική πρακτική.

Μέσα από αυτή την έρευνα σκοπός μου είναι να διαπιστώσω το επίπεδο ενημέρωσης και γνώσεων του νοσηλευτικού προσωπικού στις νέες προκλήσεις της τεχνολογίας σχετικά με την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην

κλινική πρακτική, καθώς και να κατανοήσω εάν τελικά η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στον χώρο της υγείας είναι αποδεκτή από το νοσηλευτικό προσωπικό.

Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη: το γενικό και το ειδικό. Στο γενικό μέρος αναφέρονται γενικά στοιχεία για τη ρομποτική τεχνολογία και την εφαρμογή της στην ιατρική και νοσηλευτική πρακτική και αναλύονται τα σημαντικότερα χειρουργικά ρομποτικά συστήματα, καθώς και ο ρόλος του νοσηλευτικού προσωπικού.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην εξέλιξη της χειρουργικής επιστήμης και της ρομποτικής χειρουργικής και αναφέρονται εισαγωγικά στοιχεία για τη ρομποτική τεχνολογία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η εισαγωγή της ρομποτικής τεχνολογίας στην ιατρική επιστήμη με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών και αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ρομποτικής χειρουργικής.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τις εφαρμογές της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική πρακτική και αναφέρονται αναλυτικά οι εφαρμογές της στην ουρολογία, την καρδιοχειρουργική, την ορθοπαιδική, τη γενική και θωρακική χειρουργική, τη νευροχειρουργική, τη γυναικολογία και την παιδιατρική.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται διεξοδικά τα συστήματα υποβοήθησης χειρουργικών επεμβάσεων, τα ρομποτικά συστήματα ενδοσκόπησης, τα συστήματα ελέγχου και τηλεσυνεργασίας, τα συστήματα ρομποτικής ακτινοχειρουργικής και τα ρομποτικά συστήματα τύπου master-slave. Επίσης, γίνεται σύντομη αναφορά στις απαιτήσεις και τις εφαρμογές της ασφάλειας των συστημάτων, καθώς και στις φάσεις και στα κριτήρια αξιολόγησής τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται η χειρουργική αίθουσα του μέλλοντος και διευκρινίζονται τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται προκειμένου η χειρουργική αίθουσα να είναι κατάλληλη για χρήση.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο περιγράφεται ο ρόλος του νοσηλευτικού προσωπικού στην εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική πρακτική και γίνεται σύντομη αναφορά για τη ρομποτική χειρουργική εκπαίδευση στην Ελλάδα.

Στο ειδικό μέρος περιλαμβάνονται το υλικό και η μέθοδος, τα αποτελέσματα της έρευνας, καθώς και τα συμπεράσματα και οι προτάσεις που απορρέουν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και τα αποτελέσματα της έρευνας με απώτερο σκοπό την ενημέρωση – πληροφόρηση του νοσηλευτικού προσωπικού σχετικά με την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική πρακτική.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Η χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας στην ιατρική και νοσηλευτική πρακτική αποτελεί καινοτομία-πρόκληση των δύο τελευταίων δεκαετιών (τέλη 20<sup>ου</sup> – αρχές 21<sup>ου</sup> αιώνα) με σημαντικά πλεονεκτήματά τόσο για το ιατρονοσηλευτικό προσωπικό όσο και για τους ασθενείς.

**Σκοπός:** Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στη διερεύνηση των γνώσεων και στάσεων του νοσηλευτικού προσωπικού για τη ρομποτική χειρουργική, με στόχο την καλύτερη δυνατή κατανόηση της χρήσης τεχνολογικών ρομποτικών συστημάτων, κατάλληλων για εφαρμογή στην ιατρική χειρουργική πρακτική, καθώς και του ρόλου του νοσηλευτικού προσωπικού στην αλματώδη εξέλιξη της ιατρικής και της τεχνολογίας.

**Υλικό και Μέθοδος:** Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 256 νοσηλευτές τεχνολογικής και πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, καθώς και βοηθοί νοσηλευτών που εργάζονται σε δημόσια και ιδιωτικά νοσηλευτικά ιδρύματα της ημεδαπής. Η συλλογή των πληροφοριών πραγματοποιήθηκε με τη συμπλήρωση ανώνυμου ερωτηματολογίου με 23 ερωτήσεις κλειστού τύπου. Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η περιγραφική κατανομή και για τις στατιστικές συγκρίσεις χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό test  $\chi^2$  για να εξεταστεί αν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταβλητών.

**Αποτελέσματα:** Ένα μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων (31,3%) δήλωσε ότι δεν ενημερώνεται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας, ενώ από αυτούς που ενημερώνονται το 70,5% δήλωσε ότι ενημερώνεται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και το διαδίκτυο. Ποσοστό 17,2% απάντησε ότι την χειρουργική επέμβαση πραγματοποιεί το ρομπότ και όχι ο χειρουργός, ενώ μόλις το 48,4% απάντησε ότι το πιο διαδεδομένο χειρουργικό ρομποτικό σύστημα παγκοσμίως είναι το σύστημα daVinci. Ποσοστό 34,4% απάντησε ότι δεν γνωρίζει αν έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα ρομποτικές χειρουργικές επεμβάσεις, ενώ μόλις το 38,3% των ερωτηθέντων απάντησε ότι η ρομποτική χειρουργική είναι γεγονός για τη χώρα μας από το 2006. Ποσοστό 57% απάντησε ότι ο νοσηλευτής συμμετέχει ενεργά στη ρομποτική χειρουργική σε όλες τις φάσεις της χειρουργικής επέμβασης, ενώ έκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι το 25% των ερωτηθέντων δεν επιθυμεί την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεται.

**Συμπεράσματα:** Οι νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, καθώς και το νοσηλευτικό προσωπικό που φέρει αρκετά χρόνια επαγγελματικής εμπειρίας είναι περισσότερο ενημερωμένοι για την εξέλιξη και εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στις ιατρικές χειρουργικές επεμβάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους. Κρίνεται επιτακτική η ανάγκη διαρκούς ενημέρωσης και εκπαίδευσης του νοσηλευτικού προσωπικού όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης, μέσω της διοργάνωσης κατάλληλων επιμορφωτικών προγραμμάτων-σεμιναρίων από τους αρμόδιους κρατικούς φορείς, για τη βελτίωση των τεχνικών

παρεχόμενης νοσηλευτικής φροντίδας προς τους ασθενείς με βάση τις τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις στο χώρο της ιατρικής επιστήμης.

## SUMMARY

**Introduction:** The use of robotic technology in medicine and nursing practice is an innovation-challenge of the last two decades (late 20<sup>th</sup> – early 21<sup>st</sup> century ) with important benefits for the medical and nursing staff and the patients.

**Purpose:** This study focuses on exploring the knowledge and attitudes of nursing staff for robotic surgery, aiming at the comprehension of the usage of robotic technological systems that are suitable for application in the medical surgical practice and the role of the nursing staff in the rapid development of medical and technology.

**Material and Method:** The sample of the study was 256 nurses of university and technological education, as well as assistant nurses who are working in public and private hospitals of native land. The collection of information was realized by the filling in an anonymous questionnaire containing 23 closed questions. For the statistical analysis of the data was used the descriptive statistics and for the statistical comparisons was used the non-parametric test  $\chi^2$  in order to determine if there is significant difference between the variables.

**Results:** A large percentage of the participants (31.3%) said that they aren't informing about the technological developments taking place in health care, while the 70.5% by the participants who are informed said that they are informed by the media and the internet. The 17.2% of the participants responded that the robotic surgery is realized by the robot and not by the surgeon, while only 48.4% said that the widely-spread surgical robotic system is the daVinci. The 34.4% of the participants said that they don't know if robotic surgeries have been realized in Greece, while only the 38.3% of the participants replied that the robotic surgery is event for our country since 2006. The 57% of the participants said that the nurse is participating actively in the robotic surgery in all surgery's stages, while surprise is causing the event that the 25% of the participants don't want the robotic technology's appliance at the clinic where they are working.

**Conclusions:** The nurses of university education and the nursing staff who has many years of professional experience are more informed on the development and application of robotic technology in medical surgery than others. It is necessary the continuous informing and education of nursing staff of all levels of education by organizing suitable training programmes – seminars from the relevant government agencies, in order to improve the provided nursing care to patients based on current developments in the field of medical science.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                      |    |
|----------------------|----|
| Ευχαριστίες.....     | 2  |
| Πρόλογος.....        | 3  |
| Περίληψη.....        | 5  |
| Summary .....        | 7  |
| Συνοτομογραφίες..... | 12 |
| Εισαγωγή.....        | 13 |

## ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: Ιστορική Αναδρομή – Εισαγωγή στη Ρομποτική

|  |    |
|--|----|
| 1.1 Ιστορική ανασκόπηση της χειρουργικής επιστήμης.....              | 17 |
| 1.2 Εξέλιξη της λαπαροσκοπικής και της ρομποτικής χειρουργικής ..... | 18 |
| 1.3 Τι είναι το ρομπότ .....   | 22 |
| 1.4 Οργάνωση και λειτουργία ενός ρομπότ.....                         | 22 |
| 1.4.1 Το μηχανικό μέρος του ρομπότ .....                             | 23 |
| 1.4.2 Ο ελεγκτής του ρομπότ .....                                    | 23 |
| 1.4.3 Βαθμοί ελευθερίας του ρομπότ.....                              | 24 |
| 1.5 Το χειρουργικό ρομπότ .....                                      | 24 |

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Εισαγωγή της Ρομποτικής Τεχνολογίας στην Ιατρική Επιστήμη

|   |    |
|---|----|
| 2.1 Χειρουργική επέμβαση ελάχιστης εισβολή .....    | 27 |
| 2.2 Διαδικασία βασισμένη στη χρήση εικόνων .....    | 28 |
| 2.2.1 Προγραμματισμός .....                         | 29 |
| 2.2.2 Καταγραφή.....                                | 30 |
| 2.2.3 Καθοδήγηση.....                               | 31 |
| 2.3 Τρόποι αλληλεπίδρασης.....                      | 32 |
| 2.4 Πλεονεκτήματα της ρομποτικής χειρουργικής.....  | 33 |
| 2.5 Μειονεκτήματα της ρομποτικής χειρουργικής ..... | 35 |



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Εφαρμογές της Ρομποτικής στην Κλινική Πρακτική

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.1   | Εφαρμογές στην ουρολογία .....                     | 38 |
| 3.1.1 | Ριζική προστατεκτομή.....                          | 38 |
| 3.1.2 | Νεφρεκτομή και νεφρουρητηρεκτομή .....             | 39 |
| 3.1.3 | Μερική νεφρεκτομή .....                            | 40 |
| 3.1.4 | Νεφρεκτομή δότη εν ζωή.....                        | 40 |
| 3.1.5 | Πυελοπλαστική .....                                | 40 |
| 3.1.6 | Κυστεκτομή.....                                    | 41 |
| 3.1.7 | Επινεφριδεκτομή.....                               | 41 |
| 3.1.8 | Διαδερμική πρόσβαση και μεταμόσχευση νεφρού .....  | 42 |
| 3.2   | Εφαρμογές στην καρδιοχειρουργική .....             | 43 |
| 3.2.1 | Αποκατάσταση μιτροειδούς βαλβίδας .....            | 43 |
| 3.2.2 | Καρδιαγγειακή επαναγγείωση .....                   | 44 |
| 3.2.3 | Διόρθωση κολπικού διαφραγματικού ελλείμματος.....  | 45 |
| 3.3   | Εφαρμογές στην ορθοπεδική χειρουργική.....         | 46 |
| 3.3.1 | Ολική αρthroπλαστική ισχίου.....                   | 46 |
| 3.3.2 | Ολική αντικατάσταση γόνατου .....                  | 48 |
| 3.4   | Εφαρμογές στη γενική και θωρακική χειρουργική..... | 49 |
| 3.4.1 | Χολοκυστεκτομή.....                                | 49 |
| 3.4.2 | Διόρθωση γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης .....     | 50 |
| 3.4.3 | Αποκατάσταση αχαλασίας οισοφάγου .....             | 51 |
| 3.4.4 | Ρομποτικές επεμβάσεις στο κόλον.....               | 51 |
| 3.4.5 | Ρομποτικές επεμβάσεις στο ορθό .....               | 52 |
| 3.4.6 | Θυμεκτομή .....                                    | 53 |
| 3.4.7 | Άλλες επεμβάσεις.....                              | 54 |
| 3.5   | Εφαρμογές στη νευροχειρουργική.....                | 55 |
| 3.5.1 | Επεμβάσεις εγκεφάλου .....                         | 56 |
| 3.5.2 | Επεμβάσεις της σπονδυλικής στήλης .....            | 57 |
| 3.6   | Εφαρμογές στη γυναικολογία .....                   | 58 |
| 3.6.1 | Υστερεκτομή .....                                  | 59 |
| 3.6.2 | Μυωμεκτομή .....                                   | 60 |

|   |    |
|---|----|
| 3.6.3 Άλλες εφαρμογές στη γυναικολογία..... | 61 |
| 3.7 Εφαρμογές στη παιδιατρική.....          | 62 |

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: Χειρουργικά Ρομποτικά Συστήματα**

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Συστήματα υποβοήθησης χειρουργικών επεμβάσεων..... | 65 |
| 4.1.1 Το σύστημα PUMA.....                             | 65 |
| 4.1.2 Το σύστημα Probot .....                          | 65 |
| 4.1.3 Το σύστημα NeuroMate.....                        | 66 |
| 4.1.4 Το σύστημα ROBODOC .....                         | 67 |
| 4.1.5 Το σύστημα MINERVA .....                         | 69 |
| 4.1.6 Το σύστημα Acrobot.....                          | 70 |
| 4.1.7 Το σύστημα neuroArm.....                         | 72 |
| 4.2 Ρομποτικά Συστήματα Ενδοσκόπησης.....              | 74 |
| 4.2.1 Το σύστημα AESOP .....                           | 74 |
| 4.2.2 Το σύστημα EndoAssist.....                       | 75 |
| 4.3 Συστήματα ελέγχου και τηλεσυνεργασίας.....         | 76 |
| 4.3.1 Το σύστημα SOCRATES.....                         | 76 |
| 4.3.2 Το σύστημα Hermes.....                           | 77 |
| 4.4 Συστήματα ρομποτικής ακτινοχειρουργικής .....      | 78 |
| 4.4.1 Στερεοτακτική ακτινοχειρουργική.....             | 78 |
| 4.4.2 Το σύστημα CyberKnife .....                      | 79 |
| 4.5 Ρομποτικά Συστήματα τύπου master–slave.....        | 80 |
| 4.5.1 Το σύστημα Zeus .....                            | 81 |
| 4.5.2 Το σύστημα daVinci .....                         | 82 |
| 4.6 Ασφάλεια και αξιολόγηση των συστημάτων.....        | 86 |
| 4.6.1 Ασφάλεια: απαιτήσεις και εφαρμογές .....         | 87 |
| 4.6.2 Αξιολόγηση συστήματος: φάσεις και κριτήρια ..... | 89 |

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: Η Χειρουργική Αίθουσα του Μέλλοντος**

|  |    |
|--|----|
| 5.1 Γενική περιγραφή.....  | 92 |
| 5.2 Εκτίμηση της καταλληλότητας της τεχνολογίας και του εξοπλισμού για χρήση στη χειρουργική αίθουσα ..... | 93 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 5.2.1 | Ετοιμότητα της χειρουργικής αίθουσας.....  | 93 |
| 5.2.2 | Διαδικαστική συμβατότητα.....  | 94 |
| 5.2.3 | Βελτίωση της ακρίβειας και της επιδεξιότητας.....  | 94 |
| 5.2.4 | Ανοιχτή αρχιτεκτονική και δυνατότητα αναβάθμισης.....  | 95 |
| 5.3   | Ενοποίηση των νοσοκομειακών – επεμβατικών – διεπεμβατικών πληροφοριακών συστημάτων και του επεμβατικού εξοπλισμού σε μία μόνο οθόνη πληροφοριών..... | 95 |

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>: Ρομποτική Χειρουργική και η Συμβολή του Νοσηλευτή**

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 6.1   | Ο ρόλος του νοσηλευτικού προσωπικού στην εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική πρακτική..... | 99  |
| 6.1.1 | Προεγχειρητική φάση.....  | 99  |
| 6.1.2 | Διεγχειρητική φάση.....   | 102 |
| 6.1.3 | Μετεγχειρητική φάση.....  | 103 |
| 6.2   | Η ρομποτική χειρουργική στην Ελλάδα.....  | 103 |
| 6.3   | Η ρομποτική χειρουργική εκπαίδευση.....   | 107 |

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| <b>Υλικό και Μέθοδος.....</b>        | <b>109</b> |
| <b>Αποτελέσματα.....</b>             | <b>113</b> |
| <b>Συσχετίσεις.....</b>              | <b>142</b> |
| <b>Συζήτηση.....</b>                 | <b>163</b> |
| <b>Συμπεράσματα – Προτάσεις.....</b> | <b>171</b> |
| <b>Βιβλιογραφία.....</b>             | <b>175</b> |
| <b>Παράρτημα.....</b>                | <b>183</b> |

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>CT:</b>      | Αξονική Τομογραφία   |
| <b>SAGES:</b>   | Κοινωνία της Αμερικανικής Γαστρεντερικής Ενδοσκοπικής Χειρουργικής           |
| <b>ARTEMIS:</b> | Προηγμένο Σύστημα Ρομπότ Τηλεχειρισμού της Ελάχιστα Επεμβατικής Χειρουργικής |
| <b>MEDFAST:</b> | Ανεπτυγμένη Επείγουσα Χειρουργική Αντιμετώπιση                               |
| <b>PUMA:</b>    | Προγραμματιζόμενη Συσκευή Γενικής Συνέλευσης                                 |
| <b>AESOP:</b>   | Αυτοματοποιημένο Ενδοσκοπικό Σύστημα για το Βέλτιστο Προσδιορισμό Θέσης      |
| <b>LHSC:</b>    | Κέντρο Επιστημών Υγείας Λονδίνου   |
| <b>FDA:</b>     | Διεύθυνση Τροφίμων και Φαρμάκων  |
| <b>MIDCAB:</b>  | Ελάχιστα Επεμβατική Αορτοστεφανιαία Παράκαμψη                                |
| <b>MU/min:</b>  | Μονάδες Οργάνων Ελέγχου ανά λεπτό  |
| <b>ΗΚΓ:</b>     | Ηλεκτροκαρδιογράφημα   |
| <b>ΜΕΘ:</b>     | Μονάδα Εντατικής Θεραπείας   |

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πριν περίπου τριάντα χρόνια πραγματοποιήθηκε η πρώτη προσπάθεια εκτέλεσης χειρουργικών επεμβάσεων χωρίς τραύμα, δηλαδή με λαπαροσκόπηση. Η επιτυχία ήταν τόσο μεγάλη που άλλαξε την πορεία της σύγχρονης ιατρικής και δημιούργησε μία καινούργια ειδικότητα, αυτή της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής. Με τη λαπαροσκοπική χειρουργική, οι κοιλιοτομές έγιναν παρελθόν και οι συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς άλλαξαν θεαματικά. Ολόκληρες χειρουργικές επεμβάσεις πραγματοποιούνται από μικρές οπές με διαστάσεις, που δεν ξεπερνούν το ένα εκατοστό. Ο μετεγχειρητικός πόνος, η απώλεια αίματος και οι επιπλοκές σχεδόν εκμηδενίστηκαν. Επεμβάσεις που στο παρελθόν απαιτούσαν πολυήμερη νοσηλεία γίνονται πλέον σε επίπεδο one day, δηλαδή με παραμονή μίας το πολύ ημέρας στην κλινική.

Η λαπαροσκοπική χειρουργική υπήρξε μία τεράστια τεχνολογική και ιατρική καινοτομία, αλλά όταν επιχειρήθηκε να γενικευθεί η χρήση της, εμφανίστηκαν κάποιες αδυναμίες, που έθεσαν όρια στην εξέλιξή της. Στη λαπαροσκοπική χειρουργική ο χειρουργός καλείται να εκτελέσει επεμβάσεις με καθοδήγηση βίντεο χωρίς άμεση επαφή με τον ασθενή. Ο μικρός χώρος εργασίας, το περιορισμένο οπτικό πεδίο και η υποβάθμιση των φυσικών αισθήσεων του χειρουργού δημιούργησαν σοβαρά εμπόδια στη διεύρυνση των εφαρμογών αυτής της τεχνολογίας. Ορισμένες σχετικά απλές λαπαροσκοπικές επεμβάσεις, όπως η χολοκυστεκτομή, διαδόθηκαν εύκολα και γρήγορα. Όμως, δεν συνέβη το ίδιο με τις πιο απαιτητικές επεμβάσεις, όπως τη σπληνεκτομή, την εντερεκτομή, τη γαστρεκτομή και άλλες. Όλες οι μελέτες συνέκλιναν στο εξής συμπέρασμα: η προχωρημένη λαπαροσκοπική χειρουργική απαιτεί μακροχρόνια εκπαίδευση και ιδιαίτερη χειρουργική επιδεξιότητα. Για να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα, δύο ήταν οι λύσεις: να βοηθηθεί τεχνολογικά ο χειρουργός για να βελτιώσει τις ικανότητές του ή να αντικατασταθεί από κάποια αυτόματη μηχανή απαλλαγμένη από ανθρώπινες αδυναμίες. Η έρευνα κινήθηκε από νωρίς και προς τις δύο κατευθύνσεις.

Σήμερα παρατηρείται μία επανάσταση στο χώρο της χειρουργικής επιστήμης, καθώς ύστερα από πολλαπλές μελέτες και έρευνες εγκρίθηκε η χρήση της ρομποτικής χειρουργικής, δηλαδή της εισαγωγής ρομποτικών συστημάτων στον ανθρώπινο οργανισμό, καθοδηγούμενων από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Τα ρομποτικά αυτά συστήματα απαιτούν χειρισμό από ανθρώπους χειρουργούς και δέχονται εντολές από αυτούς. Ο έλεγχος τους γίνεται με τηλεχειρισμό και ενεργοποίηση μέσω φωνής<sup>2</sup>.

Η ρομποτική χειρουργική είναι πραγματικότητα χάρη στη ρομποτική τεχνολογία και την τηλεχειρουργική. Η ψηφιακή ανάλυση έδωσε τη δυνατότητα να μεταφέρεται η πληροφορία σε μεγάλη απόσταση, δίνοντας ώθηση στην τηλεχειρουργική. Μέχρι σήμερα ήταν αδιανόητο να πραγματοποιηθεί επέμβαση

από μακριά, χωρίς δηλαδή να συνυπάρχουν ο ασθενής και ο χειρουργός στον ίδιο χώρο. Αυτός ο περιορισμός οδήγησε τη NASA και τον στρατό να ξεκινήσουν έρευνες, ώστε να δημιουργηθεί ένας τρόπος να χειρουργούνται οι αστροναύτες από γιατρούς που βρίσκονταν στη γη και αντίστοιχα οι στρατιώτες, που κινδύνευε η ζωή τους στο πεδίο της μάχης από γιατρούς, που βρίσκονταν σε κάποιο απομακρυσμένο και ασφαλές σημείο<sup>1,2</sup>.

Επιπλέον, με τη συντριπτική αποδοχή της από τη χειρουργική κοινότητα ήταν απαραίτητο να ξεπεραστούν οι περιορισμοί της λαπαροσκοπικής χειρουργικής, όπως και συνέβη με την εξέλιξη της ρομποτικής χειρουργικής. Έτσι, η ρομποτική χειρουργική αναπτύχθηκε για να προσφέρει περισσότερο εύκαμπτα εργαλεία με περισσότερους βαθμούς ελευθερίας στην κίνηση, πιο εργονομική θέση της χειρουργικής ομάδας και τρισδιάστατη και ακριβέστερη εικόνα του χειρουργικού πεδίου. Επίσης, η ρομποτική χειρουργική αναπτύχθηκε για να αρθούν οι περιορισμοί που υπήρχαν στην πραγματοποίηση επεμβάσεων σε μικροσκοπικά και περιορισμένα χειρουργικά πεδία, ανοίγοντας νέους ορίζοντες στην χειρουργική επιστήμη<sup>3</sup>.

Η χειρουργική NOTES είναι σήμερα το πιο ενδιαφέρον επίτευγμα της χειρουργικής επιστήμης από πλευράς τεχνικής. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και της ρομποτικής αποτελεί ένα δυνατό εργαλείο για τον σύγχρονο χειρουργό. Η πρόοδος της μικρο-ρομποτικής είναι αλματώδης, αφού συνεχώς κατασκευάζονται από ομάδες επιστημόνων όλο και μικρότερα σε μέγεθος ρομπότ και όλο και περισσότερες δυνατότητες κίνησης και επεξεργασίας σήματος, ικανά να εισέλθουν στο ανθρώπινο σώμα δια μέσου των φυσικών οπών, ακόμα και στην περιτοναϊκή κοιλότητα<sup>1</sup>.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η πληροφόρηση και η παρουσίαση των σημαντικότερων χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σήμερα, καθώς και της συμβολής του νοσηλευτικού προσωπικού στην εφαρμογή της νέας αυτής τεχνολογίας στην κλινική πρακτική. Ταυτόχρονα, θα διερευνηθεί το γνωσιολογικό επίπεδο και η στάση του νοσηλευτικού προσωπικού στην εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην ιατρική και νοσηλευτική πρακτική, με βασικό στόχο την καλύτερη δυνατή κατανόηση της χρήσης και εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας, των σημαντικότερων χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων, καθώς και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων που η ρομποτική χειρουργική παρουσιάζει έναντι της λαπαροσκοπικής χειρουργικής.

# ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

- *Ιστορική Αναδρομή*
- *Εισαγωγή στη Ρομποτική*



## 1.1 Ιστορική ανασκόπηση της χειρουργικής επιστήμης

Όπως είναι φανερό και από το όνομα της, η χειρουργική είναι η ειδικότητα της ιατρικής που ασχολείται με τη θεραπεία μιας νοσολογικής κατάστασης, με χειρουργική επέμβαση. Αυτό ακριβώς ήταν το κυρίως έργο, τόσο παλαιότερα όσο και σήμερα, των ιατρών με χειρουργική ειδικότητα.

Η αρχή της ιατρικής καθώς και οι πρώτες χειρουργικές τεχνικές χάνονται στα βάθη των αιώνων. Οι καθημερινές δραστηριότητες των προϊστορικών ανθρώπων που είχαν ως σκοπό την επιβίωση, κατέληγαν συχνά σε τραυματισμούς. Προέκυψε, λοιπόν, η ανάγκη αντιμετώπισης των τραυματισμών αυτών με τέτοιο τρόπο ώστε το άτομο που έπασχε να διασωθεί, διατηρώντας παράλληλα κατά το δυνατόν τις ικανότητές του. Αυτό οδήγησε σε αυτοσχέδιους χειρισμούς και ενέργειες, οι οποίες αποτέλεσαν τον πρόδρομο της χειρουργικής ιατρικής.

Από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν μέχρι σήμερα φαίνεται ότι ο προϊστορικός άνθρωπος γνώριζε και εκτελούσε χειρουργικές επεμβάσεις ανάλογες των σημερινών. Κρανία που βρέθηκαν σε τάφους στην Αίγυπτο και στην Κίνα είχαν σημάδια κρανιοανατρήσεων, γεγονός που σημαίνει σπουδαία ανάπτυξη των χειρουργικών τεχνικών στις περιοχές αυτές κατά τους προϊστορικούς χρόνους.

Στην ιατρική παράδοση των αρχαίων λαών (Ελλήνων, Κινέζων, Ινδών, Αιγυπτίων) υπάρχουν στοιχεία παρατήρησης, περιγραφής, θεραπείας, καθώς και εγχειρητικών ενεργειών προς αντιμετώπιση χειρουργικών παθήσεων, όπως τραυμάτων, καταγμάτων, συριγγίων ή αποκατάστασης παραμορφώσεων<sup>4</sup>.

Τα έπη του Ομήρου αποτελούν τα πρώτα γραπτά τεκμήρια για την αρχαία ελληνική ιατρική και ιδιαίτερα για τη χειρουργική πράξη. Έμφαση δίνεται στη χειρουργική, η οποία φαίνεται ότι είναι ο πρώτος κλάδος της ιατρικής που αναπτύχθηκε. Οι λόγοι της ανάπτυξης της χειρουργικής είναι οι πολυάριθμοι τραυματισμοί στα πεδία των μαχών, καθώς και η ποικιλία των τραυματισμών λόγω των πολλών ειδών των χρησιμοποιούμενων όπλων. Από τα ομηρικά έπη επίσης συμπεραίνεται ότι οι αρχαίοι Έλληνες γνώριζαν τρόπους και μέσα για να σταματούν μία αιμορραγία, να εκτελούν απλές επεμβάσεις και να βγάζουν ξένα σώματα, όπως βέλη, τμήματα ακοντίων, ξίφη και άλλα<sup>4</sup>.

Η ακριβής περιγραφή και καταγραφή των χειρουργικών πράξεων σε παγκόσμιο επίπεδο γίνεται για πρώτη φορά από τον Ιπποκράτη, τον μεγάλο Έλληνα γιατρό (460-370 π.Χ.). Στα συγγράμματα του συμπεριλαμβάνονται χειρουργικά βιβλία, στα οποία αναγράφονται πολλά ενδιαφέροντα για τη θεραπεία των καταγμάτων, την περιποίηση των τραυμάτων και την παροχέτευση εμπυημάτων και αποστημάτων, ώστε ορθώς να λέγεται ότι ο Ιπποκράτης έβαλε τις βάσεις της χειρουργικής του δυτικού κόσμου.

Στα χρόνια που ακολούθησαν, οι γνώσεις των Ελλήνων μεταδίδονται και στους Ρωμαίους. Οι αιώνες περνούν και η ιατρική αναπτύσσεται ελάχιστα μέχρι την Αναγέννηση. Εξαιρέση αποτελούν ορισμένοι Έλληνες ιατροί, όπως ο Γαληνός (131-200 μ.Χ.), ο Αρεταίος (2<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.), ο Ρούφος ο Εφέσιος (110-180 μ.Χ.), ο Παύλος ο Αιγινήτης, ο Ορειβάσιος (4<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.), ο Αέτιος (6<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.) κ.ά.

Καθώς οι κοινωνικές και θρησκευτικές προκαταλήψεις του Μεσαίωνα εμπόδιζαν την επιστημονική πρόοδο και εξέλιξη, οι ιατρικές πράξεις κατά την περίοδο αυτή εκτελούνται κυρίως από τυχοδιώκτες, μάγους και κουρείς. Στην περίοδο της Αναγέννησης ωστόσο, γλύπτες και ζωγράφοι της Δύσης μελετούν την ανατομία. Ο Vesalius (1514-1564 μ.Χ.) γράφει το 1543 το πρώτο εγχειρίδιο ανατομικής με τίτλο «*Humani Corporis Fabrica*».

Οι ουσιαστικές αλλαγές ξεκινούν στα τέλη του 18<sup>ου</sup> αιώνα και τον 19<sup>ο</sup> αιώνα αρχίζει η συστηματοποίηση: μελετώνται ξεχωριστά οι χειρουργικές παθήσεις, εκτελούνται διάφορες χειρουργικές επεμβάσεις, συστηματοποιούνται οι χειρουργικές τεχνικές. Δύο ήταν οι μεγαλύτεροι σταθμοί στην πρόοδο της χειρουργικής στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα: η ανακάλυψη της τεχνικής της νάρκωσης (1840 μ.Χ.) και η εφαρμογή της αποστείρωσης και της αντισηψίας. Ακόμη, μεγάλη βοήθεια στην πρόοδο της χειρουργικής κατά τα τελευταία χρόνια πρόσφεραν με την εξέλιξη τους και οι άλλες επιστήμες, όπως η βιολογία, η φυσιολογία, η φυσική, καθώς και οι γενικότερες τεχνολογικές εξελίξεις<sup>5</sup>.

## 1.2 Εξέλιξη της λαπαροσκοπικής και ρομποτικής χειρουργικής

Η πρώτη λαπαροσκόπηση έγινε το 1901 σε δύο κέντρα ταυτοχρόνως: στη Γερμανία, και συγκεκριμένα στη Δρέσδη, όπου ο γενικός χειρουργός Kelling είδε τα κοιλιακά όργανα σκύλου με το κυστεοσκόπιο, και στο Petrograd, όπου ο γυναικολόγος Otto πέρασε ένα κάτοπτρο στην κοιλιά και πετυχαίνοντας φωτισμό με κάτοπτρο κεφαλής είδε το κοιλιακό περιεχόμενο.

Το 1910, ο Jacobaeus στη Σουηδία έχει τα πρώτα ικανοποιητικά αποτελέσματα, λαπαροσκοπώντας ασθενείς με ασκίτη, ενώ ένα χρόνο αργότερα παρουσιάζει 115 περιστατικά. Το 1922, ο Korfsch επεκτείνει τις ενδείξεις χρήσεως της λαπαροσκοπήσεως, ενώ το 1923 ο Kelling δημοσίευσε την εμπειρία του στον άνθρωπο.

Το 1924, ο Steiner αναφέρει τις πρώτες επιτυχείς λαπαροσκοπήσεις, ενώ ο Zollikofer στην Ελβετία γνώρισε μεγάλες δόξες εφαρμόζοντας τη μέθοδο. Πραγματική ώθηση, όμως, στη σύγχρονη λαπαροσκόπηση δόθηκε από τον ηπατολόγο Kalk, που εισήγαγε ειδικώς σχεδιασμένα εργαλεία. Το 1929, υποστήριξε την τεχνική του διπλού τροκάρ, ανοίγοντας με αυτό τον τρόπο το δρόμο για τη διαγνωστική και θεραπευτική λαπαροσκόπηση. Ο Kalk, δημοσίευσε την εμπειρία του το 1951 σε μία μονογραφία, που περιλαμβάνει περισσότερα από 2.000 περιστατικά<sup>6</sup>.

Το 1933 ο Fervers, βασιζόμενος στην εμπειρία του σε 50 ασθενείς, χρησιμοποίησε για πρώτη φορά την εμφύσηση CO<sub>2</sub> στην περιτοναϊκή κοιλότητα. Την ίδια χρονιά, ο Ούγγρος J. Veress εισάγει την ομώνυμη βελόνα για την ασφαλή παρακέντηση του θώρακα και της κοιλίας. Τριάντα δύο χρόνια αργότερα, ο H.M. Hasson περιγράφει την ανοιχτή μέθοδο για την επίτευξη του πνευμοπεριτόναιου. Η εισαγωγή της τεχνικής λαπαροσκοπήσεως στις ΗΠΑ υποστηρίχθηκε από τον Ruddock, ο οποίος κατά τη διάρκεια του 1930 αναφέρθηκε σε περισσότερες από 500 περιπτώσεις<sup>7</sup>.

Η ιστορία της ρομποτικής χειρουργικής αρχίζει ουσιαστικά με τη χρήση του Puma 560, ενός ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε από τον Kwoh το 1985 για την καθοδήγηση μίας βελόνας με μεγάλη ακρίβεια κατά τη διάρκεια νευροχειρουργικής βιοψίας με καθοδήγηση CT. Πολλές από τις πρώτες ιδέες όμως γύρω από την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο πεδίο των χειρουργικών επεμβάσεων ανήκουν στον Dr. Scott Fisher, ερευνητή στο κέντρο ερευνών Ames της NASA, και τον Joseph Rosen, πλαστικό χειρουργό από το πανεπιστήμιο Stanford, από τα μέσα έως τα τέλη της δεκαετίας του '80. Την εποχή εκείνη, η ομάδα του κέντρου ερευνών Ames εργαζόταν πάνω σε εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας υπό την καθοδήγηση των Dr. Michael McGreevy και Steve Ellis. Ήταν μία συλλογική προσπάθεια για την εξεύρεση ενός τρόπου επίδειξης του τεράστιου όγκου δεδομένων που είχαν συλλεγεί από αποστολές εξερεύνησης της NASA.

Οι Fisher και Rosen αρχικά υιοθέτησαν και στη συνέχεια ολοκλήρωσαν τις νέες αυτές ιδέες της εικονικής πραγματικότητας με την εφαρμογή τους στη ρομποτική χειρουργική. Ανέπτυξαν έτσι ως πρώτο τους σχέδιο τη λεγόμενη χειρουργική επέμβαση με τηλεπαρουσία, χρησιμοποιώντας το DataGlove ως μέθοδο μετατόπισης ρομποτικών βραχιόνων από απόσταση. Εξαιτίας όμως της έλλειψης σημαντικής πείρας στον τομέα της ρομποτικής από την ερευνητική ομάδα του Ames, οι Fisher και Rosen απευθύνθηκαν στον Dr. Phil Green, επικεφαλή του τμήματος εμβιομηχανικής στο Ινστιτούτο Ερευνών του Stanford, ο οποίος εργαζόταν μαζί με άλλους ειδικούς πάνω στην τεχνολογία της ανθρώπινης διεπαφής και τον αναδυόμενο τομέα της εικονικής πραγματικότητας. Με την εισαγωγή των κλινικών δεδομένων από τον Rosen, αναπτύχθηκε ένας εξαιρετικά επιδέξιος τηλεχειριστής με σκοπό την παροχή βοήθειας σε χειρουργικές επεμβάσεις αναστόμωσης αγγείων και νεύρων του άνω άκρου. Ο σχεδιασμός της διεπαφής ήταν τέτοιος που έδινε στο χειρουργό την αίσθηση ότι δρούσε άμεσα πάνω σε ένα αντικείμενο το οποίο βρισκόταν μπροστά στα μάτια του, αλλά το οποίο στην πραγματικότητα βρισκόταν στην άλλη πλευρά του δωματίου<sup>6</sup>.

Τη διετία 1988-89 αναπτυσσόταν παράλληλα στο μέτωπο των χειρουργικών επεμβάσεων η επαναστατική μέθοδος της λαπαροσκοπικής χολοκυστεκτομής, που αποτελούσε μία καινούργια προσέγγιση για τη θεραπεία της χολολιθίασης. Ο Jacques Perrisat, MD του πανεπιστημίου Bordeaux στη Γαλλία, παρουσίασε

στην ετήσια συνεδρίαση της SAGES μία βιντεοταινία από μία επέμβαση λαπαροσκοπικής χολοκυστεκτομής. Το τεχνολογικό επίτευγμα που απελευθέρωσε τη λαπαροσκόπηση από τα χέρια του ενός και επέτρεψε τη λειτουργία της χειρουργικής ομάδας ως σύνολο ήταν η εφεύρεση της βιντεοκάμερας λίγο νωρίτερα, το 1986. Ένα χρόνο αργότερα, ο Ph. Mouret ολοκληρώνει την πρώτη λαπαροσκοπική χολοκυστεκτομή κατά τη διάρκεια γυναικολογικής επέμβασης. Η επίδραση της λαπαροσκόπησης στα κύρια ρεύματα της χειρουργικής κοινότητας ήταν σημαντική, γεγονός που οδήγησε σε έκρηξη των επεμβάσεων χολοκυστεκτομής με τη μέθοδο της λαπαροσκοπικής χειρουργικής σε όλη τη Δυτική Ευρώπη και την Αμερική. Μετά τη χολοκυστεκτομή, αρχίζουν να εκτελούνται σταδιακά και άλλες επεμβάσεις με τη μέθοδο της λαπαροσκοπικής χειρουργικής, γεγονός που οφείλεται κυρίως στη μεγάλη πρόοδο που σημειώνει ο τομέας των ενδοσκοπήσεων και των ιατρικών μηχανημάτων<sup>8</sup>.

Στις αρχές της δεκαετίας του '90, μία ανεξάρτητη προσπάθεια των Dr. Har Paul και William Barger οδήγησε σε συνεργασία με τον Russell Taylor, ερευνητή του κέντρου ερευνών T.J. Watson της IBM, για την ανάπτυξη ενός ρομποτικού συστήματος, βασισμένου στο βραχίονα Puma της IBM, για τη χειρουργική επέμβαση αντικατάστασης ισχίων. Η ρομποτική συσκευή που αναπτύχθηκε ονομάστηκε Robodoc, παρείχε μεγαλύτερη ακρίβεια από την αντίστοιχη χειροκίνητη συσκευή και μετά τις κλινικές δοκιμές έγινε εμπορικό προϊόν. Αργότερα και άλλοι ορθοπεδικοί χειρουργοί αναπτύσσουν και άλλα συστήματα για την αντικατάσταση γόνατος και ισχίων, όπως το HipNav από τον Dr. Anthony DiGioia.

Την ίδια χρονική περίοδο στην Ευρώπη δύο διαφορετικές ομάδες προχωρούσαν στην ανάπτυξη των δικών τους πρωτότυπων χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων. Ο Sir John Wickham, MD ουρολόγος, και ο Brian Davies, PhD του Guy's Hospital του Λονδίνου σχεδίασαν ένα σύστημα για την παροχή βοήθειας σε επεμβάσεις διουρηθρικής προστατεκτομής. Το σύστημα αυτό, το οποίο αργότερα ονομάστηκε Probot, ήταν μηχανικά περιορισμένο, καθώς χρησιμοποιούσε έναν ρομποτικό βραχίονα παρόμοιο με το Puma και το Robodoc. Για την ασφάλεια του ασθενούς, εντούτοις, το σύστημα ήταν εξοπλισμένο με ένα μεγάλο μεταλλικό δαχτυλίδι μέσω του οποίου διερχόταν το όργανο οπισθοτομίας, αποτρέποντας έτσι την κίνηση του ρομποτικού βραχίονα έξω από την περιοχή του προστάτη.

Μία δεύτερη προσπάθεια στην Ευρώπη εκείνη την περίοδο προήλθε από τη συνεργασία του Hermann Rinnsland, PhD από το Κέντρο Ερευνών της Καρλσρούης με τον Gerhard Buess, MD του πανεπιστημίου του Tubingen στη Γερμανία. Η προσπάθειά τους κατέληξε στην ανάπτυξη του συστήματος ARTEMIS, ενός συστήματος παρόμοιου με εκείνο του SRI αλλά και με σημαντικές διαφορές, ειδικά στον τερματικό σταθμό του χειριστή. Το σύστημα αυτό, αν και αποδείχθηκε αρκετά επιδέξιο και αποδοτικό, απείχε αρκετά από

την εμπορική εκμετάλλευση εξαιτίας προβλημάτων στη χρηματοδότηση του Κέντρου Ερευνών της Καρλσρούης<sup>7</sup>.

Όλα τα παραπάνω συστήματα αποτελούσαν την αιχμή του δόρατος στη ρομποτική χειρουργική μέχρι το 1993 περίπου. Τα επόμενα έτη και έως το 1999, οι στρατιωτικοί της Υπηρεσίας Προηγμένων Προγραμμάτων Έρευνας για την Άμυνα των Η.Π.Α. άρχισαν να επιδεικνύουν μεγάλο ενδιαφέρον για το σύστημα χειρουργικής με τηλεπαρουσία των Fisher και Rosen. Τον Ιούλιο του 1992, ο Richard Satava, MD και ο Donald Jenkins, PhD, κλήθηκαν να αρχίσουν για λογαριασμό της υπηρεσίας αυτής ένα πρόγραμμα προηγμένων βιοϊατρικών τεχνολογιών με χρήση αισθητήρων, ρομποτικής, τηλεϊατρικής και εικονικής πραγματικότητας.

Κατά τη διάρκεια των επόμενων επτά χρόνων χρηματοδοτήθηκε μία πλειονότητα προγραμμάτων πάνω στη χειρουργική με τηλεπαρουσία και τη ρομποτική χειρουργική. Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους ήταν να εφαρμοστεί η μέθοδος των Fisher και Rosen στο πεδίο της μάχης, δηλαδή η δυνατότητα παροχής χειρουργικής φροντίδας σε έναν βαριά πληγωμένο στρατιώτη πριν αυτός μεταφερθεί στην πλησιέστερη κινητή χειρουργική μονάδα. Οι ρομποτικοί βραχίονες θα τοποθετούνταν πάνω σε ένα κινούμενο όχημα με την ονομασία MEDFAST. Εάν ένας στρατιώτης πληγωνόταν βαριά ο βοηθός ιατρός θα τον τοποθετούσε στο MEDFAST και ο χειρουργός θα μπορούσε από την τηλεχειρουργική μονάδα πίσω στο MASH να προβεί στις κατάλληλες χειρουργικές ενέργειες ώστε να σταματήσει την αιμορραγία του, πριν χαθεί έτσι πολύτιμος χρόνος κατά τη μεταφορά του στρατιώτη εκεί.

Μία στρατιωτική δοκιμή που διεξήχθη το 1996 υπό τη διεύθυνση του SRI απέδειξε ότι μία τέτοιου είδους επέμβαση θα μπορούσε να εκτελεστεί με επιτυχία ακόμη και σε απόσταση πέντε χιλιομέτρων μακριά, με τη βοήθεια μίας μικροκυματικής ζεύξης μεταξύ της μονάδας MASH και του MEDFAST. Ωστόσο, αν και η επίδειξη στέφθηκε με απόλυτη επιτυχία, το σύστημα δεν έχει τεθεί ακόμα σε εφαρμογή κυρίως λόγω της μεταμόρφωσης του πεδίου της μάχης της δεκαετίας του '90 από συμβατικό, ανοικτό πεδίο σε πεδίο περιορισμένης έκτασης, το οποίο δεν ταιριάζει στη φιλοσοφία του MEDFAST<sup>6</sup>.

Ένας σημαντικός αριθμός από άλλες ρομποτικές χειρουργικές εφαρμογές αναπτυσσόταν την ίδια περίοδο από την DARPA για την εξεύρεση λύσεων σε δύσκολα τεχνικά θέματα, όπως το πρόβλημα της καθυστέρησης του ηλεκτρονικού σήματος ή η αίσθηση της αφής. Με την πάροδο του χρόνου εμφανίστηκαν διάφορες προτάσεις για τη βελτίωση της καθυστέρησης του χρόνου ανατροφοδότησης. Η ομάδα των Kenneth Salisbury, PhD, Mark Raibert, PhD και Robert Playter, PhD, ερευνητών στο εργαστήριο ρομποτικής και τεχνητής νοημοσύνης του MIT, εργαζόταν υπό την καθοδήγηση του Rodney Brooks, PhD πάνω σε ένα σύστημα απτικής. Η συλλογική αυτή προσπάθεια κατέληξε στην ανάπτυξη ενός ακριβούς συστήματος ανατροφοδότησης δύναμης

που κυκλοφόρησε με την εμπορική ονομασία «The Phantom» και το οποίο καθιερώθηκε τελικά ως βιομηχανικό πρότυπο για την παροχή αίσθησης της αφής σε εικονικά περιβάλλοντα<sup>6,8</sup>.

### 1.3 Τι είναι το ρομπότ

Το ρομπότ, είναι ένας επαναπρογραμματιζόμενος χειριστής πολλαπλών λειτουργιών, ειδικά σχεδιασμένος για να κινεί υλικά, εργαλεία ή εξειδικευμένες συσκευές μέσω προγραμματισμένων κινήσεων για την επίτευξη διάφορων εργασιών<sup>1</sup>.

Η λέξη «ρομπότ» προέρχεται από το Σλαβικό *robot*, που σημαίνει καταναγκαστική εργασία. Καθιερώθηκε ως όρος με την σημερινή του έννοια το 1921 από τον Τσέχο θεατρικό συγγραφέα Karel Capek στο έργο του «Rossum's Universal Robots», όπου σατιρίζει την εξάρτηση της κοινωνίας από τους μηχανικούς εργάτες (ρομπότ) της τεχνολογικής εξέλιξης και που τελικά εξοντώνουν τους δημιουργούς τους.

Από τότε, τα ρομπότ απέκτησαν όλο και μεγαλύτερη σημασία τόσο στην ανθρώπινη φαντασία όσο και στην πραγματικότητα. Στην επιστημονική φαντασία συνήθως συναντούνται ρομπότ, τα οποία έχουν τη μορφή ανθρώπου. Τα ρομπότ αυτά καλούνται ανδροειδή.

Σήμερα, τα ρομπότ χρησιμοποιούνται σε πληθώρα επιστημονικών και βιομηχανικών εφαρμογών ως υποκατάστατα του ανθρώπου στην εκτέλεση λεπτών χειρωνακτικών χειρισμών σε επικίνδυνα αντικείμενα ή σε αφιλόξενους για αυτόν χώρους. Από τις ακριβείς, επαναλαμβανόμενες εργασίες στη βιομηχανία και την εξερεύνηση του βυθού και του διαστήματος μέχρι την επεξεργασία των επικίνδυνων αποβλήτων στους πυρηνικούς αντιδραστήρες και την εκτέλεση λεπτών χειρουργικών επεμβάσεων στα νοσοκομεία<sup>6</sup>.

Θεμέλια της ρομποτικής τεχνολογίας αποτελούν ο ψηφιακός έλεγχος και η τηλεχειρική. Ο ψηφιακός έλεγχος είναι η μέθοδος προγραμματισμού των εργαλειομηχανών για την εκτέλεση περίπλοκων κατεργασιών, ενώ τηλεχειρική καλείται η χρήση μηχανικών βραχιόνων για την εκτέλεση χειρωνακτικών εργασιών από απόσταση<sup>1</sup>.

### 1.4 Οργάνωση και λειτουργία ενός ρομπότ

Ένα απλό, κλασικό ρομποτικό σύστημα αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία: το μηχανικό μέρος και τον ελεγκτή<sup>9</sup>. Ακολούθως περιγράφονται τα δύο αυτά στοιχεία και δίνεται ο ορισμός των βαθμών ελευθερίας του ρομπότ.

### 1.4.1 Το μηχανικό μέρος του ρομπότ

Το μηχανικό μέρος του ρομπότ περιλαμβάνει το σύνολο των βραχιόνων του. Ανάλογα με την εργασία για την οποία έχει σχεδιαστεί, ένα ρομποτικό σύστημα μπορεί να διαθέτει έναν ή περισσότερους βραχίονες. Κάθε βραχίονας αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

- **Βάση:** Η βάση είναι στερεωμένη στο περιβάλλον εργασίας του ρομπότ και σε αυτήν συνδέεται μία αλυσίδα συνδέσμων και αρθρώσεων που καταλήγει στο εργαλείο δράσης.
- **Συνδέσμους:** Οι σύνδεσμοι είναι στερεά, μεταλλικά σώματα που συγκροτούν το σκελετό του ρομποτικού συστήματος.
- **Αρθρώσεις:** Οι αρθρώσεις είναι μηχανισμοί που επιτρέπουν τη σχετική κίνηση μεταξύ των συνδέσμων. Υπάρχουν δύο κατηγορίες αρθρώσεων: οι στροφικές και οι πρισματικές. Οι στροφικές αρθρώσεις επιτρέπουν τη σχετική στροφή μεταξύ δύο συνδέσμων, ενώ οι πρισματικές αρθρώσεις επιτρέπουν τη σχετική μετατόπιση σε ευθεία γραμμή ανάμεσα σε δύο γειτονικούς συνδέσμους.
- **Κινητήρες:** Κάθε άρθρωση χρειάζεται και από έναν κινητήρα. Ο κινητήρας μπορεί να είναι ηλεκτρικός, υδραυλικός ή πνευματικός.
- **Αισθητήρες:** Για τον έλεγχο της θέσης του ρομπότ απαιτούνται πληροφορίες για τη θέση και την ταχύτητα κάθε άρθρωσης ξεχωριστά. Για τη συλλογή αυτών των πληροφοριών χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι αισθητήρων, από απλά ποτενσιόμετρα και ταχύμετρα μέχρι ψηφιακοί οπτικοί κωδικοποιητές θέσης.
- **Εργαλείο δράσης:** Κάθε βραχίονας του ρομποτικού συστήματος έχει προσαρμοσμένο στο τελικό του άκρο ένα μηχανικό εξάρτημα κατάλληλα σχεδιασμένο για την εκτέλεση της εργασίας για την οποία έχει προγραμματιστεί το συγκεκριμένο σύστημα. Έτσι, ένα εργαλείο δράσης μπορεί να ποικίλλει από μία αρπάγη για τη μεταφορά αντικειμένων μέχρι ένα λεπτό χειρουργικό εργαλείο<sup>9</sup>.

### 1.4.2 Ο ελεγκτής του ρομπότ

Ο ελεγκτής του ρομπότ είναι η ηλεκτρονική μονάδα που δίνει τη δυνατότητα προγραμματισμού του ρομπότ και ελέγχει την κίνηση του καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης της εργασίας του. Ο ελεγκτής αποτελείται από:

- **Ηλεκτρονικά (Hardware):** Περιλαμβάνουν έναν υπολογιστή, στον οποίο αποθηκεύεται το πρόγραμμα που θα εκτελεστεί, τα ηλεκτρονικά επικοινωνίας μεταξύ του ελεγκτή, του μηχανικού μέρους και του εξωτερικού περιβάλλοντος του ρομποτικού συστήματος και τους ενισχυτές ισχύος που

ενισχύουν τα σήματα ελέγχου στο επίπεδο που απαιτείται, ώστε οι κινητήρες να κινούν τις αρθρώσεις.

- **Λογισμικό (Software):** Είναι υπεύθυνο κυρίως για τη δημιουργία των κατάλληλων σημάτων ελέγχου, σύμφωνα με κάποιον αλγόριθμο, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες μεταβλητές όπως το φορτίο, τη θέση και την ταχύτητα του ρομπότ. Το λογισμικό μπορεί να περιλαμβάνει επίσης και διάφορα βοηθητικά προγράμματα για τον προγραμματισμό του ρομπότ, τον έλεγχο της λειτουργίας του και την ενημέρωση του χρήστη με διαγνωστικά μηνύματα<sup>9</sup>.

### 1.4.3 Βαθμοί ελευθερίας του ρομπότ

Βασικό γνώρισμα κάθε ρομπότ αποτελεί ο βαθμός ελευθερίας του. Ο αριθμός των ανεξάρτητων παραμέτρων, που προσδιορίζουν τη θέση ενός σώματος στο χώρο, ονομάζεται βαθμός ελευθερίας. Σε γενικές γραμμές δηλώνει το πόσο ευκίνητο είναι ένα ρομπότ στο χώρο.

Για να περιγραφεί ακριβώς η θέση ενός στερεού σώματος στο χώρο, χρειάζονται έξι μεταβλητές, τρεις για τη θέση και τρεις για τον προσανατολισμό του. Άρα, σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό, για να μπορεί ένα ρομπότ να κινηθεί οπουδήποτε στο χώρο με οποιοδήποτε προσανατολισμό, πρέπει να έχει τουλάχιστον έξι βαθμούς ελευθερίας.

Ο ανθρώπινος βραχίονας υπολογίζεται ότι έχει επτά βαθμούς ελευθερίας, όπως το ρομποτικό σύστημα daVinci. Στα βιομηχανικά ρομπότ σπάνια συναντάμε πάνω από έξι βαθμούς ελευθερίας, αφού από τη μια πλευρά θα βελτιωνόταν η ευελιξία τους, από την άλλη όμως θα γινόταν πιο περίπλοκος ο αλγόριθμος ελέγχου τους χωρίς να επεκτείνεται ο χώρος δράσης τους<sup>10</sup>.

### 1.5 Το χειρουργικό ρομπότ

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 στον 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 τους χειρουργούς, αλλά ούτε τους αντικαθιστούν. Αποτελούν επέκταση των χειρουργών και καθοδηγούνται από αυτούς, οπότε και μπορούμε να μιλάμε για μία σχέση τύπου master-slave «αφέντη- σκλάβου». Κάθε σύστημα master-slave αποτελείται από δύο βασικά μέρη, την κονσόλα του χειρουργού και τους



ρομποτικούς βραχίονες, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια καλωδίων και ενός υπολογιστή.

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 μεγεθυσμένη εικόνα του χειρουργικού πεδίου στο χειρουργό και ουσιαστικά καθίσταται αρωγός του ιατρού για το μέγιστο όφελος του ασθενούς.

Οι εντολές που δίνει ο χειρουργός μέσω των μοχλών μεταφέρονται ταυτόχρονα ψηφιακά, και με θαυμαστή ακρίβεια, στους αρθρωτούς χειρουργικούς βραχίονες του ρομπότ, οι οποίοι εκτελούν τις κινήσεις στο πεδίο της χειρουργικής επέμβασης. Οι κινήσεις των ρομποτικών βραχιόνων ελέγχονται από τον χειρουργό, ο οποίος πρέπει να είναι ειδικά εκπαιδευμένος στη χρήση του ρομποτικού συστήματος<sup>11</sup>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

- *Εισαγωγή της Ρομποτικής Τεχνολογίας στην Ιατρική Επιστήμη*

## 2.1 Χειρουργική επέμβαση ελάχιστης εισβολής

Η χειρουργική επέμβαση ελάχιστης εισβολής ενισχύεται από τη ρομποτική τεχνολογία, χαρακτηριστικά της οποίας είναι η βελτιωμένη ακρίβεια, σταθερότητα και επιδεξιότητα. Στις διαδικασίες καθοδηγούμενες από εικόνα, τα ρομποτικά συστήματα χρησιμοποιούν εικόνες μαγνητικής αντήχησης και εικόνες υπολογιστικής τομογραφίας. Αυτό απαιτεί νέους αλγόριθμους και συστήματα επικοινωνίας με τον χρήστη για τον προγραμματισμό των διαδικασιών. Απαιτεί, επίσης, αισθητήρες για την καταγραφή της ανατομίας του ασθενή με τα προεγχειρητικά στοιχεία εικόνας. Στις επεμβάσεις ελάχιστης εισβολής χρησιμοποιούνται τηλεχειριζόμενα ρομπότ που επιτρέπουν στο χειρουργό να εργαστεί μέσα στο σώμα του ασθενή χωρίς δημιουργία μεγάλων χειρουργικών τομών. Απαιτούνται εξειδικευμένα μηχανικά σχέδια και τεχνολογίες αντίληψης για να μεγιστοποιήσουν την επιδεξιότητα κάτω από αυτούς τους περιορισμούς πρόσβασης<sup>12</sup>.

Ένας λόγος που οι χειρουργικές εφαρμογές προχωρούν με ταχύτατους ρυθμούς είναι η μεγάλη βάση τεχνολογίας που έχει αναπτυχθεί στην έρευνα ρομποτικής τα τελευταία χρόνια. Αποτελέσματα εξέλιξης στο μηχανολογικό σχεδιασμό, την κινηματική, τους αλγόριθμους ελέγχου και τον προγραμματισμό, που αναπτύχθηκαν για τα βιομηχανικά ρομπότ, είχαν άμεση εφαρμογή σε ρομποτικά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως κατά τη διάρκεια των χειρουργικών ρομποτικών επεμβάσεων. Οι ερευνητές ρομποτικής έχουν εργαστεί για να ενισχύσουν τις ρομποτικές ικανότητες μέσω της προσαρμοστικότητας, δηλαδή της χρήσης αισθητήρων πληροφοριών που ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες, και της αυτονομίας, δηλαδή της δυνατότητας εκτέλεσης στόχων χωρίς ανθρώπινη επίβλεψη. Οι προκύπτουσες τεχνικές αντίληψης και ερμηνείας που αποδεικνύουν τη χρησιμότητά τους στη χειρουργική επέμβαση περιλαμβάνουν μεθόδους για την επεξεργασία εικόνας, το χωρικό συλλογισμό, τον προγραμματισμό, την αντίληψη και τον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο.

Διάφορες τάσεις στη χειρουργική επέμβαση συμβάλλουν στην αυξανόμενη αποδοχή των ρομποτικών συστημάτων. Οι αρχικοί παράγοντες περιλαμβάνουν την αυξανόμενη έμφαση των χειρουργικών τεχνικών ελάχιστης εισβολής και τη διαδεδομένη διαθεσιμότητα των τρισδιάστατων στοιχείων εικόνας. Άλλα ρομποτικά χαρακτηριστικά, όπως η ιδιαίτερη σταθερότητα και η δυνατότητα εργασίας σε μικρές κλίμακες, παρέχουν το κίνητρο για πρόσθετες ρομποτικές εφαρμογές<sup>13</sup>.

Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας, διάφορες χειρουργικές ειδικότητες έχουν μετασχηματιστεί γρήγορα από την χειρουργική επέμβαση ελάχιστης εισβολής (επίσης αποκαλούμενη χειρουργική επέμβαση ελάχιστης πρόσβασης). Ένα κεντρικό παράδειγμα είναι αυτό της λαπαροσκοπικής χολοκυστεκτομής, μία κοινή διαδικασία που εκτελείται σχεδόν αποκλειστικά,

χρησιμοποιώντας τεχνικές χειρουργικών επεμβάσεων ελάχιστης εισβολής. Οι χειρουργοί εργάζονται μέσω ενός συνόλου τριών έως πέντε τομών μεγέθους περίπου ενός εκατοστού. Τα εξ' αποστάσεως χρησιμοποιούμενα όργανα χρησιμοποιούνται στο πιάσιμο και στη περικοπή των ιστών μέσα στο σώμα και ένας τηλεοπτικός λαπαροσκόπος παρέχει μια άποψη του εσωτερικού λειτουργούντος τομέα. Επειδή με τη διαδικασία αυτή αποφεύγεται η διάνοιξη μεγάλης τομής μέσω του κοιλιακού τοιχώματος, η οποία χρησιμοποιείται κατά τη συμβατική ανοικτή διαδικασία, οι ασθενείς είναι ικανοί να αναρρώσουν γρηγορότερα.

Η ανάγκη για εργασία μέσω σταθερών τομών τοποθετεί αυστηρούς περιορισμούς στην επιδεξιότητα του χειρισμού και μόνο μερικές διαδικασίες είναι δυνατές με τα τρέχοντα φορητά χειροκίνητα όργανα. Η πλευρική μετακίνηση του άξονα του οργάνου είναι αδύνατη ως προς την τομή, η οποία ενεργεί έτσι ως υπομόχλιο, αντιστρέφοντας τις κατευθύνσεις από τις κινήσεις των άνω άκρων του χειρουργού στην άκρη του οργάνου και μεταβάλλοντας το μηχανικό πλεονέκτημα, καθώς τα όργανα κινούνται έσω και έξω. Το τηλεοπτικό όργανο ελέγχου (monitor) συχνά τοποθετείται μακριά από τον ασθενή και η διαφορά προσανατολισμού μεταξύ του ενδοσκοπίου και του οργάνου ελέγχου απαιτεί από τον χειρουργό να εκτελέσει έναν δύσκολο διανοητικό μετασχηματισμό μεταξύ του οπτικού και του μηχανικού πλαισίου συνταγμένων. Η αντίληψη της δύναμης επαφής εξασθενίζεται από την τριβή και οι διανεμημένες πληροφορίες αφής είναι απύσες<sup>14</sup>.

Οι ρομποτικοί χειριστές υπόσχονται να λύσουν πολλά από αυτά τα προβλήματα. Η πρόκληση είναι να σχεδιαστούν συσκευές με καλή επιδεξιότητα και διαισθητικό έλεγχο που δύναται να παρεμβληθούν μέσω μικρών τομών. Μια περίπτωση είναι η ανάπτυξη των συστημάτων γενικού σκοπού, όπου αυτό μπορεί να εκτελέσει μια σειρά από διαδικασίες στη γενική, θωρακική και γυναικολογική χειρουργική επέμβαση. Αυτά τα συστήματα είναι συχνά διαμορφωμένα, έτσι ώστε ο χειρουργός να κάθεται σε μια κονσόλα στο χειρουργείο και να χρησιμοποιεί έναν κύριο χειριστή ελέγχου, ο οποίος στέλνει τις εντολές στα ρομποτικά συστήματα, εκτελώντας τη χειρουργική διαδικασία. Τηλεοπτικές εικόνες και μερικές φορές αισθήσεις δύναμης αναπαράγονται στην κονσόλα του χειρουργού. Άλλα συστήματα υπό ανάπτυξη στοχεύουν σε συγκεκριμένες μορφές πρόσβασης, όπως η διαδικασία παρακέντησης και η διουρηθρική προστατεκτομή. Υπάρχουν επίσης συστήματα που εκμεταλλεύονται τη ρομποτική δυνατότητα της εκτέλεσης εργασιών σε μικροσκοπικές κλίμακες, ακούραστα και με σταθερότητα, όπως είναι η χρήση του ενδοσκοπίου<sup>1,3</sup>.

## 2.2 Διαδικασία βασισμένη στη χρήση εικόνων

Ένας άλλος καταλυτικός παράγοντας για τις ρομποτικές εφαρμογές χειρουργικών επεμβάσεων είναι η ανάπτυξη τεχνικών απεικόνισης,

συμπεριλαμβανομένων των τρισδιάστατων μορφών, όπως η υπολογιστική τομογραφία και η απεικόνιση μαγνητικής αντήχησης, αλλά και δισδιάστατες τεχνικές, όπως η υπερηχητική τομογραφία, η φθοροσκόπηση και η συμβατική ακτινογραφία ακτίνων Χ. Επειδή οι εικόνες αυτές μπορούν να αποκαλύψουν την ακριβή θέση των παθολογιών, νεότερα υπολογιστικά και μηχανικά εργαλεία μπορούν να καθοδηγήσουν την περίθαλψη.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η βιοψία και η οπισθοτομία καρκινικών όγκων του εγκεφάλου. Η προεγχειρητική απεικόνιση μαγνητικής αντήχησης μπορεί να εντοπίσει έναν όγκο ακριβώς μέσα στο κρανίο. Μετά το άνοιγμα του κρανίου, ένα ρομποτικό σύστημα ή ένας χειρουργός μπορεί να καθοδηγήσει τα όργανα άμεσα στον όγκο, βασισμένο στα στοιχεία της εικόνας. Η παράλληλη ζημιά στον ιστό του εγκεφάλου ελαχιστοποιείται και επειδή οι δομές του εγκεφάλου μπορούν να είναι διακεκριμένες στις προεγχειρητικές εικόνες, η πορεία του οργάνου μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να αποφευχθούν οι κρίσιμες υγιείς περιοχές. Οι διαδικασίες αυτού του τύπου απαιτούν τη λύση τριών κεντρικών προβλημάτων: του προγραμματισμού, της καταγραφής και της καθοδήγησης, τα οποία αναλύονται λεπτομερώς παρακάτω<sup>15</sup>.

### 2.2.1 Προγραμματισμός

Για τον προγραμματισμό, οι προεγχειρητικές εικόνες πρέπει να υποβληθούν σε επεξεργασία για να αποκαλύψουν τις ουσιαστικές δομές και έπειτα να παρουσιαστούν στο νοσοκομειακό γιατρό σε μια κατάλληλη μορφή. Σε μερικά συστήματα οι αλγόριθμοι πορείας προγραμματισμού λειτουργούν στα στοιχεία εικόνας και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο χειρουργό για την επικύρωση. Η διαδικασία προγραμματισμού συχνά αρχίζει με την κατάτμηση των στοιχείων εικόνας στις περιοχές φυσιολογικής σημαντικότητας. Στις τρέχουσες διαδικασίες, ο νοσοκομειακός γιατρός μπορεί να εκτελέσει αυτή τη λειτουργία διανοητικά, αλλά υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αυτοματοποιημένη κατάτμηση. Πολλές προσεγγίσεις είναι υπό ανάπτυξη, συμπεριλαμβανομένης της στατιστικής κατηγοριοποίησης και της σύγκρισης μεταξύ της ανατομίας και των στοιχείων εικόνας για τον καθορισμό της μορφής των οργάνων. Στο παράδειγμα των όγκων του εγκεφάλου, η κατάτμηση απαιτεί τον προσδιορισμό της θέσης και του ορίου του όγκου και τον χωρισμό των διάφορων συστατικών δομών του εγκεφάλου. Η ακριβής κατάτμηση είναι ουσιαστική, έτσι ώστε να αποφευχθεί η απομάκρυνση του υγιούς ιστού.

Η επεξεργασμένη εικόνα παρουσιάζεται έπειτα στο χειρουργό για την ανάλυση της συγκεκριμένης ανατομίας του ασθενούς και προδιαγράφει το σχέδιο επεξεργασίας. Για τους όγκους εγκεφάλου, αυτή η επικοινωνία με τον χρήστη πρέπει να παρέχει μια μέθοδο για την αμφίδρομη απεικόνιση τρισδιάστατων στοιχείων σε μια δισδιάστατη οθόνη υπολογιστή, καθώς και μια μέθοδο για να διευκρινίσει τα σημεία τομής και την πορεία του χειρουργικού

οργάνου. Για μερικές διαδικασίες, όπως η αντικατάσταση ισχίων, κατά την ορθοπεδική χειρουργική επέμβαση, αλγόριθμοι υπολογισμού υπολογίζουν αυτόματα ένα βέλτιστο σχέδιο θεραπείας, το οποίο παρουσιάζεται στο νοσοκομειακό γιατρό για επαλήθευση. Οι μέθοδοι προγραμματισμού πρέπει να συμπεριλάβουν τις λεπτομέρειες των σχετικών οργάνων και τη μεθοδολογία θεραπείας<sup>16</sup>.

### 2.2.2 Καταγραφή

Για να εφαρμοστεί αυτό το προεγχειρητικό σχέδιο στο χειρουργείο απαιτεί την καταγραφή των στοιχείων εικόνας με την ανατομία του ασθενή. Στην καταγραφή περιλαμβάνεται η αλληλογραφία μεταξύ των σημείων στα προεγχειρητικά στοιχεία εικόνας και των σημείων ανατομίας του ασθενή στο χειρουργικό τραπέζι. Δύο γενικές προσεγγίσεις έχουν αναπτυχθεί: α) σχέδια βασισμένα στην καθοδήγηση και β) σχέδια βασισμένα στη μορφή. Στην προηγούμενη προσέγγιση, οι δείκτες είναι συνδεδεμένοι με τη σχετική ανατομική δομή πριν από την απεικόνιση. Ο υπολογιστής ελέγχου του ρομποτικού συστήματος γνωρίζει τη θέση των παθολογιών από τα στοιχεία της εικόνας. Κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, οι δείκτες είναι εκτεθειμένοι και ένα σύστημα αισθητήρων μεταβιβάζει τη θέση τους στον υπολογιστή. Πολλά αισθητήρια συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό της θέσης καθοδήγησης. Ο αμεσότερος είναι ένα ελεγκτήριο όργανο, το οποίο είναι συνδεδεμένο με τον χειριστή του ρομποτικού συστήματος, έτσι ώστε όταν έρχεται σε επαφή το ρομποτικό σύστημα με έναν καθοδηγητή, η θέση του στο χώρο συντεταγμένων να καθορίζεται αμέσως. Από την επαφή με τους διάφορους καθοδηγητές μπορεί να βρεθεί ο πλήρης χωρικός μετασχηματισμός, μεταξύ της προεγχειρητικής εικόνας και του ασθενή.

Πολλά αισθητήρια συστήματα χρησιμοποιούνται στη χειρουργική επέμβαση. Ένας πολύ κοινός αισθητήρας είναι ο οπτικός ιχνηλάτης. Οι εκπέμπουσες φως δίοδοι ή οι αντανάκλαστικοί στόχοι συνδέονται με ένα ελεγκτήριο όργανο και ένα σύνολο από κάμερες ή οπτικούς αισθητήρες ελέγχουν το όργανο από γνωστές θέσεις. Άλλες τεχνικές αντίληψης περιλαμβάνουν ηλεκτρομαγνητικούς πομποδέκτες, αρθρωμένους βραχίονες ελέγχου, υπερηχητικούς και λέιζερ ανιχνευτές. Πολλές από αυτές τις μορφές ανιχνευτικών διατάξεων είναι διαθέσιμες ως ενσωματωμένο μέρος των εμπορικών συστημάτων θεραπείας, καθοδηγούμενης από εικόνα.

Ένα πρόβλημα με τη διαδικασία καταγραφής βασισμένη στην καθοδήγηση είναι ότι η σύνδεση των δεικτών που πρέπει να πραγματοποιηθεί πριν την απεικόνιση μπορεί να είναι σημαντική για τη χειρουργική διαδικασία. Για παράδειγμα, το σύστημα Robodoc για τη χειρουργική επέμβαση αντικατάστασης ισχίων χρησιμοποιεί καθοδηγητές που είναι καρφίτσες, οι οποίες εμφυτεύονται στο μηρό. Αυτό προσθέτει χρόνο και κόστος στη ρομποτική διαδικασία, προκαλώντας σημαντική ταλαιπωρία στον ασθενή<sup>15</sup>.

Η εναλλακτική προσέγγιση καταγραφής βασισμένη στη μορφή αποφεύγει αυτά τα προβλήματα εφαρμόζοντας τη μορφή των ανατομικών δομών από τις ενδοχειρουργικές μετρήσεις στα προεγχειρητικά στοιχεία εικόνας. Οι αναλογίες του ασθενούς μπορούν να ληφθούν από μια ποικιλία τεχνικών αντίληψης, όπως οι καμπύλες ανίχνευσης της σχετικής δομής ανατομίας με έναν ανιχνευτή οπτικού ελέγχου, που ανιχνεύει την επιφάνεια με έναν λείζερ ανιχνευτή. Το αποτέλεσμα είναι μια περιγραφή της μορφής της ανατομίας στις συντεταγμένες του ασθενούς. Ένας αλγόριθμος υπολογισμού έπειτα βρίσκει το χωρικό μετασχηματισμό μεταξύ της ενδοεγχειρητικής αισθητήριας μορφής και της μορφής που έχει τεθεί από τα προεγχειρητικά στοιχεία εικόνας.

Υπάρχουν πολλές άλλες παραλλαγές στο πρόβλημα της καταγραφής. Μία ενδεχόμενη συμφέρουσα προσέγγιση εύκολης απόκτησης είναι ένας δισδιάστατος υπέρηχος ή εικόνες ακτίνων Χ, όπως η τεχνική ενδολειτουργικής αντίληψης. Οι προκύπτουσες προβολές της ανατομίας εγκαθίσταται έπειτα στα προεγχειρητικά τρισδιάστατα στοιχεία εικόνας. Ένα σημαντικό πρόβλημα στην καταγραφή είναι η διόρθωση της κίνησης του ασθενή ή της παραμόρφωσης του ιστού κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στη νευροχειρουργική, όπου η διόγκωση του εγκεφάλου είναι ένα σύνηθες φαινόμενο κατά την κρανιοτομή. Συσχετιζόμενα πρότυπα παραμόρφωσης και βιομηχανικά μοντέλα που συγκεντρώνουν τις απαντήσεις για τη μηχανική φόρτιση ή τη διαδικασία οιδήματος έχουν προταθεί ως ένας τρόπος για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος. Άλλες προσεγγίσεις ανιχνευτικών διατάξεων χρησιμοποιούν τηλεοπτικές εικόνες για να ακολουθήσουν την κίνηση του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο.

Η επαλήθευση της ακρίβειας των τεχνικών καταγραφής είναι επίσης ένα σημαντικό ερευνητικό ερώτημα. Επειδή θέτει τα θεμελιώδη ακρίβειας, η καταγραφή είναι σημαντική για όλους τους τομείς της θεραπείας καθοδηγούμενης από εικόνα και έχει προσελκύσει μεγάλο ενδιαφέρον για έρευνα τα τελευταία χρόνια<sup>16</sup>.

### 2.2.3 Καθοδήγηση

Μετά από την καταγραφή, το προεγχειρητικό σχέδιο και τα στοιχεία της εικόνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καθοδήγηση, είτε από το ρομποτικό σύστημα είτε από τον χειρουργό. Στην περίπτωση ενός ρομποτικού χειριστή που χειρίζεται ένα χειρουργικό εργαλείο, οι αισθητήρες των συνδέσμων του ρομποτικού συστήματος χρησιμοποιούνται με το κινηματικό μοντέλο του χειριστή για να ελέγξουν την κίνηση από το εργαλείο σε ένα σταθερό σύστημα συντεταγμένων. Επειδή ο ασθενής και τα στοιχεία της εικόνας έχουν καταγραφεί με αυτό το πλαίσιο, ο υπολογιστής ελέγχου μπορεί να συσχετίσει την κίνηση των εργαλείων με την ανατομία του ασθενή και με το προεγχειρητικό σχέδιο. Για έναν χειρουργό παρέχεται η καθοδήγηση για τον ελιγμό των φορητών οργάνων. Αισθητήρες παρακολουθούν την κίνηση των

εργαλείων και ένας υπολογιστής επιδεικνύει τις οδηγίες κινήσεων, ώστε να επιτρέψει στο χειρουργό να πλοηγηθεί στον παθολογικό ιστό. Η επιλογή ρομποτικής έναντι χειρωνακτικής καθοδήγησης είναι βασισμένη σε διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του κόστους, της δυσκολίας εφαρμογής, της κλινικής αποδοχής και των ανησυχιών ασφαλείας. Και στις δύο προσεγγίσεις, οι θεραπείες επιτρέπονται με τη χρήση των υπολογιστών και των αισθητήρων, χειριζόμενων τα ποσοτικά στοιχεία της εικόνας με τρόπους που είναι αδύνατον για τους ανθρώπους από μόνοι τους να χειριστούν. Η περαιτέρω ανάπτυξη της ρομποτικής τεχνολογίας αναμένεται να αποδώσει χαμηλότερες δαπάνες ως προς την ανάπτυξη και την κατασκευή των συστημάτων, έτσι ώστε στο μέλλον περισσότερες από τις χειρωνακτικές διαδικασίες να μπορούν να εκτελεστούν ρομποτικά<sup>17</sup>.

### 2.3 Τρόποι αλληλεπίδρασης

Οι χειρουργοί μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τα ρομποτικά συστήματα με διάφορους τρόπους. Μία θεμελιώδης κατηγοριοποίηση είναι από την άποψη του επιπέδου αυτονομίας που ασκείται από το ρομποτικό σύστημα. Αυτή την περίοδο μερικές από τις διαδικασίες εκτελούνται αυτόνομα, δηλαδή το ρομποτικό σύστημα πραγματοποιεί ένα προεγχειρητικό σχέδιο, χωρίς άμεση ανθρώπινη παρέμβαση. Σε αυτή την περίπτωση, ο χειρουργός προγραμματίζει και ξεκινά τη διαδικασία και κατόπιν ελέγχει την εκτέλεση του για να εξασφαλίσει τη συμμόρφωση και την ασφάλεια του συστήματος. Άλλες διαδικασίες εκτελούνται αμφίδρομα, δηλαδή απαιτείται ο έλεγχος και του χειρουργού και του ρομποτικού συστήματος. Αυτό επιτρέπει στο χειρουργό να εποπτεύσει και να ελέγξει το ρομποτικό σύστημα, χρησιμοποιώντας την έμφυτη ανθρώπινη αντίληψη και κρίση, ενώ του παρέχει εκείνους τους ενεργούς περιορισμούς που αυξάνουν την ασφάλεια και την ακρίβεια της χειρουργικής διαδικασίας. Αυτή η προσέγγιση μπορεί επίσης να βελτιώσει την αποδοχή των ρομποτικών συστημάτων από τους χειρουργούς και τους ασθενείς, καθώς ο χειρουργός παραμένει στον έλεγχο της διαδικασίας. Τα ρομποτικά συστήματα για τις εφαρμογές ελέγχου απαιτούν νέα σχέδια χειριστηρίων. Τα περισσότερα σχεδιάζονται με στόχο την υψηλή ακαμψία, έτσι ώστε να εξασφαλίσουν γεωμετρική ακρίβεια στην άκρη του τελικού στοιχείου δράσης. Αυτό καθιστά δύσκολη τη σχεδίαση ενός σχεδίου αντίληψης και ελέγχου που να επιτρέπει στο ρομποτικό σύστημα να ακολουθήσει το άνω άκρο του χειρουργού, χωρίς την εφαρμογή μεγάλων δυνάμεων ή την παρουσία σημαντικών χρονικών καθυστερήσεων<sup>18</sup>.

Σε άλλη ακραία κλίμακα αυτονομίας, τα χειρουργικά συστήματα ελάχιστης εισβολής ελέγχονται ρητά από τον χειρουργό. Κάθε κίνηση που κάνει ο χειρουργός με τον κύριο χειριστή διαβιβάζεται από την κονσόλα ελέγχου στο ρομποτικό σύστημα που λειτουργεί μέσα στο σώμα του ασθενή. Ο χειρουργός διατυπώνει όλες τις εντολές κινήσεων βάσει των αισθητήριων πληροφοριών που



επέστρεψαν από τη χειρουργική περιοχή, η οποία αποτελείται συνήθως από τηλεοπτικές εικόνες. Επειδή ο κύριος χειριστής είναι ξεχωριστά από το ρομποτικό σύστημα, ο συγκεκριμένος τρόπος ελέγχου τοποθετείται στην κατηγορία της τηλεχειρουργικής, ακόμα και αν ο χειρουργός βρίσκεται στο χειρουργείο μαζί με το ρομποτικό σύστημα.

Οι ερευνητές έχουν προτείνει ότι αυτή η τεχνολογία θα επιτρέψει στους χειρουργούς να μεταχειριστούν ασθενείς από μια ιδιαίτερη απόσταση. Αυτό θα μπορούσε να μειώσει την ανάγκη μεταφοράς των ασθενών στους ειδικευμένους χειρουργούς, καθώς και να βοηθήσει στην αποφυγή έκθεσης του χειρουργικού προσωπικού σε επικίνδυνες συνθήκες σε εμπόλεμη περίοδο ή μετά από μία φυσική καταστροφή. Ένα κεντρικό πρόβλημα είναι οι καθυστερήσεις επικοινωνίας. Οι δορυφορικές συνδέσεις έχουν συχνά καθυστερήσεις στη λήψη σήματος που διαρκούν από κάποια δέκατα του δευτερολέπτου έως και αρκετά δευτερόλεπτα. Αυτό μπορεί να προκαλέσει πολύ καθυστερημένη εκτέλεση στόχου, καθώς ο χειρουργός πρέπει να δώσει ένα ρυθμό στη διαδικασία για να περιμένει να δει τα αποτελέσματα από τις διαταγμένες κινήσεις. Στην περίπτωση της ανατροφοδότησης δύναμης, ήταν γνωστό για δεκαετίες ότι οι καθυστερήσεις αυτού του μεγέθους μπορούν να προκαλέσουν την αστάθεια του ελέγχου του ρομποτικού συστήματος, αν και οι διάφορες τεχνικές μπορούν να βοηθήσουν στην ελαχιστοποίηση αυτού του προβλήματος<sup>19</sup>.

Μια λιγότερο φιλόδοξη εφαρμογή είναι η τηλεσυμβουλευτική, όπου ένας πεπειραμένος χειρουργός μπορεί να παρατηρήσει και να συμβουλέψει άλλους χειρουργούς που εκτελούν μια χειρουργική διαδικασία σε μια απόμακρη θέση. Η ρομποτική επιτρέπει νέες μορφές αλληλεπίδρασης στην τηλεσυμβουλευτική. Παραμένει να φανεί εάν τα οφέλη των χειρουργικών εφαρμογών τηλερομποτικής μεγάλων αποστάσεων θα ξεπεράσουν σε βάρος τα τεχνικά εμπόδια, τα εμπόδια αποδοχής και τις συνοδευτικές δαπάνες<sup>20</sup>.

## 2.4 Πλεονεκτήματα της ρομποτικής χειρουργικής

Η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στον τομέα της χειρουργικής επιστήμης αποτελεί μία πραγματική επανάσταση στο χώρο της υγείας, καθώς μετατρέπει τις δύσκολες περιπτώσεις των ανοιχτών επεμβάσεων σε επεμβάσεις ρουτίνας. Η χειρουργική με τη βοήθεια των ρομποτικών συστημάτων είναι η πιο πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα της λαπαροσκοπικής και ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής. Αποτελεί το μέλλον της χειρουργικής επιστήμης, καθώς δίνει λύσεις στους περιορισμούς της λαπαροσκοπικής μεθόδου προσφέροντας παράλληλα ασύγκριτα πλεονεκτήματα στους χειρουργούς, τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

- ✓ Παρέχει στο χειρουργό μεγαλύτερη άνεση κατά τη διάρκεια της επέμβασης. Σε αντίθεση με τη συνηθισμένη χειρουργική πρακτική, η ρομποτική χειρουργική επιτρέπει στο χειρουργό να πραγματοποιεί τις επεμβάσεις

καθισμένος, μέσα σε ένα προσεκτικά σχεδιασμένο και εργονομικά άριστο περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η φυσική κούραση του, το οποίο αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα ιδιαίτερα σε περιπτώσεις δύσκολων και πολύωρων επεμβάσεων<sup>2,21</sup>.

- ✓ Επιτυγχάνεται καλύτερος συντονισμός ανάμεσα στα μάτια και τα χέρια του χειρουργού<sup>21</sup>.
- ✓ Εξασφαλίζει στον χειρουργό τη δυνατότητα να πραγματοποιεί δύσκολους χειρουργικούς χειρισμούς. Τα χειρουργικά εργαλεία των ρομποτικών βραχιόνων μπορούν να εκτελέσουν όλες τις κινήσεις που πραγματοποιεί το ανθρώπινο άνω άκρο και με μεγαλύτερη ακόμη δεξιότητα και ακρίβεια, ενώ περιστρέφονται σχεδόν 360<sup>0</sup> μέσα στο χειρουργικό πεδίο<sup>2</sup>.
- ✓ Εξασφαλίζει μεγαλύτερη ακρίβεια στις χειρουργικές κινήσεις. Καθώς οι χειρισμοί του χειρουργού στην κονσόλα μετατρέπονται σε κινήσεις των ρομποτικών βραχιόνων μέσω κατάλληλων ηλεκτρονικών και λογισμικών φίλτρων, ελαχιστοποιείται το φυσιολογικό τρέμουλο των άνω άκρων. Τα σύγχρονα χειρουργικά ρομποτικά συστήματα κλιμακώνουν την κίνηση, έτσι ώστε οι απότομες κινήσεις στις χειρολαβές ελέγχου να μετατρέπονται σε μικρότερες κινήσεις μέσα στο χειρουργικό πεδίο<sup>2,21,22</sup>.
- ✓ Επιτρέπει στο χειρουργό να έχει μία έγχρωμη, τρισδιάστατη εικόνα του χειρουργικού πεδίου σε πολύ μεγάλη μεγέθυνση, δίνοντας στον χειρουργό την αίσθηση ότι τα μάτια και τα χέρια του βρίσκονται πάνω και μέσα στον ασθενή. Με τον τρόπο αυτό ο χειρουργός αποκτά αντίληψη του βάθους του χειρουργικού πεδίου<sup>2,21,22,23</sup>.
- ✓ Ο χειρουργός βλέπει τώρα άριστα σε σημεία στα οποία μέχρι σήμερα δεν είχε καμία οπτική πρόσβαση. Έτσι έχει τη δυνατότητα να χειρουργεί σε απρόσιτα σημεία με απόλυτη ασφάλεια και ακρίβεια<sup>2,22,23</sup>.
- ✓ Δίνει τη δυνατότητα στο χειρουργό να προετοιμάσει την επέμβαση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή χρησιμοποιώντας τις εικόνες των εσωτερικών οργάνων του ασθενή, όπως αυτές προκύπτουν από τις εξετάσεις του. Με τον τρόπο αυτό ο χειρουργός μπορεί κατά τη διάρκεια της επέμβασης να ανακαλέσει και να συμβουλευτεί χρήσιμες εικόνες της παθολογίας του ασθενούς στην οθόνη του<sup>2,23</sup>.
- ✓ Ο χειρουργός εξακολουθεί να έχει τον πλήρη έλεγχο της επέμβασης, αφού το ρομποτικό σύστημα δρα συμπληρωματικά και κατ' επέκταση του χειρουργού, ως συνεργάτης του.
- ✓ Η μέθοδος της ρομποτικής χειρουργικής έχει μικρότερη καμπύλη εκμάθησης από την αντίστοιχη λαπαροσκοπική μέθοδο<sup>21</sup>.

Η ρομποτική χειρουργική, όμως, κρύβει και απίστευτα οφέλη για τους ίδιους τους ασθενείς έναντι των συμβατικών μεθόδων:

- ✓ Είναι μία ελάχιστη επεμβατική και τραυματική μέθοδος, εξαιτίας κυρίως της ακρίβειας με την οποία πραγματοποιούνται οι κινήσεις του χειρουργού.
- ✓ Εξασφαλίζει ελάχιστη απώλεια αίματος.
- ✓ Εξασφαλίζει μεγάλη ελάττωση του μετεγχειρητικού πόνου και της δυσφορίας του ασθενή<sup>2,9,21,22,23,24</sup>.
- ✓ Ο ασθενής αισθάνεται λιγότερο φόβο σε σχέση με τις συμβατικές ανοικτές επεμβάσεις<sup>23</sup>.
- ✓ Επιτρέπει μικρότερη διάρκεια αναισθησίας.
- ✓ Ελαχιστοποιεί την πιθανότητα ενδοεγχειρητικών και μετεγχειρητικών επιπλοκών του τραύματος, όπως διαπύηση, διάσπαση και κήλη.
- ✓ Εξασφαλίζει λιγότερες αναπνευστικές και καρδιαγγειακές επιπλοκές.
- ✓ Επιτρέπει την ταχύτερη ανάρρωση και επάνοδο του ασθενούς στις καθημερινές του δραστηριότητες.
- ✓ Μειώνει σημαντικά το χρόνο παραμονής στο νοσοκομείο και κατ' επέκταση το κόστος νοσηλείας.
- ✓ Προσφέρει άρτιο αισθητικό αποτέλεσμα<sup>2,9,21,23,24</sup>.

## 2.5 Μειονεκτήματα της ρομποτικής χειρουργικής

Παρόλο που η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στη χειρουργική επιστήμη γνωρίζει ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, δεν έχει γίνει ακόμα εφικτό να ξεπεραστούν κάποιοι σημαντικοί περιορισμοί που τη χαρακτηρίζουν. Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα της ρομποτικής χειρουργικής είναι το μεγάλο κόστος. Δύο σχετικά πρόσφατες μελέτες κατέδειξαν ότι το αυξημένο κόστος των ρομποτικών επεμβάσεων σε σχέση με το αντίστοιχο των συμβατικών μεθόδων οφείλεται κυρίως στο αρχικό κόστος αγοράς των ρομποτικών συστημάτων, που κυμαίνεται από 750.000 μέχρι 1.200.000 δολάρια περίπου, ενώ η ετήσια συντήρηση τους κοστίζει περίπου 100.000 δολάρια. Εντούτοις, είναι αναμενόμενο ότι και τα δύο αυτά οικονομικά μεγέθη (αρχικό κόστος-συντήρηση) θα ελαττώνονται σταδιακά, καθώς τα χειρουργικά ρομποτικά συστήματα θα κερδίζουν ευρύτερη αποδοχή. Σε πρώτη φάση, βέβαια, τα κόστη μπορεί να ανέβουν ακόμη υψηλότερα εξαιτίας των τεχνολογικών βελτιώσεων στα χειρουργικά ρομποτικά συστήματα που αναπόφευκτα θα γίνουν στο μέλλον<sup>2,24,25</sup>.

Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής είναι ο μεγάλος όγκος των συστημάτων που χρησιμοποιούνται σήμερα. Τόσο το σώμα του ρομπότ με τους βραχίονες του όσο και η κεντρική κονσόλα του χειρουργού καταλαμβάνουν σημαντικό χώρο μέσα στη χειρουργική αίθουσα. Οι χειρουργοί δεν αισθάνονται ιδιαίτερα άνετα όταν εργάζονται δίπλα σε ρομποτικά συστήματα που ξεπερνούν τα δύο μέτρα σε ύψος. Παρ' όλα αυτά, τα

μεγαλύτερα σε μέγεθος ρομπότ εξασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό σε περίπτωση λανθασμένης ενέργειας.

Από άποψη αντίληψης και ελέγχου, τα ρομποτικά συστήματα ελέγχονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές, με συνέπεια να μοιράζονται πολλές από τις αδυναμίες τους, ιδιαίτερα σε θέματα που αφορούν αυτόνομες λειτουργίες. Ακολουθούν κυριολεκτικά οδηγίες, γεγονός που τα καθιστά εντελώς ανίκανα στην ενσωμάτωση διαφορετικών πηγών πληροφοριών και στην επίδειξη ανεπτυγμένης συλλογιστικής κρίσης. Αν και μπορούν να επεξεργάζονται περίπλοκες τρισδιάστατες εικόνες πληροφοριών για την εκτέλεση μίας επέμβασης με εξαιρετικά μεγάλη ακρίβεια, εντούτοις έχουν περιορισμένη δυνατότητα χρήσης πληροφοριών από ανόμοιους αισθητήρες ώστε να ελέγχουν τη συμπεριφορά τους κατά τη διάρκεια της επέμβασης.

Η έλλειψη συμβατού εξοπλισμού συγκαταλέγεται επίσης στα μειονεκτήματα της ρομποτικής χειρουργικής. Η έλλειψη κάποιων συμβατών με το ρομποτικό σύστημα χειρουργικών οργάνων αυξάνει την εξάρτηση από το βοηθητικό προσωπικό δίπλα στο χειρουργικό τραπέζι. Ωστόσο, αυτό φαίνεται να αποτελεί το λιγότερο σημαντικό μειονέκτημα, καθώς νέες τεχνολογίες αναμένεται να δώσουν σύντομα λύσεις στο μέλλον. Ένα ακόμη μεγάλο πρόβλημα για τον χειρουργό αποτελεί η έλλειψη αίσθησης της αφής.

Ωστόσο, είναι γεγονός ότι η ρομποτική χειρουργική αποτελεί μία νέα τεχνολογία, της οποίας η αποτελεσματικότητα δεν έχει διασαφηνιστεί πλήρως. Τα περισσότερα από τα μειονεκτήματα της αναμένονται να ξεπεραστούν με την πάροδο του χρόνου, λόγω των μελλοντικών επανασχεδιασμών και των τεχνολογικών βελτιώσεων που θα υποστούν αναπόφευκτα τα χειρουργικά ρομποτικά συστήματα<sup>25</sup>.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

- *Εφαρμογές της Ρομποτικής στην Κλινική Πρακτική*

### 3.1 Εφαρμογές στην ουρολογία

Τα μακροπρόθεσμα οικονομικά πλεονεκτήματα, η αυξανόμενη ακρίβεια και η βελτιωμένη ποιότητα που καταδεικνύουν τα βιομηχανικά ρομπότ έχουν ενθαρρύνει την ουρολογική χειρουργική να ασπαστεί τη χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας για την προσφορά υγειονομικής περίθαλψης από τα τέλη της δεκαετίας του '80. Σήμερα, τα ρομποτικά συστήματα βοηθούν τους ουρολόγους χειρουργούς στην πραγματοποίηση διάφορων χειρουργικών επεμβάσεων, όπως τη ριζική προστατεκτομή, τη νεφρεκτομή, την κυστεκτομή και άλλες, οι οποίες αναλύονται διεξοδικά παρακάτω<sup>26</sup>.

#### 3.1.1 Ριζική προστατεκτομή

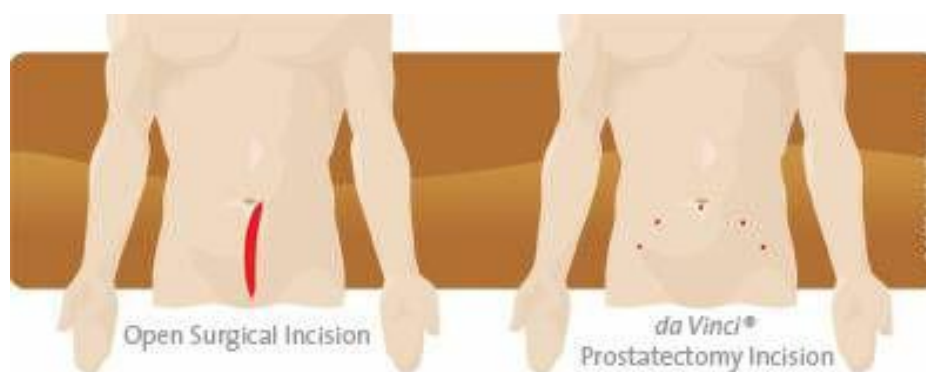
Η μεγαλύτερη ενημερότητα και η ευρύτερη διαθεσιμότητα διαγνωστικών τεστ, όπως το PSA, έχουν καταστήσει πλέον τις κλινικές διαγνώσεις καρκίνου του προστάτη ένα σύνηθες φαινόμενο. Ένας ολόενα και μεγαλύτερος αριθμός ασθενών διαγιγνώσκεται με καρκίνο του προστάτη σε πρώιμο ακόμη στάδιο, όπου η ριζική προστατεκτομή προσφέρει μία πιθανή θεραπεία. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει σε μία μαζική αύξηση του αριθμού των χειρουργικών επεμβάσεων αυτού του είδους που πραγματοποιούνται κάθε χρόνο σε διεθνές επίπεδο.

Η λαπαροσκοπική ριζική προστατεκτομή είναι μία δύσκολη επέμβαση και σχετίζεται με σημαντική νοσηρότητα, όπως είναι η ακράτεια των ούρων και η στυτική δυσλειτουργία. Παρότι ένας μεγάλος αριθμός ιατρικών κέντρων στον κόσμο εκτελεί λαπαροσκοπικές ουρολογικές επεμβάσεις, λίγα μόνο από αυτά προσφέρουν τη λαπαροσκοπική ριζική προστατεκτομή ως επέμβαση ρουτίνας. Οι ρομποτικές ριζικές προστατεκτομές έχουν καθιερωθεί ως η μόνη ένδειξη για χρήση ρομποτικού συστήματος. Το ρομποτικό σύστημα είναι κατάλληλο για μία τέτοια επέμβαση εξαιτίας του μικρού χώρου εργασίας, της ακριβέστερης τομής στην κορυφή της ουρήθρας, της διατήρησης της νευροαγγειακής δέσμης και της ανακατασκευής της ουρηθροκυστετικής συμβολής<sup>27</sup>.

Η πλειονότητα των αναφορών για ρομποτικές προστατεκτομές προέρχεται από το Ουρολογικό Ινστιτούτο Vattikuti του Νοσοκομείου Henry Ford στο Ντητρόιτ των Ηνωμένων Πολιτειών. Ερευνητές στο συγκεκριμένο ινστιτούτο πραγματοποίησαν μετάβαση στη ρομποτική τεχνική ύστερα από μία περίοδο εκπαίδευσης στη λαπαροσκοπική ριζική προστατεκτομή. Από τον Οκτώβριο του 2000, που ξεκίνησε να εφαρμόζεται το πρόγραμμα ρομποτικών προστατεκτομών, οι ερευνητές του ινστιτούτου συλλέγουν δεδομένα από τα περιστατικά τους.

Με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων από μία μεγάλη σειρά 1.100 περιπτώσεων, ο Menon και οι συνεργάτες του ανέφεραν χρονική διάρκεια επεμβάσεων 70-160 min, που περιελάμβανε το άνοιγμα και το κλείσιμο των μικροτομών, τη λήψη δειγμάτων και τις επουλώσεις των τραυμάτων (Εικόνα 1).

Η απώλεια αίματος κυμαινόταν μεταξύ 50-150 ml, χωρίς να υπάρξει ανάγκη για μετάγγιση αίματος σε αρκετές περιπτώσεις. Περισσότεροι από το 95% των ασθενών πήραν εξιτήριο μέσα σε 24 ώρες. Ολική εγκράτεια ούρων επιτεύχθηκε στο 96% των ασθενών μέσα σε 6 μήνες και ανάκτηση της στυτικής λειτουργίας στο 82% των ασθενών κάτω των 60 ετών με προηγούμενη σεξουαλική δραστηριότητα. Τα ποσοστά της θνησιμότητας και της αποδεκτής νοσηρότητας ήταν μηδενικά. Η αναφορά από τις περιπτώσεις αυτές καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η ρομποτική προστατεκτομή είχε καλύτερα αποτελέσματα, σε ό,τι αφορά την εγκράτεια ούρων και τη στυτική λειτουργία, από την αντίστοιχη ανοικτή και συμβατική λαπαροσκοπική τεχνική<sup>28</sup>.



*Εικόνα 1: Τοποθέτηση των μικροτομών σε μία επέμβαση προστατεκτομής με το σύστημα da Vinci (δεξιά) σε σχέση με την κλασική τομή της ανοιχτής χειρουργικής μεθόδου (αριστερά)<sup>29</sup>*

### 3.1.2 Νεφρεκτομή και Νεφρουρητηρεκτομή

Η εκτέλεση νεφρικών εκτομών με τη χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας έχει περιγραφεί ως μία χρήσιμη ελάχιστα επεμβατική τεχνική, τόσο για περιστατικά κακοήθειας όσο και για καλοήθειες καταστάσεις. Κατά καιρούς έχουν δημοσιευτεί αρκετές σειρές περιπτώσεων που υπογραμμίζουν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της ρομποτικής μεθόδου, χωρίς να έχει αναφερθεί κάποια σημαντική επιπλοκή. Αν και στα περισσότερα ιατρικά κέντρα χρησιμοποιείται συνήθως η συμβατική λαπαροσκοπική προσέγγιση, οι ρομποτικές τεχνικές είναι ελκυστικές για τους χειρουργούς με ελάχιστη λαπαροσκοπική εμπειρία. Αντίθετα, χειρουργοί με ιδιαίτερη ευχέρεια στις βασικές λαπαροσκοπικές ικανότητες δυσκολεύονται να δικαιολογήσουν τη χρήση ενός ρομποτικού συστήματος σε μία χειρουργική διαδικασία που θεωρείται από πολλούς σχετικά πρωτοποριακή. Οι περισσότερο περιγραφόμενες τεχνικές καθρεφτίζουν τη συμβατική λαπαροσκοπική προσέγγιση για την εκτομή νεφρού. Επιπλέον, το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα da Vinci δεν είναι συμβατό με τις συμβατικές συσκευές εκτέλεσης ενδοαγγειακών συρραφών που απαιτούνται για τις νεφραγγειακές απολινώσεις. Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα για την εκτέλεση ρομποτικών επεμβάσεων που αφορούν εκτομές νεφρού<sup>30</sup>.

### 3.1.3 Μερική νεφρεκτομή

Οι περισσότεροι όγκοι που οδηγούν σε μερικές εκτομές του νεφρού ανακαλύπτονται συνήθως τυχαία, ύστερα από απεικόνιση της κοιλιακής περιοχής για κάποια άσχετη με το νεφρό ένδειξη. Ασθενείς με εξωφυτικές αλλοιώσεις μικρότερες των 4 cm αποτελούν ιδανικούς υποψήφιους για μερική νεφρεκτομή. Η τεχνική αυτή δικαιολογείται ακόμη περισσότερο σε ασθενείς με περιορισμένη λειτουργία του ενός νεφρού, οι οποίοι έχουν αυξημένες πιθανότητες να μείνουν μελλοντικά με ένα μόνο νεφρό, λόγω επιδείνωσης της κατάστασης τους.

Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει ένας εκρηκτικός αριθμός αναφορών που περιγράφουν ελάχιστα επεμβατικές, λαπαροσκοπικές τεχνικές για μερική νεφρεκτομή, συμπεριλαμβανομένων και των ρομποτικών μεθόδων. Η συμβατική λαπαροσκοπική μερική νεφρεκτομή είναι μία τεχνικά προκλητική επέμβαση. Για το λόγο αυτό, έχουν αναζητηθεί στρατηγικές για την απλοποίηση της εκτομής και της επανόρθωσης. Θεωρητικά, η ενισχυμένη ικανότητα των χειρουργικών εργαλείων EndoWrist να προσαρμόζουν τις γωνίες εκτομής και να διευκολύνουν τις ενδοσωματικές συρραφές έχει καταστήσει τη ρομποτική μερική νεφρεκτομή μία ιδιαίτερα ελκυστική εναλλακτική τεχνική<sup>31</sup>.

### 3.1.4 Νεφρεκτομή δότη εν ζωή

Η πιο εκτεταμένη εμπειρία σε ρομποτικές επεμβάσεις εκτομής νεφρού προέρχεται από χειρουργικές επεμβάσεις νεφρεκτομής δότη εν ζωή. Παρόλο που κάποια ιατρικά κέντρα θεωρούν την αντίστοιχη ανοιχτή επέμβαση ιδανική διαδικασία, η λαπαροσκοπική μέθοδος συνεχίζει να κερδίζει έδαφος. Η ευρεία αποδοχή της τεχνικής αυτής έχει συνεισφέρει σημαντικά στην αύξηση του αριθμού των νεφρεκτομών δότη, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο στη μείωση του κενού που υπάρχει ανάμεσα στους δότες και τους λήπτες μοσχευμάτων.

Η νεφρεκτομή δότη για μεταμόσχευση νεφρού απαιτεί πιο λεπτές τομές από την απλή νεφρεκτομή και την ελάχιστη δυνατή νοσηρότητα, αφού το μόσχευμα προορίζεται για ένα υγιές άτομο. Η τεχνικά απαιτητική φύση της λαπαροσκοπικής μεθόδου κάνει την υιοθέτηση της ρομποτικής υποβοήθησης πιο ελκυστική. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η ρομποτική μέθοδος είναι ασφαλής και παρέχει κλινικά αποτελέσματα παρόμοια τόσο με την ανοιχτή όσο και με άλλες ελάχιστα επεμβατικές τεχνικές<sup>31,32</sup>.

### 3.1.5 Πυελοπλαστική

Η λαπαροσκοπική πυελοπλαστική για την απόφραξη της ουρητηροπυελικής συμβολής έχει γίνει μία καθιερωμένη διαδικασία με ελάχιστη νοσηρότητα και ποσοστά επιτυχίας ανάλογα με αυτά της ανοιχτής μεθόδου. Η τεχνική είναι πολύπλευρη και απαιτεί σημαντική χειρουργική δεξιότητα, εξαιτίας των



ακριβών συρραφών. Αυτή η τεχνική δυσκολία είναι ο κύριος λόγος για την περιορισμένη εφαρμογή της.

Η ρομποτική τεχνολογία είναι ιδανική για τη μείωση των τεχνικών δυσκολιών σε τέτοιες περιπτώσεις, καθώς επιτρέπει μεγαλύτερο βαθμό ελευθερίας στα χειρουργικά εργαλεία και τρισδιάστατη απεικόνιση του χειρουργικού πεδίου.

Υπάρχουν διάφορες αναφορές για την εφαρμογή της ρομποτικής χειρουργικής στην πυελοπλαστική. Οι πρώτες από αυτές αφορούν επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν αρχικά σε χοίρους και καταδεικνύουν ότι η συγκεκριμένη διαδικασία αποτελεί εφικτή και ασφαλή χειρουργική μέθοδο, με το σύστημα da Vinci να αποδεικνύεται ανώτερο από το Zeus. Μεταγενέστερες αναφορές για ρομποτικές επεμβάσεις σε ανθρώπους με τη χρήση του συστήματος da Vinci καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η ρομποτική πυελοπλαστική μέθοδος απαιτεί λιγότερο χρόνο από την αντίστοιχη συμβατική μέθοδο.

Το μεγαλύτερο αντίκτυπο από τη χρήση του ρομποτικού συστήματος da Vinci σε αυτή την περίπλοκη διαδικασία είναι το γεγονός ότι οι χειρουργοί με μικρή εμπειρία στη λαπαροσκόπηση παρήγαγαν παρόμοια επιτυχή αποτελέσματα. Υπάρχουν αναφορές που επιβεβαιώνουν τη χρησιμότητα του συστήματος da Vinci σε χειρουργούς με περιορισμένη ή καθόλου λαπαροσκοπική εμπειρία σε επεμβάσεις πυελοπλαστικής<sup>32,33</sup>.

### 3.1.6 Κυστεκτομή

Η ριζική κυστεκτομή είναι η επιλεγόμενη θεραπεία για ασθενείς με καρκίνωμα της ουροδόχου κύστης. Η απομάκρυνση της κύστης απαιτεί την κατασκευή ενός εναλλακτικού συστήματος διοχέτευσης των ούρων. Η πρόοδος που έχει σημειωθεί στην ουρολογία έχει οδηγήσει στη δημιουργία εγκρατών ουρητηρικών εκτροπών και ορθότοπων νεοκύστεων, με σκοπό το καλύτερο δυνατό λειτουργικό αποτέλεσμα για τον ασθενή. Η κατασκευή της νεοκύστης απαιτεί σημαντικές χειρουργικές ικανότητες. Η διαθεσιμότητα των σύγχρονων ρομποτικών συστημάτων και η μεγάλη δεξιότητα τους έχουν καταστήσει δυνατή τη ρομποτική προσέγγιση σε τέτοιες επεμβάσεις.

Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η ρομποτική κυστεκτομή αποτελεί μία τεχνικά εφικτή και αποτελεσματική χειρουργική διαδικασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα σε αποδεκτά χρονικά όρια. Παρέχει άριστα λειτουργικά και ογκολογικά αποτελέσματα με χαμηλά ποσοστά επιπλοκών<sup>34</sup>.

### 3.1.7 Επινεφριδεκτομή

Η εφαρμογή της ανοικτής χειρουργικής για την πραγματοποίηση της επινεφριδεκτομής απαιτεί μεγάλη τομή, παρόλο που οι περισσότεροι όγκοι είναι

μικροί. Η εκτέλεση της πρώτης λαπαροσκοπικής επινεφριδεκτομής από τον Gagner και τους συνεργάτες του το 1992 έδωσε τη δυνατότητα μετάβασης από την ανοικτή στη λαπαροσκοπική τεχνική. Μικρότεροι χρόνοι παραμονής στο νοσοκομείο, μειωμένα ποσοστά μετεγχειρητικού πόνου και βελτιωμένες αναρρώσεις των ασθενών έχουν αναφερθεί συστηματικά. Οι ρομποτικές επεμβάσεις επινεφριδεκτομής που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα έχουν δείξει ότι η ρομποτική μέθοδος μπορεί να εκτελεστεί με απόλυτη ασφάλεια, μέσω της υιοθέτησης των ήδη καθιερωμένων λαπαροσκοπικών τεχνικών<sup>32</sup>.

### 3.1.8 Διαδερμική πρόσβαση και μεταμόσχευση νεφρού

Η διαδερματική νεφρική χειρουργική, που στοχεύει στην αντιμετώπιση της νεφρολιθίασης, των ανωμαλιών της ουρητηροπυελικής συμβολής και των όγκων του ανώτερου συστήματος, απαιτεί την ακριβή τοποθέτηση μίας βελόνας μέσα στο σύστημα της πυέλου και των νεφρικών καλύκων. Η διαδικασία αυτή συνήθως εκτελείται από τον χειρουργό ή τον ακτινολόγο με καθοδήγηση από υπερηχογραφία ή ακτινοσκόπηση και μπορεί να αποδειχτεί εξαιρετικά δύσκολη σε ασθενείς με ελάχιστη διαστολή. Η δυνατότητα εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας για την εκτέλεση της παραπάνω διαδικασίας αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1997. Η χειρουργική ομάδα κατάφερε να τρυπήσει με επιτυχία τον επιθυμητό νεφρικό κάλυκα με τη βοήθεια ρομποτικού συστήματος. Την επόμενη χρονιά, η ίδια ομάδα περιέγραψε το ρομποτικό σύστημα PAKY (Εικόνα 2), με το οποίο κατάφερε να εισάγει μία βελόνα τόσο σε ένα μοντέλο χοίρου όσο και σε ασθενείς με τη βοήθεια καθοδήγησης από ακτινοσκόπηση. Η συσκευή αποδείχτηκε επιτυχημένη σε κάθε της προσπάθεια με μέσο χρόνο πρόσβασης 8.2 λεπτά. Αν και αυτή η προσέγγιση υπόσχεται αρκετά, δεν υπάρχουν αναφορές για την ενσωμάτωσή της σε ένα κανονικό κλινικό πρόγραμμα.

Το 2002, ο Hoznek και οι συνεργάτες του κατάφεραν να εκτελέσουν επιτυχώς μία μεταμόσχευση νεφρού από ένα πτώμα σε έναν 26χρονο ασθενή που έκανε αιμοκάθαρση για έντεκα συνεχή χρόνια. Η επέμβαση πραγματοποιήθηκε με το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα da Vinci, μακριά από το χειρουργικό τραπέζι, και η χρονική της διάρκεια ήταν 178 λεπτά. Η συγκεκριμένη ομάδα θεωρεί ότι αυτού του είδους η τηλερομποτική χειρουργική μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη μολύνσεων μεταξύ του ασθενούς και του δότη, λόγω της αυξημένης δεξιότητας του συστήματος στην εκτέλεση των αγγειακών αναστομών<sup>27,32</sup>.



*Εικόνα 2: Το σύστημα PAKY<sup>35</sup>*

### **3.2 Εφαρμογές στην καρδιοχειρουργική**

Την τελευταία δεκαετία, το πεδίο της καρδιοχειρουργικής έχει επηρεαστεί από ένα σημαντικό αριθμό τεχνολογικών εξελίξεων. Η πιο αξιοσημείωτη από αυτές ήταν η ανάπτυξη των ελάχιστα επεμβατικών τεχνικών, που περιλαμβάνουν την τεχνική MIDCAB, τη στεφανιαία παράκαμψη χωρίς αντλία και τη χειρουργική βαλβίδων ελάχιστης πρόσβασης. Κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων εφαρμογής της ελάχιστα επεμβατικής καρδιοχειρουργικής η απουσία των κατάλληλων τεχνολογιών πρόσβασης, όπως τα συστήματα απεικόνισης, οι σταθεροποιητές και οι εναλλακτικές μέθοδοι αγγειακής παροχέτευσης και καρδιοπνευμονικής παράκαμψης, αποτελούσε ανασταλτικό παράγοντα για την εκτέλεση επεμβάσεων μέσω μικρών τομών. Με την εξέλιξη αυτών των τεχνολογιών, οι χειρουργοί απέκτησαν την ικανότητα να εκτελούν πολύπλοκες καρδιακές επεμβάσεις, όπως η αποκατάσταση της μιτροειδούς βαλβίδας, η καρδιακή επαναγγείωση και άλλες<sup>36</sup>.

#### **3.2.1 Αποκατάσταση μιτροειδούς βαλβίδας**

Οι επεμβάσεις της μιτροειδούς βαλβίδας αποτελούσαν ανέκαθεν μία από τις πιο σημαντικές κατηγορίες των σύγχρονων εγχειρήσεων καρδιάς. Μέχρι πριν από λίγα χρόνια, ο μόνος τρόπος για την αποκατάσταση της μιτροειδούς βαλβίδας ήταν μέσω θωρακοτομής με παράλληλη μηχανική οξυγόνωση του ασθενούς. Βελτιώσεις τόσο στην οπτική απεικόνιση όσο και στα χειρουργικά εργαλεία έχουν επιτρέψει την ταχεία μετάβαση προς τις υποβοηθούμενες από εικόνα επεμβάσεις μιτροειδούς βαλβίδας. Εντούτοις, οι επεμβάσεις αποκατάστασης της μιτροειδούς βαλβίδας είναι πολύ δύσκολες και συνήθως οδηγούν σε χειρουργικές ανακρίβειες. Η ανάπτυξη σύγχρονων ρομποτικών συστημάτων, όπως το da Vinci, έδωσε για πρώτη φορά τη δυνατότητα εκτέλεσης καρδιακών επεμβάσεων με κλειστό θώρακα και μεγάλη ακρίβεια, καθιστώντας πλέον τις διαδικασίες αποκατάστασης μιτροειδούς βαλβίδας εγχειρήσεις ρουτίνας (Εικόνα 3).

Μεταξύ Μαΐου 2000 και Δεκεμβρίου 2001 πραγματοποιήθηκαν σε 38 ασθενείς επεμβάσεις αποκατάστασης της μιτροειδούς βαλβίδας με το σύστημα daVinci ως μέρος κλινικών δοκιμών της FDA. Οι τεχνικές των επεμβάσεων περιελάμβαναν περιφερειακή καρδιοπνευμονική έγχυση, μία μικρή θωρακοτομή 4-5 cm, διαθωρακική αορτική απόφραξη και ορθόδρομη καρδιοπληγία. Η ενισχυμένη τρισδιάστατη απεικόνιση της μιτροειδούς βαλβίδας επέτρεψε τον ακριβή και ασφαλή χειρισμό των ενδοκαρδιακών ιστών. Όλες οι επεμβάσεις κρίθηκαν επιτυχημένες, με μηδενικό ποσοστό θνησιμότητας<sup>37</sup>.

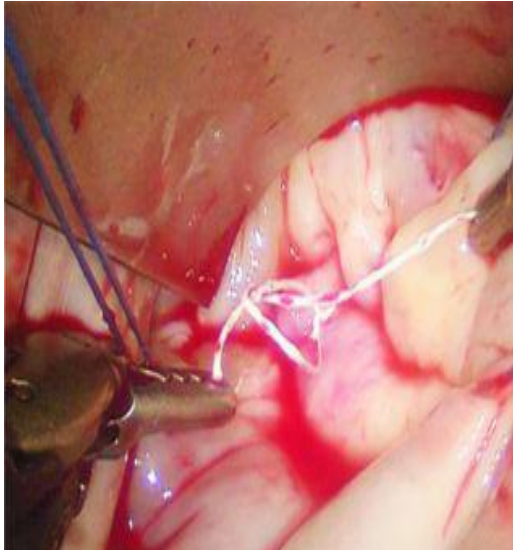
### 3.2.2 Καρδιακή επαναγγείωση

Ο χειρισμός της αορτής, η καρδιοπνευμονική παράκαμψη, η αφαίρεση μοσχεύματος και η στερνοτομή αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες στην επεμβατική, συμβατική χειρουργική στεφανιαίας παράκαμψης. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, μία νέα τεχνολογία επέτρεψε την εφαρμογή μίας ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής μεθόδου για τις θρομβωμένες στεφανιαίες αρτηρίες: η καρδιακή επαναγγείωση με τη χρήση του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος daVinci (Εικόνα 4). Η συγκεκριμένη ρομποτική τεχνική χρησιμοποιείται για μικρές θωρακοτομές ενός ή πολλαπλών αγγείων.

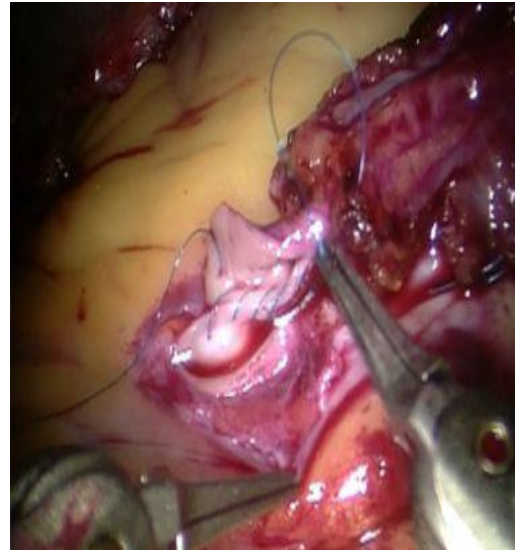
Και στις δύο τεχνικές, το σύστημα daVinci εξασφαλίζει την απαραίτητη ακρίβεια που απαιτείται από την αρχή μέχρι το τέλος της επέμβασης, δηλαδή από την εύκολη λήψη της εσωτερικής μαστικής αρτηρίας μέχρι τη διχάλωση και την αναστόμωση της αριστερής εσωτερικής μαστικής αρτηρίας στην αριστερή πρόσθια κατιούσα αρτηρία. Όλες οι διαδικασίες εκτελούνται μέσα από μία μικρή τομή στην αριστερή πλευρά του στήθους (Εικόνα 5). Με τη χρήση ενός σταθεροποιητή των ιστών της καρδιάς, η επέμβαση πραγματοποιείται, ενώ η καρδιά πάλλεται χωρίς τη χρήση αντλίας και οξυγονωτή. Η ανάπτυξη των δύο αυτών τεχνικών είχε ως σκοπό την επίτευξη μίας λιγότερο επεμβατικής εναλλακτικής μεθόδου σε σχέση με τη συμβατική στεφανιαία παράκαμψη, χωρίς όμως την υιοθέτηση των ελλείψεων της τεχνικής MIDCAB.

Μία μελέτη της FDA, που επιβεβαιώνει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα του ρομποτικού συστήματος daVinci σε επεμβάσεις στεφανιαίας παράκαμψης, περιελάμβανε την επιλογή 98 ασθενών για επαναγγείωση ενός αγγείου και την εισαγωγή τους σε δώδεκα εγκεκριμένα από την FDA ιατρικά κέντρα των Η.Π.Α. από τον Ιανουάριο του 2002 μέχρι τον Ιούλιο του 2004. Ποσοστό 13% των ασθενών αποκλείστηκε από τη μελέτη κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, είτε λόγω της αποτυχημένης παροχέτευσης της μηριαίας αρτηρίας είτε λόγω του περιορισμένου χώρου εργασίας. Οι υπόλοιποι ασθενείς υποβλήθηκαν τελικά στην επέμβαση στεφανιαίας παράκαμψης με το σύστημα daVinci. Η επέμβαση διαρκούσε 2-5 ώρες, ενώ ο μέσος χρόνος νοσηλείας ήταν 4-5 ημέρες. Τα ποσοστά θνησιμότητας και εγκεφαλικών επεισοδίων ήταν μηδενικά, ενώ παρατηρήθηκε χαμηλό ποσοστό νοσηρότητας. Σε μία περίπτωση υπήρξε ανάγκη για

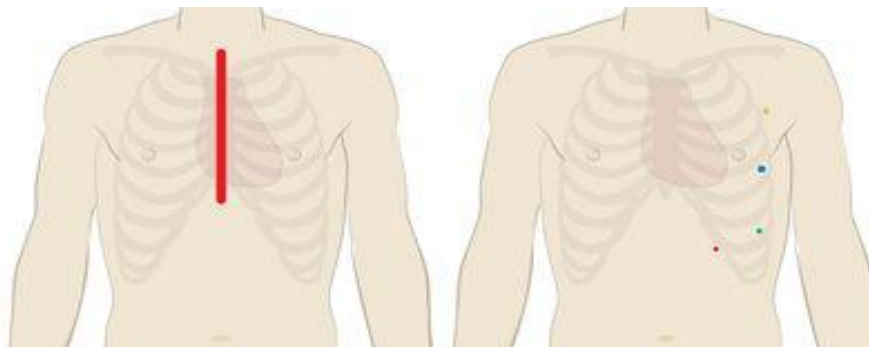
επανεπέμβαση, ενώ μία ασθενής εμφάνισε έμφραγμα του μυοκαρδίου. Η τρίμηνη αγγειογραφία, που πραγματοποιήθηκε σε 76 ασθενείς, αποκάλυψε σημαντική στένωση ή απόφραξη της αναστόμωσης σε 6 από αυτούς<sup>38</sup>.



*Εικόνα 3: Αποκατάσταση μιτροειδούς βαλβίδας με το σύστημα daVinci<sup>37</sup>*



*Εικόνα 4: Καρδιακή επαναγγείωση με το σύστημα daVinci<sup>38</sup>*



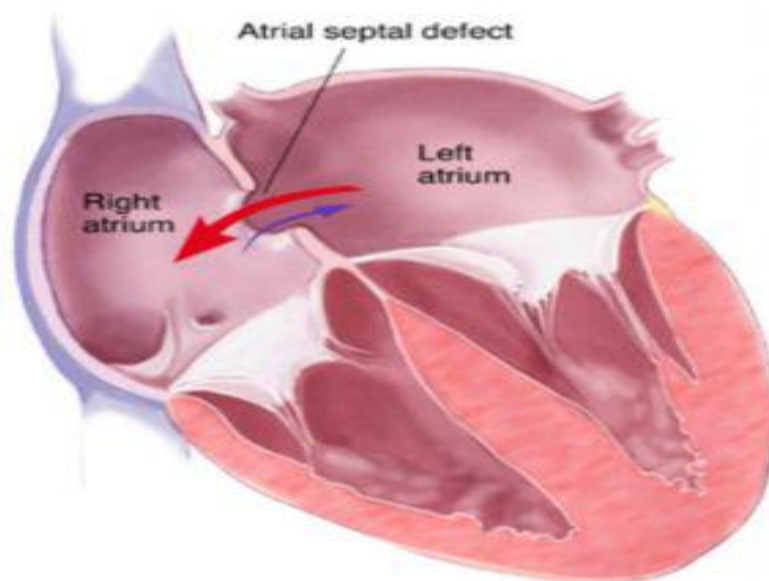
*Εικόνα 5: Τοποθέτηση των μικροτομών σε μία επέμβαση καρδιακής επαναγγείωσης με το da Vinci (δεξιά) σε σχέση με την κλασική τομή της ανοικτής χειρουργικής μεθόδου (αριστερά)<sup>38</sup>*

### 3.2.3 Διόρθωση κολπικού διαφραγματικού ελλείμματος

Το κολπικό διαφραγματικό έλλειμμα αποτελεί μία μορφή συγγενούς καρδιακής ανωμαλίας που επιτρέπει τη ροή αίματος ανάμεσα στον αριστερό και δεξιό κόλπο της καρδιάς, μέσω του κολπικού διαφράγματος (Εικόνα 6). Η συγκεκριμένη ανωμαλία είναι δυνατόν να οδηγήσει σταδιακά σε καρδιακή ανεπάρκεια και πρόωρο θάνατο.

Η αποκατάσταση του κολπικού διαφραγματικού ελλείμματος με τη συμβατική στερνοτομή εφαρμόζεται επιτυχώς, αλλά συνδέεται παράλληλα με προβλήματα που έχουν σχέση με το τραύμα στο στήθος, καθώς και με φτωχά

αισθητικά αποτελέσματα. Για τον περιορισμό του χειρουργικού τραύματος και τη βελτίωση των αισθητικών αποτελεσμάτων, έχουν αναπτυχθεί διάφορες ελάχιστα επεμβατικές χειρουργικές προσεγγίσεις που έχουν ήδη εφαρμοστεί με καλά κλινικά αποτελέσματα. Η χειρουργική αποκατάσταση μέσω μικροθωρακοτομής έχει κερδίσει σημαντική αποδοχή μέσα στην καρδιοχειρουργική κοινότητα. Η εφαρμογή ενδοσκοπικών διαδικασιών που κάνουν χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας έχει αποδειχτεί μία ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος, με μηδενικά ποσοστά θνησιμότητας και χαμηλά ποσοστά νοσηρότητας<sup>39</sup>.



*Εικόνα 6: Γραφική αναπαράσταση κολπικού διαφραγματικού ελλείμματος<sup>39</sup>*

### 3.3 Εφαρμογές στην ορθοπεδική χειρουργική

Η ορθοπεδική ήταν από τους πρώτους τομείς της χειρουργικής επέμβασης στους οποίους αναπτύχθηκε η εφαρμογή των ρομποτικών συστημάτων. Ο χειρισμός των οστών είναι σχετικά πιο εύκολος από τον αντίστοιχο των μαλακών ιστών, καθώς αυτά παραμορφώνονται ελάχιστα κατά τη διάρκεια της κοπής. Για το λόγο αυτό, οι καθοδηγούμενες από εικόνα τεχνικές είναι σχετικά απλές στην υλοποίησή τους<sup>40</sup>.

#### 3.3.1 Ολική αρθροπλαστική ισχίου

Η ολική αρθροπλαστική ισχίου είναι η αντικατάσταση των προβληματικών αρθρώσεων του ισχίου λόγω παθολογικής κατάστασης ή τραύματος.

Η διαδικασία ξεκινά με την απεξάρθρωση της ένωσης και την αφαίρεση της κεντρικής κεφαλής του μηριαίου οστού. Στη συνέχεια, μία προσθετική κούπα από μέταλλο και πολυμερές τοποθετείται στην κοτύλη. Το μηριαίο εμφύτευμα

αποτελείται από έναν μακρύ μεταλλικό άξονα (μέχρι 220 mm) που εισάγεται σε μία βαθιά κοιλότητα που πρέπει να διαμορφωθεί κατά μήκος του κεντρικού άξονα του μηριαίου οστού.

Στη χειροκίνητη τεχνική, ο χειρουργός κόβει την κοιλότητα με ειδικά εργαλεία αυλάκωσης και διεύρυνσης των οπών, διαδικασία που αφήνει μία τραχιά και ανώμαλη επιφάνεια. Μέχρι πρόσφατα, το εμφύτευμα στερεωνόταν σε αυτή την κοιλότητα με οστικό τσιμέντο, αλλά μακροπρόθεσμα μετεγχειρητικά δεδομένα έδειξαν ότι το τσιμέντο μπορούσε να ραγίσει, να χαλαρώσει ή να προκαλέσει οστεόλυση, καταλήγοντας έτσι σε αποτυχία του εμφυτεύματος. Νεότερα εμφυτεύματα χωρίς οστικό τσιμέντο διαθέτουν μία πορώδη μεταλλική επιφάνεια και βασίζονται στη φυσική ανάπτυξη του οστού μέσα στο μέταλλο για τη στήριξη. Η τεχνική αυτή απαιτεί στενή εγγύτητα (0.25 mm ή λιγότερο) ανάμεσα στην επιφάνεια του οστού και το εμφύτευμα, με αποτέλεσμα η μακροπρόθεσμη επιτυχία της διαδικασίας να εξαρτάται ιδιαίτερα από τη σφιχτή συναρμογή μεταξύ του εμφυτεύματος και του μηριαίου οστού<sup>41</sup>.

Η ανάγκη για βελτιωμένη ακρίβεια οδήγησε στη δημιουργία μίας ρομποτικής προσέγγισης για τη διαμόρφωση της μηριαίας κοιλότητας. Η ανάπτυξη ρομποτικών συστημάτων για επεμβάσεις ορθοπεδικής (Εικόνα 7), όπως το ROBODOC, παρέχει δύο βασικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χειροκίνητη διαδικασία: η διαμόρφωση της μηριαίας κοιλότητας επιτυγχάνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια και εξαιτίας της ανάγκης για παροχή ακριβών αριθμητικών οδηγιών στο ρομπότ, χρησιμοποιούνται προεγχειρητικές εικόνες του ασθενούς, όπως η αξονική τομογραφία, για το σχεδιασμό της διαδικασίας επεξεργασίας του οστού. Αυτό δίνει την ευκαιρία στο χειρουργό να βελτιστοποιήσει το μέγεθος και την τοποθέτηση του εμφυτεύματος για κάθε ασθενή ξεχωριστά.

Η χειρουργική διαδικασία με το ROBODOC αρχίζει με την τοποθέτηση πριν από την επέμβαση τριών καρφίτσων από τιτάνιο στους μηριαίους κονδύλους και τον μεγαλύτερο τροχαντήρα για λόγους καταχώρησης. Ο ασθενής υποβάλλεται σε αξονική τομογραφία, η οποία και αποθηκεύεται στο λογισμικό του προεγχειρητικού σχεδιασμού. Το υπολογιστικό σύστημα προβάλλει αλληλεπιδραστικά διάφορες όψεις των δεδομένων της εικόνας και ο χειρουργός επιλέγει το καταλληλότερο εμφύτευμα και προσδιορίζει την τοποθέτησή του, λαμβάνοντας υπ' όψη διάφορους παράγοντες, όπως η κινηματική του ποδιού και η πυκνότητα του οστού.

Η χειρουργική ομάδα τοποθετεί την κοτυλαία κούπα και αφαιρεί την κεφαλή του μηριαίου οστού, ακριβώς όπως και στη χειροκίνητη διαδικασία. Το μηριαίο οστό συσφίγγεται σταθερά από έναν σταθεροποιητή, που είναι προσαρμοσμένος στη βάση του ρομποτικού συστήματος, ώστε να εξασφαλιστεί μία σταθερή θέση στο χώρο. Οι καρφίτσες καταχώρησης αποκαλύπτονται και ένα αισθητήριο εργαλείο στην άκρη του ρομποτικού βραχίονα φέρεται σε επαφή με καθεμία

από αυτές. Με τον τρόπο αυτό, προσδιορίζεται ο μετασχηματισμός ανάμεσα στο προεγχειρητικό σχέδιο και τη φυσική θέση του μηριαίου οστού. Ένα σύστημα ελέγχου της ασφάλειας επιβεβαιώνει ότι οι θέσεις του ρομποτικού βραχίονα και η προεγχειρητική εικόνα δείχνουν την ίδια χωρική σχέση ανάμεσα στις καρφίτσες. Μία συσκευή επεξεργασίας υψηλής ταχύτητας στην άκρη του ρομποτικού βραχίονα κόβει τότε τη μηριαία κοιλότητα. Ο έλεγχος του ROBODOC είναι ουσιαστικά αυτόνομος. Το ρομπότ ακολουθεί την προσχεδιασμένη διαδικασία κοπής χωρίς την καθοδήγηση του χειρουργού. Μετά τη διαμόρφωση της κοιλότητας ο χειρουργός συνεχίζει σύμφωνα με τη χειροκίνητη διαδικασία<sup>40</sup>.

### 3.3.2 Ολική αντικατάσταση γόνατου

Έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα πλοήγησης για διαδικασίες που σχετίζονται με το γόνατο, ωστόσο, τα περισσότερα ρομποτικά συστήματα υποβοήθησης αυτού του είδους προσανατολίζονται στη χειρουργική ολικής αντικατάστασης γόνατου. Στην ολική αντικατάσταση γόνατου, ο χειρουργός χρησιμοποιεί ένα σύστημα-οδηγό για να κατευθύνει τον πριονισμό του οστού. Η τοποθέτηση του εργαλείου αυτού βασίζεται στις προεγχειρητικές εικόνες ακτίνων X και στην περιορισμένη οπτική πληροφορία από την επιφάνεια του εκτεθειμένου οστού. Εξαιτίας της έλλειψης ενδοεγχειρητικής πληροφορίας, αναφορές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ένα μεγάλο μέρος από τις χειροκίνητες διαδικασίες οδηγεί σε κλινικά σημαντικές ανακρίβειες, ενώ μέχρι και το 40% των ασθενών φεύγει με επιγονατιδομηρικό πόνο ή περιορισμένη κάμψη μετά από μία συμβατική επέμβαση ολικής αντικατάστασης γόνατου<sup>42</sup>.

Έχουν αναπτυχθεί αρκετά ρομποτικά συστήματα υποβοήθησης επεμβάσεων ολικής αντικατάστασης γόνατου για να αυξήσουν την ακρίβεια ευθυγράμμισης του προσθετικού μέλους. Πολλά από αυτά τα συστήματα περιλαμβάνουν ένα σύστημα προεγχειρητικού σχεδιασμού βασισμένου σε εικόνα και ένα ρομπότ για το κόψιμο του οστού. Ένα τέτοιο σύστημα είναι και το Puma 560, το οποίο χρησιμοποιεί το ρομπότ για να καθοδηγήσει τα εργαλεία κοπής στη σωστή θέση, επιτρέποντας στο χειρουργό να εκτελέσει ακριβείς τομές στο οστό. Αρχικά, το PUMA 560 ακολουθεί την κίνηση και εντοπίζει το κέντρο της μηριαίας κεφαλής, ενώ ο χειρουργός κάμπτει και απάγει το μηρό με το άνω άκρο. Το ρομποτικό σύστημα χρησιμοποιεί αυτό το διακριτικό σημείο ως σημείο αναφοράς επιπρόσθετα στις προεγχειρητικά εμφυτευμένες καρφίτσες για να καθοδηγήσει τα εργαλεία κοπής στο σημείο όπου πρόκειται να γίνει εκτομή του μηριαίου οστού. Αφού ο χειρουργός εκτελέσει την κοπή του μηριαίου οστού, το ρομποτικό σύστημα οδηγεί τη θέση κοπής για την κνήμη, χρησιμοποιώντας τις εμφυτευμένες καρφίτσες. Για τη διατήρηση της καταγραφής, η πύελος και ο αστράγαλος σταθεροποιούνται στο χειρουργικό τραπέζι, ενώ το μηριαίο οστό και η κνήμη ασφαρίζονται στη βάση του ρομποτικού συστήματος, το οποίο χρησιμοποιεί έναν βραχίονα με έξι βαθμούς



ελευθερίας. Ο μηχανικός αυτός βραχίονας πρέπει να προσαρμόζεται στα οστά χωρίς να παρεμβάλλει στις δραστηριότητες του χειρουργού<sup>43</sup>.



*Εικόνα 7: Χειρουργική επέμβαση με το σύστημα ROBODOC<sup>40</sup>*



*Εικόνα 8: Ρομποτική Χολοκυστεκτομή<sup>24</sup>*

### 3.4 Εφαρμογές στη γενική και θωρακική χειρουργική

Η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στη γενική και θωρακική χειρουργική είναι σχετικά νέα. Μέχρι τώρα, ρομποτικά συστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί στην εκτέλεση λαπαροσκοπικών χολοκυστεκτομών, σε εγχειρήσεις για την αντιμετώπιση της γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης και της αχαλασίας του οισοφάγου, καθώς και σε επεμβάσεις στο κόλον και το ορθό<sup>24</sup>.

#### 3.4.1 Χολοκυστεκτομή

Η πρώτη ρομποτικά υποβοηθούμενη χολοκυστεκτομή πραγματοποιήθηκε από τον Hirnpens τον Μάρτιο του 1997 με τη βοήθεια του συστήματος MONA, πρόδρομο του ρομποτικού συστήματος da Vinci (Εικόνα 8), και ολοκληρώθηκε σε 82 λεπτά. Ο Cadière και οι συνεργάτες του εκτέλεσαν το 2001 συνολικά 48 χολοκυστεκτομές χρησιμοποιώντας το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα da Vinci. Ο μέσος χρόνος των ρομποτικών επεμβάσεων ήταν εβδομήντα λεπτά, ενώ ο μέσος χρόνος νοσηλείας ήταν δύο ημέρες. Τέσσερις από τις περιπτώσεις εκτελέστηκαν για οξεία χολοκυστίτιδα, ενώ σε μία περίπτωση απαιτήθηκε μετάγγιση αίματος κατά τη διάρκεια της επέμβασης. Η χρήση του ρομποτικού συστήματος παρείχε βελτιωμένη δεξιότητα, ανώτερη εργονομία και αυξημένη κινητικότητα των εργαλείων, ενώ οι χρονικές διάρκειες των επεμβάσεων και της νοσηλείας ήταν μέσα στα αποδεκτά όρια.

Ο Marescaux και οι συνεργάτες του πραγματοποίησαν το 2001 μία σειρά από είκοσι πέντε χολοκυστεκτομές με το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα Zeus, οι

οποίες περιελάμβαναν είκοσι συμπτωματικές χολολιθιάσεις, τέσσερις οξείες χολοκυστίτιδες και μία περίπτωση με πολύποδες. Τα αποτελέσματα από τις επεμβάσεις ήταν ικανοποιητικά, ενώ σε μία μόνο περίπτωση χρειάστηκε η εναλλαγή σε ανοικτή χειρουργική. Το Σεπτέμβριο του 2001, και μετά τα πρώτα πειράματα σε χοίρους, ο Magescaux πραγματοποίησε και την πρώτη υπερατλαντική ρομποτική χολοκυστεκτομή σε μία επέμβαση που διήρκησε 54 λεπτά ανάμεσα στη Νέα Υόρκη και το Στρασβούργο<sup>24,44</sup>.

### 3.4.2 Διόρθωση γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης

Γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση καλείται η νόσος κατά την οποία περιεχόμενο του στομάχου παλινδρομεί στον οισοφάγο. Στο χαμηλότερο τμήμα του οισοφάγου υπάρχει ένας μικρός μυώδης δακτύλιος, ο οποίος ονομάζεται κατώτερος οισοφαγικός σφιγκτήρας. Ο κατώτερος οισοφαγικός σφιγκτήρας ενεργεί ως μία μονόδρομη βαλβίδα, επιτρέποντας τη διόδο του φαγητού στο στομάχι. Κανονικά, ο κατώτερος οισοφαγικός σφιγκτήρας κλείνει αμέσως μετά την κατάποση για να αποτρέψει την παλινδρόμηση των υγρών του στομάχου, τα οποία έχουν υψηλή περιεκτικότητα οξέων. Η γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση εμφανίζεται όταν ο κατώτερος οισοφαγικός σφιγκτήρας δε λειτουργεί σωστά, επιτρέποντας στα οξέα να κυλήσουν προς τα πίσω και να βλάψουν το κατώτερο τμήμα του οισοφάγου, με κίνδυνο να προκαλέσουν οισοφαγίτιδα, στένωση, έλκος, αιμορραγία, δυσπλασία, ακόμη και καρκινογένεση, ενώ ο ασθενής αναφέρει αίσθημα οπισθοστερνικού καύσου<sup>45</sup>.

Οι χειρουργικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης είναι δύο: η θολοπλαστική κατά Nissen ή θολοπλαστική 360<sup>ο</sup> και η θολοπλαστική κατά Touret ή θολοπλαστική 270<sup>ο</sup>. Οι τεχνικές αυτές ανατάσσουν και διορθώνουν τη διαφραγματοκήλη, συγκλείουν με ράμματα τα σκέλη του διαφράγματος και ενδυναμώνουν τη βαλβίδα του κατώτερου οισοφαγικού σφιγκτήρα, τυλίγοντας τον θόλο του στομάχου γύρω από το κατώτερο τμήμα του οισοφάγου. Οι χειρουργοί πραγματοποιούν 4-5 μικρές τομές 5 mm περίπου στο δέρμα χωρίς να γίνει διατομή των μυών.

Οι πρώτες ρομποτικά υποβοηθούμενες επεμβάσεις κατά Nissen πραγματοποιήθηκαν από τον Cadiere το 1999. Ο Cadiere εκτέλεσε δέκα ρομποτικές επεμβάσεις αυτού του είδους με χρήση του συστήματος MONA και έντεκα επεμβάσεις χρησιμοποιώντας την κλασσική λαπαροσκοπική μέθοδο. Η μέση χρονική διάρκεια των ρομποτικών επεμβάσεων ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των συμβατικών λαπαροσκοπικών μεθόδων (76 έναντι 52 λεπτών), ενώ οι μέσοι χρόνοι νοσηλείας και στις δύο περιπτώσεις ήταν παρόμοιοι. Αν και η ρομποτική μέθοδος αποδείχθηκε εφικτή και ασφαλής τεχνική, δεν παρουσίασε σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της κλασσικής λαπαροσκοπικής τεχνικής. Εξαιτίας του περιορισμένου χώρου για την εκτέλεση εκτομών αλλά και της καμπυλότητας της γαστρικής περιοχής, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές ρομποτικές επεμβάσεις για τη διόρθωση της

γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης, τόσο με θολοπλαστική κατά Nissen όσο και με άλλες τεχνικές<sup>24,46</sup>.

### 3.4.3 Αποκατάσταση αχαλασίας οισοφάγου

Αχαλασία του οισοφάγου ονομάζεται η μόνιμη αύξηση της διαμέτρου του οισοφάγου, λόγω αδυναμίας χαλάρωσης του κάτω οισοφαγικού σφιγκτήρα κατά την κατάποση. Διακρίνεται στην ιδιοπαθή αχαλασία του οισοφάγου και στη δευτεροπαθή που οφείλεται σε νεοπλασματική επεξεργασία στην περιοχή του κάτω οισοφαγικού σφιγκτήρα. Εμφανίζεται κυρίως σε ηλικίες 30-60 ετών σε ποσοστό 1 στους 100.000, με συμπτώματα δυσφαγίας, αναγωγών και απώλειας σωματικού βάρους, λόγω κακής θρέψης<sup>47</sup>.

Η λαπαροσκοπική χειρουργική αντιμετώπιση της αχαλασίας του οισοφάγου ονομάζεται μυοτομή κατά Heller και σε κάποιες περιπτώσεις συνοδεύεται από λαπαροσκοπική θολοπλαστική κατά Dor 180<sup>0</sup> ή Toupet 270<sup>0</sup>. Με τομές 5 mm εισέρχονται στην κοιλιά το ενδοσκόπιο και τα διάφορα χειρουργικά εργαλεία. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μία τομή λίγων εκατοστών στον μυϊκό χιτώνα του οισοφάγου και, εάν κριθεί απαραίτητο, η επέμβαση συνοδεύεται από μία πλαστική του θόλου του στομάχου γύρω από τον κατώτερο οισοφάγο.

Σύμφωνα με μία αναφορά που δημοσιεύθηκε το 2004 στο Σικάγο από τον Jacobsen και τους συνεργάτες του σχετικά με την εκτέλεση τριάντα πέντε ρομποτικών μυοτομών κατά Heller, δεν παρουσιάστηκε κατά τη διάρκειά τους απολύτως καμία διάτρηση, γεγονός που αποδόθηκε στην ενισχυμένη τρισδιάστατη απεικόνιση του μυϊκού τμήματος του οισοφάγου και την ευρεία κλίμακα κινήσεων των εργαλείων EndoWrist του συστήματος daVinci. Η μέση χρονική διάρκεια των ρομποτικών μυοτομών ήταν σημαντικά μικρότερη από την αντίστοιχη των συμβατικών λαπαροσκοπικών επεμβάσεων<sup>24,48</sup>.

### 3.4.4 Ρομποτικές επεμβάσεις στο κόλον

Από το Μάρτιο του 2001 που ο Weber και οι συνεργάτες του ανακοίνωσαν τις δύο πρώτες κολεκτομές με τη βοήθεια του ρομποτικού συστήματος daVinci, τα περιστατικά των ρομποτικών κολεκτομών έχουν αυξηθεί σημαντικά. Κλινικές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς αποδεικνύουν την εφικτότητα και την ασφάλεια των ρομποτικών κολεκτομών, όχι μόνο σε περιπτώσεις καλοήθειας, αλλά και σε κακοήθεις ασθένειες.

Από τη σύγκριση 18 περιπτώσεων ρομποτικών δεξιών ημικολεκτομών και 10 ρομποτικών αριστερών με 50 περιπτώσεις λαπαροσκοπικών δεξιών ημικολεκτομών και 73 λαπαροσκοπικών αριστερών, προέκυψε το συμπέρασμα ότι η ρομποτική χειρουργική στο κόλον είναι μεν εφικτή και ασφαλής μέθοδος, αλλά απαιτεί μεγαλύτερο χρόνο. Στο ίδιο συμπέρασμα είχε καταλήξει και ο Delaney με τους συνεργάτες του σε προηγούμενη μελέτη. Επιπλέον, μία άλλη

μελέτη ανέφερε ότι τα κλινικά αποτελέσματα ανάμεσα στις ρομποτικές και τις λαπαροσκοπικές κολεκτομές ήταν παρόμοια, ενώ οι ρομποτικές επεμβάσεις απαιτούσαν σημαντικά μεγαλύτερο χρόνο στην περίπτωση των δεξιών κολεκτομών. Η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια της ρομποτικής μεθόδου αποδόθηκε, σύμφωνα πάντοτε με τη συγκεκριμένη μελέτη, στην εκτέλεση ενδοσωματικής και όχι εξωσωματικής αναστόμωσης, όπως γίνεται στη συμβατική λαπαροσκοπική τεχνική. Εντούτοις, δεν υπάρχει καμία απόδειξη ότι η συγκεκριμένη αναστόμωση αποτελεί καλύτερη μέθοδο σε επεμβάσεις κολεκτομών από την αντίστοιχη εξωσωματική.

Σύμφωνα με όλες τις παραπάνω αναφορές, η ρομποτική κολεκτομή αποδεικνύεται εφικτή και ασφαλής, αλλά δεν παρουσιάζει καλύτερα κλινικά αποτελέσματα, παρόλο που το ρομποτικό σύστημα daVinci διακρίνεται για τα τεχνολογικά πλεονεκτήματα του σε σύγκριση με τα κλασικά λαπαροσκοπικά εργαλεία. Για το λόγο αυτό, πρέπει να ληφθεί υπόψη η σχέση ανάμεσα στα τεχνολογικά προτερήματα του συστήματος daVinci και των ανατομικών χαρακτηριστικών κατά τη διάρκεια μίας κολεκτομής.

Η ρομποτική χειρουργική αποτελεί, γενικά, εφικτή και ασφαλή μέθοδο για την εκτέλεση κολεκτομών. Προς το παρόν, όμως, δεν οδηγεί σε καλύτερα κλινικά αποτελέσματα από την αντίστοιχη ανοικτή ή συμβατική λαπαροσκοπική μέθοδο. Η ρομποτική τεχνολογία, βέβαια, βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο. Στο μέλλον πρέπει να πραγματοποιηθούν αρκετές ακόμη τεχνολογικές εξελίξεις, όπως η ανατροφοδότηση αφής και η σχεδίαση ενός ειδικού εργαλείου για τον κατάλληλο ελκυσμό ενός πλεονάζοντος κόλου. Επιπλέον, η βελτίωση της εξωσωματικής ελευθερίας του ρομποτικού βραχίονα θα αποτελέσει μελλοντικά σημαντική τεχνολογία για τις επεμβάσεις στο κόλον, καθώς οι συγκρούσεις μεταξύ των ρομποτικών βραχιόνων συμβαίνουν συνήθως επειδή ο ελκυσμός ενός πλεονάζοντος κόλου απαιτεί εξωσωματική κίνηση του ρομποτικού βραχίονα<sup>49</sup>.

### **3.4.5 Ρομποτικές επεμβάσεις στο ορθό**

Οι επεμβάσεις στο ορθό αποτελούν πιο δύσκολες χειρουργικές διαδικασίες από αυτές στο κόλον, εξαιτίας των ανατομικών χαρακτηριστικών του ορθού και της πυέλου. Η κλασική τεχνική που ακολουθείται στη χειρουργική για την καταπολέμηση του καρκίνου του ορθού είναι η ολική εκτομή μεσοορθού στο επίπεδο των ανελκτήρων του πρωκτού. Η εκτομή πραγματοποιείται ανάμεσα στην προϊερά περιτονία και την ίδια περιτονία του ορθού. Για το λόγο αυτό, το χειρουργικό πεδίο περιορίζεται μέσα στην πύελο, γεγονός που οδηγεί σε δύσκολες επεμβάσεις όταν αυτή είναι στενή. Έτσι, το πυελικό μέγεθος αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα που σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα της χειρουργικής επέμβασης<sup>50</sup>.

Η ολική εκτομή μεσοορθού είναι μία τεχνικά απαιτητική διαδικασία και η εξασφάλιση της βέλτιστης θέας του χειρουργικού πεδίου αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για μία επιτυχημένη επέμβαση κατά του καρκίνου στο ορθό. Υπάρχουν αναφορές που καταδεικνύουν τα πλεονεκτήματα του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος daVinci σε σύγκριση με την αντίστοιχη συμβατική λαπαροσκοπική μέθοδο, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου το χειρουργικό πεδίο είναι μικρό και είναι απαραίτητες οι οξείες και ακριβείς τομές. Μία άλλη αναφορά, που αφορούσε τη σύγκριση δώδεκα ρομποτικών επεμβάσεων ορθού με αντίστοιχες συμβατικές μεθόδους, κατέδειξε ότι τόσο η ρομποτική όσο και η συμβατική τεχνική μπορούν να επιτύχουν τα ίδια εγχειρητικά και μετεγχειρητικά αποτελέσματα. Εντούτοις, μέχρι σήμερα, υπάρχουν λίγες αναφορές για τη ρομποτική χειρουργική του ορθού. Οι μελέτες αυτές στην πλειονότητά τους δε σχολιάζουν τα πραγματικά πλεονεκτήματα του συστήματος daVinci σε επεμβάσεις ορθού, αν και τα αναφέρουν<sup>51</sup>.

### 3.4.6 Θυμεκτομή

Η βαρεία μυασθένεια είναι μία πάθηση που αποτελεί συνέπεια διαταραχής της λειτουργίας της νευρομυϊκής συνάψεως και χαρακτηρίζεται από προοδευτική και ταχεία εξάντληση της μυϊκής ισχύος κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων ή συνεχών προσπαθειών. Οφείλεται σε ανοσιακή διαταραχή, στην οποία πρωταρχικό ρόλο φαίνεται να παίζουν ανωμαλίες ή όγκοι του θύμου αδένου, επειδή από αυτόν καθορίζεται η παραγωγή αντισωμάτων. Τα συμπτώματα της ασθένειας ποικίλλουν, από οφθαλμικές διαταραχές που χαρακτηρίζονται από πτώση και διπλωπία μέχρι ήπια, μέτρια ή σοβαρή γενικευμένη αδυναμία των αναπνευστικών μυών στο τελικό στάδιο. Από το 1941, όταν ο Blalock και οι συνάδελφοι του ανέφεραν τα αποτελέσματα της πρώτης θυμεκτομής μέσω του στέρνου σε ασθενείς με βαρεία μυασθένεια, η μέθοδος αυτή έχει αποκτήσει σημαντικό ρόλο για τη θεραπεία της συγκεκριμένης νόσου. Παρόλο, όμως, που η συγκεκριμένη τεχνική είναι ευρέως αποδεκτή ως θεραπευτική μέθοδος για τη βαρεία μυασθένεια, η επιλογή των ασθενών, το μέγεθος της εκτομής του θύμου αδένου και η χειρουργική προσέγγιση παραμένουν ακόμη υπό συζήτηση<sup>50</sup>.

Ένας αριθμός τεχνικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απομάκρυνση του θύμου αδένου. Αυτές περιλαμβάνουν την κλασική θυμεκτομή μέσω του στέρνου, τη θυμεκτομή μέσω του αυχένα, τη θωρακοσκοπική προσέγγιση με τη βοήθεια κινούμενης εικόνας και τη ρομποτική θυμεκτομή με το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci. Για την τελευταία μέθοδο, υπάρχουν ήδη κάποιες αναφορές που επιβεβαιώνουν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητά της. Μία από αυτές αφορά 33 περιπτώσεις ασθενών, 24 γυναικών και 9 ανδρών με μέση ηλικία τα 41 χρόνια, που υποβλήθηκαν σε ρομποτική θωρακοσκοπική θυμεκτομή για βαρεία μυασθένεια χωρίς θύμωμα. Οι επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Απρίλιο του 2002 μέχρι και τον Οκτώβριο του

2004 στην Ιταλία. Για την εκτέλεση των ρομποτικών επεμβάσεων υιοθετήθηκε η αριστερόπλευρη προσέγγιση μέσω τριών μικροτομών, επειδή αυτή παρείχε καλύτερη οπτική επαφή με το χειρουργικό πεδίο και μικρότερη πιθανότητα τραυματισμού των φρενικών νεύρων.

Η μέση διάρκεια των επεμβάσεων ήταν 120 λεπτά, ενώ μόνο δύο ασθενείς παρουσίασαν μετεγχειρητικές επιπλοκές. Ο μέσος χρόνος νοσηλείας ήταν 2.6 ημέρες. Η ιστολογική ανάλυση των χειρουργικών δειγμάτων αποκάλυψε είκοσι τρεις υπερπλασίες, τέσσερις φυσιολογικούς θύμους, τέσσερις ατροφίες, δύο θυμώματα, ενώ σε δώδεκα ασθενείς βρέθηκε έκτοπος θυμικός ιστός. Η αξιολόγηση των πρώτων είκοσι τεσσάρων ασθενών, μετά από μία μετεγχειρητική περίοδο μέσης διάρκειας 23.8 μηνών, έδειξε ότι τέσσερις από αυτούς είχαν πλήρη ύφεση και δεκαοχτώ σημαντική κλινική βελτίωση<sup>52</sup>.

### 3.4.7 Άλλες επεμβάσεις

Λίγες περιπτώσεις έχουν αναφερθεί για την εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων στον σπλήνα, το πάγκρεας, τον οισοφάγο και το έντερο με τη βοήθεια των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων, ενώ η χρήση τους σε ηπατικές επεμβάσεις βρίσκεται υπό αξιολόγηση.

Η πρώτη εφαρμογή της ρομποτικής χειρουργικής στο πάγκρεας αφορούσε την αφαίρεση ενός νευροενδοκρινούς όγκου με τη βοήθεια του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος daVinci από τον Melvin το 2003. Σε μία άλλη περίπτωση, μία σειρά από οχτώ ασθενείς υποβλήθηκε σε δωδεκαδακτυλοπαγκρεατεκτομή. Κατά τη διάρκεια των ρομποτικών αυτών επεμβάσεων, οι ηπατονησιδοστομίες και οι γαστρονησιδοστομίες πραγματοποιήθηκαν ενδοσωματικά με το άνω άκρο. Η έλλειψη απτικής ανάδρασης αποκλείει, τουλάχιστον προς το παρόν, την ασφαλή χρήση των ρομποτικών συστημάτων σε περίπλοκες επεμβάσεις στο πάγκρεας. Μία τέτοια χειρουργική διαδικασία είναι και η επέμβαση Whipple, στην οποία η ψηλάφηση των ιστών για την προσεκτική εκτέλεση τομών στην πυλαία φλέβα είναι απολύτως απαραίτητη<sup>53</sup>.

Σε επεμβάσεις σπληνεκτομής, το σύστημα daVinci βελτιώνει την ικανότητα του χειρουργού να προσδιορίζει την θέση των αγγείων και να σκιαγραφεί τη θέση του σπλήνα σε σχέση με το πάγκρεας, ενώ η ακρίβεια των χειρουργικών εργαλείων EndoWrist διευκολύνει την έκθεση των σπληνικών αγγείων. Σε μία αναφορά τους το 2003, ωστόσο, ο Talamini και οι συνεργάτες του κοινοποίησαν δύο μετατροπές σε ανοικτή χειρουργική μέθοδο που αναγκάστηκαν να κάνουν, εξαιτίας των δυσκολιών που συνάντησαν σε επτά ρομποτικές επεμβάσεις, προτείνοντας ότι οι σπληνεκτομές δεν αποτελούν τον ιδανικότερο τομέα για εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας.

Σε μία διαφορετική σειρά σπληνεκτομών που πραγματοποιήθηκε το 2005 από τον Bodner και τους συνεργάτες του σε επτά ασθενείς με το σύστημα daVinci,

δεν παρατηρήθηκε καμία επιπλοκή κατά τη διάρκεια των ρομποτικών επεμβάσεων και δεν έγινε απολύτως καμία μετατροπή σε ανοιχτή χειρουργική μέθοδο. Οι μέσες διαστάσεις των σπληνών που υπέστησαν εκτομή ήταν 14-34 mm X 11-80 mm X 17-50 mm, το βάρος τους κυμαινόταν μεταξύ 193-307 γραμμάρια, ενώ η μέση διάρκεια των επεμβάσεων 58-147 λεπτά. Η συγκεκριμένη ομάδα συμπεραίνει στην αναφορά της ότι η ρομποτική σπληνεκτομή με το σύστημα daVinci είναι τεχνικά εφικτή, ασφαλής και αποτελεί μία εναλλακτική πρόταση στη συμβατική λαπαροσκοπική μέθοδο. Εντούτοις, η ομάδα υπογραμμίζει ότι ένας περιορισμός του ρομποτικού αυτού συστήματος είναι η έλλειψη συμβατών συσκευών συρραφής. Για το λόγο αυτό, ο χειρουργικός έλεγχος της σπληνικής πύλης πρέπει να γίνεται με τις συμβατικές συσκευές συρραφής δίπλα στο χειρουργικό τραπέζι<sup>53</sup>.

Η ρομποτική χειρουργική στο ήπαρ αποτελεί ένα νέο, αναπτυσσόμενο πεδίο και για το λόγο αυτό δεν υπάρχουν ακόμη αρκετές αναφορές που να τεκμηριώνουν την αποτελεσματικότητά της. Μία σειρά αριστερών τμηματικών εκτομών που πραγματοποιήθηκαν στο ήπαρ τριών ασθενών από το Μάρτιο έως το Μάιο του 2007 στο τμήμα χειρουργικής του Πανεπιστημίου Yonsei στη Σεούλ, κατέδειξε ότι η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί εφικτή και ασφαλή τεχνική για ασθενείς με μικρούς κακοήθεις όγκους και καλοήθεις ηπατικές ασθένειες. Η πρώτη από τις περιπτώσεις αυτές αφορούσε ένα ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα, ο δεύτερος ασθενής έπασχε από καρκίνο στο κόλον με μετάσταση στο ήπαρ, ενώ η τρίτη περίπτωση αφορούσε ενδοηπατικές πέτρες. Και οι τρεις επεμβάσεις ολοκληρώθηκαν με επιτυχία και οι ασθενείς ανάρρωσαν χωρίς επιπλοκές. Η διάρκεια νοσηλείας ήταν μικρότερη από τις αντίστοιχες συμβατικές μεθόδους, ενώ οι ασθενείς άρχισαν να λαμβάνουν νωρίτερα τροφή από το στόμα. Εντούτοις, ο πρώτος ασθενής επανεμφάνισε ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα τρεις μήνες μετά την επέμβαση<sup>54</sup>.

### 3.5 Εφαρμογές στη νευροχειρουργική

Το πεδίο της νευροχειρουργικής έχει επιδείξει μία εναρμονισμένη προσπάθεια για την υιοθέτηση και ενσωμάτωση εξελισσόμενων τεχνολογιών στο χειρουργικό πεδίο, τόσο νέων τεχνικών όσο και συσκευών, σε μία προσπάθεια για την αύξηση της ασφάλειας των επεμβάσεων στον εγκέφαλο. Επιμελείς προσπάθειες πραγματοποιούνται για την ελαχιστοποίηση του τραύματος των φυσιολογικών ιστών κατά τη διάρκεια μίας χειρουργικής επέμβασης με παράλληλη βελτιστοποίηση των κλινικών αποτελεσμάτων. Ανάμεσα σε αυτές τις υιοθετήσεις δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στη ρομποτική χειρουργική. Τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της ρομποτικής ενσωματώνονται στη χειρουργική αίθουσα με τη χρήση της μικροσκοπίας, της πλοήγησης, της οπτικής απεικόνισης και των νέων χειρουργικών εργαλείων και οργάνων. Εντούτοις, η χρήση μίας μηχανικής συσκευής για τον καλύτερο

χειρισμό των εργαλείων σε απευθείας επαφή με τον ασθενή είναι σχετικά νέα στη χειρουργική του εγκεφάλου<sup>55,56</sup>.

### 3.5.1 Επεμβάσεις εγκεφάλου

Από τότε που ο Kwoh και οι συνεργάτες του επιχείρησαν μία ρομποτική βιοψία εγκεφάλου στα τέλη της δεκαετίας του '80, το αυξανόμενο ενδιαφέρον στο συγκεκριμένο πεδίο και τα ενδεχόμενα κλινικά οφέλη αυτού έχει ενθαρρύνει την ανάπτυξη πολλαπλών συστημάτων. Για τους νευροχειρουργούς κάτι τέτοιο αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση, καθώς οι χειρωνακτικές μικροχειρουργικές τεχνικές έχουν ήδη ενσωματωθεί αποτελεσματικά στην καθιερωμένη πρακτική. Η προσέγγιση της παθολογίας του κεντρικού νευρικού συστήματος με ακρίβεια χιλιοστών, η δεξιοότητα των χεριών του χειρουργού και ο περιορισμός των άτεχνων και απότομων κινήσεων του αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις της νευροχειρουργικής. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι κατάλληλος για ρομποτικές εφαρμογές, διότι περικλείεται από το κρανίο, με αποτέλεσμα ακόμα και η μικρότερη εισαγωγή χειρουργικών εργαλείων να μπορεί να προκαλέσει ανεπανόρθωτη βλάβη στον ασθενή. Ακολούθως αναφέρονται οι σημαντικότερες εφαρμογές ενός ρομποτικού συστήματος στη νευροχειρουργική.

Οι ενδοκρανιακοί όγκοι αποτελούν κατάλληλες εφαρμογές της ρομποτικής τεχνολογίας στο πεδίο της νευροχειρουργικής, καθώς απαιτούν στερεοτακτική βιοψία, η οποία μπορεί εύκολα να εκτελεστεί από ένα ρομποτικό σύστημα. Το πλεονέκτημα της χρήσης ενός ρομποτικού συστήματος στην περιοχή αυτή είναι η ικανότητα του να πραγματοποιεί με ακρίβεια πολλαπλές βιοψίες για την απόκτηση της ακριβούς παθολογικής ταξινόμησης του όγκου<sup>55</sup>.

Η διέγερση του εγκεφάλου σε βάθος χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα για τη θεραπεία της νόσου του Πάρκινσον σε προχωρημένο στάδιο, του στατικού ιδιοπαθούς τρόμου, του τρόμου που οφείλεται σε σκλήρυνση κατά πλάκας, της δυστονίας, των ιδεοψυχαναγκαστικών διαταραχών και της επίμονης κατάθλιψης. Οι διαδικασίες αυτές απαιτούν την ακρίβεια του στερεοτακτικού πλαισίου και της νευροφυσιολογικής απεικόνισης με χρήση μικροηλεκτροδίων. Το ρομποτικό σύστημα είναι ιδανικό για το σχεδιασμό και την εκτέλεση τέτοιων διαδικασιών με ακρίβεια. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στον ανατομικό σχεδιασμό για τη στόχευση του υποθαλάμιου πυρήνα στη νόσο του Πάρκινσον, του εσωτερικού της ωχράς ουσίας στην περίπτωση της δυστονίας, του κοιλιακού ενδιάμεσου πυρήνα του θαλάμου για τον έλεγχο του τρόμου και της τοξοειδούς δεσμίδας του εγκεφάλου για τη θεραπεία της επίμονης κατάθλιψης.

Η χειρουργική επέμβαση του κροταφικού λοβού είναι μία αποτελεσματική θεραπεία για την ανθεκτική σε φαρμακευτική αγωγή επιληψία. Η επιτυχία της εξαρτάται από τον προεγχειρητικό και ενδοεγχειρητικό εντοπισμό της



επιληπτογενούς εστίας, ενώ διευκολύνεται από την έγκαιρη αναγνώριση του κροταφικού κέρατος. Το PathFinder είναι ένα ρομποτικό σύστημα νευροχειρουργικής, η χρησιμότητα του οποίου στην ακριβή εισαγωγή ηλεκτροδίων σε βάθος για τον εντοπισμό της εστίας της επιληψίας και του κροταφικού κέρατος έχει ήδη αποδειχθεί. Η χρήση του έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της χρονικής διάρκειας των επεμβάσεων.

Η ρομποτική χειρουργική είναι κατάλληλη και για την αντιμετώπιση ενδοκρανιακών κύστεων. Η απαγωγή μίας κολλοειδούς κύστης, η οποία βρίσκεται μέσα στην τρίτη κοιλία του εγκεφάλου και μπορεί να προκαλέσει υδροκεφαλία, πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός ρομποτικού συστήματος. Κύστες της επίφυσης και άλλες κύστες της τρίτης κοιλίας μπορούν να αντιμετωπιστούν με τον ίδιο τρόπο<sup>55,57</sup>.

Το ρομποτικό σύστημα CyberKnife αποτελεί ένα άριστο παράδειγμα της εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας στην κρανιακή ακτινοθεραπεία. Το συγκεκριμένο σύστημα επιτρέπει την υψηλή ακτινοβολία όγκων με την ελάχιστη έκθεση του παρακείμενου φυσιολογικού ιστού στην επιβλαβή ακτινοβολία. Μεταξύ του Μαρτίου 2004 και του Ιουνίου 2008, 26 ασθενείς με επιβεβαιωμένα αδενώματα στην υπόφυση ακολούθησαν τη μέθοδο της στερεοτακτικής ακτινοχειρουργικής με το ρομποτικό σύστημα CyberKnife στο St. Mary's Hospital της Σεούλ, στη Ν. Κορέα. Οι περιπτώσεις περιελάμβαναν δεκαεπτά ασθενείς με μη-λειτουργούντα αδενώματα, τρεις ασθενείς με προλακτιναιμία και έξι ασθενείς με μεγαλακρία. Ο σχεδιασμός των πλάνων θεραπείας περιελάμβανε την υιοθέτηση περιορισμών στις χορηγούμενες δόσεις ακτινοβολίας, με σκοπό την ελαχιστοποίηση της ακτινοβολίας συγκεκριμένων δομών, όπως το οπτικό σύστημα, αλλά τη μέγιστη ακτινοβολία των όγκων-στόχων. Η μετεγχειρητική περίοδος που ακολούθησε κυμάνθηκε από επτά έως σαράντα επτά μήνες. Το ποσοστό ελέγχου των όγκων ήταν 92.3%. Η ορμονική λειτουργία των ασθενών με μη-λειτουργούντα αδενώματα βελτιώθηκε με επιτυχία 100%, ενώ το 44% των ασθενών επανήλθε σε κανονικά επίπεδα μετά από μία μέση χρονική περίοδο δεκαέξι μηνών. Σε ποσοστό 7.6% παρατηρήθηκε επιδείνωση της οπτικής οξύτητας μετά την επέμβαση με το σύστημα CyberKnife, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία άλλη επιπλοκή. Η μελέτη επιβεβαιώνει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων ακτινοχειρουργικής με το σύστημα CyberKnife σε ασθενείς με υποφυσικά αδενώματα<sup>56</sup>.

### 3.5.2 Επεμβάσεις της σπονδυλικής στήλης

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται αυξανόμενο ενδιαφέρον στο πεδίο της χειρουργικής της σπονδυλικής στήλης για την ενσωμάτωση ενός ρομποτικού βραχίονα στην καθοδήγηση από εικόνα, με στόχο την υποβοήθηση των χειρουργικών επεμβάσεων σε οστέινα σημεία. Έχουν αναπτυχθεί αρκετά ρομποτικά συστήματα για να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις της χειρουργικής

στη σπονδυλική στήλη. Όπως και με τις εφαρμογές του εγκεφάλου, οι συσκευές αυτές έχουν ενισχυθεί σημαντικά από τις τεχνολογικές εξελίξεις που σημειώνονται στην ενδοεγχειρητική καθοδήγηση από εικόνα. Σε γενικές γραμμές, η έρευνα στην περιοχή αυτή έχει επικεντρωθεί στην ακριβή τοποθέτηση των στοιχείων υποστήριξης της σπονδυλικής στήλης, προσβλέποντας με τον τρόπο αυτό στην αυξανόμενη ακρίβεια που προσφέρει η ρομποτική τεχνολογία.

Οι χειρουργικές επεμβάσεις της σπονδυλικής στήλης εστιάζονται στην καθοδηγούμενη από εικόνα παθητική υποβοήθηση, με σκοπό την ευθυγράμμιση των χειρουργικών εργαλείων. Συσκευές συζευγμένες με καθοδηγούμενα από εικόνα συστήματα πλοήγησης έχουν υποστεί δοκιμές για την ακριβή τοποθέτηση των βιδών. Ο Lieberman και οι συνεργάτες του το 2006 επιβεβαίωσαν με δοκιμές την ακρίβεια του συστήματος SpineAssist σε τέτοιου είδους εφαρμογές. Η συγκεκριμένη συσκευή προσαρμόζεται απευθείας στο σώμα του ασθενούς και επιτρέπει στο χειρουργό να προσδιορίσει την ακριβή τοποθέτηση των εργαλείων και των εμφυτευμάτων. Διαθέτει έξι βαθμούς ελευθερίας και συνδέεται στον αντίστοιχο σταθμό εργασίας, ο οποίος και ελέγχει τις κινήσεις του ρομποτικού συστήματος. Το σύστημα είναι ημι-ενεργό, καθώς καθοδηγεί το χειρουργό στις επιθυμητές θέσεις των εμφυτευμάτων, σύμφωνα πάντα με το προεγχειρητικό σχέδιο<sup>58</sup>.

Στη ραδιοχειρουργική, οι ρομποτικές εφαρμογές στην κίνηση της σπονδυλικής στήλης έχουν αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμες. Όπως και με τις ενδοκρανιακές ακτινοχειρουργικές εφαρμογές, ο πιο κοινός τύπος ρομποτικού συστήματος στη στερεοτακτική ακτινοχειρουργική της σπονδυλικής στήλης είναι ένα σύστημα ελεγχόμενο από επόπτη. Το CyberKnife βασίζεται σε ένα προαποφασισμένο σχέδιο για την εστίαση μίας δέσμης ακτίνων στο σημείο της παθολογίας. Με τη χρήση μηχανισμών ανάδρασης, το σύστημα μπορεί να προσαρμόζει την τροχιά του ανάλογα με την κίνηση του ασθενούς. Η χρήση του συγκεκριμένου συστήματος έχει επεκταθεί επίσης και σε ενδοκρανιακές εφαρμογές, δεδομένης της πιθανότητας μετακίνησης του εγκεφάλου κατά την χειρουργική επέμβαση<sup>59</sup>.

### 3.6 Εφαρμογές στη γυναικολογία

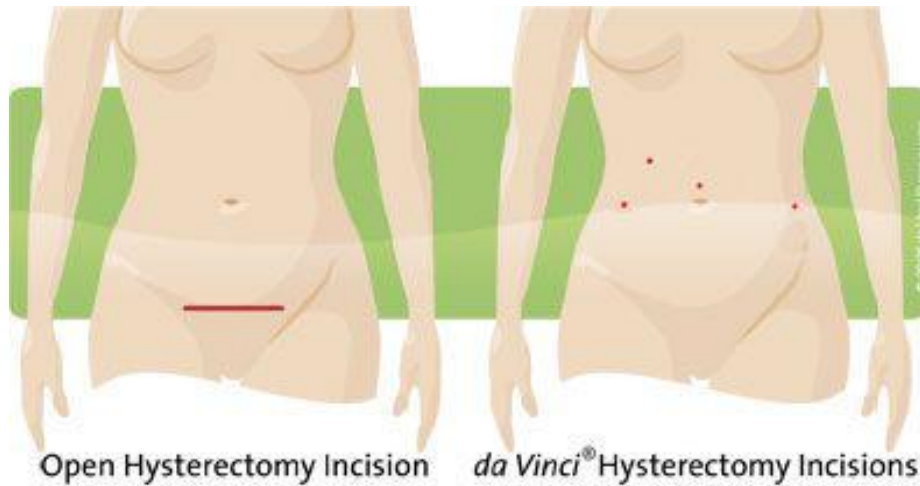
Στο πεδίο της γυναικολογίας, το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα χειρουργικών επεμβάσεων, που περιλαμβάνει επεμβάσεις για καρκίνο του ενδομητρίου, μώματα της μήτρας, αδеноμύωση, υπερπλασία του ενδομητρίου και αυχενική ενδοεπιθηλιακή νεοπλασία. Το συγκεκριμένο σύστημα έλαβε την επίσημη έγκριση της Διεύθυνσης Τροφίμων και Φαρμάκων των Η.Π.Α. για γυναικολογικές επεμβάσεις το 2005<sup>60</sup>.

### 3.6.1 Υστερεκτομή

Η υστερεκτομή είναι μία χειρουργική επέμβαση κατά την οποία πραγματοποιείται αφαίρεση της μήτρας. Περίπου 600.000 υστερεκτομές εκτελούνται κάθε χρόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες και αφορούν κυρίως περιστατικά καλοήθειας. Η λαπαροσκοπική υστερεκτομή αναφέρθηκε για πρώτη φορά πριν από δεκαπέντε περίπου χρόνια, και από τότε έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές χειρουργικές επεμβάσεις που περιλαμβάνουν κολπική υστερεκτομή, υπεραυχενική υστερεκτομή και ολική υστερεκτομή με λαπαροσκοπική μέθοδο. Εντούτοις, η ιστορία της ρομποτικής υστερεκτομής είναι σύντομη, καθώς η τεχνική αυτή ακόμη αναπτύσσεται. Οι πρώτες ρομποτικές επεμβάσεις αυτού του είδους εκτελέστηκαν με απόλυτη επιτυχία μεταξύ Ιανουαρίου και Σεπτεμβρίου του 2001 με το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci. Η ηλικία των ασθενών κυμαινόταν από είκοσι-επτά έως εβδομήντα-επτά χρόνια και οι ενδείξεις για υστερεκτομή περιελάμβαναν αυχενική ενδοεπιθηλιακή νεοπλασία τύπου III, ενδομήτριο καρκίνο, μύωμα της μήτρας, μετεμμηνοπαυσιακή αιμορραγία και σε μία περίπτωση καρκίνο των ωοθηκών. Οι ασθενείς επέστρεψαν στο σπίτι τους σε ικανοποιητική κατάσταση μετά από δύο ημέρες κατά μέσο όρο<sup>60</sup>.

Ο Fiorentino και οι συνεργάτες του επιβεβαίωσαν με τη σειρά τους, με μία πιλοτική μελέτη, την εφικτότητα των ρομποτικών υστερεκτομών. Στη συγκεκριμένη μελέτη έλαβαν μέρος είκοσι γυναίκες με καταστάσεις καλοήθειας. Η χειρουργική επέμβαση μετατράπηκε σε λαπαροτομική σε δύο ασθενείς, λόγω της περιορισμένης απεικόνισης του χειρουργικού πεδίου. Η μέση χρονική διάρκεια των ρομποτικών υστερεκτομών ήταν 3.2 ώρες, ο χρόνος αναισθησίας τέσσερις ώρες, η μέση απώλεια αίματος ήταν 81 ml και ο μέσος χρόνος νοσηλείας δύο ημέρες.

Μία άλλη αναφορά από τον Reynolds για δεκαέξι περιπτώσεις ρομποτικών υστερεκτομών καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η χρήση του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος daVinci είναι μία απόλυτα εφικτή και ασφαλής μέθοδος, λόγω των μικροτομών που πραγματοποιούνται (Εικόνα 9). Καμία από τις επεμβάσεις αυτές δεν μετατράπηκε σε λαπαροτομική. Το μέσο βάρος της μήτρας ήταν 131.5 γραμμάρια, η μέση χρονική διάρκεια των επεμβάσεων ήταν τέσσερις ώρες, η μέση απώλεια αίματος ήταν 96 ml και ο μέσος χρόνος νοσηλείας 1.5 ημέρες<sup>61</sup>.



*Εικόνα 9: Τοποθέτηση των μικροτομών σε μία επέμβαση υστερεκτομής με το da Vinci (δεξιά) σε σχέση με την κλασική τομή της ανοικτής χειρουργικής μεθόδου (αριστερά)<sup>61</sup>*

### 3.6.2 Μυωμεκτομή

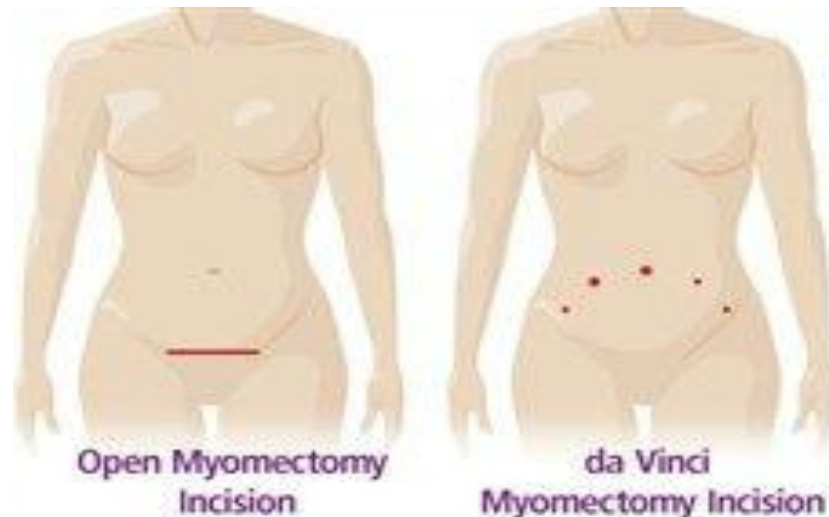
Μυωμεκτομή καλείται η χειρουργική επέμβαση που πραγματοποιείται σε γυναίκες με συμπτωματικά λειομώματα, οι οποίες όμως επιθυμούν τη διατήρηση της μήτρας ή, ειδικότερα, τη διασφάλιση της μελλοντικής τους γονιμότητας. Η εκπυρήνιση των λειομυωμάτων και η επανόρθωση της μήτρας με πολυεπίπεδες συρραφές είναι μία τεχνικά απαιτητική διαδικασία. Η χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας στην πραγματοποίηση μυωμεκτομών υιοθετήθηκε σχετικά πρόσφατα.

Το 2004 αναφέρθηκαν τριάντα-πέντε περιπτώσεις ρομποτικών μυωμεκτομών, από τις οποίες οι τρεις μετατράπηκαν τελικά σε λαπαροτομία. Συνολικά αφαιρέθηκαν σαράντα-οχτώ μώματα σε τριάντα-ένα ασθενείς με πλήρεις ρομποτικές λαπαροσκοπικές επεμβάσεις. Η μέση διάμετρος των μυωμάτων που αφαιρέθηκαν κυμαινόταν μεταξύ 3.5-7.9 εκατοστά, ενώ η μέση χρονική διάρκεια των επεμβάσεων ήταν 1.5-3.5 ώρες. Το ποσοστό των επιπλοκών ήταν σχετικά χαμηλό, ενώ ο μέσος χρόνος νοσηλείας μία μόλις ημέρα.

Μεταξύ Ιουλίου 2005 και Απριλίου 2008, 110 ασθενείς με ενδείξεις καλοήθειας υποβλήθηκαν σε ρομποτικές γυναικολογικές επεμβάσεις με το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα da Vinci στο Γενικό Νοσοκομείο του Rochester στις Η.Π.Α. Οι επεμβάσεις περιελάμβαναν 74 υστερεκτομές με ή χωρίς αμφοτερόπλευρη σαλπινγοοθηκεκτομή, 15 υστερεκτομές με ιεροκολποπηξία και άλλες συνακόλουθες διαδικασίες, 18 μυωμεκτομές και 3 ωθηκεκτομές. Όλες οι διαδικασίες εκτελέστηκαν ρομποτικά, χωρίς να υπάρξει ανάγκη μετατροπής σε ανοικτή επέμβαση. Η μέση ηλικία των ασθενών ήταν τα 44 χρόνια, η μέση χρονική διάρκεια των επεμβάσεων 2.15 ώρες και η μέση εκτιμώμενη απώλεια αίματος 160 ml. Το μέσος βάρος των μητρών και των μυωμάτων που υπέστησαν εκτομή ήταν 143 και 317 γραμμάρια αντίστοιχα. Οι επιπλοκές περιελάμβαναν μία κυστοτομία σε μία ασθενή με τρεις προηγούμενες

καισαρικές τομές, η οποία όμως διαγνώστηκε και αποκαταστάθηκε αμέσως, μία διάνοιξη κοιλικού θόλου και δύο, ανεξάρτητες από τη χρήση του ρομποτικού συστήματος, μετεγχειρητικές μολύνσεις. Ο μέσος χρόνος νοσηλείας ήταν μία ημέρα, ενώ περισσότερες από τις μισές ασθενείς έλαβαν εξιτήριο μέσα στο πρώτο 24ωρο μετά τη ρομποτική επέμβαση.

Η αναφορά καταλήγει στο συμπέρασμα ότι μέσω της ρομποτικής τεχνολογίας επιτυγχάνονται καλύτερες και ευκολότερες ενδοσωματικές συρραφές σε σχέση με την αντίστοιχη ανοικτή ή συμβατική λαπαροσκοπική τεχνική (Εικόνα 10). Η σύγκλιση του τμήματος του κοιλικού θόλου, που παραμένει ανοικτό προς το περιτόναιο στο τέλος μίας υστερεκτομής, μπορεί να εκτελεστεί αποτελεσματικά από τη χειρουργική ομάδα χάρη στη σειρά των χειρουργικών εργαλείων EndoWrist που διαθέτει το σύστημα daVinci<sup>60</sup>.



*Εικόνα 10: Τοποθέτηση των μικροτομών σε μία επέμβαση μυωμεκτομής με το da Vinci (δεξιά) σε σχέση με την κλασική τομή της ανοικτής χειρουργικής μεθόδου (αριστερά)<sup>61</sup>*

### 3.6.3 Άλλες εφαρμογές στη γυναικολογία

Το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας για τις εφαρμογές της ρομποτικής τεχνολογίας στη γυναικολογία αναφέρεται κυρίως στις υστερεκτομές. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αναφορές για χρήση του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος daVinci σε επαναστομώσεις σαλπίνγων και επεμβάσεις ιεροκολποπηξίας.

Τόσο ο Degueldre το 2000 όσο και ο Dharia το 2004 πραγματοποίησαν με τους συνεργάτες τους μελέτες, με σκοπό να εξακριβώσουν την εφικτότητα του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος στην περιοχή της επαναστόμωσης σαλπίνγων. Στην πρώτη σειρά επεμβάσεων, οχτώ συνολικά ασθενείς υπέστησαν επαναστόμωση σαλπίνγων με το σύστημα daVinci. Μετά από τέσσερις μήνες, πέντε από τους οχτώ ασθενείς επέδειξαν μονόπλευρη αποκατάσταση του προβλήματος, ενώ σε δύο περιπτώσεις επιτεύχθηκε κατάσταση εγκυμοσύνης. Στη δεύτερη περίπτωση, δεκαοχτώ ρομποτικές επεμβάσεις επαναστόμωσης σαλπίνγων με το ίδιο σύστημα συγκρίθηκαν με δέκα περιπτώσεις που

υποβλήθηκαν στην αντίστοιχη ανοικτή επέμβαση. Τα αποτελέσματα από τις δύο σειρές επεμβάσεων ήταν συγκρίσιμα, όχι μόνο ως προς τα ποσοστά επιτυχίας, αλλά και ως προς τα κόστη που πρόεκυψαν από την προκαταρκτική ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας.

Περισσότερα από 120.000 περιστατικά πρόπτωσης της μήτρας και του κολπικού θόλου αντιμετωπίζονται χειρουργικά κάθε χρόνο στις Η.Π.Α. Η πρόπτωση ενός οργάνου του πυελικού εδάφους (μήτρας, κόλπου, ουροδόχου κύστης ή ορθού) συμβαίνει όταν οι συνδετικοί ιστοί ή μύες αδυνατούν να συγκρατήσουν την πύελο στο φυσικό της προσανατολισμό. Η εξασθένηση των συνδετικών ιστών επιταχύνεται με την ηλικία, την αύξηση του σωματικού βάρους, την εντατική φυσική κόπωση και μετά από έναν τοκετό. Γυναίκες με πρόπτωση πυελικού οργάνου τυπικά έχουν προβλήματα ακράτειας ούρων, κολπικής έλκωσης, σεξουαλικής δυσλειτουργίας και/ή μετακίνησης εντέρου<sup>61</sup>.

Η ιεροκολποπηξία είναι μία χειρουργική διαδικασία για τη διόρθωση της πρόπτωσης του κολπικού θόλου, κατά την οποία τοποθετείται ένα συνθετικό πλέγμα για τη συγκράτηση αυτού στη σωστή ανατομική θέση. Η διαδικασία αυτή μπορεί επίσης να εκτελεστεί μετά από μία υστερεκτομή για να παρέχει μακροπρόθεσμη υποστήριξη του κολπικού θόλου. Ο DiMacro και οι συνεργάτες του περιέγραψαν το 2004 τη χρήση και τα οφέλη της ρομποτικής ιεροκολποπηξίας στη θεραπεία πέντε ασθενών με πρόπτωση του κολπικού θόλου μετά από επέμβαση υστερεκτομής στην οποία είχαν υποβληθεί. Χρησιμοποίησαν το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci για να συρράψουν με ακρίβεια το πλέγμα στο ανώτερο τμήμα του ιερού οστού. Η ανάλυση τους καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η ρομποτική τεχνική δύναται να εξασφαλίσει την ίδια μακροπρόθεσμη διάρκεια της αντίστοιχης ανοικτής μεθόδου, αλλά με τα οφέλη της ελάχιστα επεμβατικής προσέγγισης<sup>60</sup>.

### 3.7 Εφαρμογές στη παιδιατρική

Η βασική εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην παιδιατρική αφορά κυρίως τη διόρθωση συγγενών ανωμαλιών. Οι περισσότερες περιπτώσεις απόφραξης της ουρητηροπυελικής συμβολής διαγιγνώσκονται στη βρεφική ή παιδική ηλικία και διορθώνονται τα πρώτα χρόνια της ζωής. Το 2004 μία αξιολόγηση σε δεκαοχτώ περιπτώσεις πυελοπλαστικής κατέληξε σε καλά κλινικά αποτελέσματα. Ένας ασθενής εμφάνισε συμπτώματα εντερικής απόφραξης που προκλήθηκε από διαφυγή ούρων και απαιτήθηκε η προσωρινή χρήση καθετήρα νεφροστομίας, ενώ σε μία άλλη περίπτωση απαιτήθηκε η επανάληψη μίας ρομποτικής πυελοπλαστικής, καθώς στην αρχική επέμβαση είχε διαφύγει ένα διασταυρωμένο αγγείο<sup>62</sup>.

Μία άλλη εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας σε αυτή την ηλικιακή ομάδα είναι η θεραπεία της κυστεοουρητηρικής παλινδρόμησης. Δύο είναι οι συνήθεις τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε ρομποτικές επεμβάσεις. Η πρώτη

περιλαμβάνει μία εξωκυστική επανόρθωση με χρήση της τεχνικής Lich-Gregoir για τη δημιουργία μίας σήραγγας εξωστήρα για τον ουρητήρα. Μέσω τριών θυρών πραγματοποιείται μία τομή στον εξωστήρα μυ, η οποία ακολουθείται από επαναπροσέγγιση του ένθετου ουρητήρα. Η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιήθηκε από τον Peters σε δεκαεννιά περιπτώσεις με ικανοποιητικά αποτελέσματα και προοδευτικά μικρότερους εγχειρητικούς χρόνους. Η δεύτερη τεχνική περιλαμβάνει ένα πειραματικό μοντέλο ενδοκυστικής επανόρθωσης αμφοτερόπλευρης παλινδρόμησης με χρήση της τεχνικής Cohen για επανεμφύτευση, το οποίο περιέγραψαν ο Olsen και οι συνεργάτες του. Οι ρομποτικές θύρες τοποθετούνται στην ουροδόχο κύστη διαμέσου της κοιλίας ύστερα από διάταση με αλατούχο διάλυμα. Η ουροδόχος κύστη κρατείται σε διάταση με εμφύσηση αερίου, ενώ η επέμβαση ολοκληρώνεται. Ο Peters αναφέρει τη χρήση της συγκεκριμένης τεχνικής σε κάποιους από τους ασθενείς του χωρίς να περιγράφει τα κλινικά αποτελέσματα και τις λεπτομέρειες των επεμβάσεων.

Μία αναφορά ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε στο τμήμα Παιδιατρικής Χειρουργικής του Νοσοκομείου Chelsea and Westminster στο Λονδίνο, βασίστηκε σε όλες τις μελέτες και τα δεδομένα που είχαν δημοσιευτεί μέχρι τον Οκτώβριο του 2007 για ρομποτικές επεμβάσεις σε παιδιά. Συνολικά συγκεντρώθηκαν τριάντα ένα μελέτες που αφορούσαν 566 ασθενείς, από τους οποίους 513 εγχειρίστηκαν με τη ρομποτική μέθοδο και οι υπόλοιποι 53 είτε με την ανοικτή είτε με τη συμβατική λαπαροσκοπική τεχνική. Το πιο δημοφιλές ρομποτικό σύστημα ήταν το daVinci (είκοσι τρεις μελέτες), ενώ ακολούθησε το Zeus (τέσσερις μελέτες). Η μέση ηλικία των παιδιών ήταν τα 8.3 χρόνια, ενώ οι πιο συνηθισμένες ρομποτικές επεμβάσεις ήταν η πυελοπλαστική (141 περιπτώσεις), η θολοπλαστική (122 περιπτώσεις) και η απολίνωση ανοικτού αρτηριακού πόρου (50 περιπτώσεις).

Η αναφορά καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι ρομποτικές επεμβάσεις πυελοπλαστικής και θολοπλαστικής έχουν καθιερωθεί στην παιδιατρική χειρουργική πρακτική. Τα αρχικά αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά, με μειωμένους χρόνους επεμβάσεων για χειρουργούς με μεγαλύτερη εμπειρία. Σχεδόν όλες οι ρομποτικές παιδιατρικές επεμβάσεις ολοκληρώθηκαν με επιτυχία, με ένα μικρό ποσοστό επιπλοκών και μετατροπών σε άλλη μέθοδο<sup>62,63</sup>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### **•Χειρουργικά Ρομποτικά Συστήματα**



## 4.1 Συστήματα υποβοήθησης χειρουργικών επεμβάσεων

Τα χειρουργικά ρομπότ μπορούν να διαιρεθούν σε δύο ευρείες κατηγορίες: τα παθητικά και τα ενεργά συστήματα. Στην πρώτη περίπτωση, ο χειρουργός παρέχει τη φυσική δύναμη που απαιτείται για τον χειρισμό ενός παθητικού ρομπότ, ενώ στη δεύτερη περίπτωση, ένα ενεργό ρομποτικό σύστημα δεν απαιτεί κάποια ανθρώπινη παρέμβαση, συνήθως είναι ελεγχόμενο από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αυτό προσδίδει στα ενεργά συστήματα έναν βαθμό αυτονομίας, σε ό,τι αφορά την εκτέλεση εργασιών, γεγονός όμως που τα καθιστά ανασφαλή. Τα ενεργά συστήματα είναι αυτόνομα ρομποτικά συστήματα τα οποία υπό την επίβλεψη του χειρουργού εκτελούν συγκεκριμένες φάσεις, δηλαδή συγκεκριμένους χειρουργικούς χρόνους κατά τη διάρκεια μίας εγχείρησης ή ακόμη και ολόκληρες επεμβάσεις. Παρά τη σχετική αυτονομία τους, είναι αυτονόητη η παρουσία του έμπειρου χειρουργού που παρακολουθεί τη χειρουργική πράξη έτοιμος ανά πάσα στιγμή να παρέμβει προκειμένου να διακόψει ή να τροποποιήσει τη λειτουργία του ρομποτικού βραχίονα. Τα αρχικά ρομποτικά συστήματα ήταν παθητικά, αλλά τα πιο σύγχρονα είναι ενεργά<sup>9</sup>.

### 4.1.1 Το σύστημα PUMA

Το PUMA 200 (Εικόνα 11) είναι ένα προγραμματιζόμενο, ελεγχόμενο από υπολογιστή ρομπότ που σχεδιάστηκε για να υποβοηθά το χειρουργό κατά τη διάρκεια επεμβάσεων νευροχειρουργικής. Παρέχει ακριβή, λεπτή εργασία και την απαιτούμενη σταθερότητα με τη βοήθεια στερεοτακτικού πλαισίου και εικόνων αξονικής τομογραφίας. Είναι ένα ασφαλές σύστημα με ειδικούς μηχανισμούς ασφαλείας για την περίπτωση μηχανικού ή ηλεκτρικού σφάλματος. Διαθέτει έξι βαθμούς ελευθερίας και οι κινήσεις του εκτελούνται από DC σερβοκινητήρες. Έχουν ακολουθήσει και νεότερες εκδόσεις του συστήματος.

Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1985 από τον Dr. Yik San Kwoh για να κρατά μία βελόνα στερεοτακτικής βιοψίας σε έναν 52χρονο άνδρα πάνω στο τραπέζι του τομογράφου. Η ενδοκρανιακή βλάβη είχε εντοπιστεί με τη βοήθεια προεγχειρητικών εικόνων αξονικής τομογραφίας. Το ρομπότ χρησιμοποιήθηκε για να κατευθύνει με ακρίβεια έναν σωλήνα μέσα στον οποίο είχε εισαχθεί η βελόνα βιοψίας<sup>64</sup>.

### 4.1.2 Το σύστημα Probot

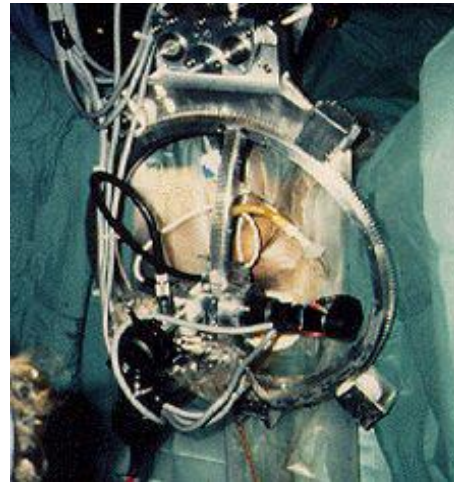
Το Probot (Εικόνα 12) είναι ένα ενεργό χειρουργικό ρομποτικό σύστημα ειδικά σχεδιασμένο για την αφαίρεση του προστάτη. Επιτρέπει στο χειρουργό να εντοπίσει τον όγκο μέσα στον προστάτη και ύστερα να προχωρήσει αυτόματα σε αφαίρεση του συγκεκριμένου τμήματος, χωρίς την περαιτέρω επέμβαση του. Είναι ένα μηχανικά περιορισμένο σύστημα που χρησιμοποιεί έναν ρομποτικό βραχίονα παρόμοιο με το ROBODOC. Διαθέτει για λόγους

ασφαλείας έναν μεταλλικό δακτύλιο, ο οποίος αποτρέπει την κίνηση του ρομποτικού βραχίονα έξω από την ακριβή περιοχή του προστάτη.

Το Probot πραγματοποιεί κινήσεις σε τρεις άξονες, ενώ χρησιμοποιεί και έναν τέταρτο άξονα για την κίνηση του χειρουργικού εργαλείου. Η γεωμετρία του συστήματος είναι τέτοια που επιτρέπει τη δημιουργία μίας νοητής κοιλότητας στην περιοχή του προστάτη. Το ρομπότ ελέγχεται από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω ενός ζεύγους ενσωματωμένων και προγραμματιζόμενων συστημάτων ελέγχου κινητήρων. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται στον χρήστη το κατάλληλο πρόγραμμα για την ορθή αφαίρεση ιστών από την περιοχή του προστάτη. Το σύστημα αναπτύχθηκε από το Imperial College και έχει χρησιμοποιηθεί σε επεμβάσεις στο Guy's Hospital του Λονδίνου<sup>6</sup>.



*Εικόνα 11: Το σύστημα Puma 200<sup>64</sup>*



*Εικόνα 12: Επέμβαση προστάτη με το Probot<sup>6</sup>*

#### **4.1.3 Το σύστημα NeuroMate**

Το NeuroMate (Εικόνα 13) αναπτύχθηκε από την Integrated Surgical Systems και είναι ένα εμπορικά διαθέσιμο ρομποτικό σύστημα υποβοήθησης επεμβάσεων νευροχειρουργικής. Αποτελεί το πρώτο σύστημα που έλαβε την έγκριση της FDA για τέτοιου είδους επεμβάσεις. Περιλαμβάνει έναν ρομποτικό βραχίονα με πέντε βαθμούς ελευθερίας και ένα σύστημα σχεδιασμού βασισμένο σε υπολογιστή. Το λογισμικό του συστήματος επιτρέπει έναν ακριβή, βασισμένο σε εικόνες, σχεδιασμό και οπτικοποίηση πολλαπλών τροχιών. Οι εικόνες λαμβάνονται από τον ασθενή είτε με αξονική τομογραφία είτε με απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού.

Κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, το ρομποτικό σύστημα παρέχει τρισδιάστατη απεικόνιση των ανατομικών δομών του ασθενούς. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε με ένα στερεοτακτικό πλαίσιο αναφοράς γύρω από το κεφάλι του ασθενούς είτε με μία ελαφριά, πλαστική βάση στο κεφάλι

του ασθενούς, μέσα στην οποία εισάγεται μία συσκευή προσδιορισμού της θέσης με υπέρηχους σε μορφή έλικας. Ο αισθητήρας υπέρηχων μεταδίδει σήματα στο χειρουργικό ρομπότ για τη θέση του κεφαλιού του ασθενούς σε σχέση με τον ρομποτικό βραχίονα. Στην περίπτωση αυτή, η ακρίβεια του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος μειώνεται.

Σύμφωνα με έρευνες, έχει αποδειχθεί ότι το NeuroMate μπορεί να κρατήσει πιο σταθερά και να προσανατολίσει με μεγαλύτερη ακρίβεια στον τρισδιάστατο χώρο εργαλεία, όπως μία βελόνα βιοψίας ή ένα ηλεκτρόδιο. Περιορίζει τα ανθρώπινα σφάλματα και μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο σε επεμβάσεις που περιλαμβάνουν κυρίως βιοψίες ή πολλαπλούς στόχους. Εντούτοις, ο όγκος του συστήματος, η μέτρια εργονομία του και ο περιορισμένος αριθμός εργαλείων που μπορεί αυτό να χειριστεί αποτελούν μειονεκτήματα<sup>65</sup>.

#### 4.1.4 Το σύστημα ROBODOC

Το σύστημα ROBODOC (Εικόνα 14) αναπτύχθηκε το 1986 από την Integrated Surgical Systems από ένα πρότυπο που σχεδιάστηκε στο ερευνητικό κέντρο Thomas J. Watson της IBM, ενώ χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1992 για πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων ορθοπαιδικής. Επιτρέπει στους χειρουργούς να σχεδιάζουν τις επεμβάσεις προεγχειρητικά σε ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον και κατόπιν να τις εκτελούν στο χειρουργικό πεδίο, όπως αυτές αρχικά σχεδιάστηκαν. Το σύστημα βρίσκει ευρεία εφαρμογή τόσο στην ολική αρθροπλαστική ισχίου όσο και στην ολική αντικατάσταση γονάτου. Αποτελείται από δύο υποσυστήματα, το σύστημα προεγχειρητικού σχεδιασμού ORTHODOC και το σύστημα χειρουργικής υποβοήθησης ROBODOC (Εικόνα 15)<sup>66</sup>.

Το υποσύστημα προεγχειρητικού σχεδιασμού ORTHODOC είναι εξοπλισμένο με κατάλληλο λογισμικό, έτσι ώστε να παρέχει στο χειρουργό τρισδιάστατη πληροφορία και εύκολο έλεγχο. Σε μία επέμβαση αρθροπλαστικής, το ORTHODOC μετατρέπει την αξονική τομογραφία της άρθρωσης του ασθενή σε μία τρισδιάστατη εικόνα του οστού, με τη βοήθεια της οποίας ο χειρουργός μπορεί να εξάγει τα χαρακτηριστικά του οστού και της άρθρωσης. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα στον χειρουργό να χρησιμοποιήσει το ORTHODOC σε μία εικονική προσομοίωση της επέμβασης με τη βοήθεια των εικόνων CT της ανατομίας του ασθενή.

Ο χειρουργός επιλέγει το μοντέλο, το μέγεθος και τον τύπο του εμφυτεύματος από την εκτεταμένη ψηφιακή βιβλιοθήκη του ORTHODOC, βασιζόμενος στην ανάλυση των προεγχειρητικών εικόνων αξονικής τομογραφίας και καθορίζει ενεργά, με τη βοήθεια του τρισδιάστατου εικονικού μοντέλου, την επιθυμητή θέση κάθε μέρους της άρθρωσης σε σχέση με τις συντεταγμένες της αξονικής. Με τον τρόπο αυτό, πραγματοποιείται η βέλτιστη επιλογή του εμφυτεύματος και η ακριβής ευθυγράμμιση του. Μελέτες έχουν δείξει ότι η προεγχειρητική

επιλογή τεχνητών προσθέσεων μπορεί να οδηγήσει με κατάλληλο σχεδιασμό σε ποσοστά επιτυχίας μεγαλύτερα του 95%.

Το προεγχειρητικό σχέδιο, το οποίο δημιουργήθηκε από το ORTHODOC, μεταφέρεται ηλεκτρονικά στο σύστημα χειρουργικής υποβοήθησης ROBODOC. Το χέρι του χειρουργού οδηγεί το ρομποτικό σύστημα σε μία αρχική θέση. Κατόπιν το ROBODOC, ασκώντας ελεγχόμενη, ήπια πίεση μπορεί να “σμιλεύσει” την κοιλότητα του οστού στο επιθυμητό σχήμα με ακρίβεια μικρότερη του χιλιοστού, ενώ ταυτόχρονα απεικονίζονται σε ένα μόνιτορ οι δυνάμεις κοπής, η κίνηση των οστών και άλλες παράμετροι ασφαλείας. Ο χειρουργός παρακολουθεί στην οθόνη την εξέλιξη της επέμβασης και μπορεί να διακόψει το ρομποτικό σύστημα οποιαδήποτε στιγμή. Εάν η επέμβαση σταματήσει για οποιονδήποτε λόγο, υπάρχει η δυνατότητα αποκατάστασης του σφάλματος με επανάληψη της διαδικασίας από την αρχή ή με επανεκκίνηση αυτής σε ένα από τα καθορισμένα σημεία ελέγχου. Αφού επιτευχθεί το επιθυμητό σχήμα οστού, ο χειρουργός συνεχίζει την επέμβαση με τον κλασικό τρόπο.

Ο ρομποτικός βραχίονας του συστήματος είναι εφοδιασμένος με ένα ορθοπεδικό εργαλείο υψηλής ταχύτητας και λοιπό υλικό εξοπλισμό, ειδικά σχεδιασμένο για να επιτυγχάνεται ακριβές ταίριασμα του προσθετικού μέλους. Το ρομποτικό σύστημα έχει επίσης τη δυνατότητα να “σμιλεύει” κοιλότητες για την εμφύτευση ισχίου, να απομακρύνει την οστέινη ουσία από τα οστά σε επεμβάσεις επανόρθωσης και να λειαίνει τις μηριαίες και κνημιαίες επιφάνειες για εμφύτευση γονάτου. Η χρήση του συγκεκριμένου ρομποτικού συστήματος σε χιλιάδες επεμβάσεις μέχρι σήμερα έχει αποδειχτεί ότι είναι λιγότερο τραυματική για τον ασθενή και μεγαλύτερης ακρίβειας από τις αντίστοιχες συμβατικές τεχνικές<sup>66</sup>.

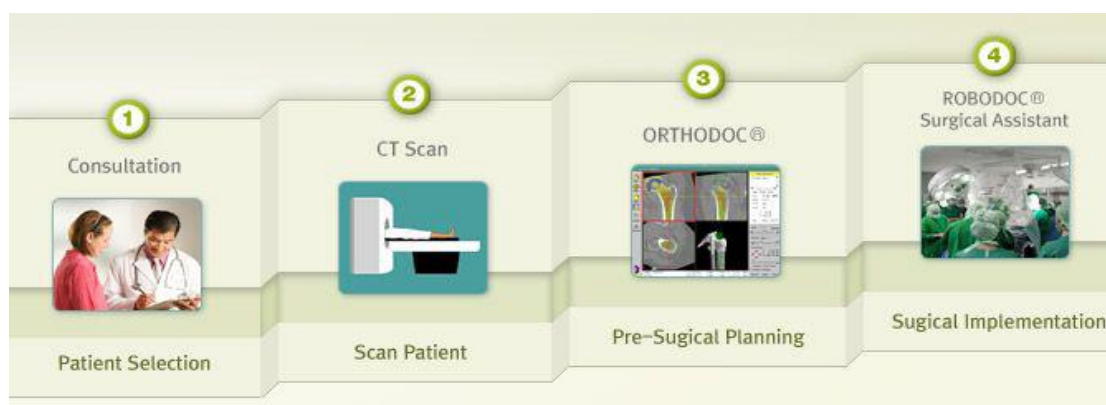
Τον Ιούνιο του 2008, η κορεάτικη εταιρεία Curexo Technology Corporation εξαγόρασε την Integrated Surgical Systems, αποκτώντας έτσι όλα τα πνευματικά δικαιώματα για το σύστημα ROBODOC. Τον Αύγουστο του 2008, το σύστημα έλαβε την έγκριση της FDA για επεμβάσεις ολικής αρθροπλαστικής ισχίου. Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί πάνω από 24.000 επεμβάσεις παγκοσμίως με το σύστημα ROBODOC, ενώ η εταιρεία προσπαθεί να επεκτείνει τη χρήση του συστήματος σε επεμβάσεις σπονδυλικής στήλης και κρανίου<sup>40</sup>.



Εικόνα 13: Το σύστημα NeuroMate<sup>65</sup>



Εικόνα 14: Το σύστημα ROBODOC<sup>66</sup>



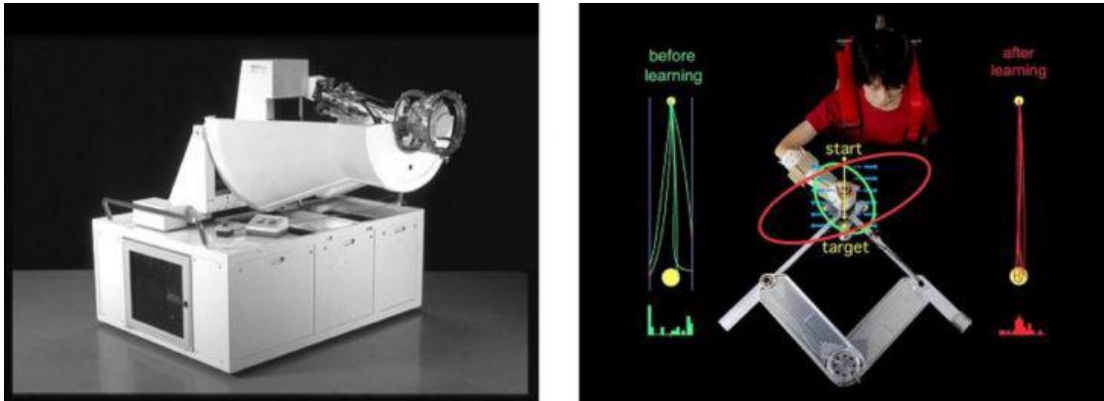
Εικόνα 15: Τα στάδια της χειρουργικής επέμβασης με το ROBODOC<sup>66</sup>

#### 4.1.5 Το σύστημα MINERVA

Το σύστημα Minerva (Εικόνα 16) σχεδιάστηκε το 1991 στο Πολυτεχνείο της Λωζάννης στην Ελβετία για την υποβοήθηση επεμβάσεων νευροχειρουργικής. Διαθέτει συνολικά πέντε βαθμούς ελευθερίας σε δύο γραμμικούς άξονες (κάθετο και πλάγιο), δύο περιστροφικούς άξονες για κίνηση σε οριζόντιο και κάθετο επίπεδο και έναν ακόμη γραμμικό άξονα για την κίνηση του χειρουργικού εργαλείου από και προς το κεφάλι του ασθενούς. Το ρομπότ τοποθετείται πάνω σε έναν κινούμενο φορέα, ενώ το στερεοτακτικό πλαίσιο αναφοράς είναι προσαρτημένο στο σκελετό του ρομπότ και συζευγμένο με το μηχανοκίνητο τραπέζι του αξονικού τομογράφου.

Το σύστημα χρησιμοποιήθηκε σε δύο επεμβάσεις το Σεπτέμβριο του 1993 στο νοσοκομείο Centre Hospitalier Universitaire Vaudois της Λωζάννης, αλλά έκτοτε το πρόγραμμα διακόπηκε. Οι περιορισμένοι βαθμοί ελευθερίας του συστήματος, η δυσχρηστία του και η τοποθέτηση του ρομπότ μέσα στον τομογράφο δεν παρείχαν το ιδανικότερο περιβάλλον για την εκτέλεση νευροχειρουργικών επεμβάσεων και διαγνωστικών απεικονίσεων. Το σύστημα

βασίζονται στο φορτικό για τον ασθενή στερεοτακτικό πλαίσιο αναφοράς και δεν παρουσίαζε κάποιο πλεονέκτημα απόδοσης συγκρινόμενο με αυτό. Οι επεμβάσεις διαρκούσαν περισσότερο και ήταν οικονομικά ασύμφορες, καθώς όποτε ο τομογράφος ήταν ανενεργός, δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε άλλες διαγνωστικές εξετάσεις<sup>59</sup>.



Εικόνα 16: Το σύστημα Minerva<sup>59</sup>

#### 4.1.6 Το σύστημα Acrobot

Το σύστημα Acrobot είναι ένα ημιενεργό ρομποτικό σύστημα που χρησιμοποιείται στις χειρουργικές επεμβάσεις γονάτων. Δεν κινείται αυτόνομα, παρόλο που θα μπορούσε να προγραμματιστεί για κάτι τέτοιο. Αντιδρά στις κινήσεις του χειρουργού, ο οποίος κρατά μία λαβή προσαρτημένη στη συσκευή. Το σύστημα υποβοηθά την κίνηση όποτε ο χειρουργός μετακινεί ένα εργαλείο διάτρησης οστού στην περιοχή του γονάτου για να αφαιρέσει το οστό, αλλά και τον αποτρέπει παράλληλα είτε να κινηθεί έξω από τη συγκεκριμένη περιοχή ασφαλείας είτε να κόψει πάρα πολύ οστό<sup>43</sup>.

Το Acrobot ανήκει στην κατηγορία των προϊόντων που είναι γνωστά ως χειρουργικά συστήματα πλοήγησης. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα που προσφέρει σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα αυτής της κατηγορίας είναι η παροχή εργαλείων για τον χειρισμό των μαλακών ιστών, καθιστώντας δυνατή την προσέγγιση της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος έχει αποδειχθεί κλινικά. Οι πρώτες κλινικές δοκιμές το 2002 περιλάμβαναν επτά ολικές αντικαταστάσεις γονάτου. Κατά τη διάρκεια μίας μελέτης που έλαβε χώρα το 2004 πραγματοποιήθηκαν δεκατρείς επεμβάσεις αντικατάστασης γονάτου με τη βοήθεια του συστήματος Acrobot και δεκαπέντε με συμβατικές μεθόδους. Η έρευνα έδειξε ότι η τοποθέτηση του προσθετικού εμφυτεύματος με τη βοήθεια του χειρουργικού συστήματος πραγματοποιήθηκε με μεγαλύτερη ακρίβεια και συνέπεια σύμφωνα με το χειρουργικό πλάνο. Και στις δεκατρείς ρομποτικές επεμβάσεις με το σύστημα Acrobot τα εμφυτεύματα τοποθετήθηκαν με ακρίβεια, ενώ την ίδια ακρίβεια επέδειξαν μόνο έξι από τις

δεκαπέντε επεμβάσεις με τη συμβατική μέθοδο<sup>44</sup>. Η πιο πρόσφατη έκδοση του συστήματος περιλαμβάνει τα ακόλουθα υποσυστήματα:

### ***Acrobot Modeller***

Είναι ένα εύχρηστο σύστημα λογισμικού που χρησιμοποιεί τις προεγχειρητικές εικόνες που προκύπτουν από την αξονική τομογραφία της άρθρωσης του ασθενούς για να παράγει ένα τρισδιάστατο μοντέλο της ανατομίας του οστού<sup>67</sup>.

### ***Acrobot Planner***

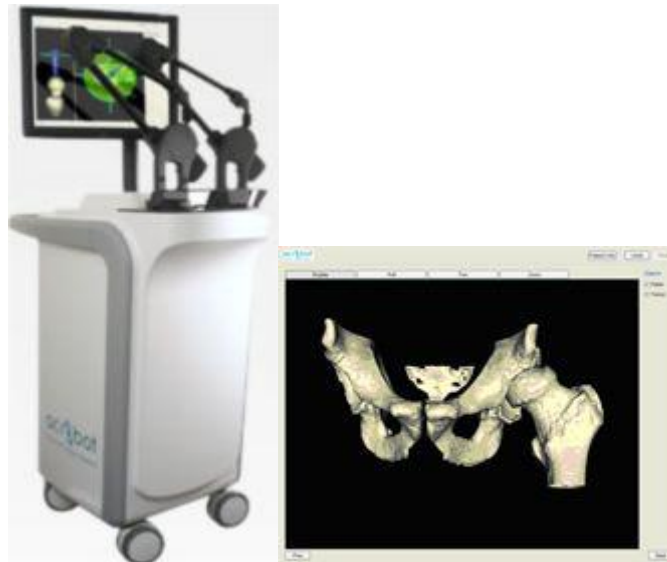
Το λογισμικό αυτό σύστημα επιτρέπει στον χειρουργό να έχει μία τρισδιάστατη απεικόνιση της ανατομίας του ασθενούς που δημιούργησε ο Acrobot Modeller. Επίσης, χρησιμοποιείται για την παραγωγή προεγχειρητικού σχεδίου για κάθε ασθενή ξεχωριστά<sup>67</sup>.

### ***Acrobot Navigator***

Το Acrobot Navigator (Εικόνα 17) είναι ένα εργονομικό και εύχρηστο μηχανικό σύστημα, το οποίο δεν παρουσιάζει τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν τα οπτικά και ηλεκτρομαγνητικά συστήματα, όπως παρεμβολές εντός του χειρουργικού πεδίου, και διαθέτει μία άριστη διεπαφή μεταξύ του χρήστη και του λογισμικού του συστήματος. Διαθέτει δύο βραχίονες, εκ των οποίων ο ένας προσαρμόζεται στον ασθενή και ο άλλος στα διάφορα χειρουργικά εργαλεία. Η εναλλαγή τους γίνεται εύκολα κατά τη διάρκεια της ρομποτικής επέμβασης. Επιπροσθέτως, ο χειρουργός έχει τη δυνατότητα να βλέπει την πραγματική σε σύγκριση με την προσχεδιασμένη θέση κάθε εργαλείου, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ακριβής προετοιμασία του οστού, σύμφωνα πάντοτε με το προεγχειρητικό σχέδιο του Acrobot Planner. Η επίσημη παρουσίαση του Acrobot Navigator έγινε το 2007<sup>67</sup>.

### ***Acrobot Sculptor***

Το σύστημα αυτό επιτρέπει στον χειρουργό να περιορίζει την τομή του οστού μέσα σε έναν καθορισμένο όγκο στον χώρο και να το διαμορφώνει, έτσι ώστε να μπορεί να δεχτεί το εμφύτευμα με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η επίσημη παρουσίαση του συστήματος πραγματοποιήθηκε το 2009<sup>67</sup>.



*Εικόνα 17: Το σύστημα Acrobot Navigator<sup>67</sup>*

#### **4.1.7 Το σύστημα neuroArm**

Το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα neuroArm (Εικόνα 18) αναπτύχθηκε από τον Dr. Garnette Sutherland, καθηγητή Νευροχειρουργικής στο πανεπιστήμιο του Calgary, και την ομάδα του με τη χρηματοδότηση του Ιδρύματος για την Καινοτομία του Καναδά. Το πρόγραμμα ξεκίνησε το 2001 και η επίσημη παρουσία του συστήματος πραγματοποιήθηκε στις 17 Απριλίου 2007. Το neuroArm είναι ένα καθοδηγούμενο από εικόνα και ελεγχόμενο από υπολογιστή ρομποτικό σύστημα που χρησιμοποιείται σε επεμβάσεις νευροχειρουργικής. Είναι ειδικά σχεδιασμένο τόσο για μικροχειρουργικές επεμβάσεις όσο και για εφαρμογές βιοψίας και στερεοταξίας<sup>58</sup>.

Το σύστημα περιλαμβάνει έναν σταθμό εργασίας, την κονσόλα ελέγχου και δύο ρομποτικούς βραχίονες πάνω σε μία κινητή βάση. Επιτρέπει τον τηλεχειρισμό των χειρουργικών εργαλείων από ένα δωμάτιο ελέγχου, που βρίσκεται δίπλα ακριβώς στη χειρουργική αίθουσα. Έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί μέσα στο περιβάλλον του μαγνητικού τομογράφου, δίνοντας τη δυνατότητα να πραγματοποιούνται στερεοτακτικές επεμβάσεις μέσα στο δακτύλιο του μαγνητικού τομογράφου με καθοδήγηση από εικόνα σε σχεδόν πραγματικό χρόνο.

Οι ρομποτικοί βραχίονες του συστήματος διαθέτουν επτά βαθμούς ελευθερίας και είναι συμβατοί με την τεχνική του μαγνητικού συντονισμού, το οποίο διασφαλίζει ότι η απόδοσή τους δεν επηρεάζεται από το μαγνητικό πεδίο και η ποιότητα της εικόνας δεν υποβαθμίζεται αισθητά. Τα τελικά στοιχεία δράσης των βραχιόνων είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες δύναμης τριών διαστάσεων που παρέχουν την αίσθηση της αφής. Είναι ειδικά σχεδιασμένα να κρατούν μία σειρά από διάφορα χειρουργικά εργαλεία, επιτρέποντας στο χειρουργό να εκτελεί από απόσταση κινήσεις περιστροφής και ώθησης των

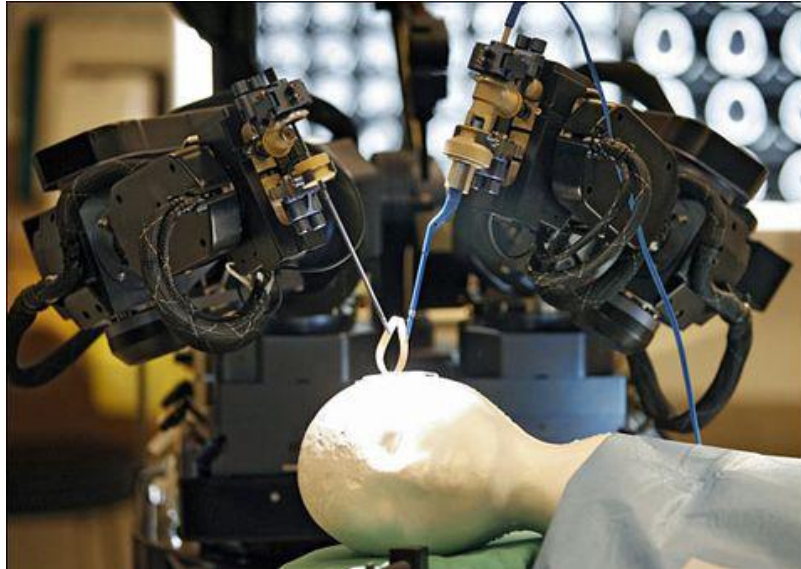


τελευταίων. Ο σχεδιασμός τους επιτρέπει γρήγορη εναλλαγή των εργαλείων, μειωμένη πιθανότητα καταστροφής αυτών και την κάλυψη τους για λόγους αποστείρωσης. Με τα εξειδικευμένα χειρουργικά εργαλεία, το neuroArm μπορεί να κόβει και να χειρίζεται μαλακούς ιστούς, να εκτελεί βιοψίες, να διαχωρίζει τα οστά από τους περιβάλλοντες ιστούς, να πραγματοποιεί τομές σε επίπεδα ιστών, συρραφές, ηλεκτροκαυτηριάσεις και αναρροφήσεις.

Ο σταθμός εργασίας αποτελεί τη διεπαφή μέσω της οποίας ο χειρουργός ελέγχει την κίνηση των ρομποτικών βραχιόνων. Τα συστήματα που διαθέτει αναπαράγουν την εικόνα, τον ήχο και την αίσθηση της αφής από το χειρουργικό πεδίο, αλλά και παρέχουν ολοκληρωμένες υπηρεσίες στο χειρουργό με τη βοήθεια των συσκευών απεικόνισης. Ο σταθμός αποτελείται από δύο βιντεοοθόνες, δύο οθόνες αφής, μία μονάδα στερεοσκοπικής προβολής και δύο χειριστήρια ελέγχου με ανάδραση δύναμης.

Οι δύο βιντεοοθόνες δείχνουν διάφορες όψεις του χειρουργικού πεδίου. Η μία οθόνη αφής απεικονίζει εικόνες δύο και τριών διαστάσεων της μαγνητικής τομογραφίας του ασθενούς, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό της χειρουργικής επέμβασης και τον προσδιορισμό της παθολογίας, ενώ η άλλη οθόνη αφής παρουσιάζει διάφορα στοιχεία για την κατάσταση και τις παραμέτρους του συστήματος. Δύο κάμερες υψηλής ευκρίνειας, οι οποίες είναι τοποθετημένες στο χειρουργικό μικροσκόπιο, μεταδίδουν μία στερεοσκοπική εικόνα στο χειρουργό. Η μονάδα στερεοσκοπικής προβολής είναι δομικά παρόμοια με τις διόπτρες ενός κλασικού μικροσκοπίου. Εντούτοις, χρησιμοποιεί δύο μικροσκοπικές έγχρωμες οθόνες που παρέχουν στο χειρουργό απεικόνιση του χειρουργικού πεδίου με αντίληψη βάθους.

Το ρομποτικό σύστημα neuroArm έχει ύψος περίπου 1m και πλάτος 60cm, αλλά μπορεί να προσαρμοστεί σε οποιοδήποτε ύψος χειρουργικού τραπέζιου. Είναι τοποθετημένο πάνω σε τροχίσκους για την ευκολότερη μετακίνηση του και διαθέτει ειδικό μηχανισμό ασφαλείας που το ασφαλίζει στο πάτωμα, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι ανεπιθύμητες μετακινήσεις του. Η κατασκευή του κόστισε 24 εκατομμύρια δολάρια και σε αυτήν συμμετείχε και η εταιρεία που κατασκευάζει τους ρομποτικούς βραχιόνες των διαστημικών λεωφορείων της NASA<sup>7,59</sup>.



Εικόνα 18: Το σύστημα neuroArm<sup>9</sup>

## 4.2 Ρομποτικά Συστήματα Ενδοσκοπησης

Τα ρομποτικά συστήματα ενδοσκοπησης είναι χρήσιμα κατά την εκτέλεση των χειρουργικών επεμβάσεων. Τα σημαντικότερα από αυτά αναλύονται διεξοδικά παρακάτω.

### 4.2.1 Το σύστημα AESOP

Το AESOP (Εικόνα 19) αποτελεί το πρώτο προϊόν της εταιρείας Computer Motion Inc. με έδρα την Καλιφόρνια των Η.Π.Α. Το ρομποτικό αυτό σύστημα αποτελείται από έναν μοναδικό ρομποτικό βραχίονα που σχεδιάστηκε για να κρατάει την ενδοσκοπική κάμερα κατά τη διάρκεια των χειρουργικών επεμβάσεων, γεγονός που απαλλάσσει τον χειρουργό από την ανάγκη για χειροκίνητο χειρισμό της λαπαροσκοπικής κάμερας. Ο χειρισμός του συστήματος γίνεται με τη βοήθεια πεντάλ ποδιού, γεγονός που συνέβαλλε στην εξάλειψη των προβλημάτων από το φυσιολογικό τρέμουλο των άνω άκρων του χειρουργού.

Τον Δεκέμβριο του 1993 το σύστημα AESOP 1000 έγινε η πρώτη χειρουργική ρομποτική συσκευή με οπτική απεικόνιση που έλαβε την έγκριση της FDA. Η επόμενη έκδοση του προϊόντος, το σύστημα AESOP 2000 που κυκλοφόρησε το 1996, χρησιμοποιεί εντολές φωνητικού ελέγχου. Αυτό σημαίνει ότι ο χειρουργός χρησιμοποιεί φωνητικές εντολές αντί για πεντάλ ή χειριστήρια για τον ακριβή έλεγχο της θέσης της ενδοσκοπικής κάμερας και την επίτευξη σταθερότερης εικόνας του χειρουργικού πεδίου.

Μία κλινική, συμβουλευτική ομάδα από διακεκριμένους καρδιοχειρουργούς συνεργάστηκε στενά με την Computer Motion καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης της τελευταίας έκδοσης του συστήματος AESOP 3000. Ο ρομποτικός βραχίονας του συστήματος αυτού προσεγγίζει τη μορφή και τη λειτουργία του ανθρώπινου

βραχίονα, επιτρέποντας στους χειρουργούς να εκτελούν χειρουργικές επεμβάσεις στη θωρακική κοιλότητα με ακριβείς κινήσεις. Οι κλινικές δοκιμές του συστήματος, που πραγματοποιήθηκαν σε γνωστά καρδιολογικά κέντρα, ολοκληρώθηκαν το Νοέμβριο του 1997, ενώ το Δεκέμβριο του ίδιου έτους το σύστημα έλαβε την έγκριση της FDA. Το σύστημα αυτό διαθέτει έναν επιπλέον βαθμό ελευθερίας στο ρομποτικό του βραχίονα, ενώ μία πιο εξελιγμένη έκδοση του, το AESOP HR, έχει τη δυνατότητα δικτύωσης με άλλες συσκευές μέσω του κέντρου ελέγχου Hermes<sup>35</sup>.

#### 4.2.2 Το σύστημα EndoAssist

Το EndoAssist (Εικόνα 20) κυκλοφόρησε το 1998 από τη βρετανική εταιρεία Armstrong Healthcare. Αποτελείται από έναν αποσπώμενο ρομποτικό βραχίονα, ειδικά σχεδιασμένο για να κρατάει τη λαπαροσκοπική κάμερα κατά τη διάρκεια των χειρουργικών επεμβάσεων. Το σύστημα είναι προγραμματισμένο να ανιχνεύει τις κινήσεις του κεφαλιού του χειρουργού και να κατευθύνει την κάμερα σύμφωνα με αυτές. Για το λόγο αυτό, ο χειρουργός φοράει έναν ειδικό, ελαφρύ κεφαλόδεσμο στον οποίο έχει προσαρτηθεί ένας ασύρματος πομπός υπέρυθρων. Η κίνηση του κεφαλιού του ανιχνεύεται από τη μονάδα του δέκτη, η οποία και τη μετατρέπει σε κίνηση του ρομπότ. Οι κινήσεις του ρομποτικού βραχίονα, και συνεπώς και της λαπαροσκοπικής κάμερας, εκτελούνται μόνο όταν ο χειρουργός έχει πατημένο ένα ειδικό πεντάλ.

Το EndoAssist έχει τη δυνατότητα να κινείται σε τρεις άξονες. Μπορεί να εκτελέσει οριζόντια περιστροφή 350<sup>0</sup>, κατακόρυφη κίνηση με κλίση από -45<sup>0</sup> έως +90<sup>0</sup> και διαγώνια κίνηση μέχρι το μήκος της ενδοσκοπικής κάμερας. Είναι σχεδιασμένο να δέχεται ενδοσκοπικές κάμερες με τις συνήθεις διαμέτρους των 5 και 10 mm. Η προετοιμασία του συστήματος πριν από την επέμβαση απαιτεί λιγότερο από 2 λεπτά. Το EndoAssist είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε χειρουργικές επεμβάσεις της καρδιάς, του θώρακα, του γαστρεντερικού και του ουροποιητικού συστήματος. Τα πλεονεκτήματα του γίνονται εμφανή σε χειρουργικές επεμβάσεις όπου η τοποθέτηση της ενδοσκοπικής κάμερας απαιτεί ιδιαίτερη ακρίβεια, όπως στην αποκατάσταση της μιτροειδούς βαλβίδας και στη ριζική προστατεκτομή. Το σύστημα έχει λάβει την έγκριση της FDA στις Η.Π.Α. για επεμβάσεις στη θωρακική κοιλότητα και στο γαστρεντερικό σύστημα, ενώ είναι πιστοποιημένο κατά CE στην Ευρωπαϊκή Ένωση<sup>64</sup>.



Εικόνα 19: Το σύστημα AESOP<sup>35</sup>



Εικόνα 20: Το σύστημα EndoAssist<sup>64</sup>

### 4.3 Συστήματα Ελέγχου και Τηλεσυνεργασίας

Στην κατηγορία των συστημάτων ελέγχου και τηλεσυνεργασίας ανήκουν τα συστήματα Socrates και Hermes, τα οποία αναλύονται λεπτομερώς παρακάτω.

#### 4.3.1 Το σύστημα Socrates

Το σύστημα ρομποτικής τηλεσυνεργασίας SOCRATES είναι η πρώτη συσκευή που πήρε άδεια τον Οκτώβριο του 2001 από την FDA σε μία νέα κατηγορία ιατρικών συσκευών, των επονομαζόμενων συσκευών τηλεχειρουργικής. Αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού, δικτυωμένων ιατρικών συσκευών και ρομποτικών συστημάτων, με σκοπό να παρέχει έναν οικονομικό και αποτελεσματικό τρόπο συνεργασίας και συμβουλευτικής από απόσταση.

Το σύστημα επιτρέπει στον χειρουργό που βρίσκεται μέσα στη χειρουργική αίθουσα να συνεργαστεί με έναν άλλο πιο εξειδικευμένο χειρουργό, ο οποίος μπορεί να βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου. Σε συνεργασία με το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα Zeus, το SOCRATES είναι το πρώτο κρίσιμο βήμα που σηματοδοτεί την αρχή της περιόδου της ελάχιστα επεμβατικής τηλεχειρουργικής.

Το σύστημα τηλεσυνεργασίας SOCRATES χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς για πρώτη φορά στις 23 Σεπτεμβρίου του 2002 σε μία νευροχειρουργική επέμβαση από απόσταση. Από μία χειρουργική αίθουσα στο Halifax του Καναδά, ο Dr. Ivar Mendez και ο συνεργάτης του Dr. David Clarke βοήθησαν τους νευροχειρουργούς Dr. Simon Walling και Dr. George Kolyvas, που βρίσκονταν 400 χιλιόμετρα μακριότερα στο New Brunswick, να εκτελέσουν με επιτυχία μία κρानιοτομή σε έναν ασθενή για την απομάκρυνση ενός όγκου. Το σύστημα SOCRATES αναπτύχθηκε από την Computer Motion<sup>19</sup>.

### 4.3.2 Το σύστημα Hermes

Το σύστημα ελέγχου Hermes (Εικόνα 21) αναπτύχθηκε στις Η.Π.Α. από την Computer Motion σε συνεργασία με την εταιρεία κατασκευής ιατρικού εξοπλισμού Stryker στην Καλιφόρνια. Αποτελεί ένα υπερσύγχρονο σύστημα ανοικτής αρχιτεκτονικής που επιτρέπει τη διασύνδεση και το φωνητικό έλεγχο διάφορων συσκευών, απαραίτητων για την εκτέλεση των χειρουργικών επεμβάσεων ελάχιστης εισβολής. Το σύστημα αποτελείται από μία οθόνη αφής, την κεντρική μονάδα ελέγχου που συνδέεται με τις υπόλοιπες συσκευές μέσα στο χειρουργείο και ένα ζευγάρι ακουστικών με μικρόφωνο.

Φορώντας το ζεύγος των ακουστικών, ο χειρουργός μπορεί να δώσει εντολή στο Hermes να ελέγξει τα χειρουργικά εργαλεία, να ρυθμίσει το χειρουργικό τραπέζι και το φωτισμό, να βγάλει φωτογραφίες ή να βιντεοσκοπήσει το χειρουργικό πεδίο, να αλλάξει την εικόνα που βλέπει στην οθόνη, να διορθώσει τη θέση της κάμερας που καταγράφει την επέμβαση, να εκτυπώσει εικόνες για μελλοντική αναφορά και να ξαναδεί τις ακτινογραφίες ή μαγνητικές τομογραφίες του ασθενούς σε μία οθόνη βίντεο. Ο χειρουργός μπορεί επίσης να δει αυτόματα τα παθολογικά αποτελέσματα κατά τη διάρκεια της ρομποτικής επέμβασης, ενώ του επιτρέπει στιγμιαία πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες από τα ψηφιακά ιατρικά αρχεία του ασθενούς<sup>24</sup>.

Το σύστημα διαθέτει αναγνώριση φωνής, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ότι αυτό θα υπακούει μόνο στις φωνητικές εντολές του χειρουργού. Είναι σημαντικό οι εντολές να δίδονται σωστά. Για λόγους μεγαλύτερης ακρίβειας, το σύστημα ανταποκρίνεται σε ένα αυστηρά καθορισμένο ρεπερτόριο εντολών, φιλτράροντας από όλους τους ήχους αυτό που θέλει να “ακούσει”. Το προσωπικό του χειρουργείου μπορεί να εισάγει εντολές μέσω μίας οθόνης αφής. Από αυτή την άποψη το Hermes μπορεί να θεωρηθεί ένα “έξυπνο” σύστημα. Έχει τη δυνατότητα να παρέχει οπτική και φωνητική ανάδραση για την κατάσταση κάθε συσκευής, όπως για παράδειγμα εάν υπάρξει κάποιο πρόβλημα δυσλειτουργίας ή αποσύνδεσης. Επίσης, επιτρέπει στο χειρουργό και το υπόλοιπο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό να ελέγχουν ένα ευρύ σύνολο δικτύων, που μπορεί να αποτελείται από τα συστήματα AESOP, Zeus και SOCRATES.

Το κέντρο ελέγχου Hermes αναβαθμίζει γενικά το χειρουργικό εξοπλισμό, μειώνοντας σημαντικά το χρόνο και το κόστος της ρομποτικής επέμβασης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γενική λαπαροσκόπηση, σε επεμβάσεις ρινοφαρυγγοσκόπησης, ενδοσκόπησης στο αυτί και γενικά οπουδήποτε ενδείκνυται η χρήση λαπαροσκόπιου.<sup>24,21</sup>



*Εικόνα 21: Η πλατφόρμα ελέγχου Hermes*

#### **4.4 Συστήματα Ρομποτικής Ακτινοχειρουργικής**

Τα συστήματα ρομποτικής ακτινοχειρουργικής σχεδιάστηκαν με σκοπό να αντιμετωπιστούν οι όγκοι και οι διάφορες παθολογικές καταστάσεις σε οποιοδήποτε σημείο του ανθρώπινου οργανισμού, επιτυγχάνοντας αναίμακτη εγχείρηση. Τα κυριότερα από αυτά είναι η στερεοτακτική ακτινοχειρουργική και το ρομποτικό σύστημα Cyber-Knife, τα οποία αναλύονται διεξοδικά παρακάτω<sup>68</sup>.

##### **4.4.1 Στερεοτακτική Ακτινοχειρουργική**

Η στερεοτακτική ακτινοχειρουργική είναι μία εξειδικευμένη ακτινοθεραπευτική τεχνική, με την οποία ακτίνες φωτονίων κατευθύνονται προς έναν στερεοτακτικά προσδιορισμένο στόχο και καταστρέφοντάς τον είναι σαν να επιτυγχάνεται αναίμακτη εγχείρηση. Αποτελεί διεθνή όρο που αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την αντιμετώπιση παθήσεων και όγκων του εγκεφάλου. Σήμερα, έχει τη δυνατότητα να αντιμετωπίζει παθολογικές καταστάσεις και σε άλλα όργανα του ανθρώπινου σώματος με την ίδια εξαιρετική ακρίβεια με την οποία αντιμετωπίζονταν παλαιότερα τα προβλήματα στην κρανιακή χώρα.

Ο όρος “στερεοτακτική” σημαίνει ότι όλοι οι παράμετροι της θεραπείας υπολογίζονται και στις τρεις διαστάσεις του χώρου. Με τη βοήθεια τρισδιάστατης απεικόνισης, ο στόχος-όγκος μελετάται και στη συνέχεια σχεδιάζεται με ακρίβεια η ακτινοβολήση του, λαμβάνοντας υπόψη τους παρακείμενους υγιείς ιστούς. Ο όρος “ακτινοχειρουργική” χρησιμοποιείται κατ’ ευφημισμό, καθώς η επέμβαση πραγματοποιείται με ακτίνες και όχι με νυστέρι, επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο την αναίμακτη και με εξαιρετική ακρίβεια καταστροφή των βιολογικών στόχων, όπως κακοήθειες ή παθολογικούς ιστούς, χωρίς την πρόκληση βλαβών σε γειτονικούς φυσιολογικούς ιστούς. Η ρομποτική ακτινοχειρουργική αποτελεί αποδεδειγμένα μία αποτελεσματική μέθοδο, εναλλακτική τόσο της χειρουργικής αντιμετώπισης όσο και της συμβατικής ακτινοθεραπείας, για την αντιμετώπιση διάφορων τύπων νεοπλασιών, καθώς και αρκετών άλλων παθολογικών διαταραχών<sup>68,69</sup>.

#### 4.4.2 Το σύστημα Cyber-Knife

Το CyberKnife αποτελεί το πρώτο ρομποτικό σύστημα ακτινοχειρουργικής που σχεδιάστηκε για την αντιμετώπιση όγκων και άλλων παθολογικών καταστάσεων, με ενδείξεις καλοήθειας ή κακοήθειας, σε οποιοδήποτε σημείο του ανθρώπινου σώματος με ακρίβεια κάτω του χιλιοστού. Εφευρέθηκε από τον John Adler, καθηγητή Νευροχειρουργικής και Ραδιοογκολογίας στο πανεπιστήμιο Stanford της Καλιφόρνιας το 1987. Είναι ένα σύστημα ρομποτικής ακτινοχειρουργικής που χρησιμοποιεί τη σύγχρονη τεχνολογία και έχει ως σκοπό να είναι το ακριβέστερο και πιο ευέλικτο εργαλείο που διαθέτει η σύγχρονη ακτινοθεραπευτική<sup>56</sup>. Αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά μέρη:

- ✓ Έναν μικρών διαστάσεων και ειδικών προδιαγραφών γραμμικό επιταχυντή 6 MV με ρυθμό δόσης 600 MU/min.
- ✓ Ένα ρομποτικό βραχίονα που διαθέτει έξι βαθμούς ελευθερίας, ώστε να είναι δυνατή οποιαδήποτε κατεύθυνση της δέσμης των ακτίνων στο χώρο. Ο βραχίονας κατευθύνεται και ελέγχεται από υπολογιστή με μέγιστο σφάλμα απόκλισης 0.2 mm.
- ✓ Σύστημα ψηφιακής ακτινογραφίας, το οποίο καθοδηγεί το ρομποτικό σύστημα και τη δέσμη για την παρακολούθηση της κίνησης του ασθενούς και του στόχου, έτσι ώστε να γίνει αυτόματα η ανάλογη διόρθωση των παραμέτρων.
- ✓ Ένα ειδικά σχεδιασμένο τραπέζι θεραπείας.
- ✓ Σύστημα σχεδιασμού θεραπείας με σύγχρονους και ισχυρούς υπολογιστές, αλλά και εξελιγμένο λογισμικό με πολλές και μεγάλες δυνατότητες.
- ✓ Το ειδικό σύστημα Synchrony που αποτελείται από συσκευές και λογισμικό και εφαρμόζεται ειδικά σε θεραπείες οργάνων που μετακινούνται με την αναπνευστική λειτουργία. Το πλεονέκτημα που παρουσιάζει το σύστημα Synchrony είναι ότι ο ασθενής μπορεί να αναπνέει κανονικά σε όλη τη διάρκεια της θεραπείας, ενώ το ρομποτικό σύστημα αντισταθμίζει ενεργά την κίνηση της αναπνοής κατά τη διάρκεια της ακτινοβολήσης<sup>56</sup>.

Μετά την τοποθέτηση του ασθενούς στο κρεβάτι του συστήματος, λαμβάνονται δύο ψηφιακές ακτινογραφίες με γωνία 90<sup>0</sup> μεταξύ τους και το σύστημα βρίσκει τη στερεοτακτική θέση του στόχου, τον οποίο ο χειρουργός έχει προγραμματίσει να ακτινοβολήσει. Μόλις χαρτογραφηθεί ακριβώς η θέση του στόχου, ο ρομποτικός βραχίονας κινείται μαζί με τον γραμμικό επιταχυντή, λαμβάνοντας τη θέση ακτινοβολήσης που έχει καθοριστεί στο σχέδιο θεραπείας. Μία νέα ψηφιακή λήψη επιβεβαιώνει ότι δεν υπήρξε μετακίνηση του στόχου και τότε δίνεται η πρώτη δέσμη από τον γραμμικό επιταχυντή. Οι επόμενες δέσμες δίνονται από διάφορες γωνίες στο χώρο με μετακινήσεις ανάλογες του ρομποτικού βραχίονα. Πριν από κάθε δέσμη ακτινοβολήσης, το σύστημα επιβεβαιώνει τη σωστή θέση του ασθενούς και του στόχου. Αν συμβεί κάποια

μετακίνηση εκτελεί αυτόματα διορθώσεις, ώστε να συνεχίσει την επικέντρωση της θεραπείας στο στόχο, όπως προβλέπει το προσχεδιασμένο πλάνο. Το σύστημα πραγματοποιεί τις διορθώσεις καθ' όλη τη διάρκεια της θεραπείας, ακολουθώντας και ελέγχοντας τη θέση του στόχου και του ασθενούς. Αντισταθμίζει τη μετακίνηση του ασθενούς και του στόχου, χρησιμοποιώντας ακτινογραφικές εικόνες σε πραγματικό χρόνο που συσχετίζονται με τις ακτινογραφικές εικόνες του σχεδίου θεραπείας.

Τελικά, δίδεται μία υψηλή δόση ακτινοβολίας με ακρίβεια συγκρίσιμη και ανώτερη από άλλες συσκευές ακτινοχειρουργικής βασισμένων σε πλαίσιο ακινητοποίησης, ενώ παράλληλα προφυλάσσεται ο παρακείμενος φυσιολογικός ιστός. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται η μέγιστη ακρίβεια στην παρεχόμενη ακτινοθεραπεία. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό που παρουσιάζει το σύστημα είναι ότι δεν περιορίζεται σε ισοκεντρική θεραπεία, αλλά οι πολλές και από διάφορες κατευθύνσεις δέσμες του μπορούν να καλύψουν οποιοδήποτε σχήμα όγκου<sup>56,59</sup>.

Το πρώτο σύστημα CyberKnife εγκαταστάθηκε το 1994 στο πανεπιστήμιο Stanford και έκτοτε έχουν εγκατασταθεί διεθνώς περισσότερες από 140 μονάδες. Μέχρι στιγμής, έχουν αντιμετωπιστεί συνολικά περισσότερα από 60.000 περιστατικά παγκοσμίως. Το Φεβρουάριο του 2008, οι ασθενείς που έκαναν θεραπεία με το CyberKnife διεθνώς για καρκίνο των πνευμόνων, του προστάτη και του ήπατος είχαν αυξηθεί περίπου κατά 50%, 100% και 131% αντίστοιχα σε σχέση με τον αντίστοιχο μήνα του 2007, ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες ποσοστό μεγαλύτερο του 56% των συνολικών περιπτώσεων θεραπείας με το συγκεκριμένο σύστημα αφορούσε εξωκρανιακούς όγκους.

Το CyberKnife έχει λάβει την έγκριση της FDA για τη θεραπεία όγκων στο κεφάλι, το λαιμό και την ανώτερη σπονδυλική στήλη από το 1999 και την έγκριση για θεραπεία όγκων στο υπόλοιπο σώμα από το 2001. Τα πνευματικά και εμπορικά δικαιώματα του συστήματος διατηρεί η εταιρεία Accuray με έδρα το Sunnyvale της Καλιφόρνιας<sup>68</sup>.

#### 4.5 Ρομποτικά Συστήματα τύπου master–slave

Κατά τη διάρκεια μίας χειρουργικής επέμβασης με τη χρήση ενός ολοκληρωμένου και σύγχρονου ρομποτικού συστήματος τύπου master–slave, ο χειρουργός βρίσκεται μέσα στη χειρουργική αίθουσα, αλλά μακριά από τον ασθενή, καθισμένος σε μία κονσόλα ελέγχου. Από τη χειρουργική ομάδα δημιουργείται τεχνητό πνευμοπεριτόναιο με εμφύσηση αέρα στην περιτοναϊκή κοιλότητα του ασθενούς, με σκοπό την ενδοσκοπική διερεύνηση των οργάνων του και στη συνέχεια τοποθετούνται τα τροκάρ, μία ενδοσκοπική κάμερα και τα χειρουργικά εργαλεία πάνω στους ρομποτικούς βραχίονες.

Με τη βοήθεια της ενδοσκοπικής κάμερας που καθοδηγείται από το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα μέσα στο σώμα του ασθενούς, ο χειρουργός



έχει τη δυνατότητα να βλέπει το χειρουργικό πεδίο σε μία οθόνη τρισδιάστατης απεικόνισης και να εκτελεί την επέμβαση κινώντας τους ειδικούς μοχλούς. Ο χειρουργός χρησιμοποιεί τα άνω άκρα και τα πεντάλ για να ελέγχει την ενδοσκοπική κάμερα, να ρυθμίζει την εστίαση και να προσαρμόζει τη θέση των ρομποτικών βραχιόνων.

Σήμερα είναι ήδη διαθέσιμα δύο ολοκληρωμένα ρομποτικά συστήματα τύπου master-slave που ακολουθούν την παραπάνω διαδικασία για την εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων: το ρομποτικό σύστημα Zeus, που αποτελεί εξέλιξη του ρομποτικού βραχίονα AESOP της εταιρείας Computer Motion Inc., και το ρομποτικό σύστημα daVinci της εταιρείας Intuitive Surgical Inc<sup>35</sup>.

#### 4.5.1 Το σύστημα Zeus

Το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα Zeus (Εικόνα 22) κατασκευάστηκε το 1995 από την εταιρεία Computer Motion Inc. και αποτελεί εξέλιξη του χειρουργικού ρομποτικού βραχίονα AESOP. Αποτελείται από την εργονομικά σχεδιασμένη κονσόλα ελέγχου του χειρουργού, τρεις ρομποτικούς βραχίονες προσαρμοσμένους πάνω στο χειρουργικό τραπέζι και έναν υπολογιστή-ελεγκτή. Ο κεντρικός βραχίονας καθοδηγεί την ενδοσκοπική κάμερα μέσα στο σώμα του ασθενούς με τη βοήθεια φωνητικών εντολών, παρέχοντας στον χειρουργό τη δυνατότητα να έχει δισδιάστατη ή τρισδιάστατη, σταθερή και μεγεθυμένη εικόνα του χειρουργικού πεδίου. Ο έλεγχος των δύο άλλων ρομποτικών βραχιόνων, του αριστερού και του δεξιού, γίνεται από τον χειρουργό με τη χρήση ειδικών μοχλών στην κεντρική κονσόλα, οι κινήσεις των οποίων μετατρέπονται σε κινήσεις των χειρουργικών εργαλείων.

Η ικανότητα του συστήματος να φιλτράρει ψηφιακά το φυσιολογικό τρέμουλο των άνω άκρων του χειρουργού και να κλιμακώνει ανάλογα τις κινήσεις στα χειριστήρια της κονσόλας ελέγχου σε μικροκινήσεις μέσα στο σώμα του ασθενούς, έδωσε τη δυνατότητα για την εκτέλεση επεμβάσεων μικροχειρουργικής με μεγαλύτερη σταθερότητα και αξιοπιστία. Αυτός ήταν και ο βασικός λόγος που το συγκεκριμένο χειρουργικό ρομποτικό σύστημα χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε επεμβάσεις καρδιοχειρουργικής. Το βασικό χαρακτηριστικό του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος Zeus είναι το γεγονός ότι απαιτεί λιγότερο από δεκαπέντε λεπτά προετοιμασίας πριν από κάθε χειρουργική επέμβαση.

Μετά το 2000, το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα Zeus ενσωμάτωσε τη νέα τεχνολογία MicroWrist της Computer Motion, η οποία περιλαμβάνει μία ολόκληρη σειρά χειρουργικών εργαλείων και οργάνων για χρήσεις ενδοσκοπικής χειρουργικής. Η τεχνολογία MicroWrist προβλέπει έξι βαθμούς ελευθερίας, γεγονός που αύξησε την επιδεξιότητα των χειρουργών, αφού τους επιτρέπει να εκτελούν ένα ευρύ φάσμα κινήσεων, ανάλογων του ανθρώπινου άνω άκρου μέσα στο σώμα του ασθενούς. Τα χειρουργικά εργαλεία είναι ειδικά

σχεδιασμένα για να ανταποκρίνονται στο ιδιαίτερο περιβάλλον μίας χειρουργικής αίθουσας. Έχουν διάμετρο από 3.5 έως 5 mm, είναι ανθεκτικά, επαναχρησιμοποιήσιμα, ενώ η αποστείρωση τους και η εναλλαγή τους κατά τη διάρκεια μίας χειρουργικής επέμβασης γίνεται εύκολα<sup>35</sup>.

Η πρώτη δοκιμή του συστήματος πραγματοποιήθηκε το 1996 σε ένα πειραματόζωο, ενώ το 1998 ο Dr. Frank Damiano πραγματοποίησε την πρώτη αναστόμωση σάλπιγγας στις Η.Π.Α. Στις 24 Σεπτεμβρίου 1999 ο Dr. Douglas Boyd του LHSC του Πανεπιστημίου του Δυτικού Οντάριο στον Καναδά εκτέλεσε την πρώτη παγκόσμια χειρουργική επέμβαση αορτοστεφανιαίας παράκαμψης κλειστού θώρακα με παλλόμενη καρδιά σε έναν 60χρονο άντρα. Έκτοτε το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα Zeus εφαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα χειρουργικών ειδικοτήτων που περιλαμβάνουν την καρδιοχειρουργική, τη γενική χειρουργική, τη χειρουργική κατά της νοσογόνου παχυσαρκίας, την ουρολογία και τη νευροχειρουργική. Το σύστημα έλαβε την έγκριση της FDA το 2001, ενώ είναι πιστοποιημένο κατά CE για την κυκλοφορία του στην ευρωπαϊκή αγορά. Το κόστος του πλησιάζει το ένα εκατομμύριο δολάρια<sup>70</sup>.

#### 4.5.2 Το σύστημα daVinci

Το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci δημιουργήθηκε από την εταιρεία Intuitive Surgical Inc. το 1995 και αποτελεί το πρώτο σύστημα ρομποτικής χειρουργικής που πραγματοποιεί επεμβάσεις με την ελάχιστη δυνατή επέμβαση στον οργανισμό του ασθενούς. Η ονομασία του οφείλεται εν μέρει στον Leonardo da Vinci, ο οποίος εφηύρε το πρώτο ρομπότ και χρησιμοποιούσε απaráμιλλη ακρίβεια ανατομικής και τρισδιάστατες λεπτομέρειες για να δίνει «ζωή» στα έργα του.

Το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci περιλαμβάνει την εργονομικά σχεδιασμένη κονσόλα του χειρουργού, τον χειρουργικό πύργο που βρίσκεται δίπλα στον ασθενή, το σύστημα τρισδιάστατης απεικόνισης και την ολοκληρωμένη σειρά πρωτοποριακών, αποσπώμενων χειρουργικών εργαλείων EndoWrist<sup>71,72</sup>.

Ο χειρουργός εκτελεί την χειρουργική επέμβαση, ενώ κάθεται άνετα στην κονσόλα, μακριά από το χειρουργικό τραπέζι (Εικόνα 23). Κοιτώντας μία τρισδιάστατη και μεγεθυσμένη εικόνα του χειρουργικού πεδίου στην οθόνη χειρίζεται με τα δάχτυλα του τους ειδικούς μοχλούς, που βρίσκονται κάτω από αυτήν, ενώ τα χέρια του βρίσκονται τοποθετημένα σε φυσιολογική θέση σε σχέση με τα μάτια του. Χάρη στην τεχνολογία Intuitive Masters, το σύστημα έχει τη δυνατότητα να φιλτράρει το φυσιολογικό τρέμουλο των άνω άκρων του χειρουργού και να κλιμακώνει ανάλογα τις κινήσεις του. Έτσι οι κινήσεις του χειρουργού μετατρέπονται σε ακριβείς κινήσεις πραγματικού χρόνου των χειρουργικών εργαλείων μέσα στο σώμα του ασθενούς.

Ο χειρουργικός πύργος στηρίζει μέχρι τέσσερις ηλεκτρομηχανικούς ρομποτικούς βραχίονες (Εικόνα 24). Στους τρεις βραχίονες συνδέονται αποσπώμενα χειρουργικά εργαλεία, ενώ στον κεντρικό βραχίονα μία ενδοσκοπική κάμερα, η οποία επιτρέπει στο χειρουργό να έχει υψηλής ανάλυσης τρισδιάστατη εικόνα του χειρουργικού πεδίου. Κάθε βραχίονας εκτελεί τις εντολές του χειρουργού και χειρίζεται ένα ευρύ φάσμα εργαλείων μέσα από τομές μήκους 1-2 cm στο σώμα του ασθενούς, ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα καταστροφής των ιστών. Ο χειρουργός έχει τη δυνατότητα να ελέγξει το μέγεθος της εφαρμοζόμενης δύναμης των ρομποτικών βραχιόνων, η οποία μπορεί να ποικίλλει από μερικά γραμμάρια μέχρι αρκετά κιλά.

Κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, τα υπόλοιπα μέλη της χειρουργικής ομάδας βοηθούν στην εγκατάσταση όλων των απαραίτητων οργάνων και εργαλείων, την προετοιμασία των μικροτομών στο σώμα του ασθενούς και έχουν τη γενικότερη επίβλεψη των ρομποτικών βραχιόνων.

Το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci παρέχει στο χειρουργό πραγματικές τρισδιάστατες εικόνες του χειρουργικού πεδίου, ευθυγράμμιση ματιού-χειριού-οργάνου και την απαραίτητη φυσική αντίληψη του βάθους για τον ακριβή χειρισμό των ιστών, μέσω του συστήματος όρασης (Εικόνα 25). Η βελτιωμένη απεικόνιση βοηθά το χειρουργό να χειρίζεται με λεπτότητα τους ιστούς, αποφεύγοντας παράλληλα τον τραυματισμό των παρακείμενων φυσιολογικών δομών, όπως η νευροαγγειακή δέσμη κοντά στον προστάτη<sup>71</sup>.

Η ολοκληρωμένη σειρά των χειρουργικών εργαλείων EndoWrist της Intuitive Surgical (Εικόνα 26) είναι ειδικά σχεδιασμένη για να παρέχει στους χειρουργούς τη φυσική επιδεξιότητα και το φάσμα των κινήσεων εκείνων που απαιτούνται για την πραγματοποίηση λεπτών επεμβάσεων μέσα από μικρές τομές. Ακολουθώντας το μοντέλο του ανθρώπινου άνω άκρου, τα εργαλεία αυτά έχουν σχεδιαστεί με επτά βαθμούς ελευθερίας και αρθρώσεις των 90 μοιρών. Τα εσωτερικά καλώδια των εργαλείων EndoWrist, παρόμοια με τους ανθρώπινους τένοντες, διακρίνονται για τη μέγιστη ανταποκρισιμότητα τους, επιτρέποντας γρήγορες και ακριβείς τομές, συρραφές και χειρισμούς των ιστών. Η κίνηση των εργαλείων, που μοιάζει με εκείνη του ανθρώπινου καρπού, η ικανότητα άμεσης ανταπόκρισης και ο ρομποτικός έλεγχος του συστήματος daVinci παρέχουν στους χειρουργούς μεγάλη επιδεξιότητα και απaráμιλλη ακρίβεια.

Κάθε εργαλείο EndoWrist είναι ειδικά σχεδιασμένο για μία συγκεκριμένη λειτουργία. Η μεταξύ τους αντικατάσταση γίνεται εύκολα και γρήγορα με τη χρήση ειδικών μοχλών αποδέσμευσης πάνω σε κάθε ρομποτικό βραχίονα. Το σύστημα απομνημονεύει τη θέση του βραχίονα πριν την αντικατάσταση ενός εργαλείου, έτσι ώστε το δεύτερο εργαλείο να τοποθετηθεί στην ίδια ακριβώς θέση με το πρώτο. Η σειρά των εργαλείων περιλαμβάνει μία ποικιλία από νυστέρια, λαβίδες, ψαλίδια, βελόνες κ.α. Για την κάλυψη των απαιτήσεων του

χειρουργού τα εργαλεία διατίθενται με διαμέτρους των 5 και 8 mm. Μετά την προσάρτηση ενός εργαλείου στο σύστημα daVinci, η διεπαφή είναι έτσι σχεδιασμένη, ώστε όχι μόνο να αναγνωρίζει τον τύπο και τη λειτουργία του εργαλείου, αλλά και να δείχνει το συνολικό αριθμό των χρήσεων του. Με τη μοναδική αυτή δυνατότητα, το σύστημα daVinci μπορεί εύκολα να ανιχνεύσει τότε ένα εργαλείο χρειάζεται αντικατάσταση<sup>72</sup>.

Το daVinci SHD αποτελεί μία βελτιωμένη έκδοση του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος daVinci. Τα νέα χαρακτηριστικά που αυτό υιοθετεί σε σχέση με την αρχική έκδοση του συστήματος περιλαμβάνουν:

- Σύστημα απaráμιλλης τρισδιάστατης οπτικής απεικόνισης υψηλής ευκρίνειας με διπλάσια ανάλυση, που παρέχει βελτιωμένη καθαρότητα και λεπτομερή απεικόνιση των επιπέδων των ιστών.
- Βελτιωμένη επιδεξιότητα και ακρίβεια, χάρη στην τεχνολογία Intuitive Movement, για πιο ακριβή έλεγχο των χειρουργικών εργαλείων EndoWrist, που εξασφαλίζουν καλύτερη πρόσβαση στο σώμα του ασθενούς μέσω των μικροτομών.
- Ανώτερη εργονομία για μεγαλύτερη άνεση στη στάση του χειρουργού και βέλτιστη ευθυγράμμιση των χεριών και των ματιών του.
- Γρήγορη και ασφαλή προετοιμασία του χειρουργικού ρομποτικού συστήματος πριν από την χειρουργική επέμβαση.
- Νέα εξελιγμένη διεπαφή χρήστη, που περιλαμβάνει ολοκληρωμένο monitor με οθόνη αφής, οθόνη τεχνολογίας TilePro πολλαπλών εισόδων για την παρουσίαση κρίσιμων πληροφοριών του ασθενούς, καθώς και εργαλεία telestration για βελτιωμένη εποπτεία και επικοινωνία της χειρουργικής ομάδας. Η οθόνη TilePro επιτρέπει στο χειρουργό και την υπόλοιπη ομάδα να βλέπουν τρισδιάστατο βίντεο του χειρουργικού πεδίου μαζί με δύο επιπρόσθετες πηγές βίντεο, όπως είναι οι υπέρηχοι και το ηλεκτροκαρδιογράφημα<sup>73</sup>.

Τον Απρίλιο του 2009 πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση του νέου βελτιωμένου ρομποτικού συστήματος daVinci Si<sup>HD</sup> (Εικόνα 27) που αποτελεί την πιο πρόσφατη προσθήκη στη γραμμή προϊόντων της σειράς daVinci. Η έκδοση αυτή υιοθετεί αρκετά νέα χαρακτηριστικά, διατηρώντας όμως παράλληλα τη βασική τεχνολογία των προηγούμενων εκδόσεων:

- ✓ Το σύστημα τρισδιάστατης απεικόνισης χρησιμοποιεί δύο ξεχωριστά οπτικά κανάλια υψηλής ευκρίνειας, τα οποία συγχωνεύονται μεταξύ τους για να αποδώσουν με ιδιαίτερα υψηλή ακρίβεια την αντίληψη του βάθους.
- ✓ Μία ολοκληρωμένη κονσόλα αφής δίνει στο χειρουργό τη δυνατότητα να ελέγχει τις ρυθμίσεις του βίντεο, του ήχου και του συστήματος.

- ✓ Η κονσόλα του χειρουργού έχει αναβαθμιστεί εργονομικά, επιτρέποντας του να ρυθμίζει κατά βούληση τέσσερις διαφορετικές παραμέτρους για επιπλέον άνεση κατά τη διάρκεια πολύωρων χειρουργικών επεμβάσεων.
- ✓ Υπάρχει η δυνατότητα να προσαρτηθεί στο σύστημα και δεύτερη κονσόλα χειρουργού. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα σε δύο χειρουργούς να συνεργάζονται και να επικοινωνούν κατά τη διάρκεια μίας χειρουργικής επέμβασης.
- ✓ Στο σύστημα όρασης έχει ενσωματωθεί η δυνατότητα ανάρτησης στο ταβάνι, με σκοπό την εξοικονόμηση πολύτιμου χώρου μέσα στη χειρουργική αίθουσα.
- ✓ Η επεκτασιμότητα της αρχιτεκτονικής του συστήματος διασφαλίζει την αναβάθμιση και τη συμβατότητα με τη σύγχρονη και μελλοντική τεχνολογία της χειρουργικής αίθουσας<sup>73</sup>.



*Εικόνα 22: Χειρουργική επέμβαση με το σύστημα Zeus<sup>70</sup>*



*Εικόνα 23: Η χειρουργική κονσόλα του συστήματος daVinci<sup>71</sup>*



*Εικόνα 24: Ο χειρουργικός πύργος του συστήματος daVinci<sup>71</sup>*



*Εικόνα 25: Το σύστημα όρασης του συστήματος daVinci<sup>71</sup>*



*Εικόνα 26: Η σειρά χειρουργικών εργαλείων EndoWrist<sup>71</sup>*



*Εικόνα 27: Το σύστημα τελευταίας γενιάς da Vinci SiHD<sup>21</sup>*

#### 4.6 Ασφάλεια και Αξιολόγηση των Συστημάτων

Η ασφάλεια των συστημάτων είναι μια προφανής ανησυχία για τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση και ρυθμιστικές ενέργειες πρέπει να εξετάζονται σε κάθε κλινική εφαρμογή. Μέχρι στιγμής, δεν υπάρχει καμία αποδεκτή τεχνική που μπορεί να εγγυηθεί την ασφάλεια των ρομποτικών συστημάτων σε κάθε περίπτωση. Διάφορα ρομποτικά συστήματα προσεγγίζουν το πρόβλημα με διαφορετικούς τρόπους. Μια κοινή τεχνική είναι να περιλαμβάνουν παθητικούς και ενεργούς μηχανισμούς ασφάλειας κατά το μηχανολογικό σχεδιασμό των χειριστηρίων. Ένα καλό παράδειγμα είναι το ρομποτικό σύστημα AESOP που χρησιμοποιείται για τη γενική χειρουργική επέμβαση ελάχιστης εισβολής. Το τέλος του ρομποτικού βραχίονα είναι προσαρτημένο στο ενδοσκόπιο μέσω μιας ανάρτησης και μιας μαγνητικής σύζευξης. Επειδή η τομή αποτρέπει την πλευρική κίνηση του ενδοσκοπικού σωλήνα, καθώς το ρομποτικό σύστημα κινεί το ενδοσκόπιο στο χώρο επάνω από τον ασθενή, η ανάρτηση επιτρέπει στον ενδοσκοπικό σωλήνα να περιστρέφεται περίξ της τομής. Έτσι, καθίσταται αδύνατο για το ρομποτικό σύστημα να εφαρμόσει πλευρικές δυνάμεις στην τομή. Η μαγνητική σύζευξη ενεργεί ως σύστημα απεμπλοκής έκτακτης ανάγκης. Δηλαδή, εάν οι δυνάμεις στο ενδοσκόπιο υπερβούν τη μαγνητική δύναμη συγκράτησης, το ενδοσκόπιο αποσυνδέεται και πέφτει επάνω στην κοιλιακή χώρα του ασθενούς, το οποίο είναι απίθανο να προκαλέσει τραυματισμό.

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφάλειας του λογισμικού τμήματος του συστήματος είναι επίσης ουσιαστικά. Στο πλαίσιο ενός ρομποτικού συστήματος για την ουρολογική χειρουργική, οι NG και Tan χρησιμοποίησαν μαθηματική λογική για να αναλύσουν τη ροή προγράμματος και να καθορίσουν εάν είναι δυνατόν για τον έλεγχο να αποφύγει τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφαλείας, που είναι ενσωματωμένα στον κώδικα. Επιπλέον, εφάρμοσαν ένα απολύτως ανεξάρτητο όργανο ελέγχου ασφάλειας που μπορεί να συλλάβει έναν σέρβο

δραπέτη και να ανιχνεύσει συνθήκες έξω από τα όρια ασφαλείας, χρησιμοποιώντας ως εισαγωγή δεδομένων σήματα ομαδικής κωδικοποίησης.

Καθώς η εμπειρία με τα ρομποτικά συστήματα αυξάνεται, το επίπεδο άνεσης από την αυτονομία ελέγχου μπορεί να μεγαλώσει. Είναι εντούτοις, αναντίρρητα σημαντικό να σχεδιαστούν συστήματα αλληλεπίδρασης χρήστη, έτσι ώστε ο χειρουργός να είναι πλήρως ενημερωμένος για τα σχέδια και την κατάσταση του συστήματος. Η ασφάλεια είναι ένα πολυδιάστατο κεφάλαιο, το οποίο δεν έχει να κάνει μόνο με την κλινική αποδοχή, αλλά και με άλλα θέματα, όπως την ορθολογική χρήση των προσωπικών δεδομένων του ασθενούς<sup>74</sup>.

#### 4.6.1 Ασφάλεια: απαιτήσεις και εφαρμογές

Τα βασικά ζητήματα στο σχέδιο και την ανάπτυξη ενός ρομποτικού συστήματος περιλαμβάνουν την ακεραιότητα πληροφοριών κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, της επικύρωσης των υποβληθεισών εικόνων και των σχετικών στοιχείων και της προστασίας από την αναρμόδια πρόσβαση. Ειδικότερα, τυποποιούμε τις απαιτήσεις ασφαλείας για τα ρομποτικά συστήματα με τους ακόλουθους τρόπους:

- **Κρυπτογράφηση:** Οι πληροφορίες μεταξύ του δωματίου χειρουργικών επεμβάσεων και των συμμετεχόντων πρέπει να κρυπτογραφηθούν για να αποφευχθεί η ακατάλληλη κοινοποίηση των στοιχείων των ασθενών και να προστατευθεί η μυστικότητα και η εμπιστευτικότητα του περιεχομένου επικοινωνίας<sup>1</sup>.
- **Ακεραιότητα:** Τα μέτρα πρέπει να ληφθούν, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ότι οι πληροφορίες μεταδίδονται ακίνδυνα, χωρίς αλλαγές και παρεμβολές<sup>1</sup>.
- **Προσδιορισμός και Επικύρωση:** Η παροχή πρέπει να παρασχεθεί για να εξασφαλίσει την αυθεντικότητα όλων των στοιχείων που περιλαμβάνουν τα εμπλεκόμενα μέρη. Ειδικότερα, όλοι οι συμμετέχοντες πρέπει να ελέγξουν ότι τα στοιχεία των ασθενών που τους δίδονται είναι πράγματι από το δωμάτιο χειρουργικών επεμβάσεων. Το δωμάτιο χειρουργικών επεμβάσεων και οι άλλοι συμμετέχοντες πρέπει να εγγυηθούν ότι οι τροποποιήσεις στα στοιχεία των ασθενών γίνονται από το επιθυμητό πρόσωπο<sup>1</sup>.
- **Διαδοχικές Διαδικασίες:** Οι διαδικασίες θα πρέπει να εκτελούνται κατά τρόπο διαδοχικό. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να παρέχονται όλα τα μέσα που να εγγυώνται ότι κάθε συμμετέχων ολοκληρώνει τα βήματα που του αντιστοιχούν<sup>1</sup>.
- **Έλεγχος Πρόσβασης:** Μια άλλη μοναδικότητα του συστήματος είναι ότι περιορίζει κάθε συμμετέχοντα να εκτελέσει μόνο το τμήμα που του αντιστοιχεί. Με άλλα λόγια, ένας συμμετέχων μπορεί μόνο να τροποποιήσει τα στοιχεία του ασθενή που τον αφορούν<sup>1</sup>.

Σε αυτό το τμήμα θα εξεταστούν οι εκτιμήσεις και οι λύσεις που προτείνονται στις απαιτήσεις ασφάλειας των συστημάτων:

- **Κρυπτογράφηση:** Θα πρέπει να επιλέγεται ένα συμμετρικό πρόγραμμα κρυπτογράφησης, έτσι ώστε να προστατευθούν τα στοιχεία και η ιδιωτικότητα των πληροφοριών στο σύστημα<sup>1</sup>.
- **Ακεραιότητα:** Κανονικά, η λειτουργία μονόδρομης ανασκόπησης χρησιμοποιείται ως εγγύηση της ακεράιας μεταφοράς των στοιχείων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η αξία του μηνύματος να επισυνάπτεται στο αρχικό μήνυμα και να μεταφέρεται από κοινού. Επάνω στον έλεγχο, ο δέκτης υπολογίζει την αξία ανασκόπησης, χρησιμοποιώντας το μήνυμα και την συγκρίνει έπειτα με την επισυναπτόμενη αξία ανασκόπησης. Εάν και τα δύο μηνύματα είναι ίδια, τότε το μήνυμα μεταφέρεται ακίνδυνα<sup>1</sup>.
- **Προσδιορισμός και Επικύρωση:** Ένα περιληφθέν συμβαλλόμενο μέρος προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας τις ευδιάκριτες πληροφορίες του, όπως η διεύθυνση IP<sup>1</sup>.
- **Διαδοχικές Διαδικασίες:** Αυτό είναι εξ ορισμού ένα πρόβλημα συγχρονισμού. Χρησιμοποιείται η έννοια «του σημείου» για να κρατηθούν οι χειρουργοί στη σειρά. Γενικά, ένας συμμετέχων χειρουργός δεν ξέρει πότε είναι η σειρά του για να απασχοληθεί εκ των προτέρων. Αυτός ο προσδιορισμός γίνεται μέσα στο χειρουργείο. Έτσι, καθορίζεται ένα σημείο για το σκοπό του συγχρονισμού στο σύστημα. Το σημείο επιλέγεται από το δωμάτιο χειρουργικών επεμβάσεων και διανέμεται στον πρώτο συμμετέχοντα. Ο πρώτος συμμετέχων περνά το σημείο στο δεύτερο συμμετέχοντα που δηλώνει ότι μπορεί να επέμβει αφού έχει ολοκληρώσει ο πρώτος. Οι άλλοι συμμετέχοντες εργάζονται με παρόμοιο τρόπο. Ένας συμμετέχων δεν μπορεί να αρχίσει τις διαδικασίες του χωρίς σημείο. Στο μεταξύ, ένας συμμετέχων υποβάλλει πάντα τις διαδικασίες του μαζί με το σημείο για να αποδείξει ότι είναι πραγματικά η σειρά του για να λειτουργήσει<sup>1</sup>.
- **Έλεγχος Πρόσβασης:** Στην πραγματικότητα, μια πλήρης εξέταση ελέγχου πρόσβασης περιλαμβάνει δύο βήματα: μια προκαταρκτική εξέταση ελέγχου πρόσβασης διευθύνεται στην τοπική περιοχή και μια περαιτέρω εξέταση γίνεται από το δωμάτιο χειρουργικών επεμβάσεων<sup>1</sup>.

Ενσωματώνοντας τις λύσεις, οι εργασίες του συστήματος εκπονούνται ως εξής:

1. Προ-επεξεργασία και έναρξη.
2. Πριν από την έναρξη του συστήματος, όλες οι εικόνες των στοιχείων είναι τμηματοποιημένες και υπόκεινται σε έλεγχο.
3. Το σύστημα αρχικοποιείται με τη διανομή των στοιχείων του ασθενή σε όλους τους συμμετέχοντες.



4. Κάθε χειρουργός τελειώνει στη συνέχεια τις διαδικασίες του.
5. Είναι ουσιαστικό ότι οι διαδικασίες από έναν χειρουργό (τροποποιήσεις στην αρχική εικόνα του) ταυτόχρονα αλλάζουν όλα τα σχετικά έγγραφα και στους άλλους χειρουργούς. Οι επόμενοι χειρουργοί μπορούν να συνεχίσουν να ολοκληρώνουν τις διαδικασίες τους, βάσει των προηγούμενων αποτελεσμάτων και έτσι αποκτάται μια ολοκληρωμένη εικονική διαδικασία, μόλις κάθε συμμετέχων ολοκληρώσει το τμήμα του.
6. Μια νέα διαδικασία ξεκινάει εάν αυτό είναι απαραίτητο<sup>1,11</sup>.

#### 4.6.2 Αξιολόγηση συστήματος: φάσεις και κριτήρια

Η πειραματική αξιολόγηση ενός ρομποτικού συστήματος μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις διαφορετικές φάσεις ελέγχου που διεξάγονται για διαφορετικό σκοπό και έχουν διαφορετικό στόχο<sup>16</sup>.

- **Training box:** Έχει σαν στόχο την αξιολόγηση των ικανοτήτων του συστήματος. Σε αυτό το περιβάλλον μπορεί να φανεί εάν το σύστημα έχει την ικανότητα και το εύρος των κινήσεων που είναι απαραίτητα για τη διεξαγωγή εργασιών χειρισμού και συρραφής.
- **Ex vivo tissue:** Είναι μια προέκταση της προηγούμενης διαδικασίας. Ελέγχεται η ικανότητα του συστήματος στο χειρισμό των μαλακών ιστών και διεξάγονται συμπεράσματα εάν το σύστημα είναι σε θέση να ασκήσει την κατάλληλη δύναμη στους ιστούς και να τους χειριστεί βέλτιστα.
- **Animal testing:** Είναι η εφαρμογή του συστήματος σε ζώα σε περιορισμένο χώρο εντός του ασθενή, αλλά και σε πραγματικό περιβάλλον χειρουργείου. Διεξάγονται πραγματικές χειρουργικές επεμβάσεις, έτσι ώστε η εκτίμηση του συστήματος να είναι η καλύτερη δυνατή.
- **Human testing:** Για τον έλεγχο του συστήματος σε ανθρώπους είναι αναγκαίο να υπάρχει μεγάλο επίπεδο ασφάλειας και αξιοπιστίας<sup>16</sup>.

Τα κριτήρια με βάση τα οποία αξιολογείται ένα ρομποτικό σύστημα είναι τα εξής:

- **Ακρίβεια:** Από τη στιγμή που το ρομποτικό σύστημα βρίσκεται κάτω από τον πλήρη έλεγχο του χειρουργού με οπτική ανάδραση, η απόλυτη ακρίβεια δεν είναι απαραίτητη. Παρόλα αυτά το σύστημα πρέπει να έχει μεγάλη ακρίβεια, ώστε να είναι δυνατό να μπορεί να χειριστεί ιστούς και να εκτελεί εργασίες, όπως είναι η συρραφή και η συγκράτηση ιστών.
- **Επιδεξιότητα:** Ένα στόχος του συστήματος είναι να βελτιώσει την επιδεξιότητα των λαπαροσκοπικών οργάνων, ώστε να είναι δυνατό να γίνεται συνένωση και δέσιμο προς όλες τις κατευθύνσεις και σε ένα ευρύ φάσμα προσανατολισμού επιφανειών σε ένα συγκεκριμένο χώρο εργασίας.

- **Ικανότητα λειτουργίας:** Είναι σημαντικό να εκτιμηθεί όλο το εύρος των ικανοτήτων του συστήματος για την απόδοση όλων των επιθυμητών εργασιών<sup>74</sup>.
- **Εργονομία κύριου σταθμού:** Είναι σημαντικά τα θέματα που εξετάζονται για τον κύριο σταθμό. Είναι ο τρόπος επαφής του συστήματος με το χειρουργό. Συνήθως, κατά τη διάρκεια μιας επέμβασης, η κάμερα είναι σε συνεχή κίνηση, οπότε ο συντονισμός ματιών και άνω άκρων είναι σημαντικός. Είναι απαραίτητο να εκτιμηθεί πόσο καλά μπορεί ο χειρουργός να χειρίζεται το σύστημα υπό διάφορες συνθήκες. Επίσης, είναι σημαντικό το πώς ο χειρουργός αντιλαμβάνεται τις κινήσεις των βραχιόνων βάσει των δικών του κινήσεων.
- **Εργονομία slave σταθμού:** Μια σημαντική απαίτηση του συστήματος είναι η εργονομία του σταθμού των βραχιόνων. Η διαρρύθμιση γύρω από το χειρουργικό τραπέζι πρέπει να είναι αρκετά άνετη, ώστε να υπάρχει επαρκής πρόσβαση στον ασθενή, αρκετός χώρος για τους βοηθούς και το στήριγμα της κάμερας, με σκοπό να αποφεύγονται οι συγκρούσεις<sup>64</sup>.
- **Σχεδιαστικές παράμετροι των ρομποτικών συστημάτων:** Οι κυριότερες σχεδιαστικές παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι οι εξής:
  1. Η διάμετρος των εργαλείων
  2. Το μέγεθος του χώρου εργασίας
  3. Το εύρος των κινήσεων περιστροφής του καρπού
  4. Το εύρος του όγκου που καταλαμβάνει ο καρπός κατά την περιστροφή του
  5. Το μέγεθος της παρέκκλισης από τον κύριο άξονα
  6. Το μήκος από τον καρπό ως το δάχτυλο (μήκος χειρουργικού εργαλείου που είναι στην άκρη του ρομποτικού βραχίονα)
  7. Το σχήμα των εργαλείων
  8. Η τοποθέτηση των κινηματικών ιδιομορφιών<sup>6</sup>
- **Εύκολη εκμάθηση του συστήματος από τον χειρουργό:** Ένας σημαντικός παράγοντας του συστήματος είναι η εκμάθηση λειτουργίας του από τους χειρουργούς. Είναι εμφανής η διαφορά μεταξύ των χειρουργών που χρησιμοποιούν τη λαπαροσκοπική μέθοδο και των χειρουργών που χρησιμοποιούν τη συμβατική ανοιχτή χειρουργική.
- **Ανάδραση δύναμης:** Είναι απαραίτητη η αίσθηση της δύναμης που ασκείται στα άκρα των βραχιόνων<sup>74</sup>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### • *Η Χειρουργική Αίθουσα του Μέλλοντος*

## 5.1 Γενική περιγραφή

Ο όρος «χειρουργική αίθουσα του μέλλοντος» πρωτοεμφανίστηκε στο PubMed το 1992 από τους Jolesz και Shtern. Παρουσιάστηκαν σε ένα εργαστήριο, που είχε ως επίκεντρο αυτό το θέμα με χορηγό το Εθνικό Ινστιτούτο Καρκίνου της Αμερικής και αναγνώρισαν πολλές ανησυχίες, οι οποίες επικρατούν ακόμα και σήμερα. Η μοντέρνα χειρουργική αίθουσα, παρόλο τον υψηλής τεχνολογίας εξοπλισμό της, ακόμα θεωρείται σαν ένα μέρος όπου ο χειρουργός απομονώνεται από το νοσοκομείο και όπου η επικοινωνία μπορεί να διασπαστεί. Το όραμα για τη χειρουργική αίθουσα του μέλλοντος είναι ένα συγκροτημένο δωμάτιο όπου μοντέρνα απεικόνιση, οπτική, πληροφοριακά συστήματα και χειρουργική τεχνολογία συνεργάζονται για τη βέλτιστη φροντίδα του ασθενούς.

Το ρομποτικό σύστημα αποτελεί το κεντρικό κομμάτι της χειρουργικής αίθουσας. Ο ασθενής είναι τοποθετημένος στο χειρουργικό κρεβάτι, όπου η αποστείρωση είναι διασφαλισμένη και η επέμβαση διεξάγεται, χρησιμοποιώντας ένα χειρουργικό ρομποτικό σύστημα που μπορεί να λειτουργήσει απομακρυσμένα. Επιπλέον, όλες οι πρέπων πληροφορίες, όπως ιατρικές εικόνες, ιατρικό ιστορικό και εργαστηριακές εξετάσεις, είναι άμεσα διαθέσιμες στον χειρουργό, διαμέσου του πληροφοριακού συστήματος του νοσοκομείου. Τέλος, το ρομποτικό σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκπαιδευτούν και αντικειμενικά να προσδιοριστεί η ικανότητα των χειρουργών<sup>12</sup>. Μία αντιπροσωπευτική εικόνα είναι η παρακάτω (Εικόνα 28):



Εικόνα 28: Η χειρουργική αίθουσα του μέλλοντος<sup>75</sup>

Αυτό το νέο υπολογιστικά επαυξημένο επεμβατικό περιβάλλον έχει ήδη θετική επίδραση στις υπηρεσίες υγείας. Πρώτα απ' όλα, βελτιώνει την αποδοτικότητα στη χειρουργική αίθουσα, παρέχοντας καλύτερη επικοινωνία, εκσυγχρονισμένα δίκτυα και αποδοτική χρησιμοποίηση του προσωπικού. Αυξάνει τον αριθμό των διαδικασιών που μπορούν να εκτελεστούν με ελάχιστα επεμβατικό τρόπο, συνεισφέροντας σε μειωμένο πόνο του ασθενούς και ταχύτερη περίοδο ανάρρωσης. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα εκτέλεσης νέων διαδικασιών, καθώς ήταν αδύνατο να εκτελεστούν λόγω των ανθρωπίνων περιορισμών.

Για τη μεγιστοποίηση των οφελών του νοσοκομείου, τα υπολογιστικά και ρομποτικά συστήματα θα έπρεπε σταδιακά να ενοποιηθούν στη χειρουργική αίθουσα για να αποφευχθεί η διάσπαση των χειρουργικών πρωτοκόλλων. Η εισαγωγή της ρομποτικής τεχνολογίας απαιτεί προσεκτική εκτίμηση, δεδομένου των περιορισμών και των υψηλών σπάντα που υπάρχουν σε μία χειρουργική αίθουσα. Για παράδειγμα, θα πρέπει να διασφαλίζει την ασφάλεια του ασθενούς, την ετοιμότητα της χειρουργικής αίθουσας και την ευκολία χρήσης από τον χειρουργό και την υπόλοιπη χειρουργική ομάδα.

Η ρομποτική στη χειρουργική αίθουσα γρήγορα γίνεται αναγκαιότητα, καθώς η τάση προς την ελάχιστα επεμβατική χειρουργική συνεχίζεται. Από τη σκοπιά του χειρουργού, η σχεδίαση αυτών των χειρουργικών αιθουσών είναι επαναστατική. Παρ' όλα αυτά, η άνεση και η ασφάλεια του ασθενούς είναι κορυφαία προτεραιότητα. Εάν η ρομποτική τεχνολογία δεν έχει τις δυνατότητες ή τα χαρακτηριστικά για να ικανοποιήσει αυτή την ανάγκη, τότε δεν είναι ο κατάλληλος εξοπλισμός για τη χειρουργική αίθουσα<sup>12,75</sup>.

## **5.2 Εκτίμηση της καταλληλότητας της τεχνολογίας και του εξοπλισμού για χρήση στη χειρουργική αίθουσα**

Για την εκτίμηση της καταλληλότητας της τεχνολογίας ή του εξοπλισμού που εξετάζεται για χρήση στη χειρουργική αίθουσα θα πρέπει να πληρούνται τα εξής κριτήρια: η ετοιμότητα της χειρουργικής αίθουσας, η διαδικαστική συμβατότητα, η βελτίωση της ακρίβειας και της επιδεξιότητας, η ανοιχτή αρχιτεκτονική και η δυνατότητα αναβάθμισης.

### **5.2.1 Ετοιμότητα της χειρουργικής αίθουσας**

Η χωρογραφία μιας χειρουργικής αίθουσας είναι ισορροπία ικανότητας και εξάσκησης. Έτσι, οποιοδήποτε νέο στοιχείο θα πρέπει να εκτιμηθεί από την άποψη της συμβατότητας με τα ήδη υπάρχοντα ρομποτικά συστήματα και πόσο ομαλά μπορεί να ενοποιηθεί. Θέματα προς μελέτη είναι πρωτόκολλα για αποστείρωση, οργάνωση, αλλαγές στα όργανα, προσαρμοστικότητα και ασφάλεια του ασθενούς.

Ένα από τα πιο βασικά βήματα στη χειρουργική διαδικασία είναι η αποστείρωση. Κάθε αντικείμενο που εισάγεται στο αποστειρωμένο πεδίο πρέπει να αποστειρωθεί ολοκληρωτικά ή να κρεμαστεί για να αποφευχθεί η μόλυνση. Εάν ένα αντικείμενο είναι πολύ μεγάλο ή δύσκολο να εγκατασταθεί ή να ρυθμιστεί δημιουργεί δυσκολία και καθυστέρηση. Συσκευές που ελαχιστοποιούν τα θέματα αποστείρωσης αποτελούν σημαντικό πλεονέκτημα. Για παράδειγμα, ρομποτικά όργανα που χρησιμοποιούν σταθερή πύλη έκπλυσης και αντίθετης φάσης ράβδο αποστειρώνονται εύκολα. Επίσης, τεχνολογία ελεγχόμενη από φωνή μπορεί να προσφέρει και στον χειρουργό και στο ιατρονοσηλευτικό προσωπικό άμεσο έλεγχο πάνω σε περιφερειακές συσκευές μέσα ή έξω από το αποστειρωμένο πεδίο χωρίς να χρειάζεται να τις αγγίξουν<sup>74</sup>.

### 5.2.2 Διαδικαστική συμβατότητα

Η ρομποτική τεχνολογία πρέπει να σχεδιαστεί με προσεκτική μελέτη, λόγω των τυπικών χωρικών περιορισμών, που επιβάλλονται από μία μικρή και συνωστισμένη χειρουργική αίθουσα, και των εσωτερικών χωρικών χαρακτηριστικών που απαιτούνται για τη διεξαγωγή της ενδοσκοπικής χειρουργικής. Τα συνθετικά του ρομποτικού συστήματος πρέπει να είναι τροποποιήσιμα για ευκολία αποθήκευσης, μεταφοράς και εγκατάστασης της χειρουργικής διαδικασίας. Ένα σύστημα που καταλαμβάνει μικρό χώρο στο χειρουργικό τραπέζι επιτρέπει εύκολη πρόσβαση στον ασθενή, τη συγχώνευση συνηθισμένων διαδικαστικών συσκευών, όπως C-βραχίονες, λαβίδες, εισελκυστές και σταθεροποιητές, ανενόχλητη θέα στη χειρουργική ομάδα και αρκετό χώρο για τον βοηθό να εισελκύσει και να αναρροφήσει κατά τη διάρκεια της ρομποτικής επέμβασης. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συμβατότητα του ρομποτικού εξοπλισμού και των οργάνων με ένα ευρύ φάσμα ασθενών<sup>1,74</sup>.

### 5.2.3 Βελτίωση της ακρίβειας και της επιδεξιότητας

Το τρίτο βήμα στα κριτήρια εκτίμησης της καταλληλότητας της ρομποτικής τεχνολογίας για χρήση στη χειρουργική αίθουσα είναι ίσως και το σπουδαιότερο. Η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική απαιτεί υπερβολική επιδεξιότητα και ακρίβεια, καθώς και χωρικές οπτικές ικανότητες. Ένα από τα οφέλη της ρομποτικής τεχνολογίας είναι η ακρίβεια και η επιδεξιότητα που παρέχει στον χειρουργό, φιλτράροντας το φυσικό τρέμουλο των άνω άκρων. Ομοίως, ένας μηχανισμός τοποθέτησης του ρομποτικού ενδοσκοπίου μπορεί να παρέχει μια σταθερή, υψηλά μεγεθυμένη εικόνα του εσωτερικού χειρουργικού πεδίου που είναι αδύνατο να επιτευχθεί από άνθρωπο. Επιπλέον, το ρομποτικό σύστημα πρέπει να εξασφαλίσει κλιμάκωση της κίνησης που επιτρέπει στο χειρουργό να κάνει φυσικές κινήσεις των άνω άκρων, χρησιμοποιώντας ρομποτικούς διακόπτες, οι οποίες ύστερα μειώνονται στην κλίμακα σε ακριβείς μικροκινήσεις στη χειρουργική θέση<sup>74</sup>.

### 5.2.4 Ανοιχτή αρχιτεκτονική και δυνατότητα αναβάθμισης

Τα νοσοκομεία που ενσωματώνουν ρομποτικό εξοπλισμό πρέπει να ψάχνουν για προϊόντα που μπορούν εύκολα να αναβαθμιστούν και να επεκταθούν για μέγιστη ευελιξία και ποιότητα. Ένα ανοιχτό σύστημα επιτρέπει την πρόσθεση μελλοντικών ανακαλύψεων στην τεχνολογία και την υπολογιστική ισχύ με ελάχιστα έξοδα. Επιπρόσθετα, αυτός ο καινούργιος εξοπλισμός θα πρέπει να δουλέψει σε συνδυασμό με τις ήδη υπάρχουσες συσκευές φτιαγμένες από άλλους κατασκευαστές, όπως οπτικό εξοπλισμό, αναλώσιμα και επαναχρησιμοποιούμενα όργανα.

Υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας στη χειρουργική αίθουσα είναι σχεδόν πάντα μια υπερτιμημένη διαδικασία και αυτό έχει καταστεί αληθινό στην περίπτωση της ρομποτικής χειρουργικής. Ενώ τα νοσοκομεία, οι χειρουργοί και οι υπεύθυνοι αξιολογούν τα οφέλη της υιοθέτησης της ρομποτικής τεχνολογίας στη χειρουργική αίθουσα, οι κατασκευαστές και τα πρωτοπόρα ιατρικά κέντρα προωθούν νέο εξοπλισμό και νέες χειρουργικές τεχνικές. Αυτά τα έξυπνα συστήματα φέρνουν επανάσταση στη χειρουργική επιστήμη, βοηθώντας τους χειρουργούς να εκτελούν υψηλότερης ποιότητας ελάχιστα επεμβατική χειρουργική<sup>1,74</sup>.

### 5.3 Ενοποίηση των νοσοκομειακών – επεμβατικών – διεπεμβατικών πληροφοριακών συστημάτων και του επεμβατικού εξοπλισμού σε μία μόνο οθόνη πληροφοριών

Ένα βασικό πρόβλημα που παρουσιάζεται κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης είναι η πρόσβαση σε πληροφορίες, καθώς οι περισσότερες προκύπτουν από ανόμοια συστήματα και δεν καταγράφονται, δεν παρατηρούνται ή δεν χρησιμοποιούνται. Μια ενοποιημένη προσέγγιση στην οργάνωση των χειρουργικών πληροφοριών θα αύξανε την πρόσβαση στην πληροφορία, θα μείωνε πολύ παλιά ή πανομοιότυπα δεδομένα και ενδεχομένως θα βελτιώνε την επεμβατική και διεπεμβατική ασφάλεια. Ένα σχέδιο που έγινε από το Γενικό Νοσοκομείο της Μασαχουσέτης σε συνεργασία με την Aptima και τη LiveData συγκροτεί και απεικονίζει πληροφορίες από μια ποικιλία διαφορετικών συστημάτων για να βελτιώσει την αντίληψη της κατάστασης, τη σύλληψη και την κατανάλωση των ιατρικών δεδομένων στη χειρουργική αίθουσα στο Γενικό Νοσοκομείο της Μασαχουσέτης<sup>74</sup>.

Οι πηγές πληροφοριών που ενοποιούνται περιλαμβάνουν μια ευρεία ποικιλία χειρουργικών οργάνων, πληροφοριακών συστημάτων και βοηθητικών υπολογιστικών συστημάτων για την υποστήριξη και την παρακολούθηση της ροής της εργασίας. Τα χειρουργικά όργανα περιλαμβάνουν το λαπαροσκοπικό χειρουργικό εμφυσητή, οθόνες που δείχνουν τη φυσιολογία, κυκλώματα αναλυτών αναπνοής, οθόνες παρακολούθησης του επιπέδου συνείδησης, το μηχάνημα αναισθησίας και ιατρικές αντλίες εμφύσησης. Τα πληροφοριακά

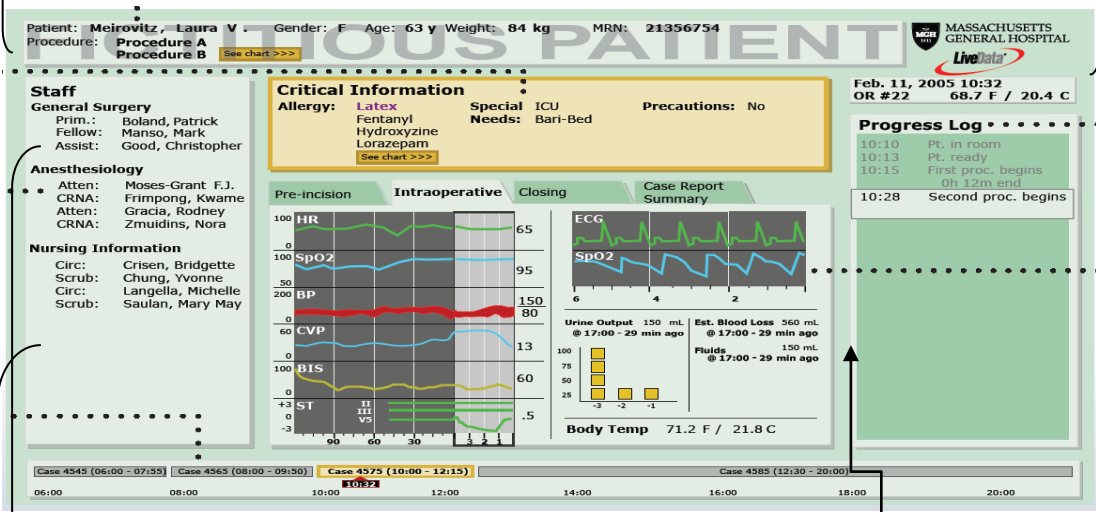
συστήματα περιλαμβάνουν το νοσοκομειακό πληροφοριακό σύστημα, το μηχανογραφημένο σύστημα εισόδου για τον πάροχο, το πληροφοριακό σύστημα οργάνωσης της αναισθησίας και το διεπεμβατικό νοσοκομειακό αρχείο. Τα βοηθητικά συστήματα περιλαμβάνουν ένα εκσυγχρονισμένο σύστημα παρακολούθησης της θέσης.

Διαμέσου της ενοποίησης αυτών των ασύνδετων και απομονωμένων πληροφοριακών πηγών, νέες ευκαιρίες για υποστήριξη των αποφάσεων και αυξημένη επαγρύπνηση ανοίγονται. Πληροφορίες για αλλεργίες από το πληροφοριακό σύστημα του νοσοκομείου μπορούν να ενημερώσουν την ομάδα ότι ο ασθενής είναι για παράδειγμα αλλεργικός στο latex ή να θέσουν σε συναγερμό την ομάδα σε ένα επικείμενο δυσμενές γεγονός, πριν η αντλία εμφύσησης χορηγήσει ένα ενδεχομένως βλαβερό φάρμακο. Πληροφορία από το μόνιτορ και τον λαπαροσκοπικό εμφυσητή μπορεί να ενημερώσει τα μέλη της ομάδας για βραδυκαρδία και επικείμενη ασυστολία από την εμφύσηση. Το σύστημα παρακολούθησης θέσης μπορεί αυτόματα να ελέγξει την ακρίβεια της ταυτότητας του ασθενούς και να ενημερώσει τη χειρουργική ομάδα για αλλαγές στο προσωπικό. Ενοποίηση με το σύστημα εισόδου μπορεί να βοηθήσει στην αναβάθμιση της ομάδας στην εργασιακή ροή και στην απόκτηση πόρων, όπως την παθολογία, τη ραδιολογία και την τράπεζα αίματος. Οι πρέπων εντολές, τα εργαστήρια, οι φαρμακευτικές αγωγές, το ιατρικό υπολογιστικό σύστημα εισόδου και το σύστημα πληροφοριών για την αναισθησία μπορούν διαρκώς να απεικονίζονται κατά τη διάρκεια της επεμβατικής περιόδου για την αύξηση της πρόσβασης στη γνώση και τη μείωση καθυστερημένων ή ανενημέρωτων αποφάσεων (Εικόνα 29)<sup>12,74,75</sup>.



Δημογραφικές και διαδικαστικές πληροφορίες βοηθούν στη διατήρηση του προσανατολισμού μέσω του προσωπικού, καθώς παρέχουν διαρκή απεικόνιση των προσαρμοσμένων πληροφοριών που έχουν διακοπεί. Επίσης, απεικονίζονται αλλαγές, ειδικές ανάγκες και προφυλάξεις σε όλη τη διάρκεια της επέμβασης.

Η καταχώρηση της προόδου είναι ένα χρονικό πρόγραμμα της επέμβασης που καταγράφει και διατηρεί μετρητές για διαδικασίες ευαίσθητες στο χρόνο, όπως την εφαρμογή αιμοστατικών ταινιών.



Η θέση του προσωπικού και των ασθενών μέσω ετικετών βοηθάει να συμπληρωθούν οι λίστες του προσωπικού που αλλάζουν δυναμικά, καθώς τα άτομα μπαίνουν και βγαίνουν από τη χειρουργική αίθουσα. Επίσης βοηθάει στην επαλήθευση της ταυτότητας του ασθενούς.

Δεδομένα φυσιολογίας παρουσιάζονται σε μια ενοποιημένη μορφή, έτσι ώστε να παρέχονται όλες οι φυσιολογικές παράμετροι για τις οποίες αυτή τη στιγμή μαζεύονται δεδομένα. Έτσι, επιτρέπεται εύκολος συσχετισμός των δεδομένων και συγκρότηση, χωρίς να χρειάζονται αναλύσεις πολλαπλών οθονών και μόνιτορ.

Ολόκληρο το χρονικό πρόγραμμα της χειρουργικής αίθουσας παρέχει ένα στιγμιότυπο των προηγούμενων, των τωρινών και των μελλοντικών επεμβάσεων. Μπορεί να επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει και πληροφορίες άφιξης του ασθενούς, ώστε να παρέχει μια πιο σφαιρική εικόνα της κατάστασης του.

Εικόνα 29: Ενοποίηση πληροφοριακών συστημάτων<sup>75</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### *•Ρομποτική Χειρουργική και η Συμβολή του Νοσηλευτή*

## 6.1 Ο ρόλος του νοσηλευτικού προσωπικού στην εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική πρακτική

Η ρομποτική χειρουργική είναι μια ελάχιστα επεμβατική και τραυματική μέθοδος, εξαιτίας της ακρίβειας με την οποία πραγματοποιούνται οι κινήσεις του χειρουργού. Εξασφαλίζει ελάχιστη απώλεια αίματος και ελαχιστοποιεί τον μετεγχειρητικό πόνο και τη μετεγχειρητική δυσφορία. Επίσης, ελαχιστοποιεί την πιθανότητα διεγχειρητικών και μετεγχειρητικών επιπλοκών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου παραμονής του ασθενούς στο νοσοκομείο και κατά συνέπεια τη μείωση του κόστους νοσηλείας και του φόρτου εργασίας των νοσηλευτών<sup>2,9,21,22,23,24,76,77,78,79,80</sup>.

Παρ' όλα αυτά, η συμβολή του νοσηλευτικού προσωπικού στην εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική πρακτική είναι ιδιαίτερα σημαντική τόσο προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά όσο και κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης.

### 6.1.1 Προεγχειρητική φάση

Κάθε χειρουργική διαδικασία συνοδεύεται από κάποια μορφή συγκινησιακής αντίδρασης του αρρώστου, έκδηλη ή όχι, φυσιολογική ή παθολογική. Οι συγκινησιακές αντιδράσεις μπορεί να επηρεάσουν τη μετεγχειρητική πορεία του αρρώστου, γι' αυτό είναι απαραίτητο να αναγνωρίζονται στην προεγχειρητική περίοδο.

Παίρνοντας ένα προσεκτικό ιστορικό υγείας, ο νοσηλευτής μπορεί να διαπιστώσει φόβους και ανησυχίες του αρρώστου, που αποτελούν δυνητικές πηγές συγκινησιακών αντιδράσεων, κυρίως άγχους. Οι προεγχειρητικοί φόβοι, που μπορεί να βιώνει ο άρρωστος σχετίζονται με τη νάρκωση, τη χρήση των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων, την πιθανότητα αλλοίωσης του σωματικού ειδώλου και τον αποχωρισμό από την οικογένεια του.

Ο νοσηλευτής είναι το άτομο στο οποίο ο άρρωστος εμπιστεύεται τους φόβους και τα προβλήματα του. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να δημιουργεί όλες τις προϋποθέσεις που βοηθούν τον άρρωστο να εκφράζει τις σκέψεις του και να πληροφορεί το χειρουργό για τους φόβους του, ώστε μαζί να τον προετοιμάσουν για τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση.

Παράλληλα, θα πρέπει να παρέχεται στον ασθενή η δυνατότητα διδασκαλίας σχετικά με τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση. Ειδικότερα, αναλύεται η διαδικασία της επέμβασης με τη χρήση των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων και ενημερώνεται ο ασθενής για τα πλεονεκτήματα που η μέθοδος αυτή παρουσιάζει έναντι της λαπαροσκοπικής και ανοιχτής χειρουργικής<sup>81</sup>.

Οι νοσηλευτικές παρεμβάσεις που πρέπει να πραγματοποιήσει προεγχειρητικά ο νοσηλευτής, προκειμένου να ετοιμάσει τον ασθενή για τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση είναι οι εξής:

- ❖ Ετοιμασία δέρματος που περιλαμβάνει αποτρίχωση και αντισηψία, με σκοπό τη μείωση των βακτηριακών πηγών.
- ❖ Χορήγηση ελαφράς δίαιτας την προηγούμενη ημέρα της ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης και αποφυγή λήψης στερεάς τροφής από το στόμα 8-10 ώρες πριν την επέμβαση, με σκοπό τη μείωση της πιθανότητας εμέτου και εισρόφησης.
- ❖ Υποκλυσμός την προηγούμενη ημέρα της ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης και εφαρμογή γαστρεντερικού σωλήνα, αν κριθεί αναγκαίο.
- ❖ Προαγωγή ανάπαυσης και ύπνου.
- ❖ Λήψη ζωτικών σημείων.
- ❖ Κένωση ουροδόχου κύστεως.
- ❖ Αφαίρεση κοσμημάτων, ξένων οδοντοστοιχιών και τεχνητών μελών.
- ❖ Χορήγηση προαναισθητικών φαρμάκων, όπως βαρβιτουρικά, οπιούχα και αντιχολινεργικά.
- ❖ Συμπλήρωση και υπογραφή του φύλλου προεγχειρητικής ετοιμασίας, που τοποθετείται στο φάκελο του αρρώστου.
- ❖ Ασφαλή μεταφορά του αρρώστου στο χειρουργείο

Επίσης, ο νοσηλευτής προεγχειρητικά συμβάλλει στη φυσική νοσηλευτική εκτίμηση του αρρώστου, η οποία περιλαμβάνει τη θρεπτική, υδατοηλεκτρολυτική, αναπνευστική, ηπατική και νεφρική κατάσταση, καθώς και την ενδοκρινική, νευρική, αιματολογική και ανοσολογική λειτουργία<sup>82</sup>.

### ***Θρεπτική και υδατοηλεκτρολυτική κατάσταση***

Η θρεπτική κατάσταση σχετίζεται άμεσα με την ενδοεγχειρητική επιτυχία και τη μετεγχειρητική ανάρρωση. Ο άρρωστος που βρίσκεται σε καλή θρεπτική κατάσταση προεγχειρητικά είναι καλύτερα προετοιμασμένος να χειριστεί το χειρουργικό stress και να επιστρέψει σε άριστη υγεία μετά τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση.

Τα κύρια θρεπτικά προβλήματα που είναι δυνατόν να εμφανίσει ο ασθενής είναι η καχεξία και η παχυσαρκία. Για την αντιμετώπιση της καχεξίας είναι απαραίτητη η πρωτεϊνική αναπλήρωση που επιτυγχάνεται είτε μέσω της διατροφής είτε μέσω χορήγησης υδρολυμένων πρωτεϊνών από το στόμα. Νοσηλευτικός στόχος είναι η ενθάρρυνση του αρρώστου να τηρεί πιστά τις

ιατρικές οδηγίες. Σε περίπτωση παχυσαρκίας, ενθαρρύνεται ο ασθενής να εφαρμόσει ένα συστηματικό πρόγραμμα ελάττωσης βάρους<sup>82,83</sup>.

### ***Αναπνευστική κατάσταση***

Για την εκτίμηση της αναπνευστικής κατάστασης, ο νοσηλευτής σημειώνει βράχυνση αναπνοής, δύσπνοια, θωρακαλγία και βήχα με άφθονη πυώδη απόχρεμψη. Ο ασθενής ρωτάται για τις καπνιστικές του συνήθειες. Γίνεται ακτινογραφία θώρακα, προσδιορισμός αερίων αρτηριακού αίματος για εξασφάλιση δεδομένων βασικής γραμμής και μελέτες πνευμονικής λειτουργίας<sup>82,83</sup>.

### ***Καρδιαγγειακή κατάσταση***

Για την εκτίμηση της καρδιαγγειακής κατάστασης, ο ασθενής ελέγχεται για υψηλή αρτηριακή πίεση, αραιό, συχνό ή ανώμαλο σφυγμό, οίδημα, κυάνωση, ψυχρότητα άκρων, αδυναμία και βράχυνση αναπνοής. Η εκτίμηση συμπληρώνεται με ΗΚΓ και εργαστηριακές εξετάσεις. Η προεγχειρητική θεραπεία περιλαμβάνει ανάπαυση, υπονατριούχο ή υποχοληστερινούχο δίαιτα, δακτυλίτιδα και συνεχή χορήγηση υγρών<sup>82,83</sup>.

### ***Ηπατική και νεφρική λειτουργία***

Για την επαρκή απομάκρυνση από το σώμα φαρμάκων, αναισθητικών μέσων, άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού και τοξινών, είναι απαραίτητη η καλή λειτουργία του ήπατος και των νεφρών. Εξάλλου, η ανεπαρκής ηπατική λειτουργία συνδέεται με κακή επούλωση του τραύματος και πιθανότητα λοίμωξης.

Άρρωστοι με ιστορικό αλκοολισμού ή ασκίτη έχουν ανάγκη προσεκτικής εξέτασης για διαπίστωση ηπατικής πάθησης. Επειδή αυτά τα άτομα παρουσιάζουν συνήθως υποθρεψία και εξασθένηση, τους χορηγείται υπερθερμιδική δίαιτα, ενδοφλέβια διαλύματα και βιταμίνες κατά την προεγχειρητική περίοδο.

Η εκτίμηση της κατάστασης του ουροποιητικού συστήματος γίνεται με παρακολούθηση για συμπτώματα συχνουρίας, δυσουρίας, ολιγουρίας και για ούρα χαμηλού ειδικού βάρους. Η εκτίμηση συμπληρώνεται με ανάλυση ούρων και εξέταση ουρίας και κρεατινίνης αίματος<sup>82,83</sup>.

### ***Ενδοκρινική λειτουργία***

Ενδοκρινικές καταστάσεις που μπορεί να αυξήσουν το χειρουργικό κίνδυνο μετά από τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση είναι ο υπερθυρεοειδισμός και ο υποθυρεοειδισμός. Και οι δύο αυτές καταστάσεις αυξάνουν τον κίνδυνο υπότασης και καρδιακής ανακοπής κατά τη διάρκεια της νάρκωσης και γι' αυτό

πρέπει να αναγνωρίζονται και να θεραπεύονται πριν από τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση<sup>82,83</sup>.

### ***Νευρική λειτουργία***

Ο ασθενής που πρόκειται να υποβληθεί στη ρομποτική χειρουργική επέμβαση θα πρέπει να έχει μια ολοκληρωμένη νευρολογική φυσική εξέταση, η οποία περιλαμβάνει τη λειτουργία των κρανιακών νεύρων, αντανακλαστικά των άνω και κάτω άκρων, αισθητηριακά αντανακλαστικά και παρεγκεφαλιδικές αντιδράσεις.

Η νευρολογική εκτίμηση είναι σημαντική, επειδή αξιολογεί τη γενική προεγχειρητική υγεία του αρρώστου, βοηθά στην πρόβλεψη πιθανών αντιδράσεων στα αναισθητικά και αναλγητικά φάρμακα και εξασφαλίζει προεγχειρητική βασική γραμμή νευρολογικής αξιολόγησης με την οποία συγκρίνεται η μετεγχειρητική νευρολογική κατάσταση<sup>82,83</sup>.

### ***Ανοσολογική λειτουργία***

Σημαντικός σκοπός της προεγχειρητικής εκτίμησης είναι η διαπίστωση ύπαρξης ιστορικού αλλεργίας. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η αναγνώριση και τεκμηρίωση ευαισθησίας σε ορισμένα φάρμακα, καθώς και αντιδράσεων που τυχόν παρουσίασε ο άρρωστος σε μετάγγιση αίματος και ιωδιούχα σκιαγραφικά μέσα. Ερευνάται, επίσης, η ύπαρξη ιστορικού βρογχικού άσθματος.

Στην εκτίμηση συμπεριλαμβάνεται ο έλεγχος για ύπαρξη ιστορικού ανοσοκαταστολής, εξαιτίας θεραπείας με κορτικοστεροειδή, μεταμόσχευσης νεφρού, ακτινοθεραπείας και χημειοθεραπείας<sup>82,83</sup>.

## **6.1.2 Διεγχειρητική Φάση**

Από τη στιγμή που ο άρρωστος μεταφέρεται στο χειρουργείο, την ευθύνη για τη φροντίδα του αναλαμβάνει η χειρουργική ομάδα. Η χειρουργική ομάδα αποτελείται από ειδικά εκπαιδευμένα άτομα που εργάζονται μαζί, συντονισμένα, για την ευημερία και ασφάλεια του αρρώστου.

Ο νοσηλευτής προάγει την ασφάλεια και καλύπτει τις ανάγκες υγείας του αρρώστου με εξασφάλιση καθαρού περιβάλλοντος και σωστής θερμοκρασίας και φωτισμού. Ελέγχει διαρκώς τη σωστή λειτουργία των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων και φροντίζει για την εξασφάλιση εφοδίων και υλικού, όπως ράμματα, βελόνες και γάζες. Επίσης, είναι υπεύθυνος για τη μέτρηση των χειρουργικών εργαλείων και γαζών, καθώς και για την ετοιμασία και αποστολή στο παθολογοανατομικό τμήμα δειγμάτων για εξέταση, αν κριθεί απαραίτητο κατά τη διάρκεια της ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης. Τέλος, σε συνεργασία με τον χειρουργό, προγραμματίζει τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση με τη χρήση των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων και

φροντίζει για την αποστείρωση των χειρουργικών εργαλείων που τοποθετούνται στους ρομποτικούς βραχίονες του συστήματος<sup>76,77,78,79,80,81</sup>.

### 6.1.3 Μετεγχειρητική φάση

Τα καθήκοντα του νοσηλευτικού προσωπικού κατά τη μετεγχειρητική περίοδο περιορίζονται σε σημαντικό βαθμό, καθώς η ρομποτική χειρουργική εξασφαλίζει γρήγορη επούλωση του τραύματος και κατά συνέπεια επιτρέπει την ταχύτερη ανάρρωση και επάνοδο του ασθενούς στις καθημερινές του δραστηριότητες.

Παρ' όλα αυτά, ο νοσηλευτής προσαρμόζει τη φροντίδα του ασθενή ανάλογα με τις ανάγκες του και φροντίζει για τη μέτρηση των ζωτικών σημείων, την εκτίμηση της γενικής κατάστασης του ασθενή, τη συχνή αλλαγή θέσεως και τη γρήγορη έγερση από το κρεβάτι, την παρακολούθηση των παροχετεύσεων, εφόσον υπάρχουν, και τέλος φροντίζει για την πρόληψη εμφάνισης επιπλοκών σε βαριά πάσχοντες, αν και η πιθανότητα εμφάνισης επιπλοκών με τη χρήση των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων είναι σχεδόν μηδαμινή<sup>73,76,78,79</sup>.

## 6.2 Η ρομποτική χειρουργική στην Ελλάδα

Το πρώτο χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci λειτούργησε στην Ελλάδα τον Σεπτέμβριο του 2006 στο Ιατρικό Κέντρο Αθηνών, ενώ τα επίσημα εγκαίνια του πραγματοποιήθηκαν στις 8 Νοεμβρίου του ίδιου έτους στο Μαρούσι. Μέσα στα πέντε χρόνια λειτουργίας του έχουν ήδη εκτελεστεί με απόλυτη επιτυχία επεμβάσεις γενικής χειρουργικής και ουρολογικές χειρουργικές επεμβάσεις, οι οποίες μεταξύ των άλλων περιλαμβάνουν:

- Αποκατάσταση διαφραγματοκήλης κατά Nissen
- Επεμβάσεις Heller-Dorr για την αντιμετώπιση της αχαλασίας οισοφάγου
- Σκωληκοειδεκτομές, χολοκυστεκτομές
- Εξωπεριτοναϊκή αποκατάσταση βουβωνοκήλης και κοιλιοκήλης με τοποθέτηση πλέγματος
- Τοποθέτηση και αφαίρεση γαστρικού δακτυλίου για νοσογόνο παχυσαρκία
- Εκτομή όγκων παγκρέατος και κύστεων νεφρού
- Επινεφριδεκτομές
- Ωοθηκτομές και ρομποτικά υποβοηθούμενη υστερεκτομία.
- Σιγμοειδεκτομές με ή χωρίς ορθοπηξία
- Ριζικές προστατεκτομές και κυστεκτομές<sup>2,23,73,84</sup>

Τον Ιούλιο του 2008 εγκαταστάθηκε και άρχισε να λειτουργεί στο Διαγνωστικό και Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών «ΥΓΕΙΑ» ένα δεύτερο

χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci, το οποίο πραγματοποιεί όλο το φάσμα των λαπαροσκοπικών χειρουργικών επεμβάσεων, αλλά και ένα μεγάλο ποσοστό των έως σήμερα συμβατικών επεμβάσεων. Στο συγκεκριμένο θεραπευτήριο έχει πραγματοποιηθεί κατά καιρούς ένας σημαντικός αριθμός επιτυχημένων ρομποτικών επεμβάσεων. Ενδεικτικά, αναφέρονται μερικές από αυτές:

**16-04-08:** Πραγματοποιήθηκε η πρώτη χειρουργική επέμβαση κατά της νοσογόνου παχυσαρκίας με το ρομποτικό σύστημα daVinci.

**22-04-08:** Πραγματοποιήθηκε η πρώτη χειρουργική επέμβαση αορτοστεφανιαίας παράκαμψης χωρίς στερνοτομή σε έναν 74χρονο ασθενή με το ρομποτικό σύστημα daVinci. Ο ασθενής μεταφέρθηκε στο θάλαμο του την ίδια ημέρα (και όχι στη ΜΕΘ) και επέστρεψε στο σπίτι του εντός τεσσάρων ημερών.

**26-06-08:** Πραγματοποιήθηκε η πρώτη ρομποτική διαδερμική σπονδυλοδεσία σε έναν 70χρονο ασθενή. Η επέμβαση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του ρομποτικού συστήματος SpineAssist για υποβοήθηση εγχειρήσεων στη σπονδυλική στήλη.

**01-07-08:** Πραγματοποιήθηκε η πρώτη ολική υστερεκτομή και αφαίρεση ωοθηκών σε μία 52χρονη ασθενή με το ρομποτικό σύστημα daVinci. Η ασθενής είχε τη δυνατότητα να πάρει εξιτήριο την ίδια ημέρα. Η όλη διαδικασία μεταδόθηκε ζωντανά κατά τη διάρκεια ημερίδας που πραγματοποιήθηκε στο νοσοκομείο με θέμα «Η Ρομποτική Χειρουργική στη Γυναικολογία».

**20-10-08:** Ανακοινώθηκε η επιτυχημένη ολοκλήρωση των τριών πρώτων καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων αποκατάστασης μιτροειδούς βαλβίδας με το ρομποτικό σύστημα daVinci.

**23-10-08:** Πραγματοποιήθηκε η πρώτη επιτυχημένη χειρουργική επέμβαση εγκεφάλου 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.

**06-04-09:** Πραγματοποιήθηκε η πρώτη αποτελεσματική αντιμετώπιση των ινομυωμάτων με το ρομποτικό σύστημα daVinci σε μία 30χρονη γυναίκα. Η αφαίρεση των δύο ινομυωμάτων, μεγέθους 2.5 και 4.5 cm, ολοκληρώθηκε αναίμακτα, χωρίς επιπλοκές και η ασθενής πήρε εξιτήριο από το θεραπευτήριο την αμέσως επόμενη ημέρα.

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 επτά εκατομμυρίων ευρώ. Οι νέοι γραμμικοί επιταχυντές *elekta axesse*, *synergy* και *platform* ενσωματώνουν τα πλέον εξελιγμένα συστήματα για καθοδηγούμενη από εικόνες ακτινοθεραπεία, προσφέροντας έτσι μοναδική ευκαιρία για καλύτερη αντιμετώπιση των διάφορων μορφών καρκίνου<sup>73</sup>.

Με αυτούς τους τρεις νέους 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<sup>1</sup>.

Μία ακόμη ιδιωτική πρωτοβουλία οδήγησε στην εγκατάσταση και ενός άλλου χειρουργικού ρομποτικού συστήματος *daVinci* στην Ελλάδα. 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 *daVinci*. 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 ρομποτικού συστήματος *daVinci*.

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 *daVinci*, προσφέροντας στους ασθενείς τη δυνατότητα να επωφελούνται από την πιο σύγχρονη τεχνολογία στην εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων που εφαρμόζεται σήμερα σε διεθνές επίπεδο.

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 ασθενή. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή της ρομποτικής χειρουργικής θα προσφέρει τη δυνατότητα εκπαίδευσης των φοιτητών της Σχολής Υγείας και Πρόνοιας σε ιατρικές τεχνολογίες αιχμής<sup>73</sup>.

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<sup>73</sup>. Πρόκειται για έναν υπερσύγχρονο ιατρικό εξοπλισμό που αποκτήθηκε στα πλαίσια μίας επένδυσης ύψους 10 εκατομμύρια ευρώ<sup>85</sup>.

Στα πέντε 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.

Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται, επίσης, ρομποτικά συστήματα σε νευροχειρουργικές επεμβάσεις. Η νευροχειρουργική τα τελευταία χρόνια έχει ενσωματώσει τη μεγάλη τεχνολογική πρόοδο των απεικονιστικών μεθόδων και των ηλεκτρονικών υπολογιστών για την αποτελεσματική χειρουργική αντιμετώπιση των παθήσεων του εγκεφάλου, του νωτιαίου μυελού και της σπονδυλικής στήλης. Το πρώτο σύστημα ρομποτικής πλοήγησης που χρησιμοποιήθηκε στην Ελλάδα σε τέτοιου είδους επέμβαση ήταν το Vector Vision II στο Νοσοκομείο «Υγεία» στην Αθήνα. Το ίδιο σύστημα νευροπλοήγησης αγοράστηκε και από το Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ηρακλείου. Το συγκεκριμένο σύστημα καλύπτει όλο το φάσμα των νευροχειρουργικών επεμβάσεων συμβάλλοντας παράλληλα:

- στον ακριβή εντοπισμό των παθήσεων του εγκεφάλου, της σπονδυλικής στήλης και του νωτιαίου μυελού
- στην ακριβή οριοθέτηση των όγκων στην τρισδιάστατη απεικόνιση
- στον περιορισμό του χειρουργικού τραύματος και του χειρουργικού χρόνου
- στη μείωση της πιθανότητας τραυματισμού των φυσιολογικών δομών
- στην εκτέλεση στερεοτακτικών επεμβάσεων, χωρίς το πλαίσιο αναφοράς, με ακρίβεια μικρότερη του χιλιοστού

Το σύστημα πλοήγησης συνεργάζεται με το ψηφιακό χειρουργικό μικροσκόπιο, μεταφέροντας με τον τρόπο αυτό τις πληροφορίες από την επέμβαση στο οπτικό πεδίο του χειρουργού, κινεί αυτόματα το μικροσκόπιο και εστιάζει επακριβώς στο σημείο της προκαθορισμένης βλάβης. Επίσης, συνεργάζεται με το χειρουργικό ενδοσκόπιο υποστηρίζοντας όλες τις ενδοσκοπικές επεμβάσεις, όπως την υδροκεφαλία, όγκους εγκεφαλικών κοιλιών, αποστήματα και αιματώματα εγκεφάλου. Ανεκτίμητη είναι η συμβολή του συστήματος πλοήγησης σε παθήσεις της σπονδυλικής στήλης. Παθήσεις, όπως η σκολίωση, η κήλη του μεσοσπονδύλιου δίσκου και η αυχενική σπονδύλωση, πραγματοποιούνται με μεγάλη ευκολία και ασφάλεια για τον ασθενή με τη βοήθεια του συγκεκριμένου συστήματος. Στην κατηγορία αυτή

περιλαμβάνονται επίσης οι όγκοι και οι αγγειακές παθήσεις του νωτιαίου μυελού<sup>73</sup>.

### 6.3 Η ρομποτική χειρουργική εκπαίδευση

Από την εγκατάσταση και λειτουργία του πρώτου χειρουργικού ρομποτικού συστήματος daVinci στην Ελλάδα το Σεπτέμβριο του 2006 στο Ιατρικό Κέντρο Αθηνών μέχρι σήμερα έχουν εκπαιδευτεί ήδη περισσότεροι από είκοσι 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 καθηγητών χειρουργών από την Τουρκία και τη Σερβία να επισκεφθούν την Ελλάδα στις 21 Μαΐου του 2008 στο πλαίσιο της εκπαίδευσης τους στη ρομποτική τεχνολογία.

Η εγκατάσταση του πρώτου χειρουργικού ρομποτικού συστήματος daVinci 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<sup>ο</sup> 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 daVinci 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. Τον Μάιο του 2011 ολοκληρώθηκε με μεγάλη επιτυχία το 6<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Συνέδριο Ρομποτικής Χειρουργικής στην Αθήνα<sup>86</sup>.

# ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ



**ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ**

Ο σκοπός της εισαγωγής μιας ερευνητικής έκθεσης είναι να κάνει γνωστό στους συναδέλφους το ερευνητικό πρόβλημα της έρευνας και το πλαίσιο μέσα στο οποίο διατυπώθηκε.

Το θέμα της ερευνητικής εργασίας είναι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας και οι υποθέσεις είναι ότι: **(1)** το νοσηλευτικό προσωπικό που εργάζεται στο δημόσιο και ιδιωτικό τομέα δεν ενημερώνεται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας και **(2)** είναι απαραίτητη η ενημέρωση και επιμόρφωση του νοσηλευτικού προσωπικού μέσω επιμορφωτικών σεμιναρίων σχετικά με τις τεχνολογικές εξελίξεις στο χώρο της υγείας, με σκοπό να αποδεχτούν τα οφέλη που η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας προσφέρει τόσο στο νοσηλευτικό προσωπικό όσο και στους ασθενείς.

Η μελέτη αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, επειδή μπορεί να συνεισφέρει στην υπάρχουσα βάση γνώσης και να βελτιώσει τη νοσηλευτική επιστήμη, καθώς και το μορφωτικό επίπεδο του νοσηλευτικού προσωπικού που εργάζεται στο δημόσιο και ιδιωτικό τομέα.

#### **A. Σχεδιασμός της έρευνας**

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στηρίχτηκε στο περιγραφικό μοντέλο έρευνας, με βάση το οποίο περιγράφονται μεταβλητές και συγκρίνονται ομάδες ατόμων για κάποια μεταβλητή.

#### **B. Πληθυσμός και δείγμα**

Για τη συλλογή των στοιχείων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο κατάλληλα σχεδιασμένο υπό την καθοδήγηση της υπεύθυνης καθηγήτριας, Δρ. Παπαδημητρίου Μαρία, το οποίο απευθυνόταν σε 256 νοσηλευτές και βοηθούς νοσηλευτών. Η επιλογή του δείγματος έγινε ανεξάρτητα από καταγωγή, οικογενειακή και κοινωνικοοικονομική κατάσταση.

Ως όργανο μέτρησης χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο, αποτελούμενο από 23 ερωτήσεις. Όλες οι ερωτήσεις είναι κλειστού τύπου, εκ των οποίων οι 8 είναι διχοτομικές (ΝΑΙ-ΟΧΙ) και οι υπόλοιπες 15 είναι εναλλακτικών απαντήσεων.

#### **Γ. Τύπος και χρόνος έρευνας**

Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από το Νοέμβριο του 2010 έως και τον Ιούλιο του 2011 σε ιδιωτικά και δημόσια νοσοκομεία, καθώς και σε κέντρα υγείας του νομού Αχαΐας και Αττικής.

#### **Δ. Συλλογή δεδομένων**

Για να επιτευχθεί υψηλή εγκυρότητα περιεχομένου το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε με βάση ελληνικές και διεθνείς μελέτες. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν με προσωπική συνέντευξη, αφού επισημάνθηκε σε κάθε ερωτώμενο ότι μπορούσαν να μην απαντήσουν στις ερωτήσεις, αλλά και ότι ανά πάσα στιγμή μπορούσαν να διακόψουν τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου διαρκούσε περίπου 20 λεπτά της ώρας.

#### **Ε. Κριτήρια εισαγωγής και αποκλεισμού δεδομένων**

Κριτήριο εισαγωγής στην έρευνα ήταν νοσηλευτές πανεπιστημιακής, τεχνολογικής και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που εργάζονται στο δημόσιο και ιδιωτικό τομέα και κριτήρια αποκλεισμού ήταν μη πλήρως συμπληρωμένα ερωτηματολόγια. Υπήρχαν 7 μη ολοκληρωμένα συμπληρωμένα ερωτηματολόγια, τα οποία δεν περιλαμβάνονται στην έρευνα.

#### **ΣΤ. Ζητήματα Βιοηθικής**

Ακολουθήθηκε πιστά ο κώδικας της Νυρεμβέργης και η διακήρυξη του Ελσίνκι για την προστασία των ανθρώπων από κάθε μορφής έρευνας με βάση τα δικαιώματα που έχει κανείς (να μην υποστεί καμία βλάβη φυσική, συγκινησιακή κ.τ.λ., πλήρους διαφάνειας, ανωνυμίας και εχεμύθειας, καθώς και αυτοδιάθεσης).

Για το λόγο αυτό, πριν αρχίσει η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου (κλειστού τύπου με δυνατότητες πολλαπλών απαντήσεων), εξηγήθηκε ο σκοπός της έρευνας, επιδιώχθηκε η μη παρεμπόδιση της φυσιολογικής ζωής και της παρεχόμενης εργασίας, σημειώθηκε ότι το ερωτηματολόγιο ήταν ανώνυμο και το δείγμα (δηλαδή τα συμμετέχοντα πρόσωπα) τυχαίο και ο φορέας της έρευνας – σχολή της φοίτησης μου. Αναλυτικά, το ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο παράρτημα της παρούσας έρευνας.

#### **Ζ. Κωδικοποίηση και στατιστική ανάλυση**

Κάθε πιθανή απάντηση κωδικοποιήθηκε με ένα ακέραιο αριθμό ανάλογα με τον αριθμό των δυνατών απαντήσεων. Έπειτα τα δεδομένα εισήχθησαν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή σε μεταβλητές που η κάθε μία αντιπροσώπευε μία ερώτηση.

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την εισαγωγή των κωδικοποιημένων δεδομένων και τη στατιστική επεξεργασία τους ήταν το SPSS 17.

## 1. Περιγραφική κατανομή

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν συντάχθηκαν σε πίνακες στους οποίους αναφέρεται το όνομα της μεταβλητής, καθώς και η αντίστοιχη ερώτηση στην οποία αναφέρεται. Επίσης, αναφέρονται οι εξεταζόμενες ομάδες, καθώς και τα σύνολα των απαντήσεων. Έτσι, οι μεν μετρήσιμες μεταβλητές παρουσιάζονται με τη μέση τιμή (mean value) των μετρήσεων τους, την τυπική απόκλιση (standard deviation), την ελάχιστη και τη μέγιστη τιμή (min and max value), οι δε μη μετρήσιμες μεταβλητές (βαθμωτές, διχοτομικές ή κατηγορικές) παρουσιάζονται με τη συχνότητα (απόλυτος αριθμός) εμφάνισης της απάντησης, καθώς και με τη σχετική συχνότητα (ποσοστιαία αναλογία) εμφάνισης της κάθε τιμής της μεταβλητής.

## 2. Στατιστικές συγκρίσεις

Για να διαπιστωθεί αν ορισμένες κατηγορίες ερωτηθέντων έδωσαν διαφοροποιημένες απαντήσεις σε σχέση με κάποιο χαρακτηριστικό, χρησιμοποιήθηκαν πίνακες με τους οποίους συνδυάζονται οι απαντήσεις των δύο ερωτήσεων (πίνακες διπλής εισόδου). Κάθε κελί δίνει τον αριθμό και το ποσοστό επί του συνόλου των ερωτηθέντων.

Ο στατιστικός έλεγχος που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο των διαφορών που παρατηρήθηκαν μεταξύ των εξεταζόμενων ομάδων ήταν το  $\chi^2$ -test (Chi-square test με ή χωρίς το διορθωτικό παράγοντα κατά Yates).

Για τον έλεγχο των συσχετίσεων μεταξύ των διαφόρων παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης του Sprearman (R), ο οποίος είναι συντελεστής συσχέτισης για μη παραμετρικές μεταβλητές. Οι τιμές που μπορεί να λάβει ο συντελεστής συσχέτισης του Sprearman ανήκουν στο διάστημα [-1, +1]. Η τιμή +1 ή -1 αντιστοιχεί σε τέλεια συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών (θετική ή αρνητική), ενώ η τιμή 0 αντιστοιχεί σε πλήρη έλλειψη συσχέτισης μεταξύ των δύο υπό εξέταση μεταβλητών. Θετικές τιμές του συντελεστή συσχέτισης δηλώνουν πως οι δύο μεταβλητές αυξάνονται ή μειώνονται με τον ίδιο τρόπο (ταυτόχρονα), ενώ αρνητικές τιμές του συντελεστή συσχέτισης δηλώνουν πως όταν η μία μεταβλητή αυξάνει η άλλη ελαττώνεται.

Κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων οι διαφορές και συσχετίσεις που προκύπτουν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές αν και μόνο αν αντιστοιχούν σε πιθανότητα  $p < 0,05$  (όπως αυτή προκύπτει από τον αντίστοιχο κάθε φορά στατιστικό έλεγχο).

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 17 για Windows.

Με βάση τα παραπάνω έχουν εξαχθεί και τα συμπεράσματα από την παρούσα έρευνα, τα οποία αναλύονται στη συζήτηση.





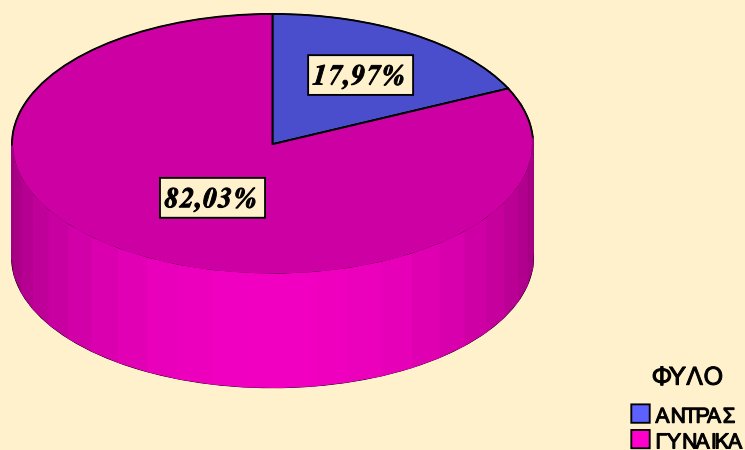
**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 256 νοσηλευτές πανεπιστημιακής και τεχνολογικής εκπαίδευσης, καθώς και βοηθοί νοσηλευτών οι οποίοι ήταν τυχαίο δείγμα. Από την ανάλυση και στατιστική επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν τα ακόλουθα:

*Πίνακας 1: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς το φύλο*

| ΦΥΛΟ   | Συχνότητα | Ποσοστό (%) |
|--------|-----------|-------------|
| Άρρεν  | 46        | 18          |
| Θήλυ   | 210       | 82          |
| Σύνολο | 256       | 100         |

**Σχήμα 1: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς το φύλο**

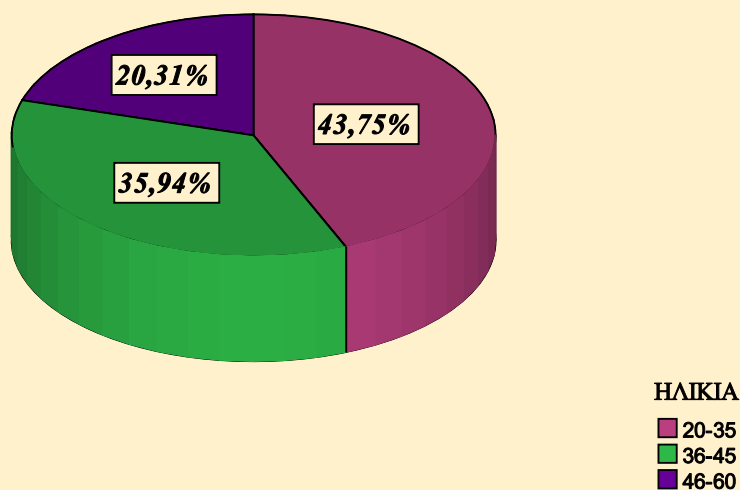


*Οι περισσότεροι ερωτηθέντες ήταν γυναίκες σε ποσοστό 82%, ενώ οι υπόλοιποι ήταν άνδρες.*

*Πίνακας 2: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς την ηλικία*

| ΗΛΙΚΙΑ     | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|------------|-----------|-------------|
| 20-35 ετών | 112       | 43,8        |
| 36-45 ετών | 92        | 35,9        |
| 46-60 ετών | 52        | 20,3        |
| Σύνολο     | 256       | 100         |

**Σχήμα 2: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς την ηλικία**

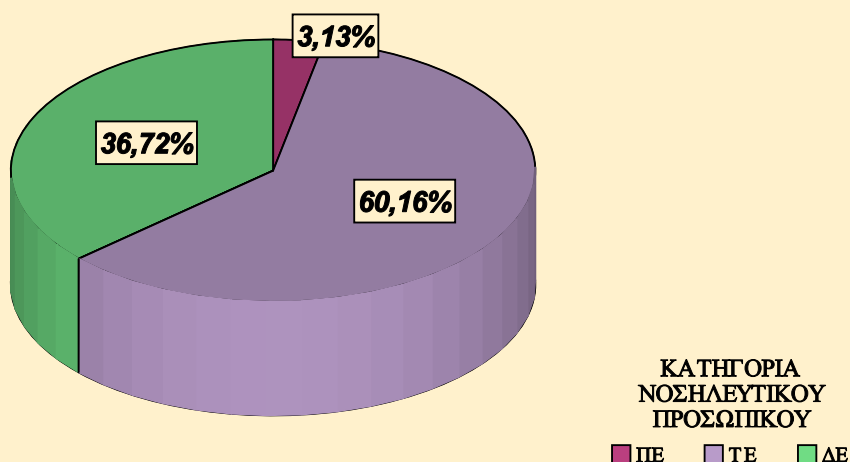


*Οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες απάντησαν ότι έχουν ηλικία μεταξύ 20-35 ετών σε ποσοστό 43,8%. Ποσοστό 35,9% απάντησε ότι έχει ηλικία μεταξύ 36-45 ετών, ενώ ποσοστό 20,3% έχει ηλικία μεταξύ 46-60 ετών.*

**Πίνακας 3:** Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς την κατηγορία νοσηλευτικού προσωπικού

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|-----------|-----------|-------------|
| ΠΕ        | 8         | 3,1         |
| ΤΕ        | 154       | 60,2        |
| ΔΕ        | 94        | 36,7        |
| Σύνολο    | 256       | 100         |

**Σχήμα 3:** Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς την κατηγορία νοσηλευτικού προσωπικού

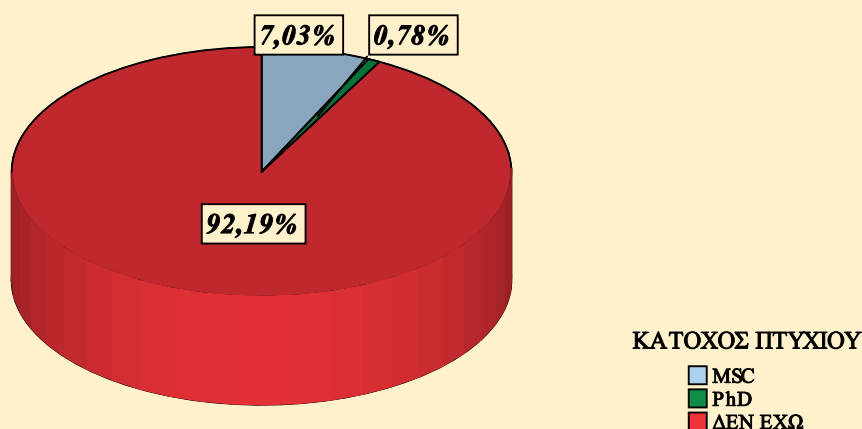


Οι περισσότεροι των ερωτηθέντων απάντησαν ότι είναι νοσηλευτές τεχνολογικής εκπαίδευσης σε ποσοστό 60,2%, ποσοστό 36,7% δήλωσε ότι είναι βοηθοί νοσηλευτών, ενώ μόνο το 3,1% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι είναι νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης.

**Πίνακας 4:** Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς την απόκτηση μεταπτυχιακού/διδακτορικού διπλώματος

| ΚΑΤΟΧΟΣ ΠΤΥΧΙΟΥ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|-----------------|-----------|-------------|
| PhD             | 2         | 0,8         |
| MSC             | 18        | 7           |
| Δεν έχω         | 236       | 92,2        |
| Σύνολο          | 256       | 100         |

**Σχήμα 4:** Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς την απόκτηση μεταπτυχιακού/διδακτορικού διπλώματος

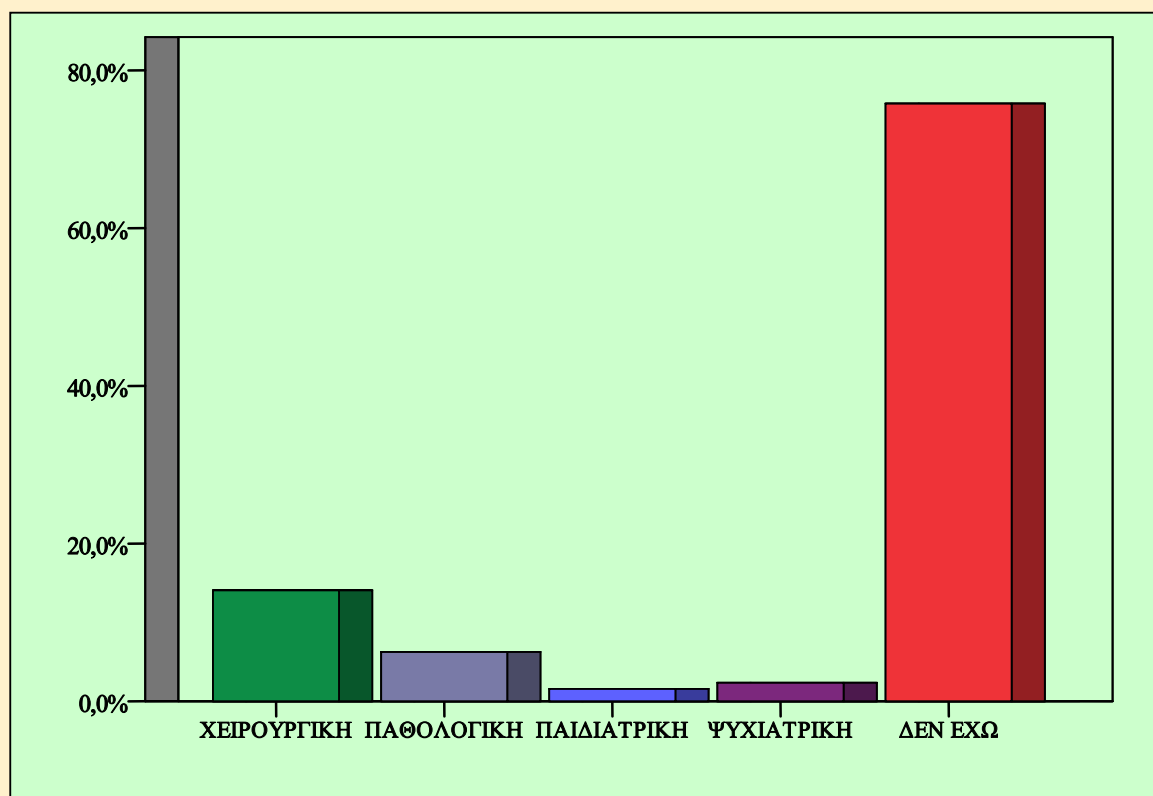


Οι περισσότεροι των ερωτηθέντων απάντησαν ότι δεν έχουν αποκτήσει διδακτορικό ή μεταπτυχιακό δίπλωμα σε ποσοστό 92,2%. Ποσοστό 7% διαθέτει μεταπτυχιακό δίπλωμα, ενώ μόνο το 0,8% των ερωτηθέντων διαθέτει διδακτορικό δίπλωμα.

*Πίνακας 5: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς την απόκτηση ειδικότητας*

| ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ  | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|-------------|-----------|-------------|
| Χειρουργική | 36        | 14,1        |
| Παθολογική  | 16        | 6,3         |
| Παιδιατρική | 4         | 1,6         |
| Ψυχιατρική  | 6         | 2,3         |
| Δεν έχω     | 194       | 75,8        |
| Σύνολο      | 256       | 100         |

**Σχήμα 5: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς την απόκτηση ειδικότητας**

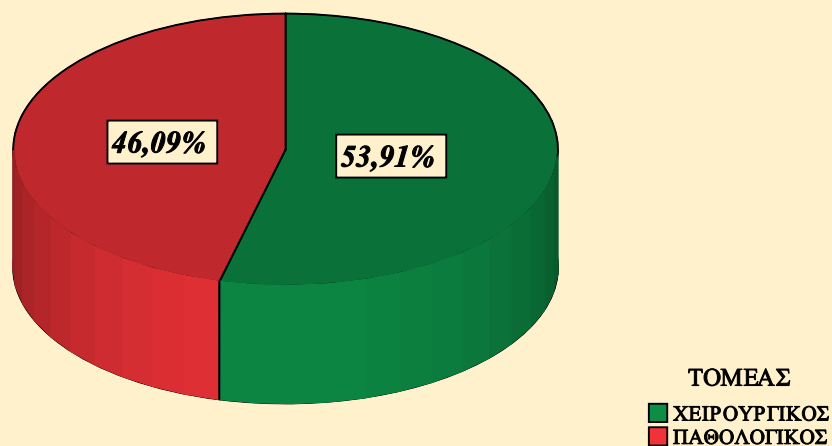


*Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (75,8%) δήλωσε ότι δεν έχει αποκτήσει νοσηλευτική ειδικότητα. Ποσοστό 14,1% έχει αποκτήσει χειρουργική ειδικότητα, ποσοστό 6,3% παθολογική, ποσοστό 2,3% ψυχιατρική, ενώ μόλις το 1,6% έχει αποκτήσει παιδιατρική ειδικότητα.*

*Πίνακας 6: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς τον τομέα εργασίας*

| ΤΟΜΕΑΣ       | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--------------|-----------|-------------|
| Χειρουργικός | 138       | 53,9        |
| Παθολογικός  | 118       | 46,1        |
| Σύνολο       | 256       | 100         |

**Σχήμα 6: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς τον τομέα εργασίας**

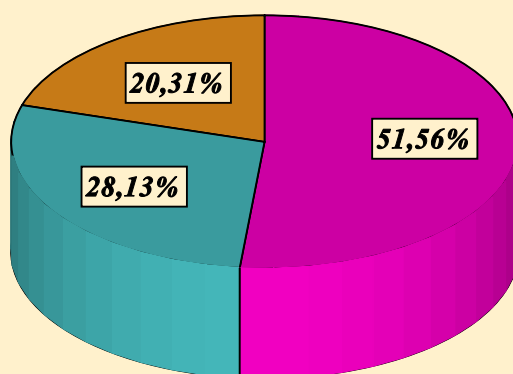


*Παρατηρείται ότι το 53,9% των ερωτηθέντων εργάζεται στον χειρουργικό τομέα, ενώ οι υπόλοιποι στον παθολογικό.*

*Πίνακας 7: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς τα έτη επαγγελματικής προϋπηρεσίας*

| ΕΤΗ    | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--------|-----------|-------------|
| 1-10   | 132       | 51,6        |
| 11-20  | 72        | 28,1        |
| 21-30  | 52        | 20,3        |
| Σύνολο | 256       | 100         |

**Σχήμα 7: Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς τα έτη επαγγελματικής προϋπηρεσίας**



**ΕΤΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΥΠΗΡΕΣΙΑΣ**

- 1-10
- 11-20
- 21-30

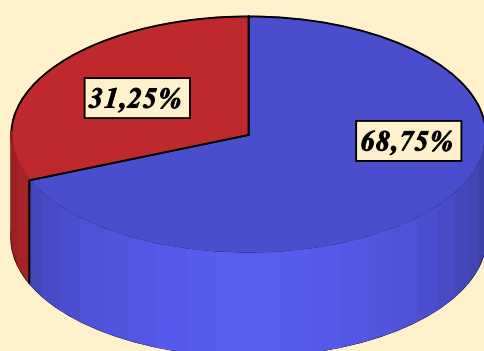
*Το 51,8% των ερωτηθέντων εργάζεται 1-10 χρόνια, το 28,1% εργάζεται 11-20, ενώ το 20,3% εργάζεται 21-30 χρόνια.*



**Πίνακας 8:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας

| ΕΝΗΜΕΡΩΝΕΣΤΕ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΠΟΥ ΔΙΑΔΡΑΜΑΤΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ; | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|---|-----------|-------------|
| Ναι   | 176       | 68,8        |
| Όχι   | 80        | 31,3        |
| Σύνολο  | 256       | 100         |

**Σχήμα 8:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας



Ενημερώνεστε για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας;

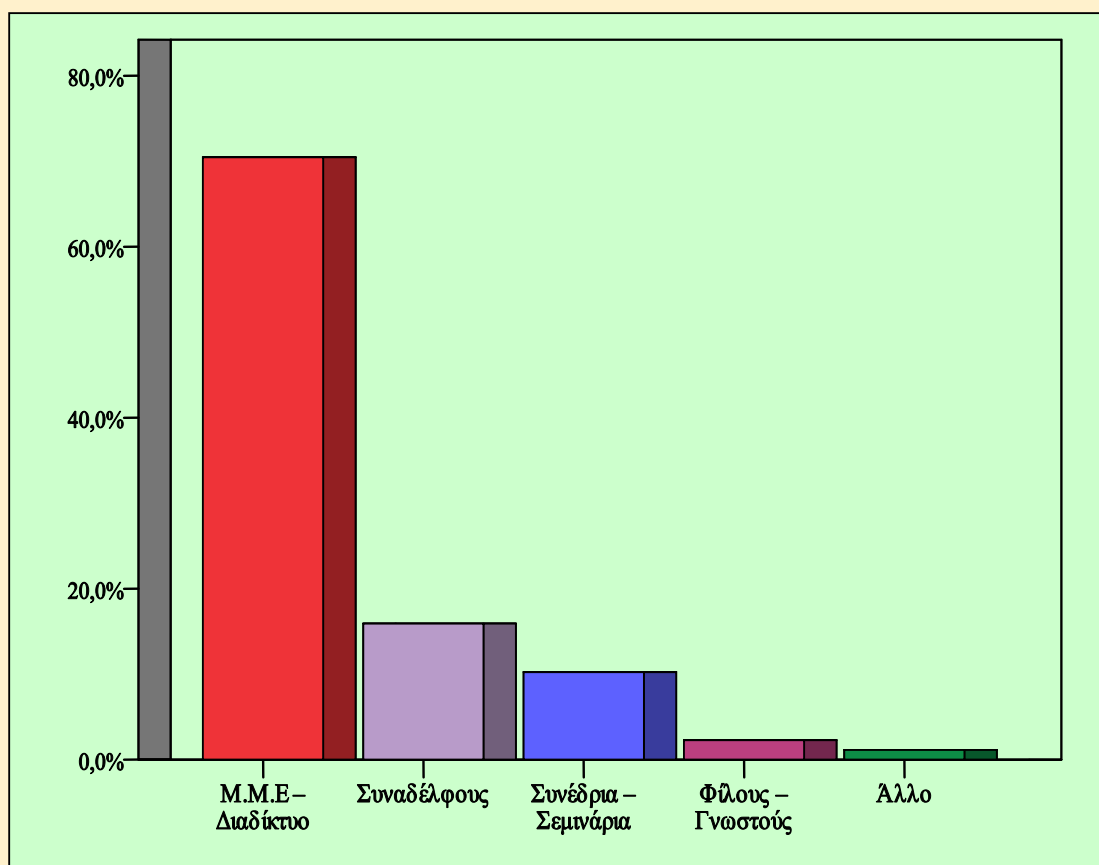
■ ΝΑΙ  
■ ΟΧΙ

*Εκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι το 31,3% των ερωτηθέντων δεν ενημερώνεται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας.*

**Πίνακας 9:** Κατανομή των ερωτηθέντων για τον τρόπο που ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας

| ΤΡΟΠΟΙ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ    | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|----------------------|-----------|-------------|
| Μ.Μ.Ε. – Διαδίκτυο   | 124       | 70,5        |
| Συναδέλφους          | 28        | 15,9        |
| Συνέδρια - Σεμινάρια | 18        | 10,2        |
| Φίλους - Γνωστούς    | 4         | 2,3         |
| Άλλο                 | 2         | 1,1         |
| Σύνολο               | 176       | 100         |

**Σχήμα 9:** Κατανομή των ερωτηθέντων για τον τρόπο που ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας



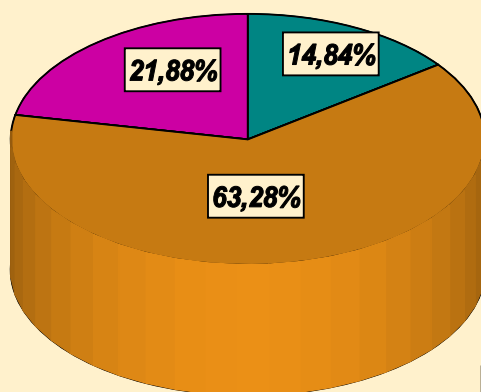
Αξιοπαρατήρητο είναι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (70,5%) ενημερώνεται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας από τα Μ.Μ.Ε. και το διαδίκτυο, ενώ μόλις το 10,2% ενημερώνεται από συνέδρια – σεμινάρια.

Στην ερώτηση αν γνωρίζουν τι είναι η ρομποτική χειρουργική όλοι οι ερωτηθέντες απάντησαν θετικά.

**Πίνακας 10:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το τι γνωρίζουν ότι είναι η ρομποτική χειρουργική

| ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ;  | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Η διενέργεια νοσηλευτικών παρεμβάσεων με χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας      | 38        | 14,8        |
| Η πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων με τα χειρουργικά ρομποτικά συστήματα | 162       | 63,3        |
| Η πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων από ρομπότ                            | 56        | 21,9        |
| Σύνολο   | 256       | 100         |

**Σχήμα 10:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το τι γνωρίζουν ότι είναι η ρομποτική χειρουργική



Η ρομποτική χειρουργική είναι:

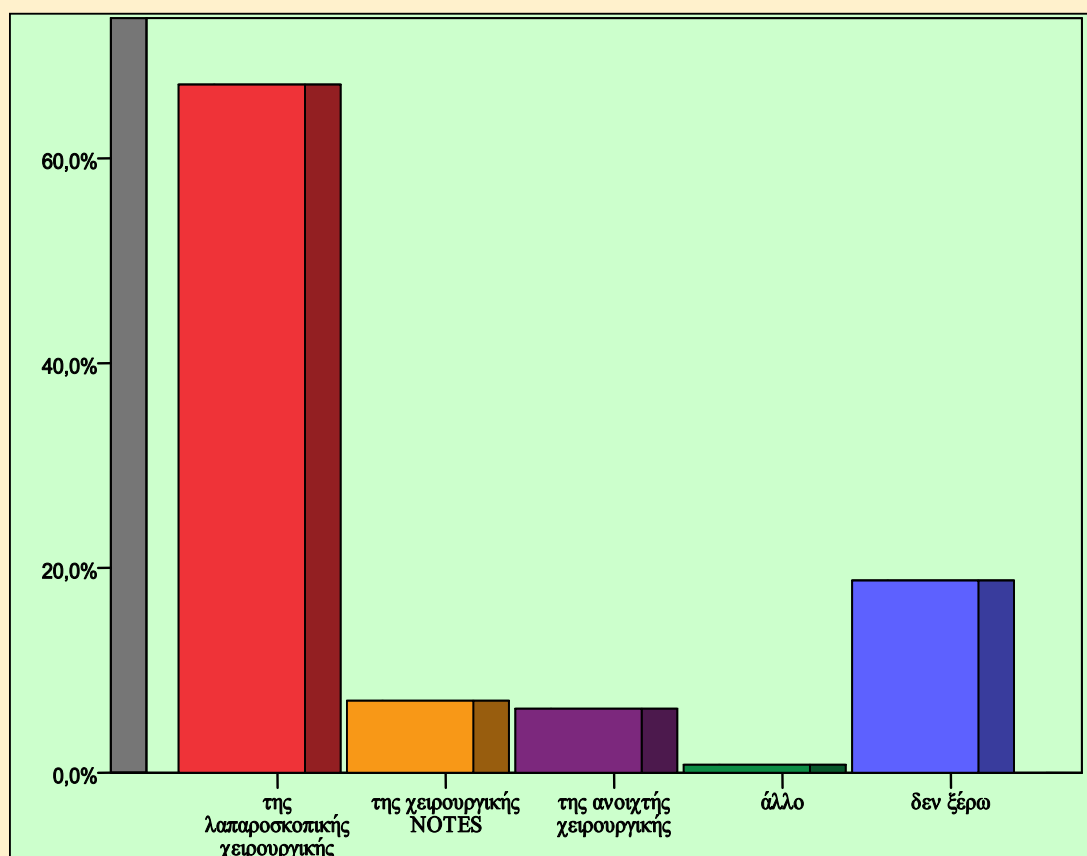
- η διενέργεια νοσηλευτικών παρεμβάσεων με χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας
- η πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων με τα χειρουργικά ρομποτικά συστήματα
- η πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων από ρομπότ

Παρατηρείται ότι παρόλο που όλοι οι ερωτηθέντες απάντησαν ότι γνωρίζουν τι είναι η ρομποτική χειρουργική, εντούτοις μόνο το 63,3% έδωσε το σωστό ορισμό, δηλαδή ότι είναι η πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων με τη χρήση των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων υπό την επίβλεψη της χειρουργικής ομάδας.

**Πίνακας 11:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν την εξέλιξη της ρομποτικής χειρουργικής

| Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΙ ΕΞΕΛΙΞΗ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Της λαπαροσκοπικής χειρουργικής          | 172       | 67,2        |
| Της χειρουργικής NOTES                   | 18        | 7           |
| Της ανοιχτής χειρουργικής                | 16        | 6,3         |
| Άλλο                                     | 2         | 0,8         |
| Δεν ξέρω                                 | 48        | 18,8        |
| Σύνολο                                   | 256       | 100         |

**Σχήμα 11:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν την εξέλιξη της ρομποτικής χειρουργικής

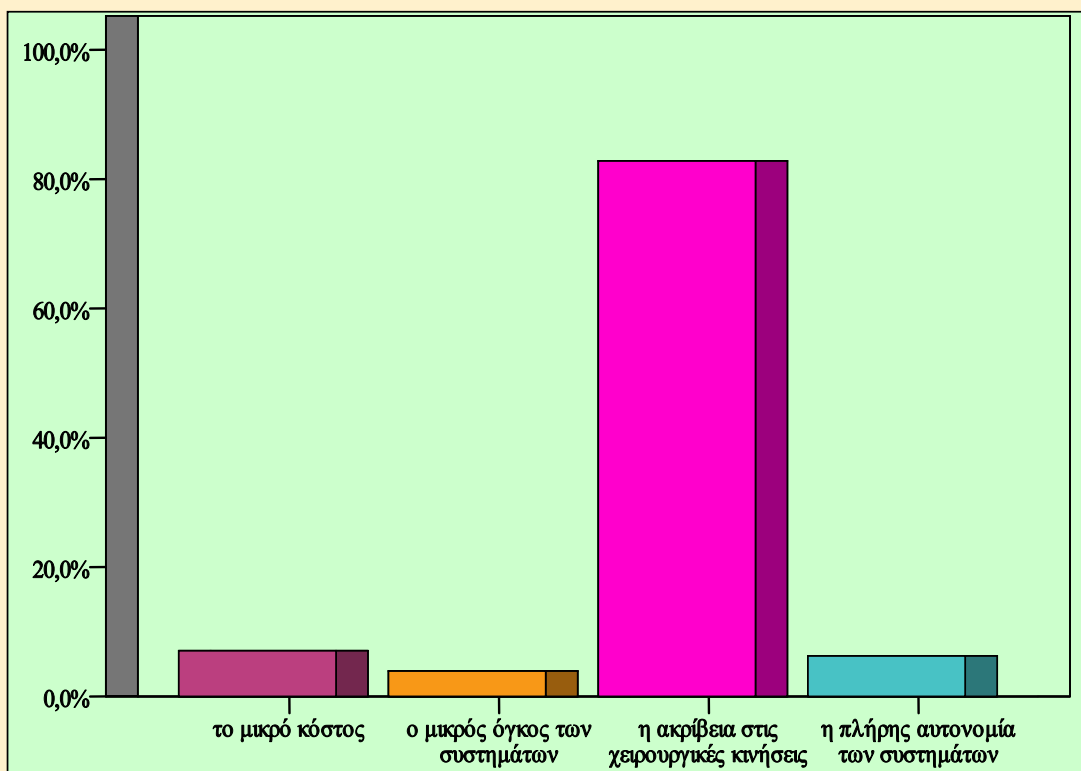


Μόλις το 67,2% των ερωτηθέντων γνωρίζει ότι η ρομποτική χειρουργική αποτελεί εξέλιξη της λαπαροσκοπικής χειρουργικής, ενώ το 18,8% δήλωσε ότι δεν γνωρίζει.

**Πίνακας 12:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν το βασικό πλεονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής

| ΒΑΣΙΚΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΕΙΝΑΙ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Το μικρό κόστος                                      | 18        | 7           |
| Ο μικρός όγκος των συστημάτων                        | 10        | 3,9         |
| Η ακρίβεια στις χειρουργικές κινήσεις                | 212       | 82,8        |
| Η πλήρης αυτονομία των ρομποτικών συστημάτων         | 16        | 6,3         |
| Σύνολο   | 256       | 100         |

**Σχήμα 12:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν το βασικό πλεονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής



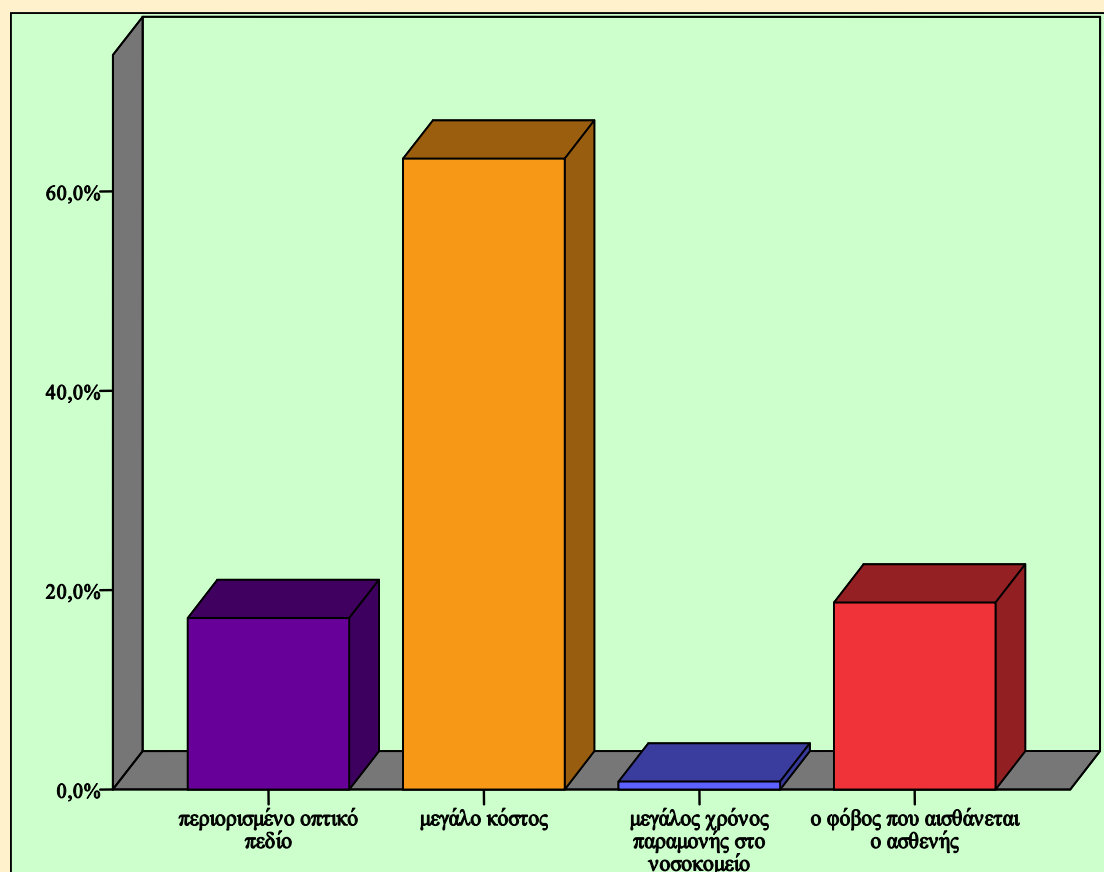
Είναι θετικό το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (82,8%) γνωρίζει ότι το βασικό πλεονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής είναι η ακρίβεια στις χειρουργικές κινήσεις.

Ποσοστό 7% απάντησε το μικρό κόστος, ποσοστό 3,9% απάντησε ο μικρός όγκος των συστημάτων, ενώ το 6,3% απάντησε η πλήρης αυτονομία των ρομποτικών συστημάτων.

**Πίνακας 13:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν το βασικό μειονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής

| ΒΑΣΙΚΟ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΕΙΝΑΙ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Το περιορισμένο οπτικό πεδίο                         | 44        | 17,2        |
| Το μεγάλο κόστος                                     | 162       | 63,3        |
| Ο μεγάλος χρόνος παραμονής στο νοσοκομείο            | 2         | 0,8         |
| Ο φόβος που αισθάνεται ο ασθενής                     | 48        | 18,8        |
| Σύνολο   | 256       | 100         |

**Σχήμα 13:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν το βασικό μειονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής

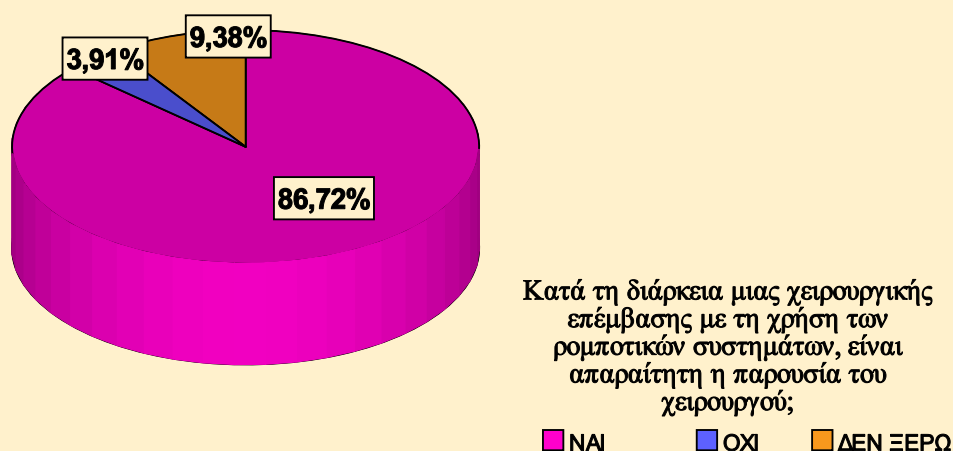


Παρατηρείται ότι μόλις το 18,8% των ερωτηθέντων θεωρεί τον φόβο που αισθάνεται ο ασθενής ως βασικό μειονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής.

**Πίνακας 14:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν θεωρούν απαραίτητη την παρουσία του χειρουργού κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης

| ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΙΑΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΙΝΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΗ Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΥ; | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Ναι  | 222       | 86,7        |
| Όχι  | 10        | 3,9         |
| Δεν ξέρω   | 24        | 9,4         |
| Σύνολο   | 256       | 100         |

**Σχήμα 14:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν θεωρούν απαραίτητη την παρουσία του χειρουργού κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης

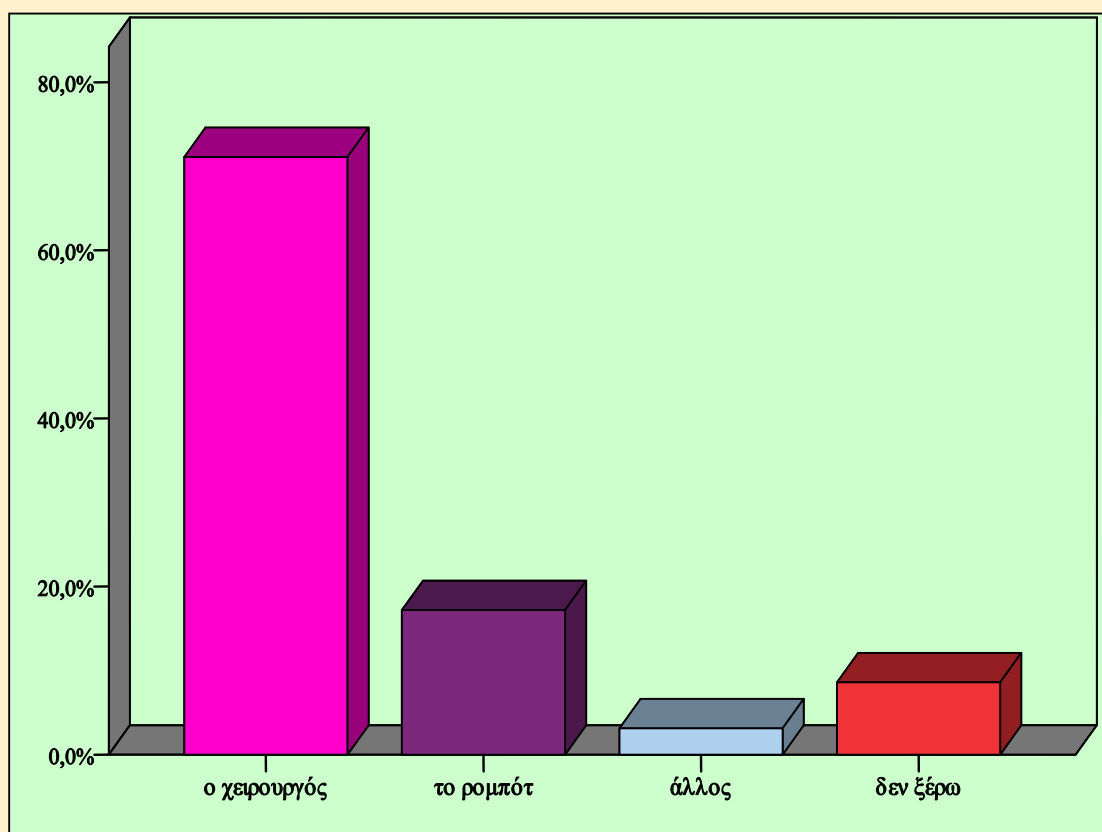


Είναι σημαντικό το γεγονός ότι το 86,7% των ερωτηθέντων γνωρίζει ότι η παρουσία του χειρουργού είναι απαραίτητη κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης. Ποσοστό 3,9% απάντησε ότι δεν είναι απαραίτητη η παρουσία του, ενώ το 9,4% των ερωτηθέντων απάντησε ότι δεν γνωρίζει.

*Πίνακας 15: Κατανομή των ερωτηθέντων για το ποιος πιστεύουν ότι πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση*

| <b>ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΙΑΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ, ΠΟΙΟΣ ΠΙΣΤΕΥΕΤΕ ΟΤΙ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙ ΤΗΝ ΕΓΧΕΙΡΗΣΗ;</b> | <b>ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ</b> | <b>ΠΟΣΟΣΤΟ (%)</b> |
|--|------------------|--------------------|
| Ο χειρουργός   | 182              | 71,1               |
| Το ρομπότ  | 44               | 17,2               |
| Άλλος  | 8                | 3,1                |
| Δεν ξέρω   | 22               | 8,6                |
| Σύνολο   | 256              | 100                |

**Σχήμα 15: Κατανομή των ερωτηθέντων για το ποιος πιστεύουν ότι πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση**



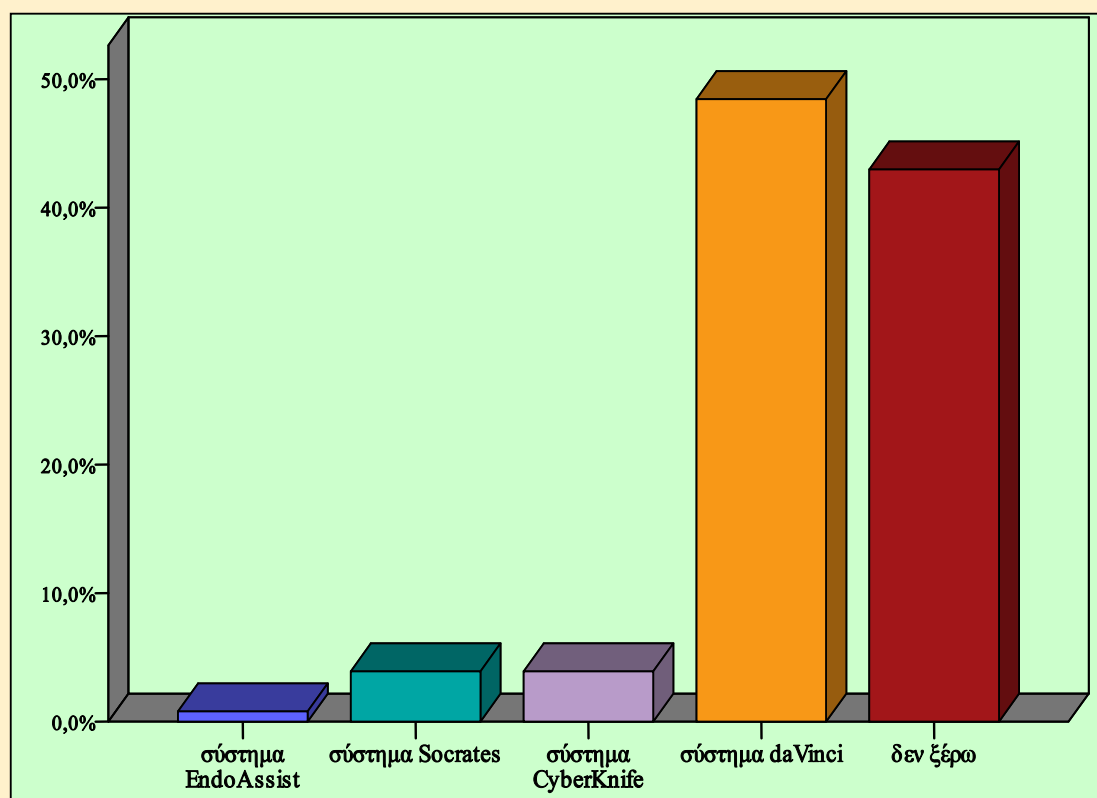
*Είναι θετικό το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (71,1%) γνωρίζει ότι ο χειρουργός πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση.*



*Πίνακας 16: Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν το πιο διαδεδομένο χειρουργικό ρομποτικό σύστημα παγκοσμίως*

| <b>ΤΟ ΠΙΟ ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ ΕΙΝΑΙ</b> | <b>ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ</b> | <b>ΠΟΣΟΣΤΟ (%)</b> |
|--|------------------|--------------------|
| Το σύστημα EndoAssist  | 2                | 0,8                |
| Το σύστημα Socrates  | 10               | 3,9                |
| Το σύστημα Cyber-Knife   | 10               | 3,9                |
| Το σύστημα daVinci   | 124              | 48,4               |
| Δεν ξέρω   | 110              | 43                 |
| Σύνολο   | 256              | 100                |

**Σχήμα 16: Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν το πιο διαδεδομένο χειρουργικό ρομποτικό σύστημα παγκοσμίως**

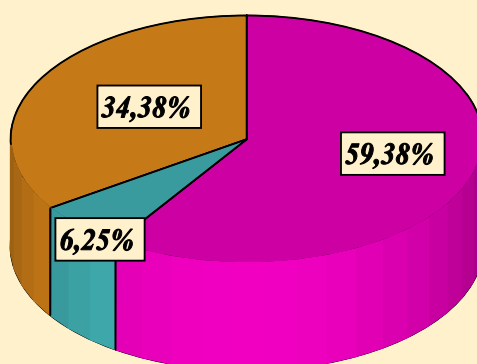


*Εκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι το 43% των ερωτηθέντων απάντησε ότι δεν γνωρίζει ποιο είναι το πιο διαδεδομένο χειρουργικό ρομποτικό σύστημα παγκοσμίως, ενώ μόνο το 48,4% απάντησε ότι είναι το σύστημα daVinci.*

**Πίνακας 17:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν αν έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα ρομποτικές χειρουργικές επεμβάσεις

| ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΑΝ ΕΧΟΥΝ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΕΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ; | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Ναι  | 152       | 59,4        |
| Όχι  | 16        | 6,3         |
| Δεν ξέρω   | 88        | 34,4        |
| Σύνολο   | 30        | 100         |

**Σχήμα 17:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν αν έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα ρομποτικές χειρουργικές επεμβάσεις



Γνωρίζετε αν έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα χειρουργικές επεμβάσεις με τη χρήση χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων;

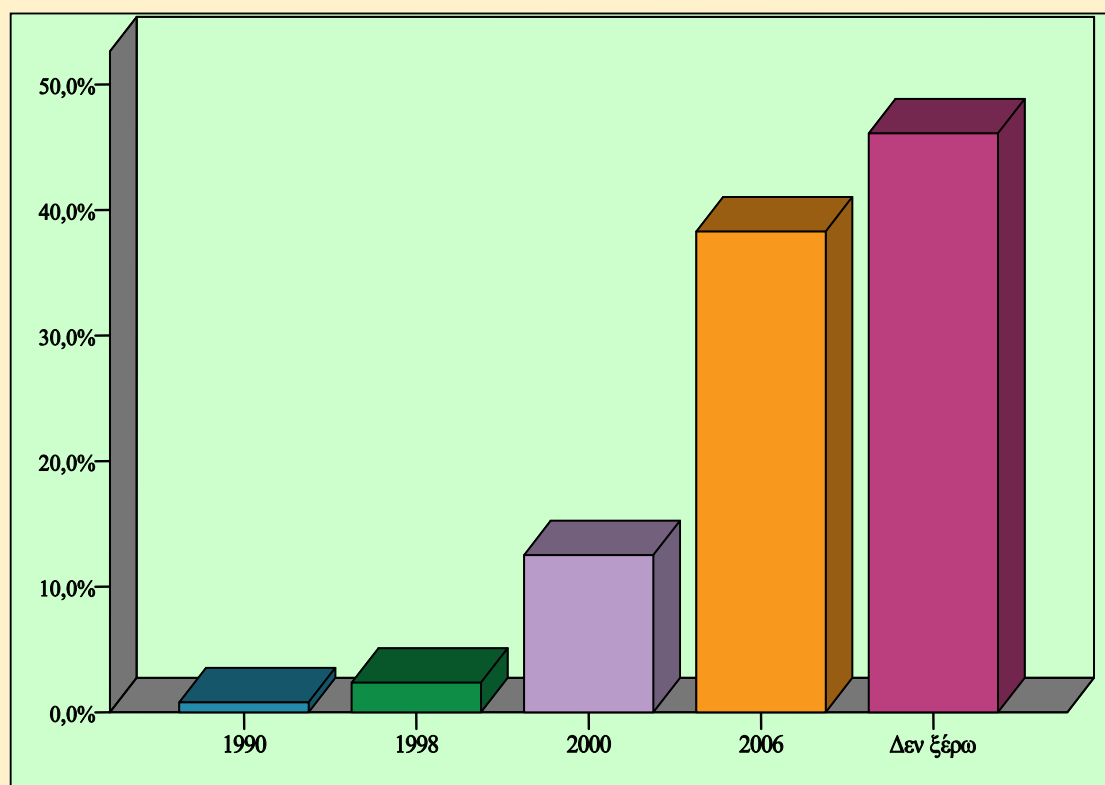
- ΝΑΙ
- ΟΧΙ
- ΔΕΝ ΞΕΡΩ

Έκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι μόλις το 59,4% των ερωτηθέντων γνωρίζει ότι έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα ρομποτικές χειρουργικές επεμβάσεις.

**Πίνακας 18:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν από πότε είναι γεγονός στην Ελλάδα η εφαρμογή των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων

| Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΕΙΝΑΙ ΓΕΓΟΝΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΕΤΟΣ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|---|-----------|-------------|
| 1990  | 2         | 0,8         |
| 1998  | 6         | 2,3         |
| 2000  | 32        | 12,5        |
| 2006  | 98        | 38,3        |
| Δεν ξέρω  | 118       | 46,1        |
| Σύνολο  | 256       | 100         |

**Σχήμα 18:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν από πότε είναι γεγονός στην Ελλάδα η εφαρμογή των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων

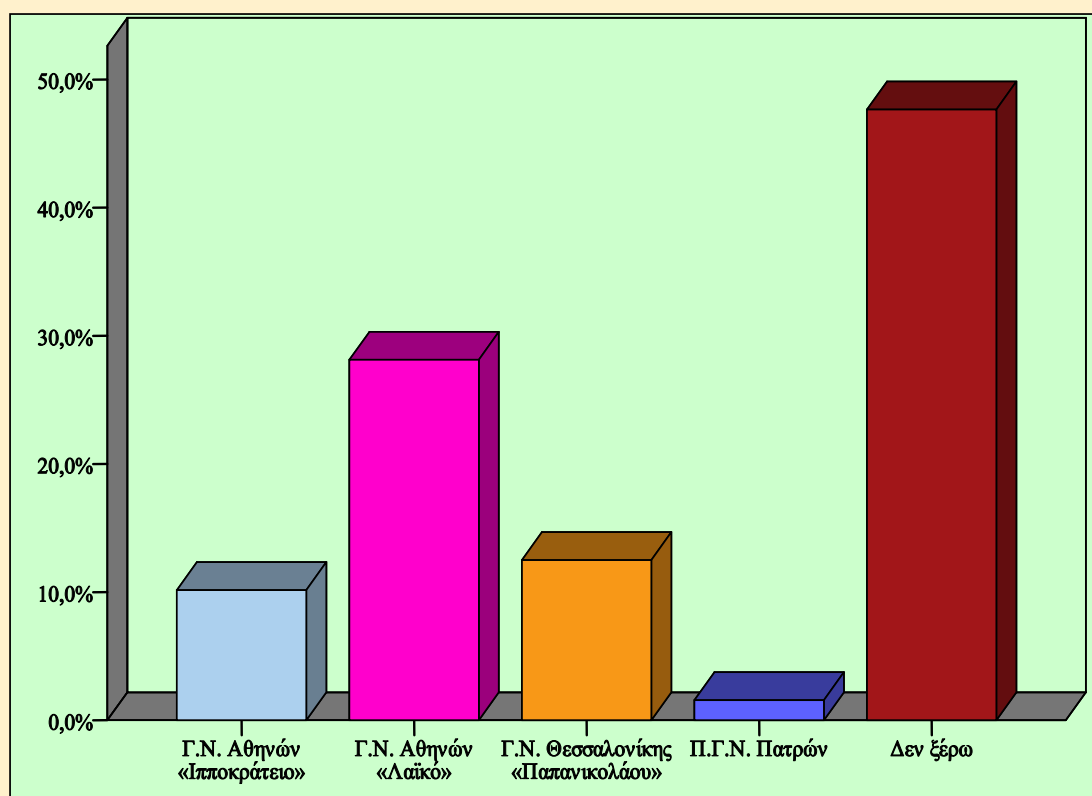


Έκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι το 46,1% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι δεν γνωρίζει από πότε είναι γεγονός στην Ελλάδα η εφαρμογή των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων. Μόνο το 38,3% γνωρίζει ότι είναι γεγονός από το 2006.

**Πίνακας 19:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν σε ποιο δημόσιο νοσοκομείο έχει εγκατασταθεί το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci

| ΣΕ ΠΟΙΟ ΑΠΟ ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΔΗΜΟΣΙΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ ΕΧΕΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ ΤΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ DAVINCI; | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Γ.Ν. Αθηνών «Ιπποκράτειο»  | 26        | 10,2        |
| Γ.Ν. Αθηνών «Λαϊκό»  | 72        | 28,1        |
| Γ.Ν. Θεσσαλονίκης «Παπανικολάου»   | 32        | 12,5        |
| Π.Γ.Ν. Πατρών  | 4         | 1,6         |
| Δεν ξέρω   | 122       | 47,7        |
| Σύνολο   | 256       | 100         |

**Σχήμα 19:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν σε ποιο δημόσιο νοσοκομείο έχει εγκατασταθεί το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci

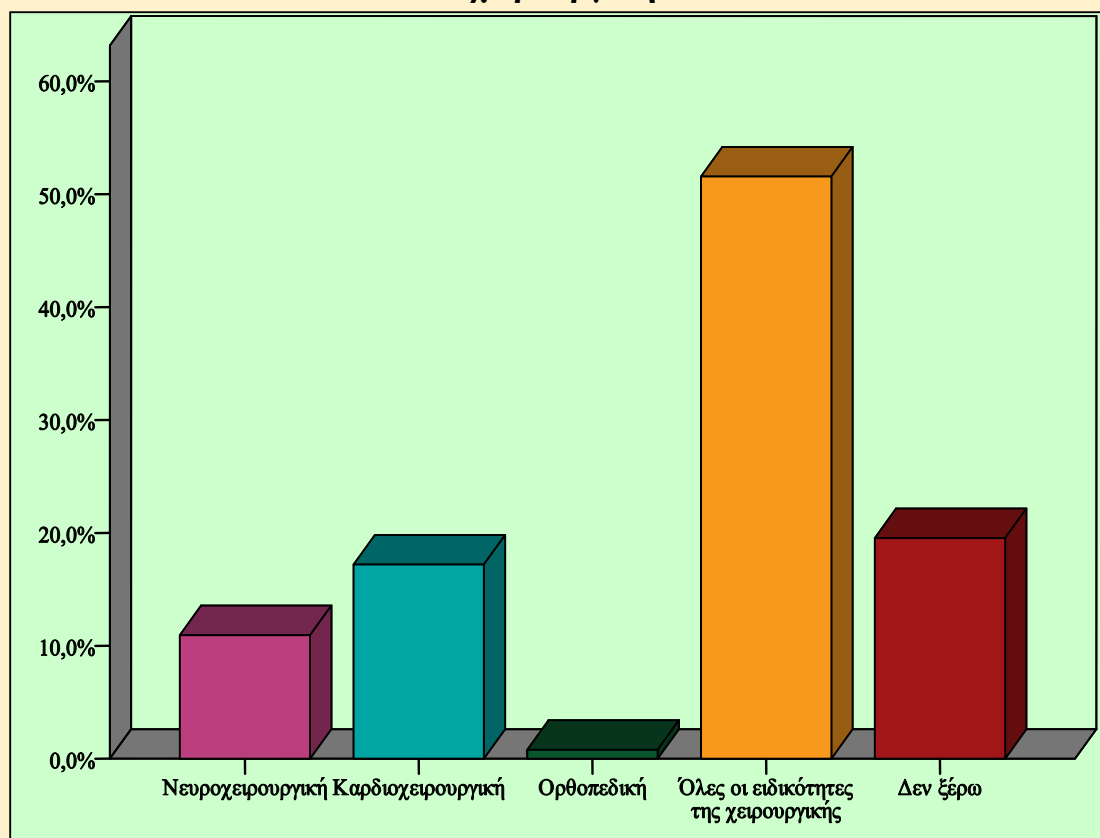


Αξιοπρόσεκτο είναι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (47,7%) απάντησε ότι δεν γνωρίζει σε ποιο δημόσιο νοσοκομείο έχει εγκατασταθεί το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci, ενώ μόλις το 28,1% απάντησε στο Γ.Ν. Αθηνών «Λαϊκό».

**Πίνακας 20:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν σε ποιες ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης εφαρμόζεται η ρομποτική χειρουργική

| Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ                | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Στη νευροχειρουργική                               | 28        | 10,9        |
| Στην καρδιοχειρουργική                             | 44        | 17,2        |
| Στην ορθοπαιδική χειρουργική                       | 2         | 0,8         |
| Σε όλες τις ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης | 132       | 51,6        |
| Δεν ξέρω   | 50        | 19,5        |
| Σύνολο   | 256       | 100         |

**Σχήμα 20:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν σε ποιες ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης εφαρμόζεται η ρομποτική χειρουργική

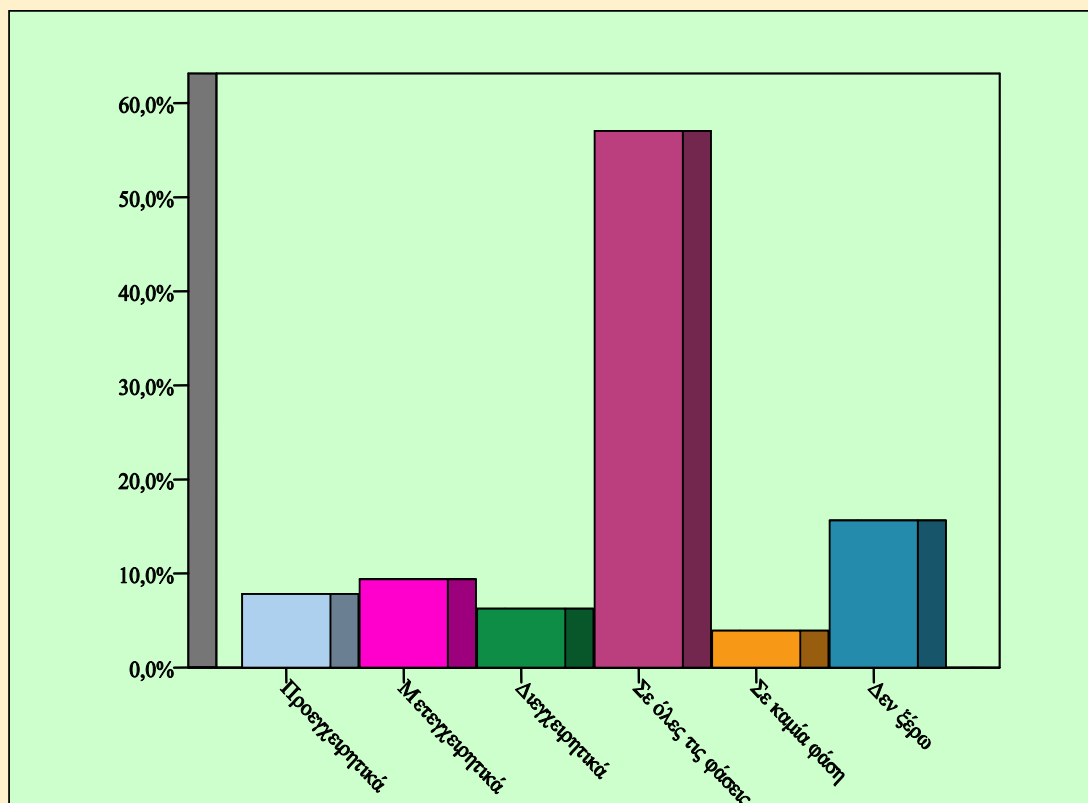


Παρατηρείται ότι μόνο το 51,6% των ερωτηθέντων γνωρίζει ότι η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται σε όλες τις ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης.

**Πίνακας 21:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν θεωρούν ότι το νοσηλευτικό προσωπικό συμμετέχει ενεργά στη ρομποτική χειρουργική και σε ποιο στάδιο

| Ο ΝΟΣΗΛΕΥΤΗΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΕΙ ΕΝΕΡΓΑ ΣΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Προεγχειρητικά   | 20        | 7,8         |
| Μετεγχειρητικά   | 24        | 9,4         |
| Διεγχειρητικά  | 16        | 6,3         |
| Σε όλες τις φάσεις                                       | 146       | 57          |
| Σε καμία φάση  | 10        | 3,9         |
| Δεν ξέρω   | 40        | 15,6        |
| Σύνολο   | 256       | 100         |

**Σχήμα 21:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν θεωρούν ότι το νοσηλευτικό προσωπικό συμμετέχει ενεργά στη ρομποτική χειρουργική και σε ποιο στάδιο

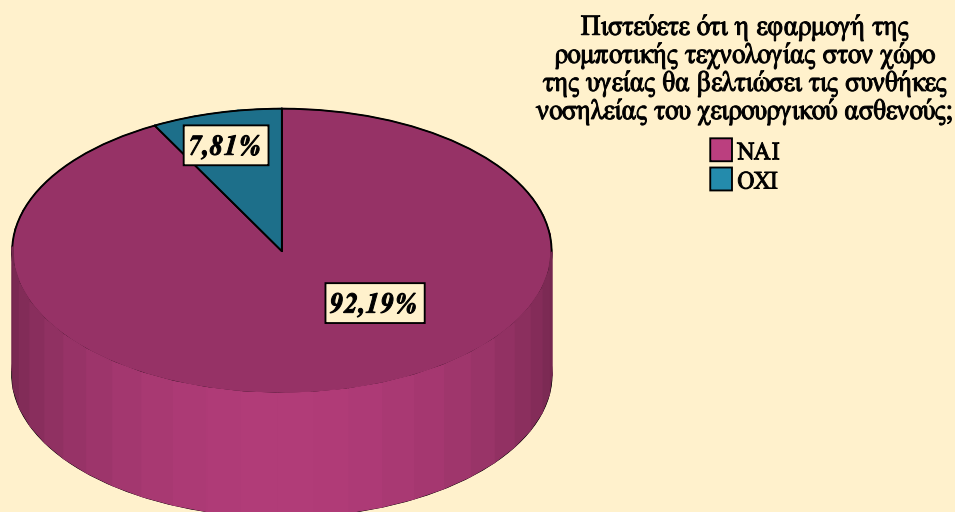


Όπως φαίνεται παραπάνω, μόνο το 57% των ερωτηθέντων γνωρίζει ότι το νοσηλευτικό προσωπικό συμμετέχει ενεργά σε όλες τις φάσεις της ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης, ενώ το 3,9% θεωρεί ότι ο ρόλος του νοσηλευτικού προσωπικού δεν υφίσταται.

**Πίνακας 22:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν πιστεύουν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς

| <b>ΠΙΣΤΕΥΕΤΕ ΟΤΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΘΑ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ;</b> | <b>ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ</b> | <b>ΠΟΣΟΣΤΟ (%)</b> |
|---|------------------|--------------------|
| Ναι   | 236              | 92,2               |
| Όχι   | 20               | 7,8                |
| Σύνολο  | 256              | 100                |

**Σχήμα 22:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν πιστεύουν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς

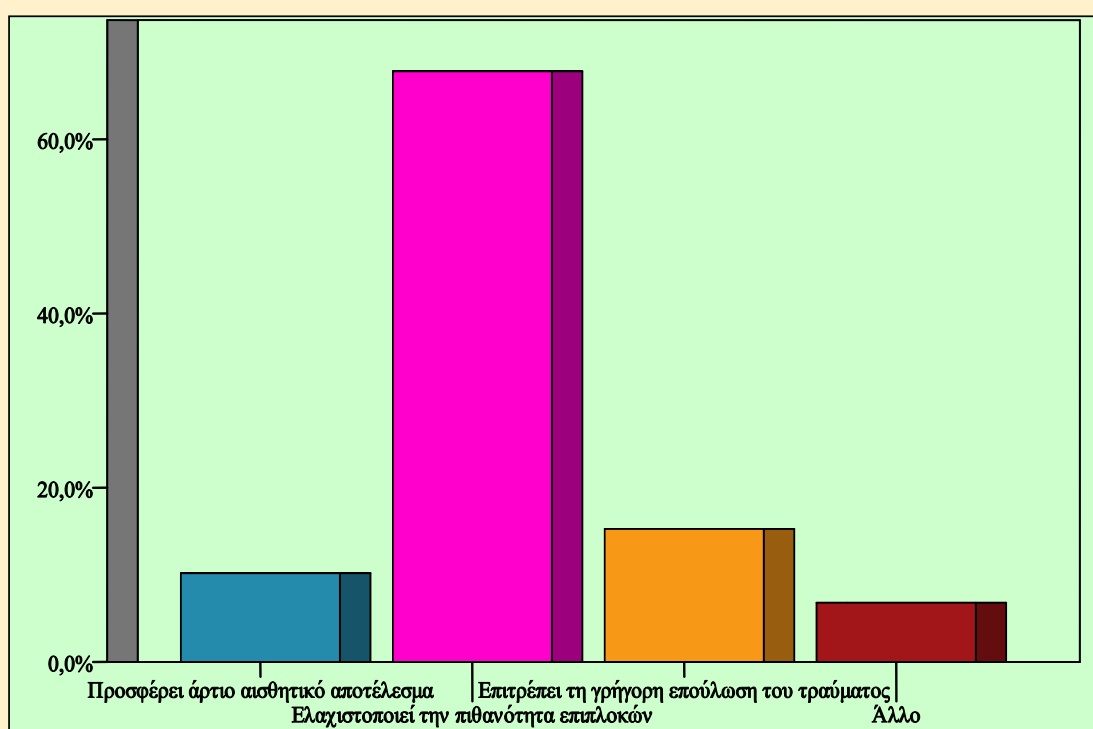


Όπως απεικονίζεται παραπάνω, το 92,2% των ερωτηθέντων πιστεύουν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς.

**Πίνακας 23:** Κατανομή των ερωτηθέντων σχετικά με την άποψη τους γιατί η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς

| ΓΙΑ ΠΟΙΟ ΛΟΓΟ ΠΙΣΤΕΥΕΤΕ ΟΤΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΘΑ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ; | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|--|-----------|-------------|
| Προσφέρει άρτιο αισθητικό αποτέλεσμα   | 24        | 10,2        |
| Ελαχιστοποιεί την πιθανότητα ενδοεγχειρητικών και μετεγχειρητικών επιπλοκών  | 160       | 67,8        |
| Επιτρέπει τη γρήγορη επούλωση του τραύματος  | 36        | 15,3        |
| Άλλο   | 16        | 6,8         |
| Σύνολο   | 236       | 100         |

**Σχήμα 23:** Κατανομή των ερωτηθέντων σχετικά με την άποψη τους γιατί η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς



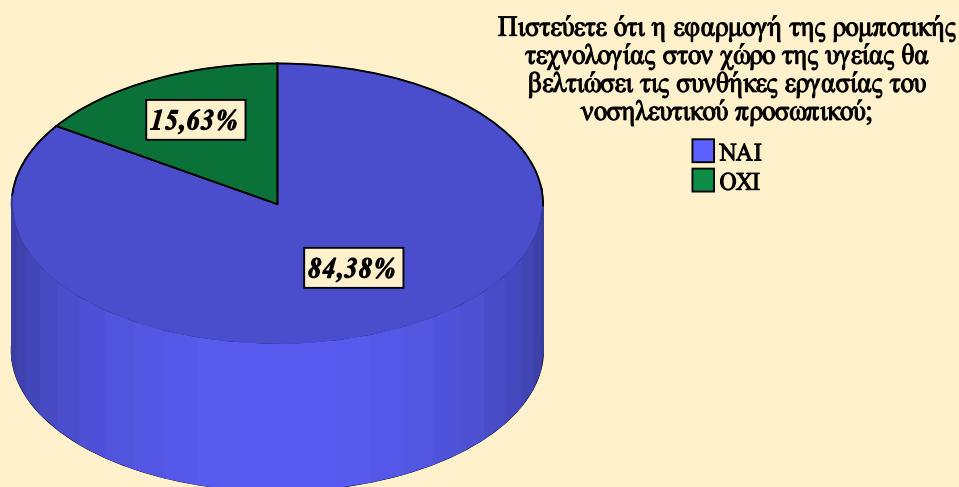
Το 67,8% των ερωτηθέντων που θεωρούν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς στήριξαν την άποψη τους, απαντώντας ότι ελαχιστοποιείται η πιθανότητα επιπλοκών. Το 10,2% απάντησε ότι προσφέρει άρτιο αισθητικό αποτέλεσμα, ενώ το 15,3% ότι επιτρέπει τη γρήγορη επούλωση του τραύματος.



**Πίνακας 24:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν πιστεύουν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού

| <b>ΠΙΣΤΕΥΕΤΕ ΟΤΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΘΑ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ;</b> | <b>ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ</b> | <b>ΠΟΣΟΣΤΟ (%)</b> |
|--|------------------|--------------------|
| Ναι  | 216              | 84,4               |
| Όχι  | 40               | 15,6               |
| Σύνολο   | 266              | 100                |

**Σχήμα 24:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν πιστεύουν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού

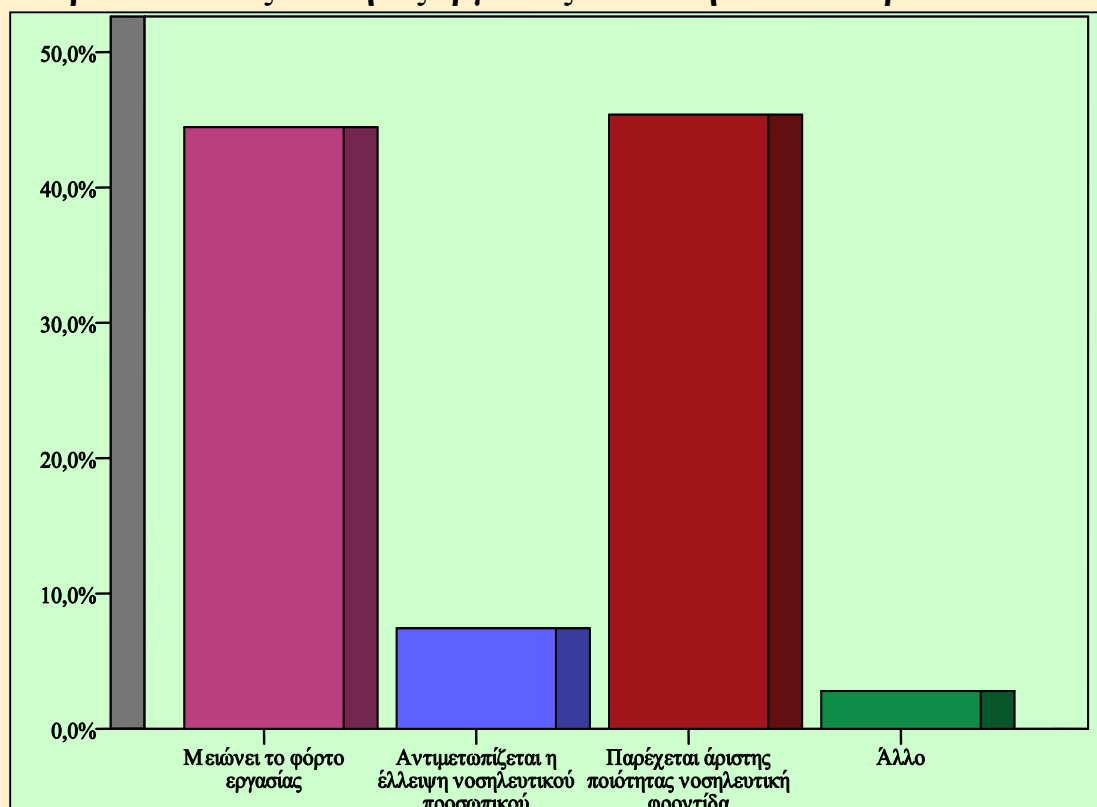


Παρατηρείται ότι το 84,4% των ερωτηθέντων πιστεύει ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού.

**Πίνακας 25:** Κατανομή των ερωτηθέντων σχετικά με την άποψη τους γιατί η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού

| ΓΙΑ ΠΟΙΟ ΛΟΓΟ ΠΙΣΤΕΥΕΤΕ ΟΤΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΘΑ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ; | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|---|-----------|-------------|
| Μειώνει το φόρτο εργασίας   | 96        | 44,4        |
| Αντιμετωπίζεται η έλλειψη νοσηλευτικού προσωπικού   | 16        | 7,4         |
| Το νοσηλευτικό προσωπικό παρέχει άριστης ποιότητας νοσηλευτική φροντίδα   | 98        | 45,4        |
| Άλλο  | 6         | 2,8         |
| Σύνολο  | 26        | 100         |

**Σχήμα 25:** Κατανομή των ερωτηθέντων σχετικά με την άποψη τους γιατί η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού

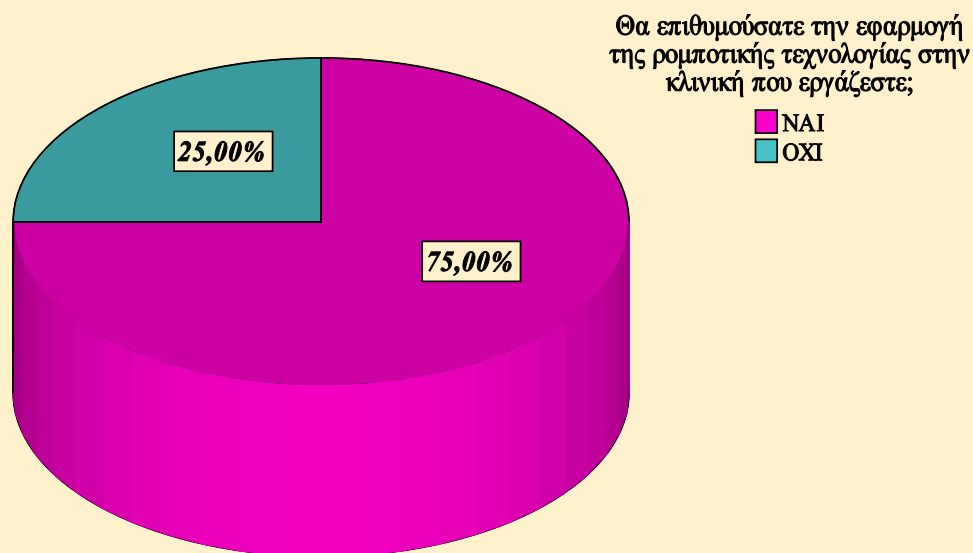


Το 45,4% των ερωτηθέντων που πιστεύει ότι η ρομποτική τεχνολογία θα βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού στήριξε την άποψη του απαντώντας ότι παρέχεται άριστης ποιότητας νοσηλευτική φροντίδα. Το 44,4% απάντησε ότι μειώνει το φόρτο εργασίας, ενώ το 7,4% ότι αντιμετωπίζεται η έλλειψη νοσηλευτικού προσωπικού.

**Πίνακας 26:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν θα επιθυμούσαν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται

| ΘΑ ΕΠΙΘΥΜΟΥΣΑΤΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ ΠΟΥ ΕΡΓΑΖΕΣΤΕ; | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|---|-----------|-------------|
| Ναι   | 192       | 75          |
| Όχι   | 64        | 25          |
| Σύνολο  | 256       | 100         |

**Σχήμα 26:** Κατανομή των ερωτηθέντων για το αν θα επιθυμούσαν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται

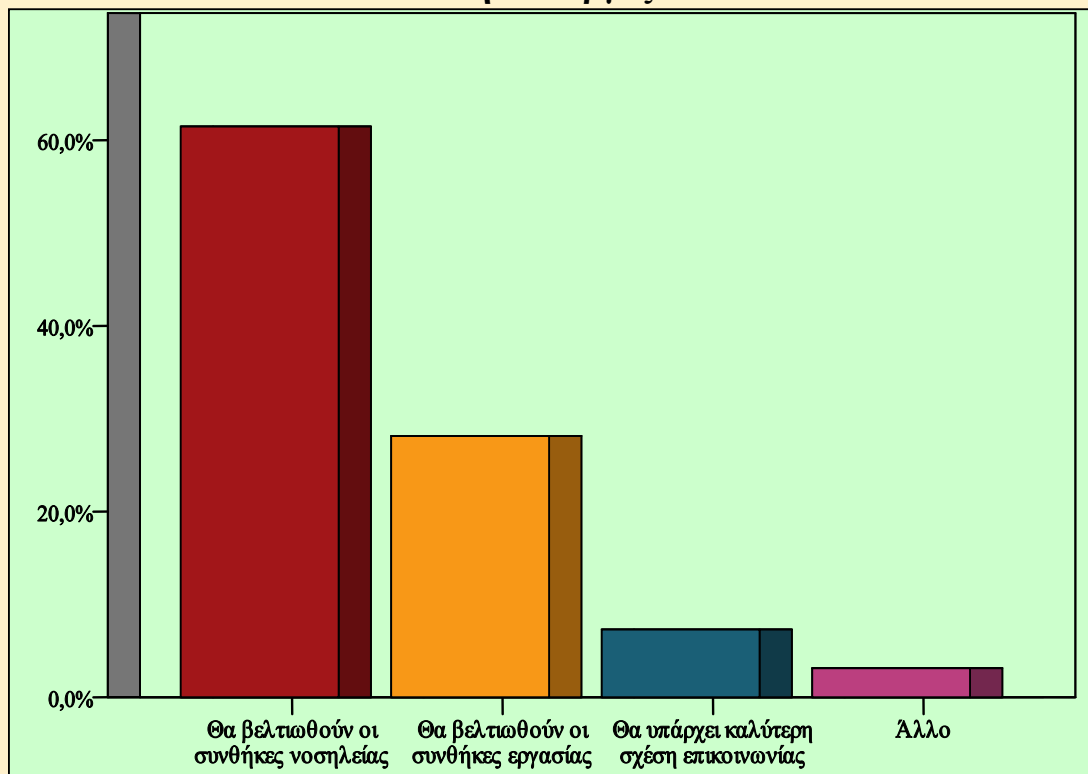


Είναι αξιοπαρατήρητο το γεγονός ότι το 25% των ερωτηθέντων δεν επιθυμεί την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεται.

**Πίνακας 27:** Κατανομή των ερωτηθέντων σχετικά με την άποψη τους γιατί θα επιθυμούσαν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται

| ΓΙΑ ΠΟΙΟ ΛΟΓΟ ΘΑ ΕΠΙΘΥΜΟΥΣΑΤΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ ΠΟΥ ΕΡΓΑΖΕΣΤΕ; | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|---|-----------|-------------|
| Θα βελτιωθούν οι συνθήκες νοσηλείας   | 118       | 61,5        |
| Θα βελτιωθούν οι συνθήκες εργασίας  | 54        | 28,1        |
| Θα υπάρχει καλύτερη σχέση επικοινωνίας  | 14        | 7,3         |
| Άλλο  | 6         | 3,1         |
| Σύνολο  | 192       | 100         |

**Σχήμα 27:** Κατανομή των ερωτηθέντων σχετικά με την άποψη τους γιατί θα επιθυμούσαν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται



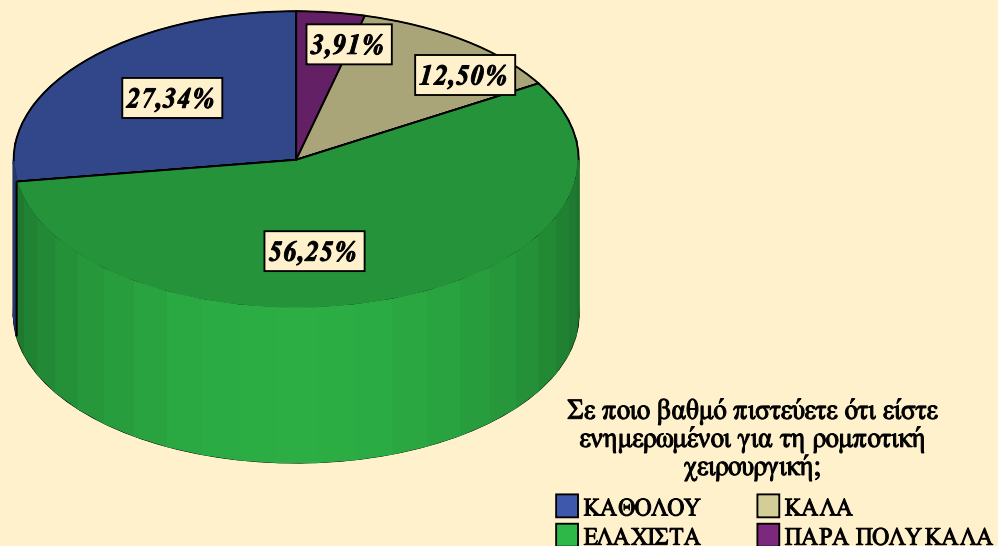
Το 61,5% των ερωτηθέντων που επιθυμεί την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεται αιτιολόγησε την άποψη του απαντώντας ότι θα βελτιωθούν οι συνθήκες νοσηλείας. Το 28,1% απάντησε ότι θα βελτιωθούν οι συνθήκες εργασίας, ενώ το 7,3% ότι θα υπάρχει καλύτερη σχέση επικοινωνίας μεταξύ ασθενούς και νοσηλευτικού προσωπικού.

Στην ερώτηση αν πιστεύουν ότι το νοσηλευτικό προσωπικό θα πρέπει να ενημερώνεται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας μέσω επιμορφωτικών σεμιναρίων, όλοι οι ερωτηθέντες απάντησαν θετικά.

**Πίνακας 28:** Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς το βαθμό στον οποίο πιστεύουν ότι είναι ενημερωμένοι για τη ρομποτική χειρουργική

| ΒΑΘΜΟΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ (%) |
|-------------------|-----------|-------------|
| Καθόλου           | 70        | 27,3        |
| Ελάχιστα          | 144       | 56,3        |
| Καλά              | 32        | 12,5        |
| Πάρα πολύ καλά    | 10        | 3,9         |
| Σύνολο            | 256       | 100         |

**Σχήμα 28:** Κατανομή των ερωτηθέντων ως προς το βαθμό στον οποίο πιστεύουν ότι είναι ενημερωμένοι για τη ρομποτική χειρουργική



Όπως φαίνεται παραπάνω, το 27,3% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι δεν είναι καθόλου ενημερωμένο για τη ρομποτική χειρουργική, το 56,3% ότι είναι ελάχιστα ενημερωμένο, το 12,5% ότι είναι καλά ενημερωμένο, ενώ μόλις το 3,9% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι είναι πάρα πολύ καλά ενημερωμένο για τη ρομποτική χειρουργική.



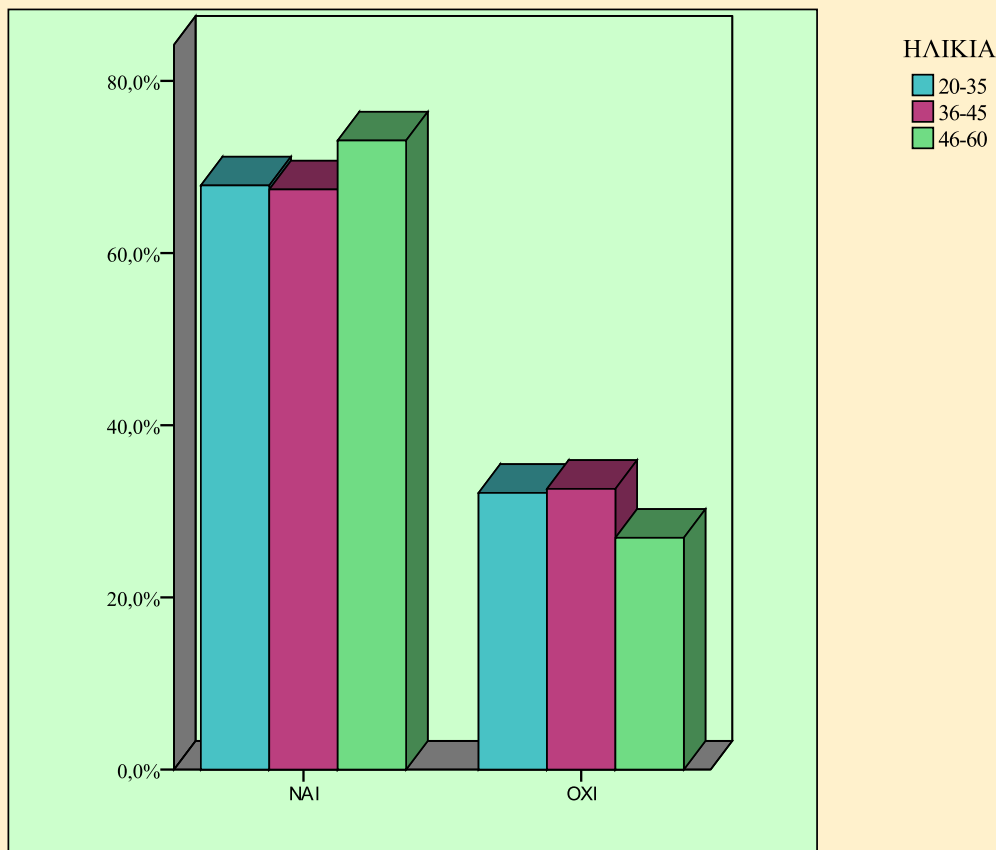
**ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ**

**Πίνακας 29:** Συσχέτιση ηλικίας με το αν οι ερωτηθέντες ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας

|   |            | ΗΛΙΚΙΑ       |             |             |              |
|---|------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
|   |            | 20-35        | 36-45       | 46-60       | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Ενημερώνεστε για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας; | <i>Ναι</i> | 76<br>67,9%  | 62<br>67,4% | 38<br>73,1% | 176<br>68,8% |
|   | <i>Όχι</i> | 36<br>32,1%  | 30<br>32,6% | 14<br>26,9% | 80<br>31,3%  |
| ΣΥΝΟΛΟ  |            | 112<br>43,8% | 92<br>35,9% | 52<br>20,3% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 0,287, df = 2, p = 0,8$$

**Σχήμα 29:** Συσχέτιση ηλικίας με το αν οι ερωτηθέντες ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας



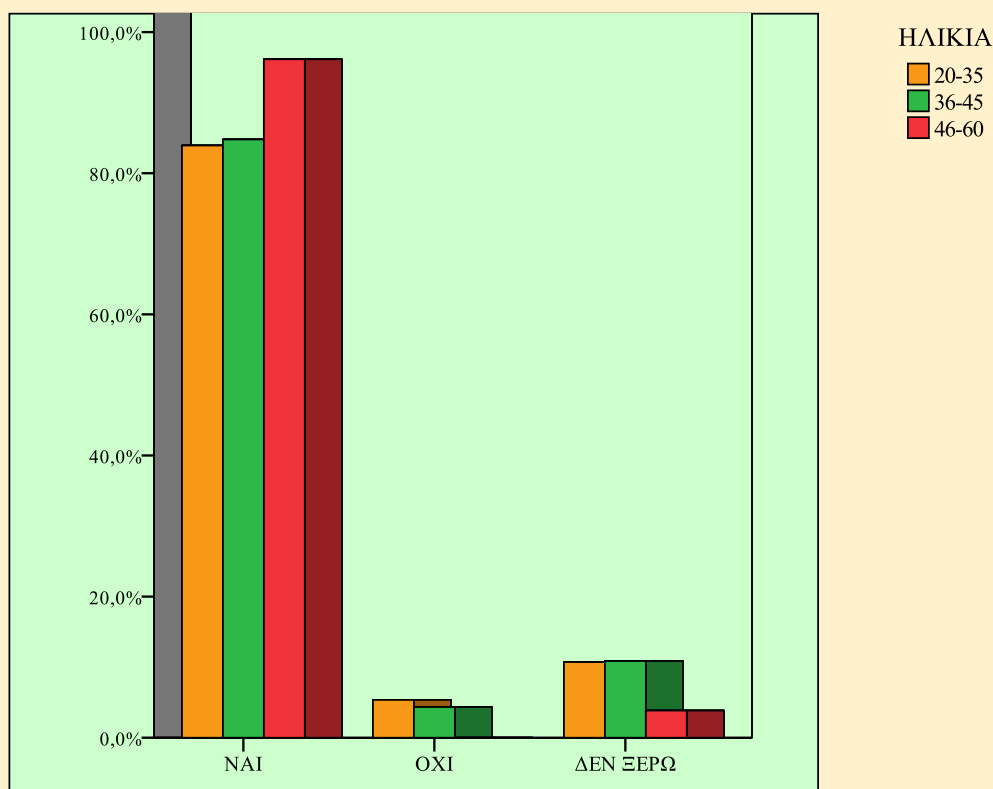
Παρατηρείται ότι οι ερωτηθέντες που έχουν ηλικία 46-60 ετών ενημερώνονται περισσότερο για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας σε σχέση με τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες.

**Πίνακας 30:** Συσχέτιση ηλικίας με το αν οι ερωτηθέντες θεωρούν απαραίτητη την παρουσία του χειρουργού κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης

|   |                 | ΗΛΙΚΙΑ       |             |             |              |
|---|-----------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
|   |                 | 20-35        | 36-45       | 46-60       | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Κατά τη διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης με τη χρήση ρομποτικών συστημάτων, είναι απαραίτητη η παρουσία του χειρουργού; | <i>Ναι</i>      | 94<br>83,9%  | 78<br>84,8% | 50<br>96,2% | 222<br>86,7% |
|   | <i>Όχι</i>      | 6<br>5,4%    | 4<br>4,3%   | 0<br>0%     | 10<br>3,9%   |
|   | <i>Δεν ξέρω</i> | 12<br>10,7%  | 10<br>10,9% | 2<br>3,8%   | 24<br>9,4%   |
| ΣΥΝΟΛΟ  |                 | 112<br>43,8% | 23<br>35,9% | 52<br>20,3% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 2,7, df = 4, p = 0,6$$

**Σχήμα 30:** Συσχέτιση ηλικίας με το αν οι ερωτηθέντες θεωρούν απαραίτητη την παρουσία του χειρουργού κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης



Παρατηρείται ότι το 96,2% των ερωτηθέντων ηλικίας 46-60 ετών θεωρεί απαραίτητη την παρουσία του χειρουργού κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής επέμβασης, ενώ την ίδια απάντηση έδωσε μόνο το 83,9% των ερωτηθέντων ηλικίας 20-35 ετών.

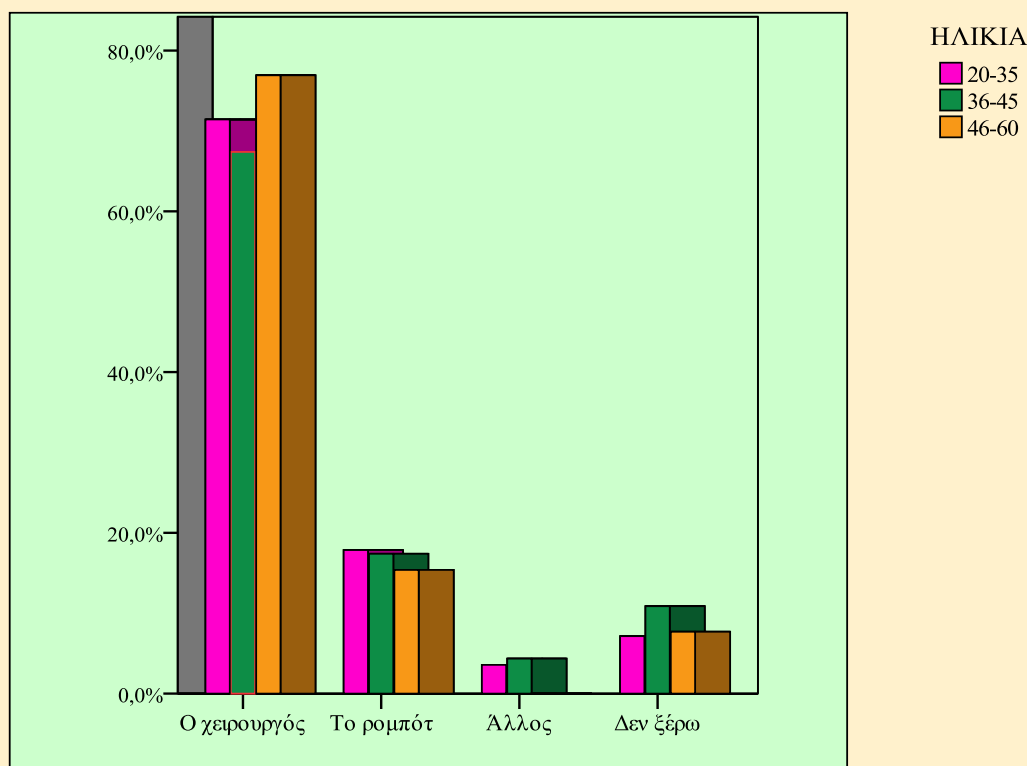


**Πίνακας 31:** Συσχέτιση ηλικίας και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιος πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση

|   |              | ΗΛΙΚΙΑ       |             |             |              |
|---|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
|   |              | 20-35        | 36-45       | 46-60       | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης, ποιος πιστεύετε ότι πραγματοποιεί την εγχείρηση; | Ο χειρουργός | 80<br>71,4%  | 62<br>67,4% | 40<br>76,9% | 182<br>71,1% |
|   | Το ρομπότ    | 20<br>17,9%  | 16<br>17,4% | 8<br>15,4%  | 44<br>17,2%  |
|   | Άλλος        | 4<br>3,6%    | 4<br>4,3%   | 0<br>0%     | 8<br>3,1%    |
|   | Δεν ξέρω     | 8<br>7,1%    | 10<br>10,9% | 4<br>7,7%   | 22<br>8,6%   |
| ΣΥΝΟΛΟ  |              | 112<br>43,8% | 23<br>35,9% | 52<br>20,3% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 1,8, df = 6, p = 0,9$$

**Σχήμα 31:** Συσχέτιση ηλικίας και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιος πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση



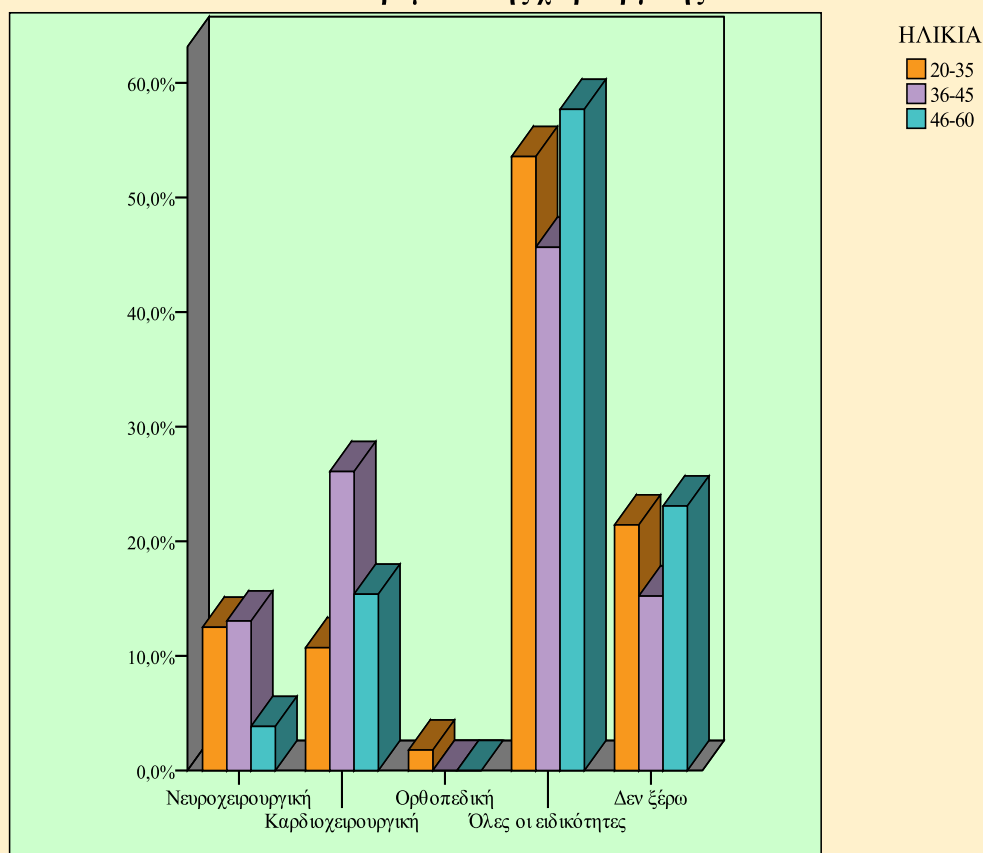
Παρατηρείται ότι το 76,9% των ερωτηθέντων ηλικίας 46-60 ετών θεωρεί απαραίτητη των παρουσία του χειρουργού κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης, ενώ μόνο το 67,4% των ερωτηθέντων ηλικίας 36-45 ετών έδωσε την ίδια απάντηση.

**Πίνακας 32:** Συσχέτιση ηλικίας και γνώσης ερωτηθέντων για τις εφαρμογές της ρομποτικής χειρουργικής

|                                      |  | ΗΛΙΚΙΑ       |             |             |              |
|--------------------------------------|--|--------------|-------------|-------------|--------------|
|                                      |  | 20-35        | 36-45       | 46-60       | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται: | Στη νευροχειρουργική                     | 14<br>12,5%  | 12<br>13%   | 2<br>3,8%   | 28<br>10,9%  |
|                                      | Στην καρδιοχειρουργική                   | 12<br>10,7%  | 24<br>26,1% | 8<br>15,4%  | 44<br>17,2%  |
|                                      | Στην ορθοπεδική                          | 2<br>1,8%    | 0<br>0%     | 0<br>0%     | 2<br>0,8%    |
|                                      | Σε όλες τις ειδικότητες της χειρουργικής | 60<br>53,6%  | 42<br>45,7% | 30<br>57,7% | 132<br>51,6% |
|                                      | Δεν ξέρω                                 | 24<br>21,4%  | 14<br>15,2% | 12<br>23,1% | 50<br>19,5%  |
| ΣΥΝΟΛΟ                               |  | 112<br>43,8% | 23<br>35,9% | 52<br>20,3% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 7,6, df = 8, p < 0,05$$

**Σχήμα 32:** Συσχέτιση ηλικίας και γνώσης ερωτηθέντων για τις εφαρμογές της ρομποτικής χειρουργικής



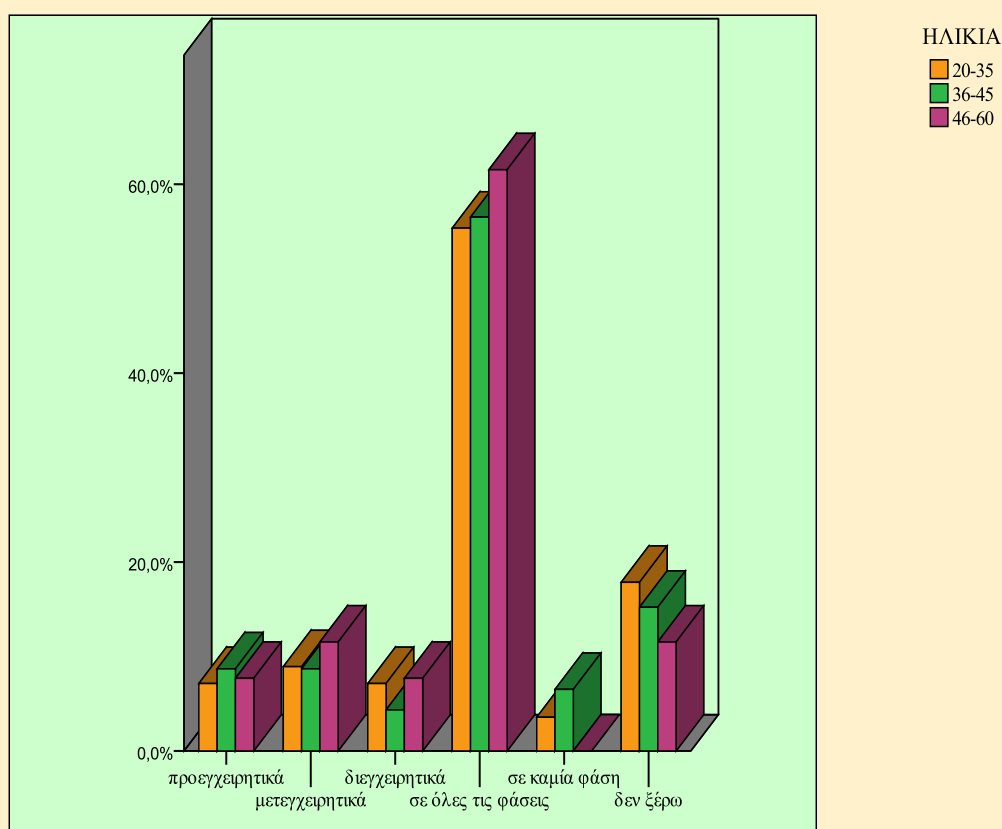
Παρατηρείται ότι το 57,7% και το 53,6% των ερωτηθέντων ηλικίας 46-60 και 20-35 ετών αντίστοιχα γνωρίζει ότι η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται σε όλες τις ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης.

**Πίνακας 33:** Συσχέτιση ηλικίας και γνώσης ερωτηθέντων για το αν ο νοσηλευτής συμμετέχει ενεργά στη ρομποτική χειρουργική και σε ποιο στάδιο

|   |                    | ΗΛΙΚΙΑ       |             |             |             |
|---|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|   |                    | 20-35        | 36-45       | 46-60       | ΣΥΝΟΛΟ      |
| Ο νοσηλευτής συμμετέχει ενεργά στη ρομποτική χειρουργική: | Προεγχειρητικά     | 8<br>7,1%    | 8<br>8,7%   | 4<br>8,7%   | 20<br>7,8%  |
|   | Μετεγχειρητικά     | 10<br>8,9%   | 8<br>8,7%   | 6<br>11,5%  | 24<br>9,4%  |
|   | Διεγχειρητικά      | 8<br>7,1%    | 4<br>4,3%   | 4<br>7,7%   | 16<br>6,3%  |
|   | Σε όλες τις φάσεις | 62<br>55,4%  | 52<br>56,5% | 32<br>61,5% | 146<br>57%  |
|   | Σε καμία φάση      | 4<br>3,6%    | 6<br>6,5%   | 0<br>0%     | 10<br>3,9%  |
|   | Δεν ξέρω           | 20<br>17,9%  | 14<br>15,2% | 6<br>11,5%  | 40<br>15,6% |
|   | ΣΥΝΟΛΟ             | 112<br>43,8% | 23<br>35,9% | 52<br>20,3% | 256<br>100% |

$$\chi^2 = 3,1, df = 10, p = 0,9$$

**Σχήμα 33:** Συσχέτιση ηλικίας και γνώσης ερωτηθέντων για το αν ο νοσηλευτής συμμετέχει ενεργά στη ρομποτική χειρουργική και σε ποιο στάδιο



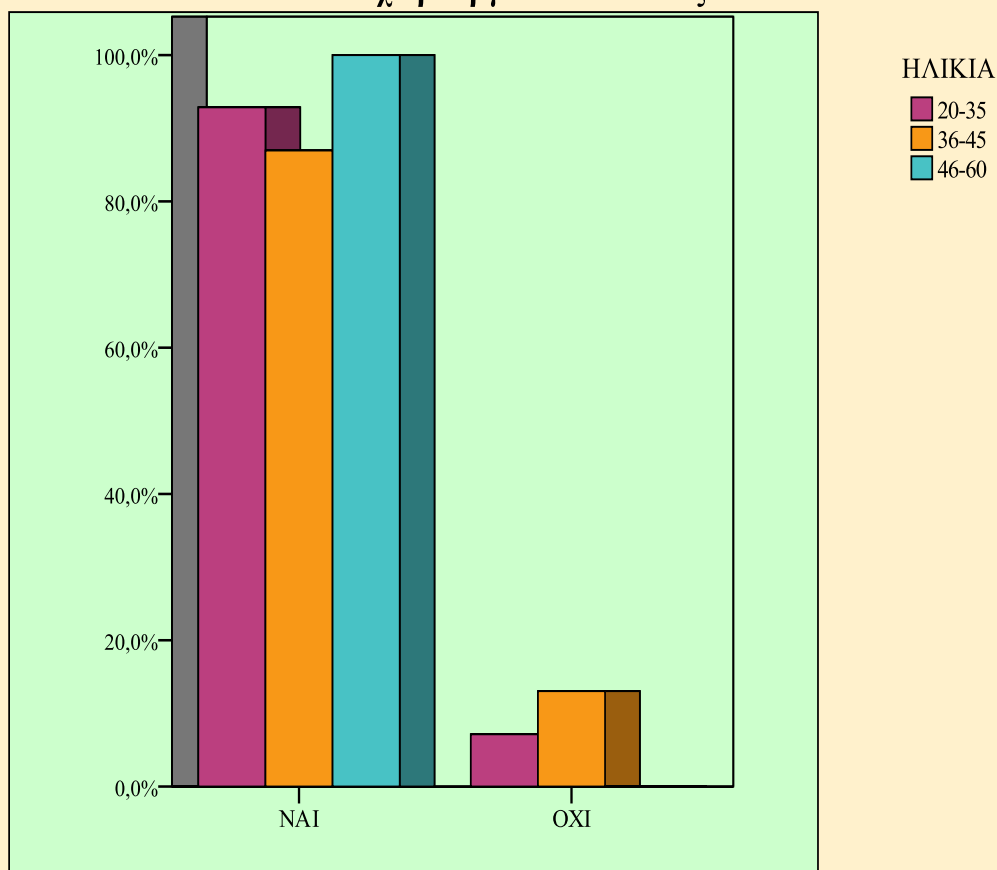
Παρατηρείται ότι το 61,5% των ερωτηθέντων ηλικίας 46-60 ετών γνωρίζει ότι ο νοσηλευτής συμμετέχει σε όλα τα στάδια της ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης, ενώ μόνο το 55,4% των ερωτηθέντων ηλικίας 20-35 ετών απάντησε το ίδιο.

**Πίνακας 34:** Συσχέτιση ηλικίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν η ρομποτική τεχνολογία θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς

|  |            | ΗΛΙΚΙΑ       |             |             |              |
|--|------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
|  |            | 20-35        | 36-45       | 46-60       | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Πιστεύετε ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς; | <i>Ναι</i> | 104<br>92,9% | 80<br>87%   | 52<br>100%  | 236<br>92,2% |
|  | <i>Όχι</i> | 8<br>7,1%    | 12<br>13%   | 14<br>26,9% | 20<br>7,8%   |
| ΣΥΝΟΛΟ   |            | 112<br>43,8% | 92<br>35,9% | 52<br>20,3% | 256<br>100%  |

$\chi^2 = 4, df = 2, p < 0,05$

**Σχήμα 34:** Συσχέτιση ηλικίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν η ρομποτική τεχνολογία θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς



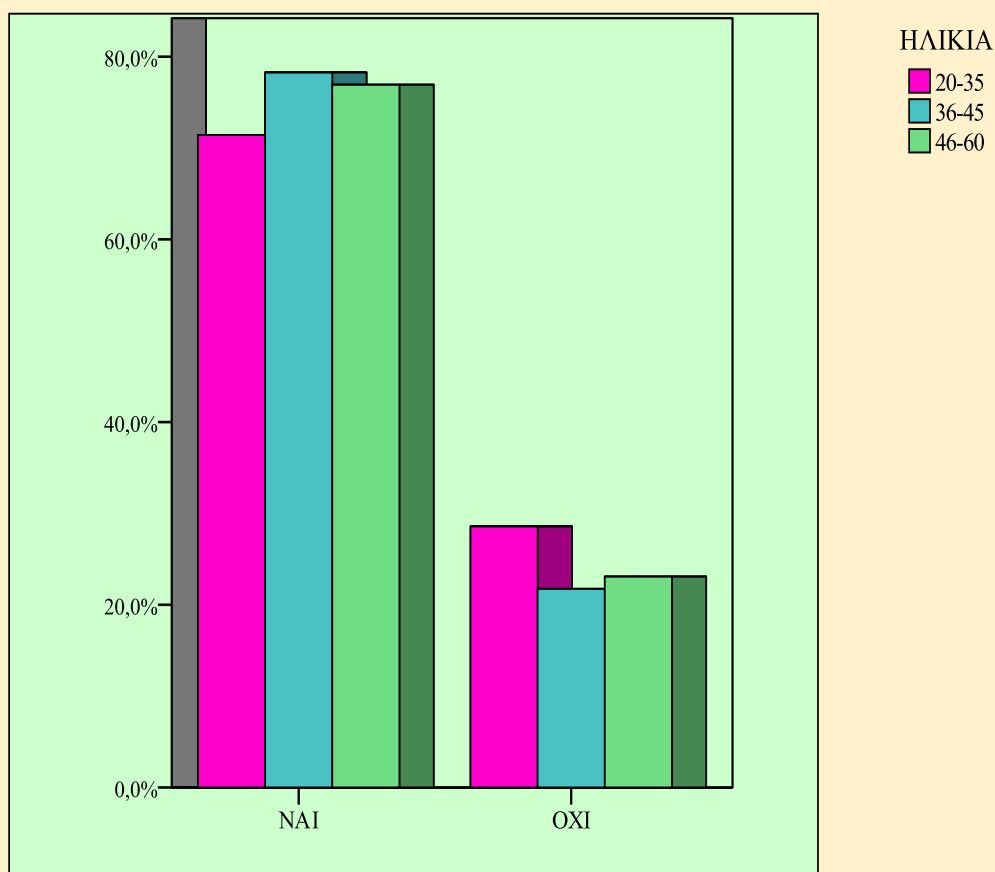
Παρατηρείται ότι όλοι οι ερωτηθέντες ηλικίας 46-60 ετών θεωρούν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς.

**Πίνακας 35:** Συσχέτιση ηλικίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν θα επιθυμούσαν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται

|   |     | ΗΛΙΚΙΑ       |             |             |             |
|---|-----|--------------|-------------|-------------|-------------|
|   |     | 20-35        | 36-45       | 46-60       | ΣΥΝΟΛΟ      |
| Θα επιθυμούσατε την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεστε; | Ναι | 80<br>71,4%  | 72<br>78,3% | 40<br>76,9% | 192<br>75%  |
|   | Όχι | 32<br>28,6%  | 20<br>21,7% | 12<br>23,1% | 64<br>25%   |
| ΣΥΝΟΛΟ  |     | 112<br>43,8% | 92<br>35,9% | 52<br>20,3% | 256<br>100% |

$$\chi^2 = 0,7, df = 2, p = 0,7$$

**Σχήμα 35:** Συσχέτιση ηλικίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν θα επιθυμούσαν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται



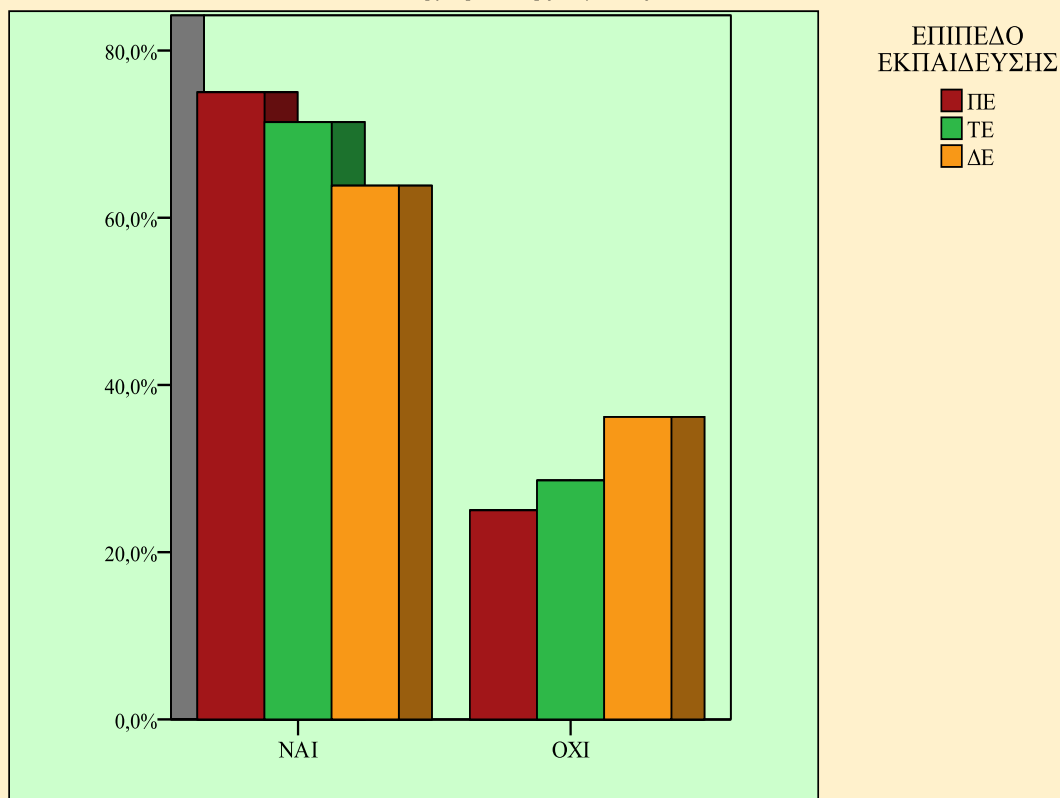
Παρατηρείται το 78,3% των ερωτηθέντων ηλικίας 36-45 ετών επιθυμεί την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεται.

**Πίνακας 36:** Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης με το αν οι ερωτηθέντες ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας

|   |            | ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ |              |             |              |
|---|------------|---------------------|--------------|-------------|--------------|
|   |            | ΠΕ                  | ΤΕ           | ΔΕ          | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Ενημερώνεστε για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας; | <i>Ναι</i> | 6<br>75%            | 110<br>71,4% | 60<br>63,8% | 176<br>68,8% |
|   | <i>Όχι</i> | 2<br>25%            | 44<br>28,6%  | 34<br>36,2% | 80<br>31,3%  |
| ΣΥΝΟΛΟ  |            | 8<br>3,1%           | 154<br>60,2% | 94<br>36,7% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 0,9, df = 2, p = 0,6$$

**Σχήμα 36:** Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης με το αν οι ερωτηθέντες ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας



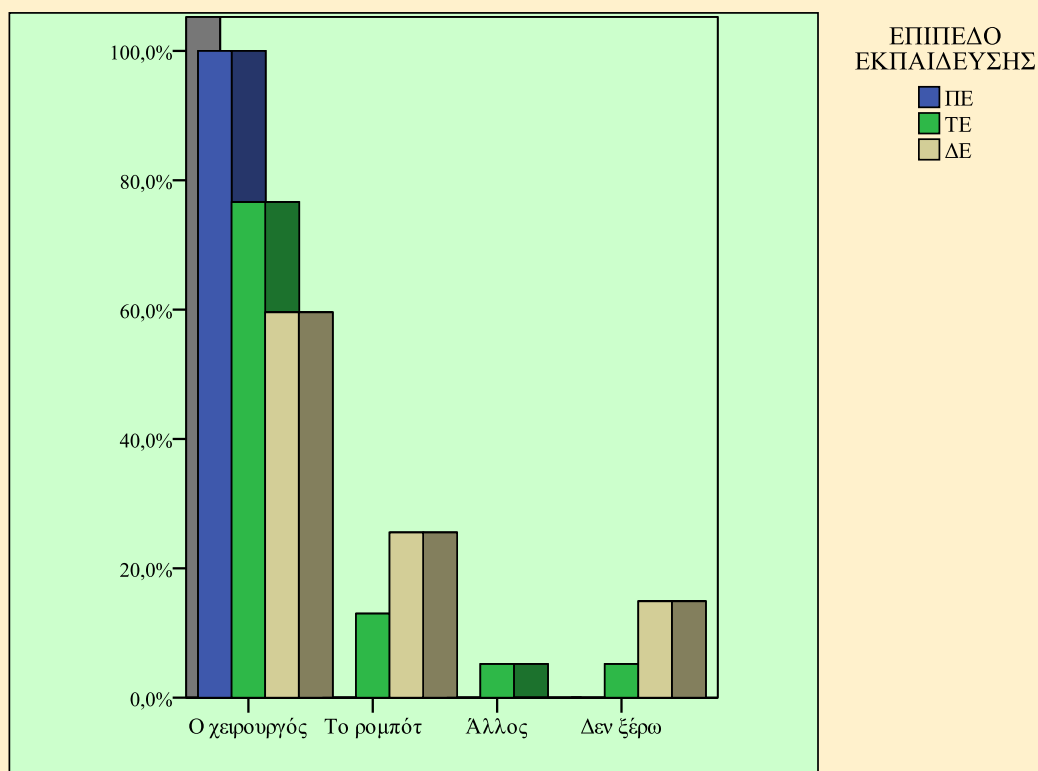
Παρατηρείται ότι οι νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης ενημερώνονται περισσότερο για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας σε σχέση με τους υπόλοιπους.

**Πίνακας 37:** Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιος πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση

|   |              | ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ |              |             |              |
|---|--------------|---------------------|--------------|-------------|--------------|
|   |              | ΠΕ                  | ΤΕ           | ΔΕ          | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης, ποιος πιστεύετε ότι πραγματοποιεί την εγχείρηση; | Ο χειρουργός | 8<br>100%           | 118<br>76,6% | 56<br>59,6% | 182<br>71,1% |
|   | Το ρομπότ    | 0<br>0%             | 20<br>13%    | 24<br>15,4% | 44<br>17,2%  |
|   | Άλλος        | 0<br>0%             | 8<br>5,2%    | 0<br>0%     | 8<br>3,1%    |
|   | Δεν ξέρω     | 0<br>0%             | 8<br>5,2%    | 14<br>14,9% | 22<br>8,6%   |
|   | ΣΥΝΟΛΟ       | 8<br>3,1%           | 154<br>60,2% | 94<br>36,7% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 11,26, df = 6, p < 0,05$$

**Σχήμα 37:** Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιος πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση



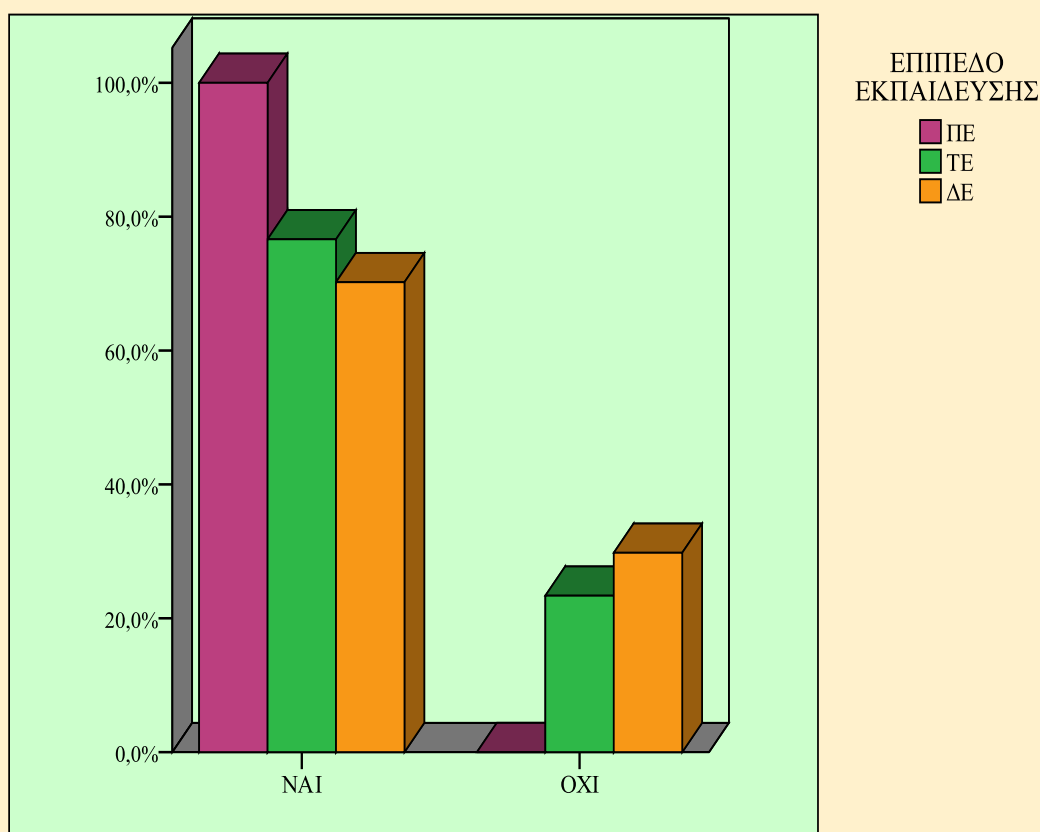
Παρατηρείται ότι όλοι οι νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης γνωρίζουν ότι ο χειρουργός πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση, ενώ μόνο το 76,6% και 59,6% των νοσηλευτών τεχνολογικής και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αντίστοιχα απάντησαν το ίδιο.

**Πίνακας 38:** Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης και άποψης ερωτηθέντων για το αν θα επιθυμούσαν τη ρομποτική τεχνολογία στην κλινική που εργάζονται

|   |            | ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ |              |             |             |
|---|------------|---------------------|--------------|-------------|-------------|
|   |            | ΠΕ                  | ΤΕ           | ΔΕ          | ΣΥΝΟΛΟ      |
| Θα επιθυμούσατε την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεστε; | <i>Ναι</i> | 8<br>100%           | 118<br>76,6% | 66<br>70,2% | 192<br>75%  |
|   | <i>Όχι</i> | 0<br>0%             | 36<br>23,4%  | 28<br>29,8% | 64<br>25%   |
| ΣΥΝΟΛΟ  |            | 8<br>3,1%           | 154<br>60,2% | 94<br>36,7% | 256<br>100% |

$$x^2 = 2,16, df = 2, p < 0,05$$

**Σχήμα 38:** Συσχέτιση επιπέδου εκπαίδευσης και άποψης ερωτηθέντων για το αν θα επιθυμούσαν τη ρομποτική τεχνολογία στην κλινική που εργάζονται



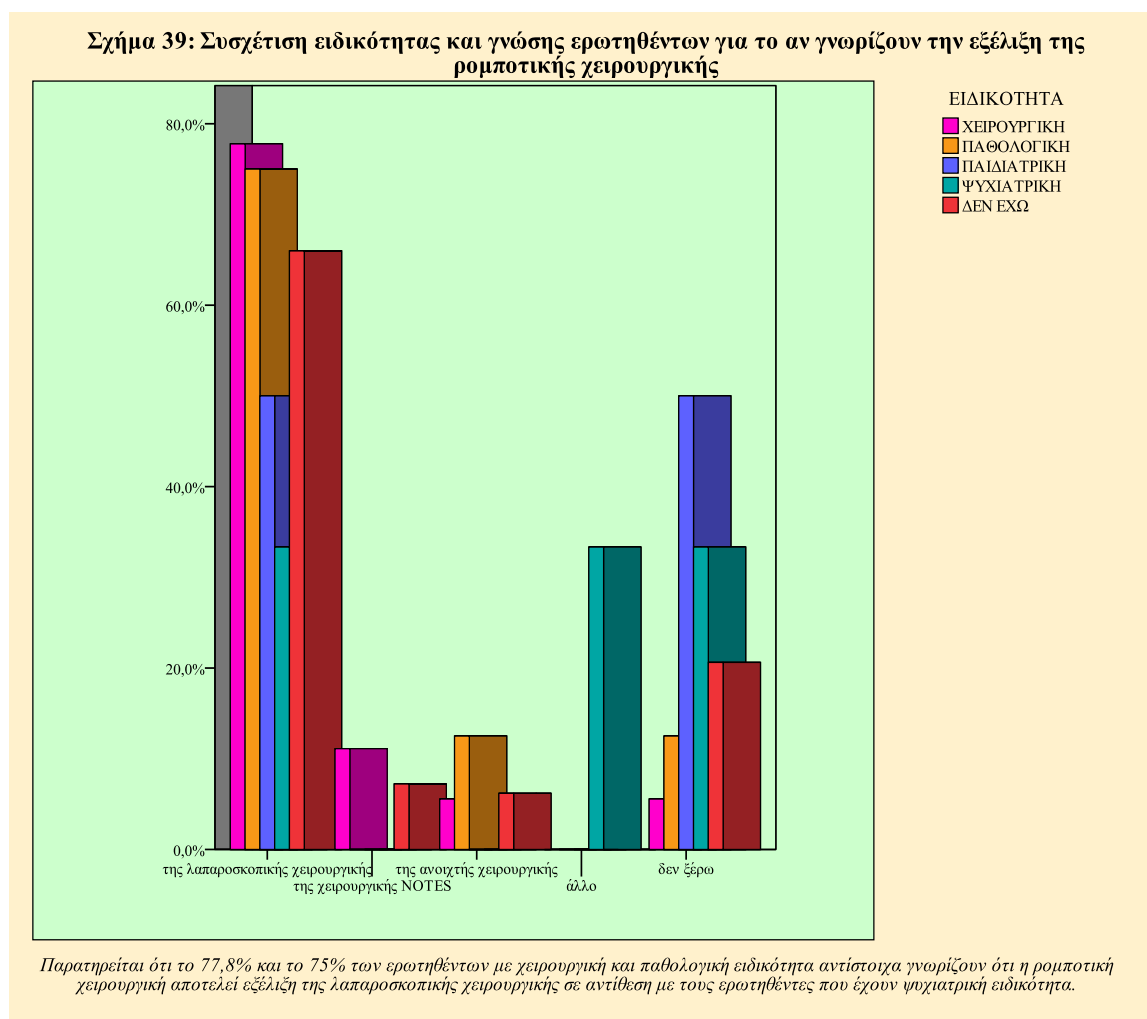
Παρατηρείται ότι όλοι οι ερωτηθέντες πανεπιστημιακής εκπαίδευσης επιθυμούν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται, ενώ μόνο το 76,6% των ερωτηθέντων τεχνολογικής εκπαίδευσης απάντησε το ίδιο.



**Πίνακας 39:** Συσχέτιση ειδικότητας και γνώσης ερωτηθέντων για το αν γνωρίζουν την εξέλιξη της ρομποτικής χειρουργικής

|   |                             | ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ  |            |           |            |              |              |
|---|-----------------------------|-------------|------------|-----------|------------|--------------|--------------|
|   |                             | ΧΕΙΡ/ΚΗ     | ΠΑΘ/ΚΗ     | ΠΑΙΔ/ΚΗ   | ΨΥΧ/ΚΗ     | ΔΕΝ ΕΧΩ      | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Η ρομποτική χειρουργική αποτελεί εξέλιξη της: | Λαπαροσκοπικής χειρουργικής | 28<br>77,8% | 12<br>75%  | 2<br>50%  | 2<br>33,3% | 128<br>66%   | 172<br>67,2% |
|   | Της χειρουργικής Notes      | 4<br>11,1%  | 0<br>0%    | 0<br>0%   | 0<br>0%    | 14<br>7,2%   | 18<br>7%     |
|   | Της ανοιχτής χειρουργικής   | 2<br>5,6%   | 2<br>12,5% | 0<br>0%   | 0<br>0%    | 12<br>6,2%   | 16<br>6,3%   |
|   | Άλλο                        | 0<br>0%     | 0<br>0%    | 0<br>0%   | 2<br>33,3% | 0<br>0%      | 2<br>0,8%    |
|   | Δεν ξέρω                    | 2<br>5,6%   | 2<br>12,5% | 2<br>50%  | 2<br>33,3% | 40<br>20,6%  | 48<br>18,8%  |
| ΣΥΝΟΛΟ  |                             | 36<br>14,1% | 16<br>6,3% | 4<br>1,6% | 6<br>2,3%  | 194<br>75,8% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 48,23, df = 16, p < 0,05$$

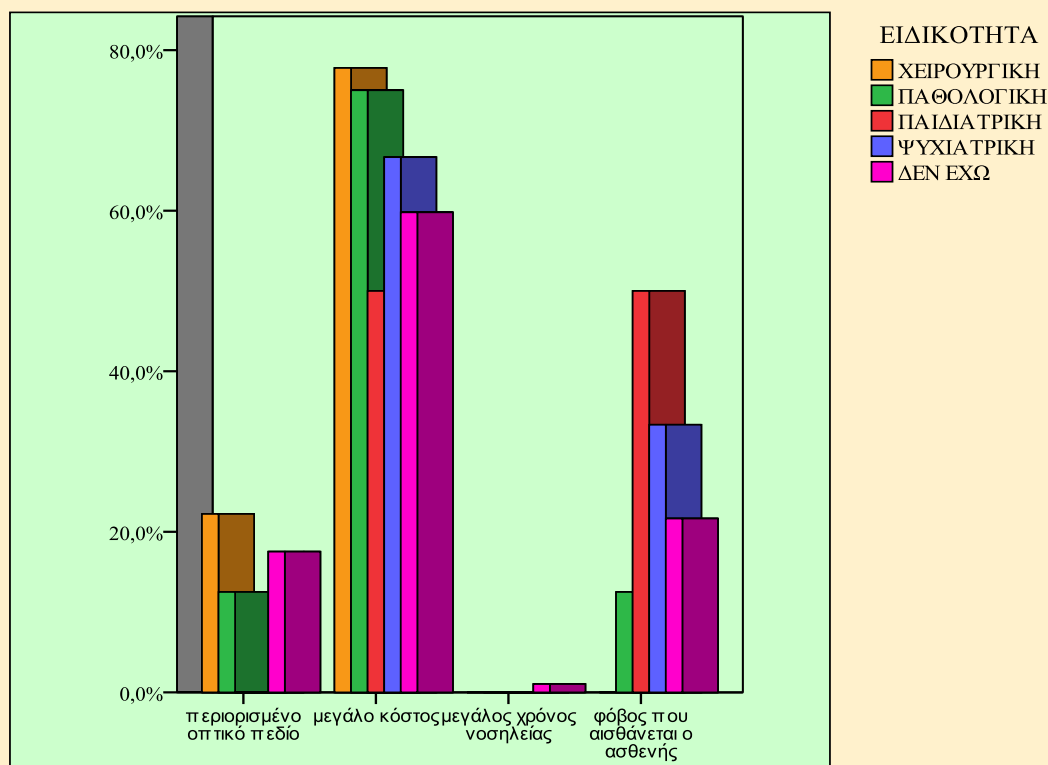


**Πίνακας 40:** Συσχέτιση ειδικότητας και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιο είναι το βασικό μειονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής

|  |   | ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ  |            |           |            |              |              |
|--|---|-------------|------------|-----------|------------|--------------|--------------|
|  |   | ΧΕΙΡ/ΚΗ     | ΠΑΘ/ΚΗ     | ΠΑΙΔ/ΚΗ   | ΨΥΧ/ΚΗ     | ΔΕΝ ΕΧΩ      | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Βασικό<br>μειονέκτημα<br>της<br>ρομποτικής<br>χειρουργικής<br>είναι: | Περιορισμένο<br>οπτικό<br>πεδίο           | 8<br>22,2%  | 2<br>12,5% | 0<br>0%   | 0<br>0%    | 34<br>17,5%  | 44<br>17,2%  |
|  | Μεγάλο<br>κόστος                          | 28<br>77,8% | 12<br>75%  | 2<br>50%  | 4<br>66,7% | 116<br>59,8% | 162<br>63,3% |
|  | Μεγάλος<br>χρόνος<br>νοσηλείας            | 0<br>0%     | 0<br>0%    | 0<br>0%   | 0<br>0%    | 2<br>1%      | 2<br>0,8%    |
|  | Ο φόβος<br>που<br>αισθάνεται<br>ο ασθενής | 0<br>0%     | 2<br>12,5% | 2<br>50%  | 2<br>33,3% | 42<br>21,6%  | 48<br>18,8%  |
| ΣΥΝΟΛΟ   |   | 36<br>14,1% | 16<br>6,3% | 4<br>1,6% | 6<br>2,3%  | 194<br>75,8% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 7,93, df = 12, p = 0,7$$

**Σχήμα 40:** Συσχέτιση ειδικότητας και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιο είναι το βασικό μειονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής



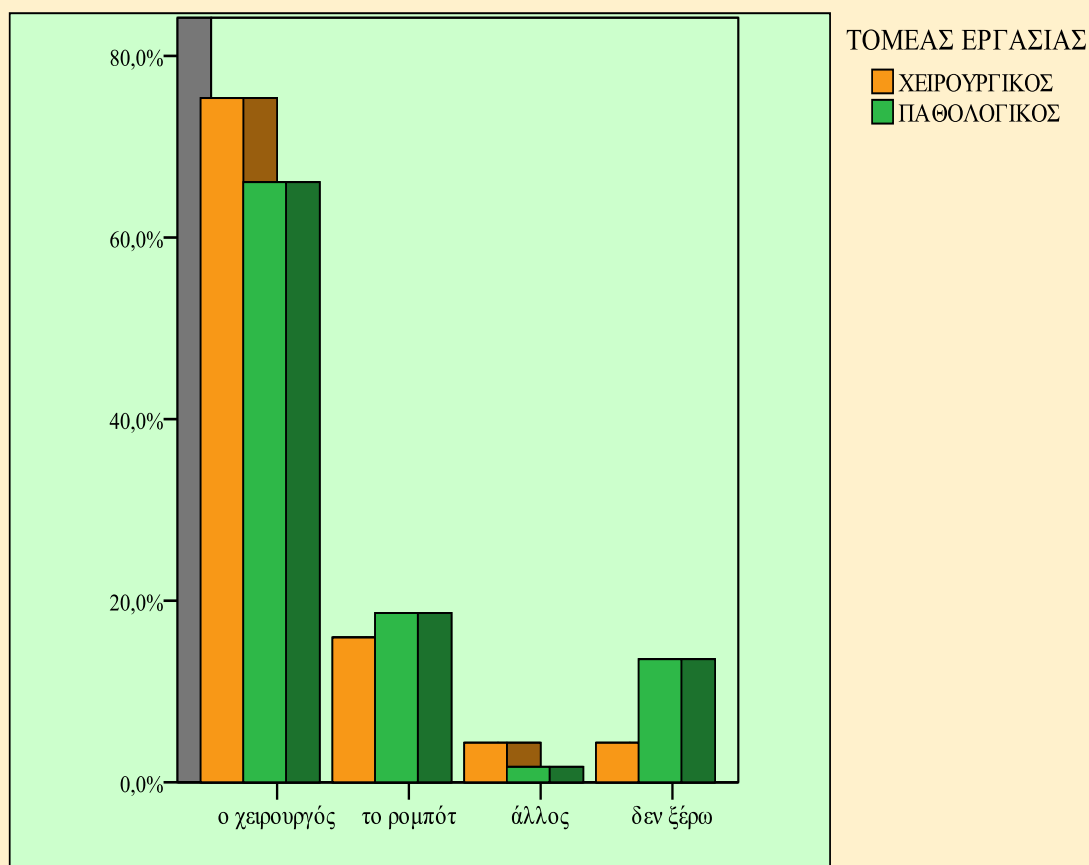
Παρατηρείται ότι το 77,8% των ερωτηθέντων με χειρουργική ειδικότητα θεωρεί ως βασικό μειονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής το μεγάλο κόστος, ενώ το 50% των ερωτηθέντων με παιδιατρική ειδικότητα απάντησε ο φόβος που αισθάνεται ο ασθενής.

**Πίνακας 41:** Συσχέτιση τομέα εργασίας και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιος πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση

| ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  |                     |              |              |              |
|--|---------------------|--------------|--------------|--------------|
|  |                     | ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΣ | ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΣ  | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης ποιος πιστεύετε ότι πραγματοποιεί την εγχείρηση; | <i>Ο χειρουργός</i> | 104<br>75,4% | 78<br>66,1%  | 182<br>71,1% |
|  | <i>Το ρομπότ</i>    | 22<br>15,9%  | 22<br>18,6%  | 44<br>17,2%  |
|  | <i>Άλλος</i>        | 6<br>4,3%    | 2<br>1,7%    | 8<br>3,1%    |
|  | <i>Δεν ξέρω</i>     | 6<br>4,3%    | 16<br>13,6%  | 22<br>8,6%   |
|  | <b>ΣΥΝΟΛΟ</b>       | 138<br>53,9% | 118<br>46,1% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 4,37, df = 3, p < 0,05$$

**Σχήμα 41:** Συσχέτιση τομέα εργασίας και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιος πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση



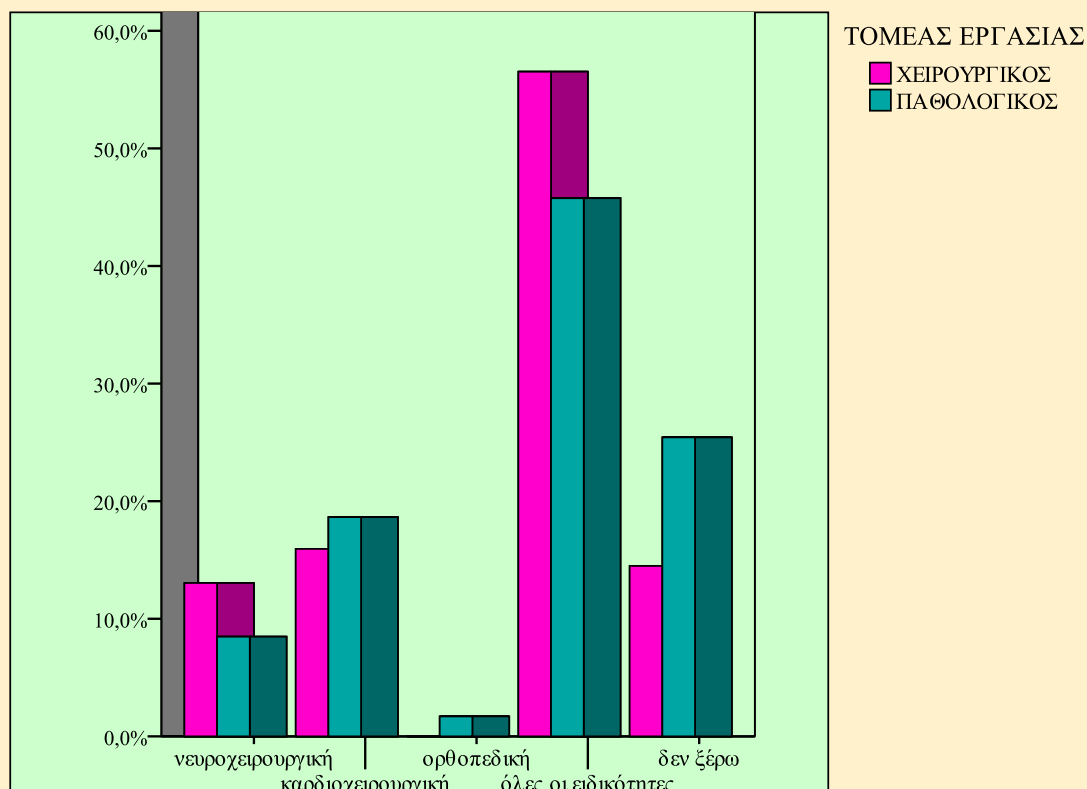
Παρατηρείται ότι το 75,4% και το 66,1% των ερωτηθέντων, που εργάζονται στον χειρουργικό και παθολογικό τομέα αντίστοιχα, γνωρίζουν ότι ο χειρουργός πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση.

**Πίνακας 42:** Συσχέτιση τομέα εργασίας και γνώσης ερωτηθέντων σχετικά με τις εφαρμογές της ρομποτικής χειρουργικής

| ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ                      |  |                      |                      |                     |
|--------------------------------------|--|----------------------|----------------------|---------------------|
|                                      | ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΣ                             | ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΣ          | ΣΥΝΟΛΟ               |                     |
| Η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται: | Στη νευροχειρουργική                     | 18<br>13%            | 10<br>8,5%           | 28<br>10,9%         |
|                                      | Στην καρδιοχειρουργική                   | 22<br>15,9%          | 22<br>18,6%          | 44<br>17,2%         |
|                                      | Στην ορθοπαιδική                         | 0<br>0%              | 2<br>1,7%            | 2<br>0,8%           |
|                                      | Σε όλες τις ειδικότητες της χειρουργικής | 78<br>56,5%          | 54<br>45,8%          | 132<br>51,6%        |
|                                      | Δεν ξέρω                                 | 20<br>14,5%          | 30<br>25,4%          | 50<br>19,5%         |
|                                      | <b>ΣΥΝΟΛΟ</b>                            | <b>138<br/>53,9%</b> | <b>118<br/>46,1%</b> | <b>256<br/>100%</b> |

$$\chi^2 = 4,57, df = 4, p < 0,05$$

**Σχήμα 42:** Συσχέτιση τομέα εργασίας και γνώσης ερωτηθέντων σχετικά με τις εφαρμογές της ρομποτικής χειρουργικής



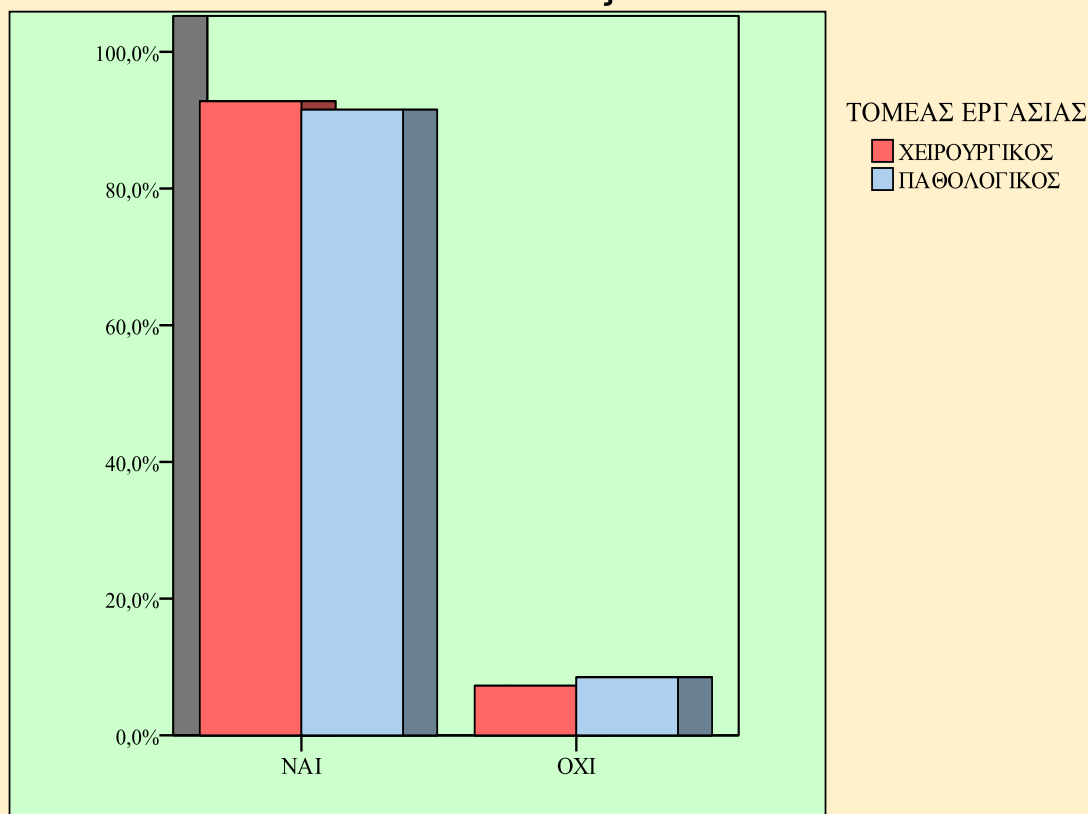
Παρατηρείται ότι το 56,5% των ερωτηθέντων που εργάζεται στον χειρουργικό τομέα γνωρίζει ότι η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται σε όλα τα στάδια της επέμβασης, ενώ μόνο το 45,8% των ερωτηθέντων που εργάζεται στον παθολογικό τομέα έδωσε την ίδια απάντηση.

**Πίνακας 43:** Συσχέτιση τομέα εργασίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν η ρομποτική τεχνολογία θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς

| ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ   |            |              |              |              |
|---|------------|--------------|--------------|--------------|
|   |            | ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΣ | ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΣ  | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Πιστεύετε ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στον χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς; | <i>Ναι</i> | 128<br>92,8% | 108<br>91,5% | 236<br>92,2% |
|   | <i>Όχι</i> | 10<br>7,2%   | 10<br>8,5%   | 20<br>7,8%   |
| ΣΥΝΟΛΟ  |            | 138<br>53,9% | 118<br>46,1% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 0,06, df = 1, p = 0,79$$

**Σχήμα 43:** Συσχέτιση τομέα εργασίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν η ρομποτική τεχνολογία θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς



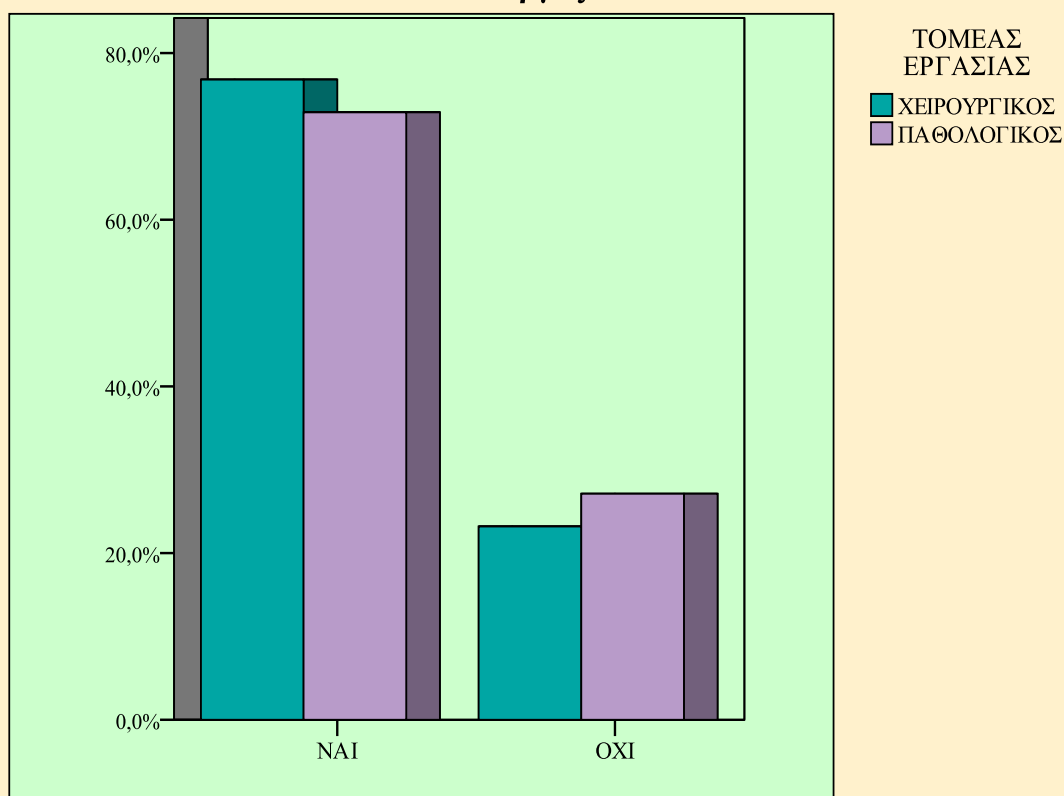
Παρατηρείται ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ερωτηθέντων που εργάζονται στον χειρουργικό και παθολογικό τομέα, καθώς και οι δύο ομάδες ερωτηθέντων θεωρούν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς.

**Πίνακας 44:** Συσχέτιση τομέα εργασίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν θα επιθυμούσαν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται

| ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ   |     |              |              |             |
|---|-----|--------------|--------------|-------------|
|   |     | ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΣ | ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΣ  | ΣΥΝΟΛΟ      |
| Θα επιθυμούσατε την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεστε; | Ναι | 106<br>76,8% | 86<br>72,9%  | 192<br>75%  |
|   | Όχι | 32<br>23,2%  | 32<br>27,1%  | 64<br>25%   |
| ΣΥΝΟΛΟ  |     | 138<br>53,9% | 118<br>46,1% | 256<br>100% |

$$\chi^2 = 0,26, df = 1, p = 0,6$$

**Σχήμα 44:** Συσχέτιση τομέα εργασίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν θα επιθυμούσαν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται



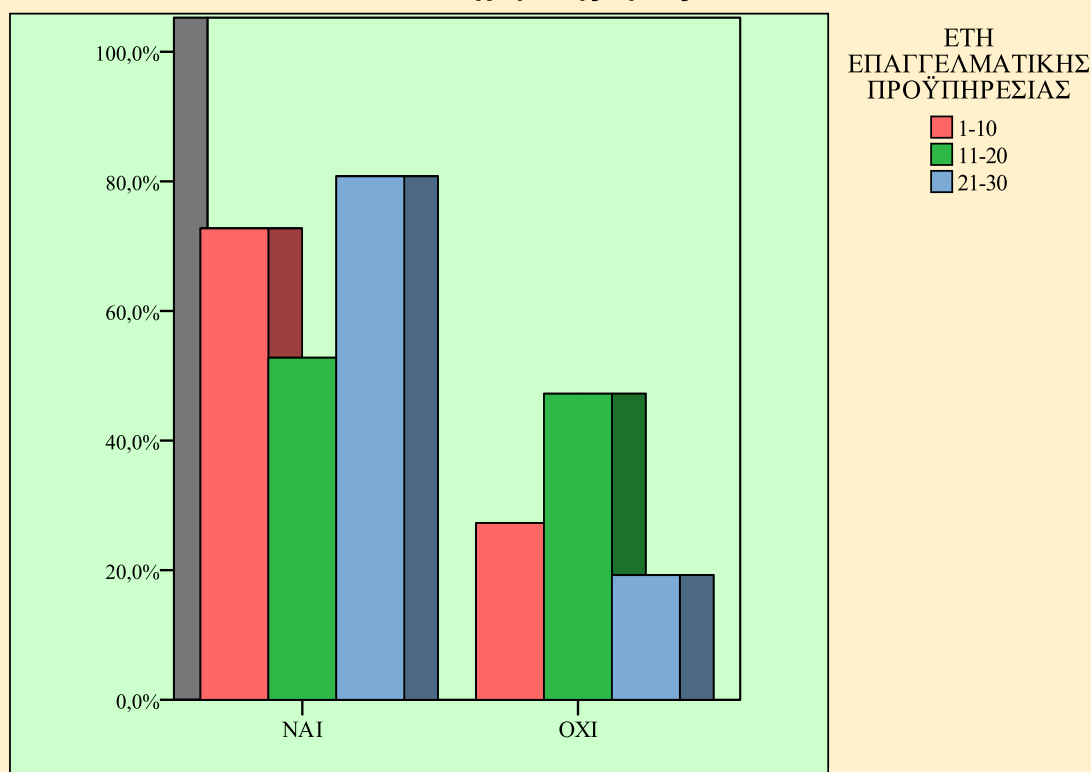
Παρατηρείται ότι το 76,8% των ερωτηθέντων που εργάζεται στον χειρουργικό τομέα επιθυμεί την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεται, ενώ μόλις το 72,9% των ερωτηθέντων που εργάζεται στον παθολογικό τομέα έδωσε την ίδια απάντηση.

**Πίνακας 45:** Συσχέτιση ετών επαγγελματικής προϋπηρεσίας με το αν οι ερωτηθέντες ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στον χώρο της υγείας

|  |            | ΕΤΗ<br>ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ<br>ΠΡΟΫΠΗΡΕΣΙΑΣ |             |             |              |
|--|------------|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------|
|  |            | 1-10                                  | 11-20       | 21-30       | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Ενημερώνεστε για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στον χώρο της υγείας; | <i>ΝΑΙ</i> | 96<br>72,7%                           | 38<br>52,8% | 42<br>80,8% | 176<br>68,8% |
|  | <i>ΟΧΙ</i> | 36<br>27,3%                           | 34<br>47,2% | 10<br>19,2% | 80<br>31,3%  |
|  | ΣΥΝΟΛΟ     | 132<br>60%                            | 72<br>28,1% | 52<br>20,3% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 6,5, df = 2, p < 0,05$$

**Σχήμα 45:** Συσχέτιση ετών επαγγελματικής προϋπηρεσίας με το αν οι ερωτηθέντες ενημερώνονται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στον χώρο της υγείας



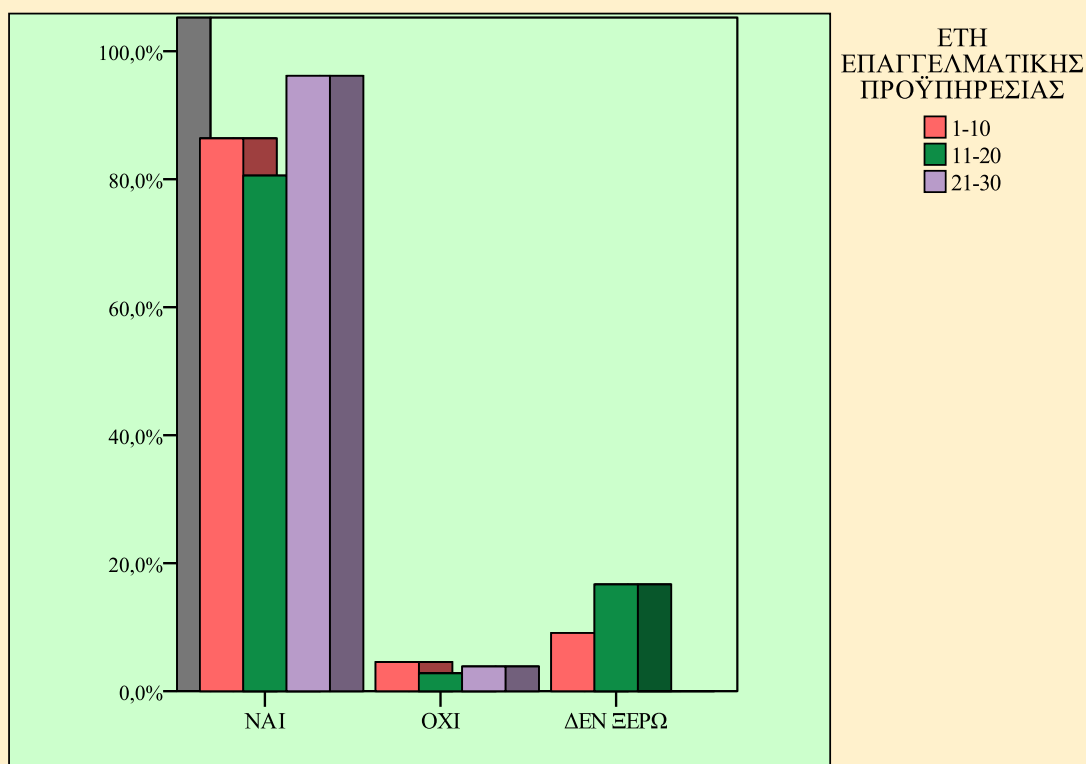
Παρατηρείται ότι οι ερωτηθέντες που εργάζονται 21-30 χρόνια ενημερώνονται περισσότερο για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας σε σχέση με τους ερωτηθέντες που εργάζονται λιγότερα χρόνια.

**Πίνακας 46:** Συσχέτιση ετών επαγγελματικής προϋπηρεσίας και γνώσης ερωτηθέντων για το αν είναι απαραίτητη η παρουσία του χειρουργού στη ρομποτική χειρουργική επέμβαση

|   |          | ΕΤΗ<br>ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ<br>ΠΡΟΫΠΗΡΕΣΙΑΣ |             |             |              |
|---|----------|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------|
|   |          | 1-10                                  | 11-20       | 21-30       | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Κατά τη διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης με τη χρήση ρομποτικών συστημάτων, είναι απαραίτητη η παρουσία του χειρουργού; | Ναι      | 114<br>86,4%                          | 58<br>80,6% | 50<br>96,2% | 222<br>86,7% |
|   | Όχι      | 6<br>4,5%                             | 2<br>2,8%   | 2<br>3,8%   | 10<br>3,9%   |
|   | Δεν ξέρω | 12<br>9,1%                            | 12<br>16,7% | 0<br>0%     | 24<br>9,4%   |
|   | ΣΥΝΟΛΟ   | 132<br>60%                            | 72<br>28,1% | 52<br>20,3% | 256<br>100%  |

$\chi^2 = 5, df = 4, p < 0,05$

**Σχήμα 46:** Συσχέτιση ετών επαγγελματικής προϋπηρεσίας και γνώσης ερωτηθέντων για το αν είναι απαραίτητη η παρουσία του χειρουργού στη ρομποτική χειρουργική επέμβαση



Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες που εργάζονται πολλά χρόνια γνωρίζουν ότι η παρουσία του χειρουργού είναι απαραίτητη κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης σε αντίθεση με τους ερωτηθέντες που εργάζονται λιγότερα χρόνια.

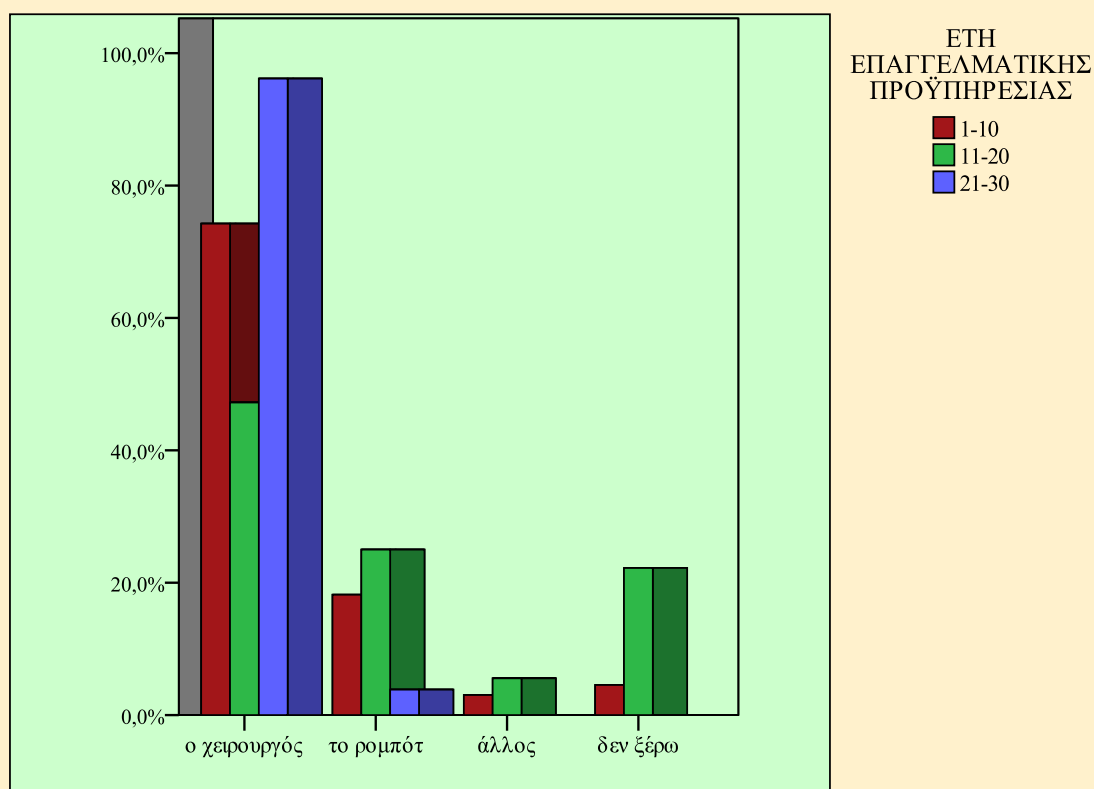


**Πίνακας 47:** Συσχέτιση ετών επαγγελματικής προϋπηρεσίας και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιος πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση

|   |              | ΕΤΗ<br>ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ<br>ΠΡΟΫΠΗΡΕΣΙΑΣ |             |             |              |
|---|--------------|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------|
|   |              | 1-10                                  | 11-20       | 21-30       | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης, ποιος πιστεύετε ότι πραγματοποιεί την εγχείρηση; | Ο χειρουργός | 98<br>74,2%                           | 34<br>47,2% | 50<br>96,2% | 182<br>71,1% |
|   | Το ρομπότ    | 24<br>18,2%                           | 18<br>25%   | 2<br>3,8%   | 44<br>17,2%  |
|   | Άλλος        | 4<br>3%                               | 4<br>5,6%   | 0<br>0%     | 8<br>3,1%    |
|   | Δεν ξέρω     | 6<br>4,5%                             | 16<br>22,2% | 0<br>0%     | 22<br>8,6%   |
|   | ΣΥΝΟΛΟ       | 132<br>60%                            | 72<br>28,1% | 52<br>20,3% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 22,05, df = 6, p < 0,05$$

**Σχήμα 47:** Συσχέτιση ετών επαγγελματικής προϋπηρεσίας και γνώσης ερωτηθέντων για το ποιος πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση



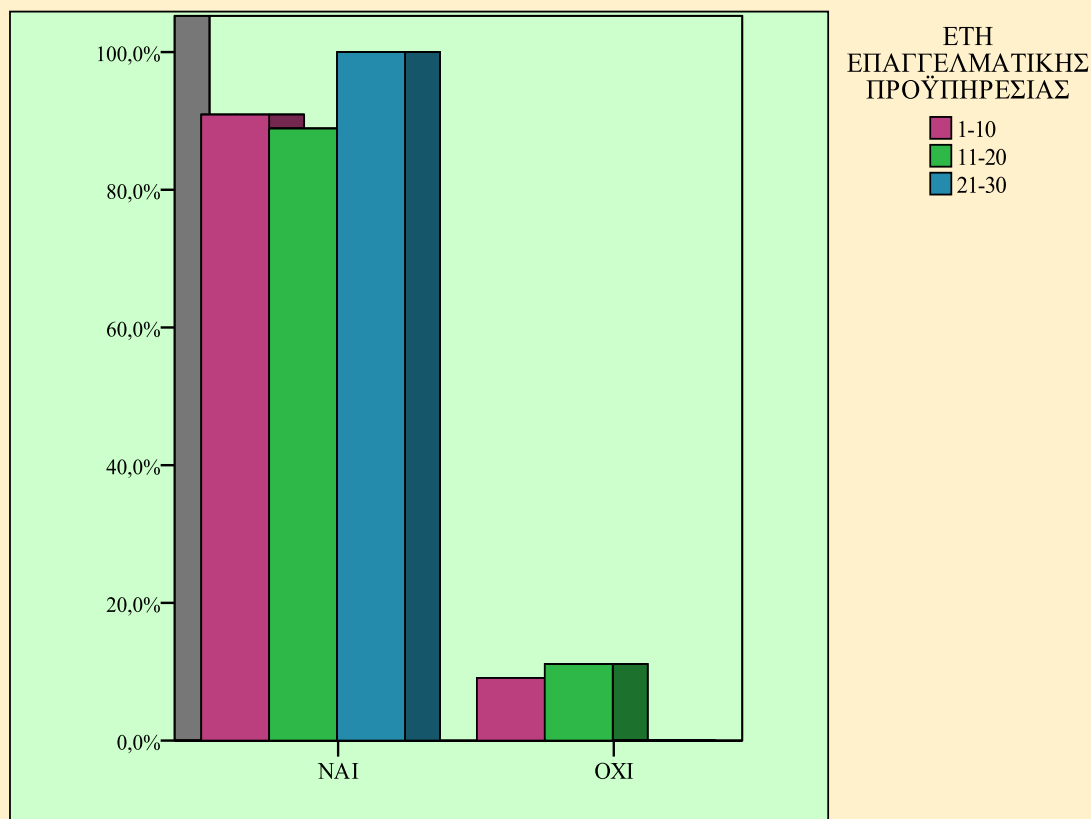
Παρατηρείται ότι οι ερωτηθέντες που εργάζονται 21-30 χρόνια γνωρίζουν ότι ο χειρουργός πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση (ποσοστό 96,2%) σε αντίθεση με τους ερωτηθέντες που εργάζονται λιγότερα χρόνια.

**Πίνακας 48:** Συσχέτιση ετών επαγγελματικής προϋπηρεσίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς

|   |            | ΕΤΗ<br>ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ<br>ΠΡΟΫΠΗΡΕΣΙΑΣ |             |             |              |
|---|------------|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------|
|   |            | 1-10                                  | 11-20       | 21-30       | ΣΥΝΟΛΟ       |
| Πιστεύετε ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στον χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς; | <i>ΝΑΙ</i> | 120<br>90,9%                          | 64<br>88,9% | 52<br>100%  | 236<br>92,2% |
|   | <i>ΟΧΙ</i> | 12<br>9,1%                            | 8<br>11,1%  | 0<br>0%     | 20<br>7,8%   |
|   | ΣΥΝΟΛΟ     | 132<br>60%                            | 72<br>28,1% | 52<br>20,3% | 256<br>100%  |

$$\chi^2 = 2,89, df = 2, p < 0,05$$

**Σχήμα 48:** Συσχέτιση ετών επαγγελματικής προϋπηρεσίας και άποψης ερωτηθέντων για το αν η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς



Παρατηρείται ότι όλοι οι ερωτηθέντες που εργάζονται 21-30 χρόνια θεωρούν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς.



**ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

Τις τελευταίες δεκαετίες ζήσαμε μια πραγματική επανάσταση στη χειρουργική επιστήμη. Καθιερωμένες και δοκιμασμένες χειρουργικές τεχνικές πέρασαν ομαλά από την ανοικτή στην ελάχιστα επεμβατική χειρουργική, τη λαπαροσκοπική χειρουργική. Ο χειρουργός κατά τη λαπαροσκοπική χειρουργική χειρίζεται τους ιστούς, όχι υπό άμεση όραση, αλλά μέσω μιας οθόνης και με τη βοήθεια ειδικών εργαλείων. Η σύγχρονη τεχνολογία διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της λαπαροενδοσκοπικής χειρουργικής και τα εξαιρετικά αποτελέσματα της μεθόδου την καταξίωσαν τόσο στην ιατρική κοινότητα όσο και στη συνείδηση των ασθενών. Εντούτοις, η επανάσταση του 21ου αιώνα στο χώρο της χειρουργικής επιστήμης είναι η ρομποτική χειρουργική, δηλαδή η εισαγωγή ρομποτικών συστημάτων στον ανθρώπινο οργανισμό, καθοδηγούμενων από ηλεκτρονικούς υπολογιστές<sup>2,23,44,76,77,78,79,80,84</sup>.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των γνώσεων και στάσεων του νοσηλευτικού προσωπικού απέναντι στην εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην ιατρική και νοσηλευτική πρακτική, καθώς και η ενημέρωση των ατόμων που συμμετείχαν για τις εξελίξεις της ρομποτικής χειρουργικής.

Στην έρευνα συμμετείχαν 256 νοσηλευτές πανεπιστημιακής και τεχνολογικής εκπαίδευσης, καθώς και βοηθοί νοσηλευτών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, εργαζόμενοι σε δημόσια και ιδιωτικά νοσηλευτικά ιδρύματα της ημεδαπής, οι οποίοι αποτέλεσαν τυχαίο δείγμα. Η επιλογή του δείγματος έγινε ανεξάρτητα από καταγωγή, οικογενειακή και κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο με 23 ερωτήσεις, το οποίο συντάχθηκε με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία.

Οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν γυναίκες σε ποσοστό 82%, ενώ οι υπόλοιποι ήταν άντρες, γεγονός που δεν προκαλεί ιδιαίτερη εντύπωση, αφού ήδη από την αρχαιότητα η νοσηλευτική ασκούταν κυρίως από γυναίκες<sup>87</sup>. Ποσοστό 43,8% είχε ηλικία 20-35 ετών, ποσοστό 35,9% είχε ηλικία 36-45 και ποσοστό 20,3% είχε ηλικία 46-60 ετών. Οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες ήταν νοσηλευτές τεχνολογικής εκπαίδευσης (ποσοστό 60,2%), ποσοστό 3,1% ήταν νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, ενώ ποσοστό 36,7% ήταν βοηθοί νοσηλευτών. Έκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι το 92,2% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι δεν έχει αποκτήσει μεταπτυχιακό ή διδακτορικό δίπλωμα. Μόνο το 0,8% και το 7% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι έχει διδακτορικό και μεταπτυχιακό δίπλωμα, αντίστοιχα. Παρατηρείται, λοιπόν, ότι ελάχιστοι νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης διαθέτουν μεταπτυχιακό ή διδακτορικό δίπλωμα και εργάζονται σε νοσηλευτικά ιδρύματα. Οι περισσότεροι από αυτούς ενδιαφέρονται να ασχοληθούν με τη νοσηλευτική εκπαίδευση σε πανεπιστημιακά/τεχνολογικά ιδρύματα, όπως έχει διαπιστωθεί κατά καιρούς μέσα από δημοσιευμένες ερευνητικές εργασίες σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά/συνέδρια<sup>88</sup>.

Αξιοσημείωτο είναι, επίσης, το γεγονός ότι το 75,8% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι δεν έχει αποκτήσει νοσηλευτική ειδικότητα. Ποσοστό 14,1% διαθέτει χειρουργική ειδικότητα, ποσοστό 6,3% παθολογική, ποσοστό 1,6% παιδιατρική, ενώ το 2,3% των ερωτηθέντων διαθέτει ψυχιατρική ειδικότητα. Ποσοστό 53,9% απάντησε ότι εργάζεται στον χειρουργικό τομέα, ενώ οι υπόλοιποι εργάζονται στον παθολογικό τομέα. Ποσοστό 51,6% των ερωτηθέντων εργάζεται 1-10 χρόνια, ποσοστό 28,1% εργάζεται 11-20 χρόνια, ενώ ποσοστό 20,3% δήλωσε ότι εργάζεται πάνω από 20 χρόνια.

Αξιοπρόσεκτο είναι το γεγονός ότι μόνο το 68,8% των ερωτηθέντων ανέφερε ότι ενημερώνεται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας. Από αυτούς, το 70,5% ενημερώνεται από τα Μ.Μ.Ε. και το διαδίκτυο, το 15,9% από συναδέλφους, το 2,3% από φίλους και γνωστούς, ενώ μόλις το 10,2% ενημερώνεται από επιστημονικά συνέδρια και σεμινάρια. Αντίστοιχες έρευνες σε νοσοκομεία των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και της Μεγάλης Βρετανίας έχουν δείξει ότι το ποσοστό του νοσηλευτικού προσωπικού που ενημερώνεται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας ανέρχεται στο 80-85%<sup>57</sup>. Σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι περισσότερο ενημερώνονται από επιστημονικά συνέδρια και σεμινάρια οι νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης (ποσοστό 75%), ενώ από τα Μ.Μ.Ε και το διαδίκτυο ενημερώνονται περισσότερο οι νοσηλευτές που έχουν ηλικία 46-60 ετών (σε ποσοστό 73,1%) και εργάζονται πάνω από 20 χρόνια (σε ποσοστό 80,8%). Τα δεδομένα που προέκυψαν, έδειξαν ότι η ενημέρωση στον τομέα της ιατρικής-νοσηλευτικής επιστήμης σχετίζεται κυρίως με τα έτη επαγγελματικής προϋπηρεσίας, καθώς οι διαφορές κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 2$ ,  $x^2 = 6,5$ ).

Στην ερώτηση αν γνωρίζουν τι είναι η ρομποτική χειρουργική όλοι οι ερωτηθέντες απάντησαν θετικά. Εντούτοις, μόνο το 63,3% έδωσε το σωστό ορισμό, δηλαδή ότι είναι η πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων με τη χρήση των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων υπό την επίβλεψη της χειρουργικής ομάδας. Ποσοστό 14,8% απάντησε ότι είναι η διενέργεια νοσηλευτικών παρεμβάσεων με τη χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας, ενώ ποσοστό 21,9% απάντησε ότι είναι η πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων από ρομπότ υπό την επίβλεψη της χειρουργικής ομάδας. Βέβαια, αυτό θα ήταν ιδανικό, καθώς οι χειρουργοί δεν θα χρειαζόταν να επέμβουν επάνω στον ασθενή, παρά μόνο να παρακολουθούν την χειρουργική επέμβαση από απόσταση. Προς την κατεύθυνση αυτή πραγματοποιούνται εκτεταμένες επιστημονικές έρευνες κυρίως στο εξωτερικό αλλά και στην Ελλάδα<sup>73</sup>.

Το 67,2% των ερωτηθέντων γνωρίζει ότι η ρομποτική χειρουργική αποτελεί εξέλιξη της λαπαροσκοπικής χειρουργικής. Ποσοστό 7% απάντησε ότι αποτελεί εξέλιξη της χειρουργικής NOTES, η οποία αποτελεί τμήμα της ρομποτικής χειρουργικής που ασχολείται με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των

υπολογιστών και της ρομποτικής<sup>1</sup>, ποσοστό 6,3% απάντησε ότι αποτελεί μέρος της ανοιχτής χειρουργικής, ποσοστό 0,8% απάντησε άλλο, ενώ ποσοστό 18,8% απάντησε ότι δεν γνωρίζει. Σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται ότι η απάντηση που έδωσαν οι ερωτηθέντες σχετίζεται κυρίως με το αν έχουν νοσηλευτική ειδικότητα και το είδος αυτής. Οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες με χειρουργική ειδικότητα απάντησαν σωστά (ποσοστό 77,8%), ενώ μόνο το 33,3% των ερωτηθέντων με ψυχιατρική ειδικότητα έδωσε την ίδια απάντηση. Οι διαφορές που προέκυψαν είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 16$ ,  $\chi^2 = 48,23$ ).

Θετικό είναι το γεγονός ότι οι περισσότεροι ερωτηθέντες γνωρίζουν ότι το βασικό πλεονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής είναι η ακρίβεια στις χειρουργικές κινήσεις (ποσοστό 82,8%). Ποσοστό 7% απάντησε το μικρό κόστος, ποσοστό 3,9% απάντησε ο μικρός όγκος των ρομποτικών συστημάτων, ενώ ποσοστό 6,3% απάντησε η πλήρης αυτονομία των ρομποτικών συστημάτων, τα οποία βεβαίως δεν ισχύουν, καθώς οι ρομποτικές επεμβάσεις κοστίζουν ακριβά, τα ρομποτικά συστήματα καταλαμβάνουν σημαντικό χώρο μέσα στη χειρουργική αίθουσα και δεν λειτουργούν αυτόνομα, αλλά δέχονται εντολές από τους χειρουργούς<sup>2,17,22,23,73,76,77,78,79,80,84</sup>.

Στην ερώτηση ποιο είναι το βασικό μειονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής, μόνο το 18,8% των ερωτηθέντων απάντησε ότι είναι ο φόβος και η ανασφάλεια που αισθάνεται ο ασθενής σχετικά με την αποτελεσματικότητα της ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης, ενώ το 63,3% απάντησε το μεγάλο κόστος. Ποσοστό 17,2% απάντησε το περιορισμένο οπτικό πεδίο, το οποίο αποτελεί μειονέκτημα της λαπαροσκοπικής και όχι της ρομποτικής χειρουργικής, αφού ο χειρουργός έχει μεγεθυμένη και τρισδιάστατη εικόνα του χειρουργικού πεδίου<sup>2,8,17,22,23,52,67,69,73,76,77,78,79,80,84</sup>, ενώ ποσοστό 0,8% απάντησε ο μεγάλος χρόνος παραμονής του ασθενή στο νοσοκομείο, το οποίο επίσης δεν ισχύει, καθώς λόγω της μειωμένης θνησιμότητας και νοσηρότητας, ο ασθενής έχει τη δυνατότητα να επανέλθει γρήγορα στις καθημερινές του δραστηριότητες<sup>2,23,73,76,77,78,79,80,84</sup>. Σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται ότι οι απαντήσεις που έδωσαν οι ερωτηθέντες σχετίζονται κυρίως με το αν έχουν νοσηλευτική ειδικότητα και το είδος αυτής. Το 77,8% των ερωτηθέντων με χειρουργική ειδικότητα απάντησε το μεγάλο κόστος, ενώ την ίδια απάντηση έδωσε μόνο το 50% και το 66,7% των ερωτηθέντων με παιδιατρική και ψυχιατρική ειδικότητα, αντίστοιχα. Παρόλα αυτά, οι διαφορές που προέκυψαν δεν είναι στατιστικά σημαντικές ( $p = 0,7$ ,  $df = 12$ ,  $\chi^2 = 7,93$ ).

Σημαντικό είναι το γεγονός ότι το 86,7% των ερωτηθέντων θεωρούν απαραίτητη την παρουσία του χειρουργού κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης. Ποσοστό 9,4% απάντησε ότι δεν γνωρίζει, ενώ ποσοστό 3,9% απάντησε ότι δεν είναι απαραίτητη η παρουσία του. Σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται ότι οι απαντήσεις που

έδωσαν οι ερωτηθέντες σχετίζονται κυρίως με τα έτη επαγγελματικής προϋπηρεσίας. Το 96,2% των ερωτηθέντων που εργάζεται πάνω από 20 χρόνια γνωρίζει ότι η παρουσία του χειρουργού είναι απαραίτητη κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης και το 80,6% των ερωτηθέντων που εργάζεται 11-20 χρόνια. Οι διαφορές που προέκυψαν κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 4$ ,  $\chi^2 = 5$ ).

Στην ερώτηση ποιος πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση, μόνο το 71,1% των ερωτηθέντων απάντησε ο χειρουργός. Οι υπόλοιποι απάντησαν το ρομπότ (ποσοστό 17,2%), άλλος (ποσοστό 3,1%), ενώ κάποιιοι ερωτηθέντες απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν (ποσοστό 8,6%). Σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται ότι οι απαντήσεις που έδωσαν οι ερωτηθέντες σχετίζονται κυρίως με το επίπεδο εκπαίδευσης, τον τομέα εργασίας, καθώς και τα έτη επαγγελματικής προϋπηρεσίας. Πιο συγκεκριμένα, όλοι οι νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης (ποσοστό 100%) γνωρίζουν ότι ο χειρουργός πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση, ενώ την ίδια απάντηση έδωσαν οι νοσηλευτές τεχνολογικής εκπαίδευσης σε ποσοστό 76,6% και σε μικρότερο ποσοστό (59,6%) οι βοηθοί νοσηλευτών. Οι διαφορές που προέκυψαν κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 6$ ,  $\chi^2 = 11,26$ ). Επίσης, το 75,4% των ερωτηθέντων που εργάζεται στον χειρουργικό τομέα γνωρίζει ότι ο χειρουργός πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση, ενώ το 66,1% των ερωτηθέντων που εργάζεται στον παθολογικό τομέα έδωσε την ίδια απάντηση. Οι διαφορές που προέκυψαν κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία αυτών των δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 3$ ,  $\chi^2 = 4,37$ ). Τέλος, το 96,2% των ερωτηθέντων που εργάζεται πάνω από 20 χρόνια γνωρίζει ότι ο χειρουργός πραγματοποιεί τη ρομποτική χειρουργική επέμβαση, ενώ 74,2% και 47,2% των ερωτηθέντων που εργάζονται 1-10 και 11-20 χρόνια, αντίστοιχα, απάντησε ομοίως. Οι διαφορές που προέκυψαν κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 6$ ,  $\chi^2 = 22,05$ ).

Αξιοπαρατήρητο είναι το γεγονός ότι σχεδόν οι μισοί από τους συμμετέχοντες στην έρευνα (ποσοστό 48,4%) γνωρίζουν ότι το σύστημα daVinci είναι το πιο διαδεδομένο χειρουργικό ρομποτικό σύστημα παγκοσμίως. Ποσοστό 43% απάντησε ότι δεν γνωρίζει, ποσοστό 0,8% απάντησε το σύστημα EndoAssist, ποσοστό 3,9% το σύστημα Socrates και ποσοστό 3,9% το σύστημα Cyber-Knife. Βασικός λόγος που το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci είναι ευρέως διαδεδομένο είναι το γεγονός ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες χειρουργικές επεμβάσεις (ουρολογικές, καρδιολογικές, θωρακικές, γυναικολογικές, παιδιατρικές και γενικές). Ήδη περισσότερα από 210 ρομποτικά συστήματα daVinci λειτουργούν στην Ελλάδα, στις Η.Π.Α., στην Ασία και ανά τον κόσμο<sup>35,71,73</sup>.

Στην ερώτηση αν έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα ρομποτικές χειρουργικές επεμβάσεις, μόνο το 59,4% απάντησε θετικά. Οι υπόλοιποι απάντησαν ότι είτε δεν έχουν πραγματοποιηθεί είτε δεν γνωρίζουν (ποσοστά 6,3% και 34,4%, αντίστοιχα). Έκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι μόνο το 38,3% των ερωτηθέντων γνωρίζει ότι η ρομποτική χειρουργική είναι γεγονός για τη χώρα μας από το 2006. Ποσοστό 46,1% απάντησε ότι δεν γνωρίζει, ενώ ποσοστό 12,5% απάντησε ότι είναι γεγονός από το 2000. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι ρομποτικές χειρουργικές επεμβάσεις αριθμούν συνολικά τις 282.000 σε μόλις δεκατρία χρόνια, ενώ συνολικά ρομποτικές επεμβάσεις πραγματοποιούνται σε 1650 νοσοκομεία. Από αυτά τα 1.228 βρίσκονται στις Η.Π.Α., 292 στην Ευρώπη, 90 στην Ασία, 14 στη Μέση Ανατολή, 13 στην Αυστραλία και 13 στην Αφρική<sup>61</sup>. Στην Ελλάδα μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί γύρω στις 2.500 επεμβάσεις διαφόρων κατηγοριών<sup>73</sup>. Το 2009 σε σχέση με το 2008 σημειώθηκε αύξηση κατά 51% των ρομποτικών χειρουργικών επεμβάσεων σε ολόκληρο τον κόσμο<sup>61</sup>.

Οι περισσότεροι ερωτηθέντες απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν σε ποιο δημόσιο νοσοκομείο έχει εγκατασταθεί το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci. Μόλις το 28,1% απάντησε στο Γ.Ν. Αθηνών «Λαϊκό», ποσοστό 10,2% απάντησε στο Γ.Ν. Αθηνών «Ιπποκράτειο», ποσοστό 12,5% στο Γ.Ν. Θεσσαλονίκης «Παπανικολάου», ενώ ποσοστό 1,6% απάντησε στο Π.Γ.Ν. Πατρών.

Αξιοπρόσεκτο είναι επίσης το γεγονός ότι οι μισοί σχεδόν από τους ερωτηθέντες (ποσοστό 51,6%) γνωρίζουν ότι η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται σε όλες τις ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης. Ποσοστό 10,9% απάντησε ότι εφαρμόζεται στη νευροχειρουργική, ποσοστό 17,2% στην καρδιοχειρουργική, ποσοστό 0,8% στην ορθοπεδική, ενώ ποσοστό 19,5% απάντησε ότι δεν γνωρίζει. Σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται ότι οι απαντήσεις που έδωσαν οι ερωτηθέντες σχετίζονται κυρίως με την ηλικία και τον τομέα εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, το 57,7% των ερωτηθέντων ηλικίας 46 έως 60 ετών γνωρίζει ότι η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται σε όλες τις ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης, ενώ το 53,6% και το 45,7% των ερωτηθέντων ηλικίας 20-35 και 36-45 ετών, αντίστοιχα, έδωσε την ίδια απάντηση. Οι διαφορές που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 8$ ,  $\chi^2 = 7,6$ ). Επιπροσθέτως, το 56,5% των ερωτηθέντων που εργάζεται στον χειρουργικό τομέα γνωρίζει ότι η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται σε όλες τις ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό αυτών που εργάζονται στον παθολογικό τομέα είναι 45,8%. Οι διαφορές που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 4$ ,  $\chi^2 = 4,57$ ).



Στην ερώτηση αν ο νοσηλευτής συμμετέχει ενεργά στη ρομποτική χειρουργική και σε ποιο στάδιο, το 57% απάντησε ότι συμμετέχει ενεργά σε όλες τις φάσεις της ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης, ενώ ποσοστό 3,9% απάντησε ότι δεν συμμετέχει ενεργά σε κανένα στάδιο της χειρουργικής επέμβασης. Ποσοστό 7,8% απάντησε προεγχειρητικά, 9,4% των ερωτηθέντων απάντησε μετεγχειρητικά, 6,3% απάντησε διεγχειρητικά, ενώ ποσοστό 15,6% απάντησε ότι δεν γνωρίζει. Σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται ότι οι απαντήσεις που έδωσαν οι ερωτηθέντες σχετίζονται κυρίως με την ηλικία. Πιο συγκεκριμένα, το 61,5% των ερωτηθέντων ηλικίας 46-60 ετών γνωρίζει ότι ο νοσηλευτής συμμετέχει ενεργά στη ρομποτική χειρουργική σε όλες τις φάσεις της χειρουργικής επέμβασης, ενώ 55,4% και 56,4% των ερωτηθέντων ηλικίας 20-35 και 36-45 ετών, αντίστοιχα, έδωσε την ίδια απάντηση. Παρόλα αυτά, οι διαφορές που προέκυψαν δεν είναι στατιστικά σημαντικές ( $p = 0,9$ ,  $df = 10$ ,  $\chi^2 = 3,1$ ). Παρόμοια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Μεγάλη Βρετανία το 2008 έδειξε ότι ο ρόλος του νοσηλευτικού προσωπικού είναι ιδιαίτερα σημαντικός στη ρομποτική χειρουργική, καθώς συμμετέχει ενεργά σε όλες τις φάσεις της ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης<sup>57</sup>.

Θετικό είναι το γεγονός ότι το 92,2% των ερωτηθέντων πιστεύει ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στον χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς. Σύμφωνα με τις συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται ότι η απάντηση αυτή των ερωτηθέντων σχετίζεται κυρίως με την ηλικία και τα έτη επαγγελματικής προϋπηρεσίας. Πιο συγκεκριμένα όλοι οι ερωτηθέντες ηλικίας 46-60 ετών απάντησαν ότι η ρομποτική τεχνολογία θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας, ενώ 92,9% και 87% των ερωτηθέντων ηλικίας 20 έως 35 και 36 έως 45 ετών, αντίστοιχα, έδωσε την ίδια απάντηση. Οι διαφορές που προέκυψαν κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 4$ ). Επίσης, όλοι οι ερωτηθέντες που εργάζονται πάνω από 20 χρόνια απάντησαν ότι η ρομποτική τεχνολογία θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας, ενώ εξίσου υψηλά είναι και τα ποσοστά αυτών που εργάζονται 1-10 και 11-20 χρόνια με ποσοστά 90,9% και 88,9%, αντίστοιχα. Οι διαφορές που προέκυψαν κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 2,89$ ). Το 10,2% των ερωτηθέντων αιτιολόγησε την άποψη του, απαντώντας ότι προσφέρει άρτιο αισθητικό αποτέλεσμα, το 67,8% απάντησε ότι ελαχιστοποιεί την πιθανότητα ενδοεγχειρητικών και μετεγχειρητικών επιπλοκών, το 15,3% ότι επιτρέπει τη γρήγορη επούλωση του τραύματος, ενώ ένα 6,8% απάντησε άλλο.

Στην ερώτηση αν πιστεύουν ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού το 84,4% των ερωτηθέντων απάντησε θετικά. Από αυτούς, το 44,4% αιτιολόγησε την άποψη του, απαντώντας ότι μειώνει το φόρτο εργασίας

του νοσηλευτικού προσωπικού, το 7,4% απάντησε ότι αντιμετωπίζεται σε μεγάλο βαθμό η έλλειψη νοσηλευτικού προσωπικού, το 45,4% ότι δίνεται η ευκαιρία στο νοσηλευτικό προσωπικό να παρέχει άριστης ποιότητας νοσηλευτική φροντίδα στον ασθενή, ενώ το 2,8% απάντησε άλλο.

Ενθαρρυντικό είναι το γεγονός ότι το 75% των ερωτηθέντων επιθυμεί την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεται. Η απάντηση αυτή των ερωτηθέντων σχετίζεται κυρίως με το επίπεδο εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι όλοι οι νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης επιθυμούν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται, ενώ σε μικρότερα ποσοστά απάντησαν οι απόφοιτοι τεχνολογικής εκπαίδευσης (76,6%) και οι βοηθοί νοσηλευτών (70,2%). Οι διαφορές που προέκυψαν κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,05$ ,  $df = 2$ ,  $\chi^2 = 2,16$ ). Το 61,5% των ερωτηθέντων αιτιολόγησαν την άποψη τους, απαντώντας ότι θα βελτιωθούν οι συνθήκες νοσηλείας του ασθενούς, το 28,1% ότι θα βελτιωθούν οι συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού, το 7,3% ότι θα υπάρχει καλύτερη σχέση επικοινωνίας μεταξύ ασθενούς και νοσηλευτικού προσωπικού, ενώ ένα 3,1% απάντησε άλλο.

Στην ερώτηση αν πιστεύουν ότι το νοσηλευτικό προσωπικό θα πρέπει να ενημερώνεται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας μέσω επιμορφωτικών σεμιναρίων, όλοι οι ερωτηθέντες απάντησαν θετικά. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το 27,3% των ερωτηθέντων απάντησε ότι δεν έχει ενημερωθεί καθόλου για τη ρομποτική χειρουργική, ποσοστό 56,3% απάντησε ότι έχει ενημερωθεί ελάχιστα, ποσοστό 12,5% καλά, ενώ μόλις το 3,9% των ερωτηθέντων απάντησε πάρα πολύ καλά. Το ποσοστό αυτό είναι πολύ χαμηλό συγκρινόμενο με το αντίστοιχο ποσοστό του 20% περίπου των νοσηλευτών που δραστηριοποιούνται σε άλλες χώρες, όπως η Μεγάλη Βρετανία<sup>57</sup>.

Βάσει των ανωτέρω αναφερομένων, σχετικά με τις αναλύσεις των στατιστικών δεδομένων και συσχετίσεων που πραγματοποιήθηκαν ως προς τις απαντήσεις τυχαίου δείγματος 256 νοσηλευτών όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης σε 23 ερωτήσεις περί ρομποτικής χειρουργικής, παρατηρείται ότι τόσο το επίπεδο σπουδών και ο τρόπος ενημέρωσης των ερωτηθέντων όσο και τα έτη επαγγελματικής εμπειρίας διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο ως προς τις γνώσεις που έχουν οι ερωτηθέντες για την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στη σύγχρονη ιατρική και νοσηλευτική χειρουργική πρακτική. Για το λόγο αυτό, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη για διαρκή ενημέρωση και ενεργό συμμετοχή του νοσηλευτικού προσωπικού όλων των κατηγοριών εκπαίδευσης στις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στον τομέα της ρομποτικής ιατρικής, αλλά και γενικότερα στο χώρο της υγείας, με σκοπό την παροχή υψηλής ποιοτικής νοσηλευτικής φροντίδας στους ασθενείς.



**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ  
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

Οι αλματώδεις εξελίξεις στην επιστημονική περιοχή της ρομποτικής τεχνολογίας τις δύο τελευταίες δεκαετίες (τέλη 20<sup>ου</sup> – αρχές 21<sup>ου</sup> αιώνα) και οι καινοτόμες εφαρμογές της στην αντιμετώπιση πολύπλοκων ιατρικών χειρουργικών επεμβάσεων έχουν επιφέρει πολλαπλά οφέλη τόσο για το ιατρονοσηλευτικό προσωπικό όσο και για τους ασθενείς. Ως εκ' τούτου είναι απαραίτητη η διαρκής ενημέρωση και ενεργός συμμετοχή του ιατρονοσηλευτικού προσωπικού στις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στον τομέα της ρομποτικής χειρουργικής. Σημαντικοί παράγοντες στην ανάπτυξη ενός επιτυχημένου προγράμματος ρομποτικής χειρουργικής αποτελούν η εμπειρία της χειρουργικής ομάδας στις επεμβάσεις λαπαροσκόπησης, καθώς και η υποδομή του ιδρύματος που φιλοξενεί το πρόγραμμα.

Ιδιαίτερα σημαντικός είναι και ο ρόλος των νοσηλευτών χειρουργείου, οι οποίοι βρίσκονται μπροστά σε μία νέα πρόκληση. Επιφορτίζονται με νέες υπευθυνότητες και τεχνικές, με σκοπό την παροχή υψηλής ποιοτικής νοσηλευτικής φροντίδας στους ασθενείς που θα υποβληθούν σε ρομποτικές χειρουργικές επεμβάσεις. Οφείλουν να εναρμονίζονται με τις τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις στο χώρο της ιατρικής επιστήμης, καθώς το νοσηλευτικό προσωπικό θα παραμείνει αναντικατάστατο για τον ασθενή, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ τεχνολογίας και επιστήμης, διασταυρώνοντας τον ανθρώπινο πόνο με την ανθρώπινη ελπίδα.

Βάσει της επιστημονικής έρευνας, η οποία διεξήχθη σε δείγμα 256 νοσηλευτών πανεπιστημιακής και τεχνολογικής εκπαίδευσης, καθώς και σε βοηθούς νοσηλευτών που εργάζονται σε δημόσια και ιδιωτικά νοσηλευτικά ιδρύματα της ημεδαπής, προέκυψαν κατά τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων τα ακόλουθα κυριότερα συμπεράσματα:

- Μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων δεν ενημερώνεται για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας. Αυτοί κυρίως είναι ηλικίας 20-45 ετών, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με 1 έως 10 χρόνια επαγγελματικής εμπειρίας σε νοσηλευτικά ιδρύματα. Πιθανώς, δεν τους παρέχεται η δυνατότητα ενημέρωσης μέσω επιμορφωτικών σεμιναρίων στον χώρο που εργάζονται. Και αυτό γιατί όλοι οι ερωτηθέντες θεωρούν απαραίτητη την ενημέρωση του νοσηλευτικού προσωπικού για τις εξελίξεις που διαδραματίζονται στον χώρο της υγείας μέσω επιμορφωτικών προγραμμάτων.
- Οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες είναι ελάχιστα ή καθόλου ενημερωμένοι για τη ρομποτική χειρουργική. Περισσότερο ενημερωμένοι για τη ρομποτική χειρουργική είναι οι νοσηλευτές ηλικίας 46-60 ετών που εργάζονται πάνω από 20 χρόνια και οι νοσηλευτές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης. Οι νοσηλευτές τεχνολογικής εκπαίδευσης είναι αρκετά ενημερωμένοι, ενώ οι βοηθοί νοσηλευτών είναι λιγότερο ενημερωμένοι.

- Επίσης, αρκετές γνώσεις για τη ρομποτική χειρουργική διαθέτουν οι νοσηλευτές με χειρουργική ειδικότητα, χωρίς όμως να παρατηρείται κάποια σημαντική διαφορά από τους νοσηλευτές που δεν έχουν ειδικότητα ή έχουν παθολογική, παιδιατρική ή ψυχιατρική ειδικότητα.
- Επιπροσθέτως, μικρή διαφορά παρατηρείται ως προς το γνωσιολογικό επίπεδο ανάμεσα στο νοσηλευτικό προσωπικό που εργάζεται στον χειρουργικό και παθολογικό τομέα, με τους νοσηλευτές του χειρουργικού τομέα να έχουν περισσότερες γνώσεις για τη ρομποτική χειρουργική σε σχέση με τους υπόλοιπους.
- Λίγοι από τους ερωτηθέντες θεωρούν ότι το νοσηλευτικό προσωπικό συμμετέχει ενεργά και παίζει καθοριστικό ρόλο στη ρομποτική χειρουργική, και είναι κυρίως αυτοί που έχουν ηλικία 46-60 ετών και έχουν πάνω από 20 χρόνια επαγγελματική εμπειρία.
- Αυτοί που επιθυμούν περισσότερο την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στον χώρο που εργάζονται έχουν ηλικία 36-45 ετών, ενώ μικρότερα ποσοστά παρατηρούνται στις ηλικίες 20-35 και 46-60 ετών.
- Επίσης, παρατηρείται ότι αυτοί που εργάζονται στον χειρουργικό τομέα επιθυμούν την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζονται.

Για να αποβούν ωφέλιμα τα παραπάνω συμπεράσματα προτείνονται ενδεικτικά τα ακόλουθα:

- Δυνατότητα διαρκούς ενημέρωσης και εκπαίδευσης του νοσηλευτικού προσωπικού, ανεξαρτήτου ηλικίας, επαγγελματικής εμπειρίας και επιπέδου σπουδών, μέσω επιμορφωτικών σεμιναρίων για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας.
- Τα νοσηλευτικά ιδρύματα θα πρέπει να διοργανώνουν επιστημονικά συνέδρια και σεμινάρια, με σκοπό την ενημέρωση του νοσηλευτικού προσωπικού.
- Παροχή κινήτρων στο νοσηλευτικό προσωπικό που εργάζεται σε νοσηλευτικά ιδρύματα, έτσι ώστε όχι μόνο να ακολουθούν τη νοσηλευτική εκπαίδευση, αλλά και να αναλαμβάνουν θέσεις ευθύνης μέσα στα νοσηλευτικά ιδρύματα. Τα κίνητρα αυτά μπορούν να ποικίλουν και να είναι είτε μισθολογικά είτε επαγγελματικά.
- Οι νοσηλευτές και βοηθοί νοσηλευτών θα πρέπει να έχουν πίστη στις νέες τεχνολογίες και ιδιαίτερα στη δυνατότητα που τους δίνουν, έτσι ώστε να παρέχουν νοσηλευτική φροντίδα υψηλής ποιότητας.
- Η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στο χώρο της υγείας δεν θα πρέπει να επιτρέψει στους νοσηλευτές να απομακρυνθούν από τους ασθενείς τους. Κανένα λογισμικό και κανένα αυτοματοποιημένο σύστημα δεν μπορεί να

υποκαταστήσει την ανθρώπινη κρίση ούτε και μπορεί να είναι τόσο αποτελεσματικό όσο το ανθρώπινο άγγιγμα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Gomez G. Emerging technology in surgery: informatics, electronics, robotics, Volume 1, Edition 17th, Edited by Elsevier Saunders, Philadelphia 2004: p. 45-78.
2. Αλεξανδροπούλου Χ.Α., Παναγιωτόπουλος Η. Ρομποτική Χειρουργική: Η Νέα Πρόκληση για το Ιατρικό και Νοσηλευτικό Προσωπικό στον 21ο αιώνα, Ελληνικό Περιοδικό της Νοσηλευτικής Επιστήμης, Τόμος 3, Τεύχος 3, Εκδόσεις ΕΝΕ, Αθήνα 2010: σ. 72-75.
3. Ballantyne G.H. The pitfalls of laparoscopic surgery: challenges for robotics and telerobotic surgery, Surgical Laparoscopy Endoscopy & Percutaneous Techniques, Volume 12, Issue 1, Edited by Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2002: p. 1-5.
4. Ντέρος Κ., Δίκη Ε. Χειρουργική, Επίτομος, Έκδοση 1η, Εκδόσεις: Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα 1999: σ. 25-29.
5. Schwartz's S. Αρχές της Χειρουργικής, Επίτομος, Έκδοση 7η, Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε., Αθήνα 2001: σ. 32-45.
6. Hockstein N., Gourin C., Faust R., Terris D. A history of robots: from science fiction to surgical robotics, Journal of Robotic Surgery, Volume 1, Issue 2, Edited by Springer, USA 2007: p. 113-118.
7. Advincula A. Robotics in surgery: history, current and future applications, Abridged, Edition 2nd, Edited by Russell A. Faust, New York 2007: p. 3-12, 105-184, 205-222.
8. Camarillo DB., Krummel TM. Salisbury JK. Robotic technology in surgery: past, present and future, American Journal of Surgery, Volume 188, Issue 1, Edited by Elsevier, USA 2004: p. 2-15.
9. Lehman A., Berg K., Dumpert J. Surgery with cooperative robots, Computer Aided Surgery, Volume 13, Issue 1, Edited by John Wiley & Sons, England 2008: p. 95-105.
10. Hollingum J. Engineers and surgeons collaborate, Industrial Robot: An International Journal, Volume 28, Issue 2, Edited by Emerald Group Publishing Limited, USA 2001: p. 131-135.
11. Zender J., Thell C. Developing a successful robotic surgery program in a rural hospital, AORN Journal, Volume 92, Issue 1, Edited by Elsevier, USA 2010: p. 72-83.
12. Αποστολάκης Ι. Πληροφορικά Συστήματα Υγείας, Επίτομος, Έκδοση 2η, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα 2007: σ. 137-172.

13. Senapati S., Advincula AP. Telemedicine and robotics: Paving the way to the globalization of surgery, *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, Volume 91, Issue 3, Edited by Elsevier, USA 2005: p. 210-216.
14. Zheah WK., Lenzi JE., So JB., Kum CK., Goh PM. Randomized trial of needlescopic versus laparoscopic cholecystectomy, *British Journal of Surgery*, Volume 88, Issue 1, Edited by John Wiley & Sons, England 2001: p. 45-47.
15. Govindarajan A. Robot-Assisted surgery: A review, *Medical Journal*, Volume 78, Issue 2, Edited by the University of Toronto, Toronto 2001: p. 108-112.
16. Gerhardus D. Robot-assisted surgery: the future is here, *Journal of Healthcare Management*, Volume 48, Issue 4, Edited by Stephen O'Connor, England 2003: p. 242-251.
17. Ulrich R., Burghart C. Surgical Robotics: An introduction, *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, Volume 30, Issue 1, Edited by Springer, USA 2001: p. 1-28.
18. Satava R. History of robotic surgery – The early chronicles: a personal historical perspective, Abridged, Edition 2nd, Edited by WeBSurg's World Virtual University, USA 2006: p. 15-47, 62-94.
19. Holt D., Zaidi A., Abramson J., Somogyi R. Telesurgery: advances and trends, *Medical Journal*, Volume 82, Issue 1, Edited by the University of Toronto, Toronto 2004: p. 52-54.
20. Jaatinen PT., Forsstrom J., Loula P. Teleconsultations: who uses them and how? *Journal of Telemedicine and Telecare*, Volume 8, Issue 6, Edited by the Royal Society of Medicine Press, London 2002: p. 319-324.
21. Palep J.H. Robotic assisted minimally invasive surgery, *Journal of Minimal Access Surgery*, Volume 5, Issue 1, Edited by Medknow, India 2009: p. 1-7.
22. Oleynikov D. Robotic surgery, *Surgical Clinics of North America*, Volume 88, Issue 5, Edited by the University of Pittsburgh Medical Center Cancer, North America 2008: p. 1121-1130.
23. Παππής Χ. Η ρομποτική τεχνολογία στην υπηρεσία της χειρουργικής και του ασθενούς, *Medlife*, Τόμος 11, Τεύχος 2, Ευρωκλινική Παιδών, Αθήνα 2009: σ. 22-24.
24. Hazey JW., Melvin WS. Robot-assisted general surgery, *Seminars in Laparoscopic Surgery*, Volume 11, Issue 2, Edited by W.B. Saunders, Philadelphia 2004: p. 107-112.
25. Stylopoulos N., Rattner D. Robotics and ergonomics, *Surgical Clinics of North America*, Volume 83, Issue 5, Edited by the University of Pittsburgh Medical Center Cancer, North America 2003: p. 1321-1337.



26. Kumar R., Hemal A. Emerging role of robotics in urology, *Journal of Minimal Access Surgery*, Volume 1, Issue 4, Edited by Medknow, India 2005: p. 202-210.
27. Thiel D., Winfield H. Robotics in Urology: past, present and future, *Journal of Endourology*, Volume 22, Issue 4, Edited by Mary Ann Liebert, New York 2008: p. 825-830.
28. Hemal AK., Menon M. Laparoscopy, robot, telesurgery and urology: future perspective, *Journal of Postgraduate Medicine*, Volume 48, Issue 1, Edited by Medknow Publications and Media Pvt, India 2002: p. 39-41.
29. Ghavamian R. Robotic and open radical prostatectomy: is there reason to be receptive to change now and in the future?, *Expert review of anticancer therapy*, Volume 9, Issue 7, Edited by Experts Reviews Ltd, London 2009: p. 863-865.
30. Warren J., Da Silva V., Caumartin Y., Luke P. Robotic renal surgery: the future or a passing curiosity? *Canadian Urological Association Journal*, Volume 3, Issue 3, Edited by the Canadian Urological Association, Canada 2009: p. 231-240.
31. Kaouk J.H., White W.M., Goel R.K., Brethauer S., Crouzet S., Rackley R.R., Moore C., Ingber M.S., Haber G.B. NOTES transvaginal nephrectomy: first human experience, *Urology*, Volume 74, Issue 1, Edited by Elsevier, USA 2009: p. 5-8.
32. Atug F., Castle EP., Woods M., Davis R., Thomas R. Robotics in Urological Surgery: an revolving new technology, *International Journal of Urology*, Volume 13, Issue 7, Edited by John Wiley & Sons, England 2006: p. 857-863.
33. Kim WT., Ham WS. Jeong W., Song HG., Rha KH., Choi UD. Failure and malfunction of daVinci surgical systems during various robotic surgeries: experience from six departments at a single institute, *Urology*, Volume 74, Issue 6, Edited by Elsevier, USA 2009: p. 1234-1237.
34. Mottrie A., Carpentier P., Schatteman P., Fonteyne E., Suttman H., Stockle M., Siemer S. Robot-assisted laparoscopic radical cystectomy: initial experience on 27 consecutive patients, *Journal of Robotic Surgery*, Volume 1, Issue 3, Edited by Springer, USA 2007: p. 197-201.
35. Kim H., Schulam P. The PAKY, HERMES, AESOP, ZEUS and daVinci robotic systems. *Urologic Clinics of North America*, Volume 31, Issue 5, Edited by Elsevier, USA 2004: p. 659-669.
36. Rodriguez E., Chitwood W. Outcomes in robotic cardiac surgery, *Journal of Robotic Surgery*, Volume 1, Issue 1, Edited by Springer, USA 2007: p. 19-23.

37. Modi P., Rodriguez E., Chitwood WR. Robot-assisted cardiac surgery, Interactive cardiovascular and thoracic surgery, Volume 9, Issue 3, Edited by the European Association for Cardio-thoracic surgery, Germany 2009: p. 500-505.
38. Kodera K., Kiaii B., Rayman R., Novick R., Boyd D. Closed chest CABG on the beating heart with a computer-enhanced articulating system: case report, The Heart Surgery Forum, Volume 4, Issue 4, Edited by Forum Multimedia Publishing, LLC, USA 2001: p. 305-306.
39. Woo YJ. Robotic cardiac surgery, The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery, Volume 2, Issue 3, Edited by John Wiley & Sons, England 2006: p. 225-232.
40. Stindel E., Briard J.L., Merloz P., Plaweski S., Dubrana F., Lefevre C., Troccaz J. Bone morphing: 3D morphological data for total knee arthroplasty, Computer Aided Surgery, Volume 7, Issue 3, Edited by John Wiley & Sons, England 2002: p. 156-168.
41. Μπαλτόπουλος Π. Ολική αρθροπλαστική ισχίου με πλήρη επικάλυψη υδροξυαπατίτη: Επίδραση στην επιβίωση και την εμφάνιση προσθίου μηριαίου πόνου, Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής, Τόμος 25, Τεύχος 6, Εκδόσεις: Ιατρική Εταιρεία Αθηνών, Αθήνα 2008: σ. 762-770.
42. Wright J. Technology requirements for robotic surgery, Industrial Robot: An International Journal, Volume 28, Issue 5, Edited by Emerald Group Publishing Limited, USA 2001: p. 392-394.
43. Langlotz F. Potential pitfalls of computer aided orthopedic surgery, Injury, Volume 35, Issue 1, Edited by Elsevier, USA 2004: p. 17-23.
44. Ζιούνας Ι. Ρομποτική Χολοκυστεκτομή, Medlife, Τόμος 11, Τεύχος 2, Ευρωκλινική Παίδων, Αθήνα 2009: σ. 18-20.
45. Γαρδίκας Κ.Δ. Ειδική Νοσολογία, Επίτομος, Έκδοση 1η, Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου, Αθήνα 2005: σ. 251-252.
46. Allemann P., Leroy J., Asakuma M., Abeidi F., Dallemagne B., Marescaux J. Robotics may overcome technical limitations of single-trocar surgery: an experimental prospective study of Nissen fundoplication, Archives of Surgery, Volume 145, Issue 3, Edited by the American Medical Association, South America 2010: p. 267-271.
47. Αθανασοπούλου Π., Οικονόμου Μ., Ρίζος Μ. Νοσολογία, Επίτομος, Έκδοση 5η, Εκδόσεις: Υπουργείο Υγείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα 2005: σ. 102.
48. Soravia C., Schwieger I., Witzig J., Wassmer F., Vedrenne T., Sutter P., Dufour J., Racloz Y. Laparoscopic robotic-assisted gastrointestinal surgery: a Geneva experience, Journal of Robotic Surgery, Volume 1, Issue 4, Edited by Springer, USA 2007: p. 291-295.

49. Snyder B., Wilson T., Yu S., Wilson E. Lowering gastrointestinal leak rates: a comparative analysis of robotic and laparoscopic gastric bypass, *Journal of Robotic Surgery*, Volume 2, Issue 3, Edited by Springer, USA 2008: p. 159-163.
50. Κωστάκης Α. Σύγχρονη Χειρουργική Διαγνωστική και Θεραπευτική, Επίτομος, Έκδοση 1η, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη, Αθήνα 2005: σ. 353-363.
51. Lunca S., Bouras G., Stanescu A. Gastrointestinal Robot-Assisted Surgery: A Current Perspective, *Journal of Gastrointestinal and Liver Diseases*, Volume 14, Issue 4, Edited by the Medical University Press Cluj, Romania 2005: p. 385-391.
52. Murphy D., Hall R., Tong R., Goel R., Costello AJ. Robotic technology in surgery: current status in 2008, *ANZ Journal of Surgery*, Volume 78, Issue 12, Edited by John Wiley & Sons, England 2008: p. 1076-1081.
53. Herron D., Marohn M. A consensus document on robotic surgery, *Surgical Endoscopy*, Volume 22, Issue 2, Edited by Springer, USA 2008: p. 313-325.
54. Kamran I., David L. Robotic liver surgery, *Surgical Clinics of North America*, Volume 90, Issue 4, Edited by the University of Pittsburgh Medical Center Cancer, North America 2010: p. 761-774.
55. McBeth P., Louw D., Rizun PR., Sutherland G. Robotics in neurosurgery, *American Journal of Surgery*, Volume 188, Issue 4, Edited by Elsevier, USA 2004: p. 68-75.
56. Pandya S., Motkoski JW., Serrano-Almeida C., Greer AD., Latour I., Sutherland GR. Advancing neurosurgery with image-guided robotics, *Journal of neurosurgery*, Volume 111, Issue 6, Edited by the American Association of Neurosurgeons, Charlottesville 2009: p. 1141-1149.
57. Chien JH., Tiwari MM., Suh IH., Mukherjee M., Park SH., Oleynikov D., Siu KC., Accuracy and speed trade-off in robot-assisted surgery, *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, Volume 6, Issue 3, Edited by John Wiley & Sons, England 2010: p. 324-329.
58. Karas C., Chiocca A. Neurosurgical robotics: a review of brain and spine applications, *Journal of Robotic Surgery*, Volume 1, Issue 1, Edited by Springer, USA 2007: p. 39-43.
59. O'Meara D. Robot arms to revolutionize neurosurgery, *Canadian Medical Association Journal*, Volume 170, Issue 11, Edited by the Canadian Medical Association, Canada 2004: p. 1654-1659.
60. Piquion J., Nayar A., Ghazaryan A., Papanna R., Klimek W., Laroia R. Robot-assisted gynecological in a community setting, *Journal of Robotic Surgery*, Volume 3, Issue 1, Edited by Springer, USA 2009: p. 61-64.

61. Finan MA., Rocconi RP. Overcoming technical challenges with robotic surgery in gynecologic oncology, *Surgical Endoscopy*, Volume 24, Issue 6, Edited by Springer, USA 2010: p. 1256-1260.
62. Sinha C., Haddad M. Robot-assisted surgery in children: current status, *Journal of Robotic Surgery*, Volume 1, Issue 4, Edited by Springer, USA 2008: p. 243-246.
63. Jones VS., Cohen RC. Two decades of minimally invasive pediatric surgery-taking stock, *Journal of Pediatric Surgery*, Volume 43, Issue 9, Edited by Elsevier, USA 2008: p. 1653-1659.
64. Bernard C., Kang H., Singh S., Wen J. Robotic system for collaborative control in minimal invasive surgery, *Industrial Robot: An International Journal*, Volume 26, Issue 6, Edited by Emerald Group Publishing Limited, USA 1999: p. 476-484.
65. Li Q., Zamorano L., Pandya A., Perez R., Gong J., Diaz F. The application accuracy of the NeuroMate robot – A quantitative comparison with frameless and frame-based surgical localization systems, *Computer Aided Surgery*, Volume 7, Issue 1, Edited by John Wiley & Sons, England 2002: p. 90-98.
66. Pransky J. Surgeons’ realizations of Robodoc, *Industrial Robot: An International Journal*, Volume 25, Issue 2, Edited by Emerald Group Publishing Limited, USA 1998: p. 105-108.
67. Joseph RA., Cih AC., Guevas SP., Donovan MA., Kauffman MG., Salas NA., Miles B., Bass BL., Dunkin BG. ‘Chopstick’ surgery: a novel technique improves surgeon performance and eliminates arm collision in robotic single-incision laparoscopic surgery, *Surgical Endoscopy*, Volume 24, Issue 6, Edited by Springer, USA 2010: p. 1331-1335.
68. Anthony R., Lanfranco B., Andres E., Castellanos M., Jaydev P., Desai P., William C., Meyers M. Robotic Surgery: A Current Perspective, *Annals of Surgery*, Volume 239, Issue 1, Edited by Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2004: p. 14-21.
69. Blavier A., Nyssen AS. Influence of 2D and 3D view on performance and time estimation in minimal invasive surgery, *Ergonomics*, Volume 52, Issue 11, Edited by Taylor & Francis Group, London 2009: p. 1342-1349.
70. Marescaux J., Rubino F. The ZEUS robotic system: experimental and clinical applications, *Surgical Clinics of North America*, Volume 83, Issue 5, Edited by the University of Pittsburgh Medical Center Cancer, North America 2003: p. 1305-1315.
71. Ballantyne G.H., Moll F. The daVinci telerobotic surgical system: the virtual operative field and telepresence surgery, *Surgical Clinics of North America*,

- Volume 83, Issue 5, Edited by the University of Pittsburgh Medical Center Cancer, North America 2003: p. 1293-1304.
72. Broeders I., Ruurda J. Robotics revolutionizing surgery: the intuitive Surgical daVinci system, *Industrial Robot: An International Journal*, Volume 28, Issue 4, Edited by Emerald Group Publishing Limited, USA 2001: p. 387-391.
  73. Κωνσταντινίδης Κ. Ρομποτική Χειρουργική: Παρελθόν – Παρόν – Μέλλον, Πρακτικά Ημερίδας «Εντοπισμένος καρκίνος προστάτη: Ρομποτική Χειρουργική και σύγχρονες μορφές θεραπείας», Επίτομος, Εκδόσεις: Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία Ρομποτικής Χειρουργικής, Αθήνα, Νοέμβριος 2010: σ. 13-17.
  74. Dickens B., Cook R. Legal and ethical issues in telemedicine and robotics, *International Journal of Gynecology and Obstetrics*, Volume 94, Issue 1, Edited by Elsevier, USA 2006: p. 73-78.
  75. Herman B., Dehez B., Duy KT., Raucent B., Dombre E., Krut S. Design and preliminary in vivo validation of a robotic laparoscope holder for minimally invasive surgery, *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, Volume 5, Issue 3, Edited by John Wiley & Sons, England 2009: p. 319-326.
  76. Αλεξανδροπούλου Χ.Α., Παναγιωτόπουλος Η., Παπαδημητρίου Μ. Η Νοσηλευτική Επιστήμη στις Προκλήσεις της Ρομποτικής Τεχνολογίας, Πρακτικά 4ου Πανελληνίου & 3ου Πανευρωπαϊκού Επιστημονικού και Επαγγελματικού Νοσηλευτικού Συνεδρίου, Επίτομος, Εκδόσεις: Ένωση Νοσηλευτών Ελλάδος, Αθήνα, Μάρτιος 2011, σ. 98-114.
  77. Λαυράνου Γ.Α., Νικητέας Ν. Ο Περιεγχειρητικός Ρόλος του Νοσηλευτή στη Ρομποτική Χειρουργική, Ιστορική Αναδρομή και Σύγχρονη Θέση της Ρομποτικής Χειρουργικής, Πρακτικά 4ου Πανελληνίου & 3ου Πανευρωπαϊκού Επιστημονικού και Επαγγελματικού Νοσηλευτικού Συνεδρίου, Επίτομος, Εκδόσεις: Ένωση Νοσηλευτών Ελλάδος, Αθήνα, Μάρτιος 2011, σ. 28.
  78. Αλεξανδροπούλου Χ.Α., Παναγιωτόπουλος Η. Εφαρμογές της Ρομποτικής Τεχνολογίας στην Ιατρική Πρακτική και ο Ρόλος του Νοσηλευτή, Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ρομποτικής, Επίτομος, Εκδόσεις: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Πάτρα, Δεκέμβριος 2010, σ. 32-47.
  79. Αλεξανδροπούλου Χ.Α., Παπαδημητρίου Μ. Η Νοσηλευτική Επιστήμη στις Προκλήσεις της Ρομποτικής Χειρουργικής, Πρακτικά 12ης Επιστημονικής Νοσηλευτικής Δημερίδας με θέμα: «Η ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΣΤΙΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΠΟΙΗΣΗΣ», Επίτομος, Εκδόσεις: Περιφερειακό Τμήμα ΕΣΝΕ Αχαΐας, Απρίλιος 2011, σ. 4.
  80. Ζαγοριανός Κ., Παπαδημητρίου Μ. Η Νοσηλευτική απέναντι στις προκλήσεις μιας νέας ρομποτικής εποχής, Πρακτικά 12ης Επιστημονικής

Νοσηλευτικής Διημερίδας με θέμα: «Η ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΣΤΙΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΠΟΙΗΣΗΣ», Επίτομος, Εκδόσεις: Περιφερειακό Τμήμα ΕΣΝΕ Αχαΐας, Απρίλιος 2011, σ. 26.

81. DeWit S. Παθολογική – Χειρουργική Νοσηλευτική: Έννοιες και Πρακτική, Μετάφραση-Επιμέλεια από Λαμπρινού Α. και Λεμονίδου Χ., Τόμος 1ος, Αγγλική έκδοση 1η, Ελληνική Έκδοση 1η, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη, Αθήνα 2009: σ. 95-116, 130-150.
82. Σαχίνη-Καρδάση Α., Πάνου Μ. Παθολογική και Χειρουργική Νοσηλευτική: Νοσηλευτικές διαδικασίες, Τόμος 1ος, Έκδοση 2η, ΒΗΤΑ Ιατρικές Εκδόσεις, Αθήνα 2007: σ. 107-125.
83. Lemone B. Παθολογική – Χειρουργική Νοσηλευτική, Μετάφραση-Επιμέλεια από Παναουδάκη – Μπροκαλάκη Η., Τόμος 1ος, Αγγλική έκδοση 3η, Ελληνική Έκδοση 1η, Ιατρικές Εκδόσεις Λαγός Δημήτριος, Αθήνα 2004: σ. 5-22, 211-247.
84. Κολοστούμπης Γ., Μακρυγιαννάκη Κ., Μπελημπασάκης Ι., Χριστόδουλος Α., Μακράκης Β. Εφαρμογή της Ρομποτικής Χειρουργικής στην κλινική πράξη: Μύθος ή Μία νέα τεχνολογία στο χώρο της Χειρουργικής, Πρακτικά 23ου Ιατρικού Συνέδριου Ενόπλων Δυνάμεων, Επίτομος, Εκδόσεις: Γενικό Επιτελείο Εθνικής Άμυνας, Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2010, σ. 104.
85. Kam JK., Cooray SD., Smith JA., Almeida A. A cost-analysis study of robotic versus conventional mitral valve repair, Heart, lung & circulation, Volume 19, Issue 7, Edited by Elsevier, USA 2010: p. 413-418.
86. Hubert J., Herrmann G., Perez M., Perrenot C., Waked C., Hubert N., Tran N. Robotic Training: Lessons to be learned from the aeronautic practice? Volume of 6th Annual Mira Congress with issue: “Robotics Surgery Marathon: Clinical Practice, Education & the Stimulation Olympics”, Abridged, Edition: Minimally Invasive Robotic Association, Athens, May 2011, p. 54.
87. Ρηγάτος Γ. Ιστορία της Νοσηλευτικής: Από τη φιλόσοφη τέχνη στη σύγχρονη επιστήμη, Επίτομος, Έκδοση 1<sup>η</sup>, Βήτα Ιατρικές Εκδόσεις, Αθήνα 2006, σ. 8.
88. Θεοφανίδης Δ., Φουντούκη Α. Η δια βίου εκπαίδευση στη νοσηλευτική επιστήμη και πράξη, Νοσηλευτική, Τόμος 45, Τεύχος 4, Εθνικός Σύνδεσμος Νοσηλευτών Ελλάδος, Ελλάδα 2006, σ. 476-482.

# ***ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ***

---



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ**

**ΕΡΕΥΝΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Το παρόν ερωτηματολόγιο συντάχθηκε στα πλαίσια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας με θέμα: «*Η Νοσηλευτική Επιστήμη στις Προκλήσεις της Ρομποτικής Τεχνολογίας*», υπό την επίβλεψη της αρμόδιας καθηγήτριας Δρ. Μ. Παπαδημητρίου. Στοχεύει στη συλλογή δεδομένων αναφορικά με τις γνώσεις και τις στάσεις του νοσηλευτικού προσωπικού απέναντι στην εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική πρακτική.

Παρακαλείσθε να συμπληρώσετε με προσοχή το ακόλουθο ερωτηματολόγιο. Οι απαντήσεις σας θα είναι εμπιστευτικές και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας.

Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων,

Με εκτίμηση,

Αλεξανδροπούλου Χρηστίνα – Αθανασία



## ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

**ΦΥΛΟ:**  ΑΝΤΡΑΣ  ΓΥΝΑΙΚΑ

**ΗΛΙΚΙΑ:** .....

**ΕΠΑΓΓΕΛΜΑ: ΝΟΣΗΛΕΥΤΗΣ-ΤΡΙΑ**  ΠΕ  ΤΕ

**ΒΟΗΘΟΣ ΝΟΣΗΛΕΥΤΗΣ-ΤΡΙΑ**  ΔΕ

**ΚΑΤΟΧΟΣ ΠΤΥΧΙΟΥ:**  ΜSc  PhD

**ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ:**  ΧΕΙΡ/ΚΗ  ΠΑΘ/ΚΗ  ΠΑΙΔΙΑΤΡΙΚΗ  ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΗ

**ΤΟΜΕΑΣ:**  ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΣ  ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΣ

**ΚΛΙΝΙΚΗ:** .....

**ΕΤΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΫΠΗΡΕΣΙΑΣ:** .....

**1. Ενημερώνεστε για τις τεχνολογικές εξελίξεις που διαδραματίζονται στο χώρο της υγείας;**

α) Ναι  β) Όχι

**2. Αν ναι, από πού;**

α) Μ.Μ.Ε – Διαδίκτυο

β) Συναδέλφους

γ) Συνέδρια – Σεμινάρια

δ) Φίλους – Γνωστούς

ε) Άλλο: .....

**3. Γνωρίζετε τι είναι η ρομποτική χειρουργική;**

α) Ναι  β) Όχι

**4. Αν ναι, η ρομποτική χειρουργική είναι:**

α) η διενέργεια νοσηλευτικών παρεμβάσεων με τη χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας

β) η πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων με τη χρήση των χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων υπό την επίβλεψη της χειρουργικής ομάδας

γ) η πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων από ρομπότ υπό την επίβλεψη της χειρουργικής ομάδας

δ) άλλο: .....

**5. Η ρομποτική χειρουργική αποτελεί εξέλιξη:**

α) της λαπαροσκοπικής χειρουργικής

β) της χειρουργικής NOTES

γ) της ανοιχτής χειρουργικής

δ) άλλο: .....

ε) δεν ξέρω

- 6. Βασικό πλεονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής είναι:**
- α) το μικρό κόστος των χειρουργικών επεμβάσεων
  - β) ο μικρός όγκος των ρομποτικών συστημάτων
  - γ) η ακρίβεια στις χειρουργικές κινήσεις
  - δ) η πλήρης αυτονομία των ρομποτικών συστημάτων
- 7. Βασικό μειονέκτημα της ρομποτικής χειρουργικής είναι:**
- α) το περιορισμένο οπτικό πεδίο
  - β) το μεγάλο κόστος
  - γ) ο μεγάλος χρόνος παραμονής του ασθενή στο νοσοκομείο
  - δ) η εμφάνιση πολλαπλών αναπνευστικών και καρδιαγγειακών επιπλοκών
  - ε) ο φόβος και η ανασφάλεια που αισθάνεται ο ασθενής σχετικά με την αποτελεσματικότητα της ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης
- 8. Κατά τη διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης με τη χρήση ρομποτικών συστημάτων, είναι απαραίτητη η παρουσία του χειρουργού;**
- α) Ναι
  - β) Όχι
  - γ) Δεν ξέρω
- 9. Κατά τη διάρκεια μιας ρομποτικής χειρουργικής επέμβασης, ποιος πιστεύετε ότι πραγματοποιεί την εγχείρηση;**
- α) ο χειρουργός
  - β) το ρομπότ
  - γ) άλλος: .....
  - δ) δεν ξέρω
- 10. Το πιο διαδεδομένο χειρουργικό ρομποτικό σύστημα παγκοσμίως είναι:**
- α) το σύστημα EndoAssist
  - β) το σύστημα Socrates
  - γ) το σύστημα CyberKnife
  - δ) το σύστημα daVinci
  - ε) άλλο: .....
  - στ) δεν ξέρω
- 11. Γνωρίζετε αν έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα χειρουργικές επεμβάσεις με τη χρήση χειρουργικών ρομποτικών συστημάτων;**
- α) Ναι
  - β) Όχι
  - γ) Δεν ξέρω
- 12. Η εφαρμογή των ρομποτικών χειρουργικών συστημάτων στην Ελλάδα είναι γεγονός από το έτος:**
- α) 1990
  - β) 1998
  - γ) 2000
  - δ) 2006
  - ε) Δεν ξέρω

- 13. Σε ποιο από τα παρακάτω δημόσια νοσοκομεία έχει εγκατασταθεί το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci;**
- α) Γ.Ν. Αθηνών «Ιπποκράτειο»
  - β) Γ.Ν. Αθηνών «Λαϊκό»
  - γ) Γ.Ν. Θεσσαλονίκης «Παπανικολάου»
  - δ) Π.Γ.Ν. Πατρών
  - ε) Άλλο:.....
  - στ) Δεν ξέρω
- 14. Η ρομποτική χειρουργική εφαρμόζεται:**
- α) στη νευροχειρουργική
  - β) στην καρδιοχειρουργική
  - γ) στην ορθοπαιδική
  - δ) σε όλες τις ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης
  - ε) δεν ξέρω
- 15. Ο νοσηλευτής συμμετέχει ενεργά στη ρομποτική χειρουργική:**
- α) προεγχειρητικά
  - β) μετεγχειρητικά
  - γ) κατά τη διάρκεια της επέμβασης
  - δ) όλα τα παραπάνω
  - ε) κανένα από τα παραπάνω
  - στ) δεν ξέρω
- 16. Πιστεύετε ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στον χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες νοσηλείας του χειρουργικού ασθενούς;**
- α) Ναι
  - β) Όχι
- 17. Αν ναι, επειδή:**
- α) προσφέρει άρτιο αισθητικό αποτέλεσμα
  - β) ελαχιστοποιεί την πιθανότητα ενδοεγχειρητικών και μετεγχειρητικών επιπλοκών
  - γ) επιτρέπει τη γρήγορη επούλωση του τραύματος
  - δ) άλλο:.....
- 18. Πιστεύετε ότι η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στον χώρο της υγείας θα βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού;**
- α) Ναι
  - β) Όχι

**19. Αν ναι, επειδή:**

- α) μειώνει το φόρτο εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού
- β) αντιμετωπίζεται σε μεγάλο βαθμό η έλλειψη νοσηλευτικού προσωπικού
- γ) δίνεται η ευκαιρία στο νοσηλευτικό προσωπικό να παρέχει άριστης ποιότητας νοσηλευτική φροντίδα στον ασθενή
- δ) άλλο:.....

**20. Θα επιθυμούσατε την εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στην κλινική που εργάζεστε;**

- α) Ναι      β) Όχι

**21. Αν ναι, επειδή:**

- α) θεωρώ ότι θα βελτιωθούν οι συνθήκες νοσηλείας του ασθενούς
- β) θεωρώ ότι θα βελτιωθούν οι συνθήκες εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού
- γ) θεωρώ ότι θα υπάρχει καλύτερη σχέση επικοινωνίας μεταξύ ασθενούς και νοσηλευτικού προσωπικού
- δ) άλλο:.....

**22. Πιστεύετε ότι το νοσηλευτικό προσωπικό θα πρέπει να ενημερώνεται για τις εξελίξεις που διαδραματίζονται στον χώρο της υγείας μέσω επιμορφωτικών σεμιναρίων;**

- α) Ναι      β) Όχι

**23. Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι είστε ενημερωμένοι για τη ρομποτική χειρουργική;**

- α) 1 (ΚΑΘΟΛΟΥ)
- β) 2 (ΕΛΑΧΙΣΤΑ)
- γ) 3 (ΚΑΛΑ)
- δ) 4 (ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΚΑΛΑ)

Παρακαλώ ελέγξτε ότι έχετε συμπληρώσει όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου διαφορετικά το ερωτηματολόγιο δεν θα μπορέσει να χρησιμοποιηθεί στις στατιστικές αναλύσεις.

**...ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΣΑΣ...**