
ΑΣΚΗΣΗ

4

Ρομποτική Χειρουργική Σύστημα Da Vinci

1. Ρομποτική χειρουργική

Πριν είκοσι χρόνια ξεκινούσε ένα πείραμα. Η χειρουργική με λαπαροσκόπηση, οπτικές ίνες και βίντεο. Στόχος του πειράματος ήταν η εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων χωρίς τραύμα. Η επιτυχία ήταν τόσο μεγάλη, που έμελε να αλλάξει την ιστορία της ιατρικής ανοίγοντας το κεφάλαιο της «ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής» (minimally invasive surgery). Η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική είναι η μέθοδος με την οποία η χειρουργική επέμβαση εκτελείται διαμέσου πολύ μικρών τομών του δέρματος (μισού έως το πολύ δύο εκατοστών), αντί για τις μεγάλες και δύσμορφες χειρουργικές τομές (των 15 τουλάχιστον εκατοστών περίπου) που γίνονταν στην ανοιχτή χειρουργική τεχνική παλιότερα. Στη χειρουργική του νεφρού για παράδειγμα, η παραδοσιακή ανοιχτή επέμβαση προϋποθέτει τη διάνοιξη του χειρουργικού πεδίου διαμέσου των πλευρών και πιθανόν και την αφαίρεση μίας πλευράς για την καλύτερη πρόσβαση στο νεφρό. Η μικρότερη χειρουργική τομή και ο ελάχιστος τραυματισμός των ιστών που εξασφαλίζει η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική έχει ως αποτέλεσμα ταχύτερη ανάρρωση, ελαχιστοποίηση του πόνου, μικρότερη απώλεια αίματος, λιγότερες μεταγγίσεις, λιγότερες λοιμώξεις, συντομότερη παραμονή στο νοσοκομείο, ελάττωση του συνολικού κόστους νοσηλείας και ελαχιστοποίηση των επιπλοκών για πλήθος συνηθισμένων αλλά και περίπλοκων επεμβάσεων.

Παρά την ευρεία χρήση της ελάχιστα επεμβατικής και λαπαροσκοπικής χειρουργικής σε όλα τα νοσοκομεία του κόσμου, η εφαρμογή της λαπαροσκοπικής τεχνικής έχει περιορισθεί σε λίγες μόνο επεμβάσεις ρουτίνας. Αυτό οφείλεται κυρίως στην περιορισμένη ικανότητα της παραδοσιακής λαπαροσκοπικής τεχνολογίας, η οποία περιλαμβάνει το

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

Η λαπαροσκοπική χειρουργική υπήρξε μια τεράστια καινοτομία, αλλά όταν η χρήση της εξαπλώθηκε δεν άργησε να εντοπισθεί και το αδύνατο σημείο της που δεν ήταν άλλο από τον ίδιο το χειρουργό. Για να ξεπεραστούν οι ανθρώπινες αδυναμίες του χειρουργού, δύο ήταν οι λύσεις: να βοηθηθεί ο χειρουργός έτσι ώστε να βελτιώσει και να διευρύνει τις ικανότητές του στο χειρουργείο, ή να αντικατασταθεί από κάποια αυτόματη μηχανή. Η έρευνα ακολούθησε από νωρίς και τις δύο κατευθύνσεις, αναπτύσσοντας δύο παράλληλες τεχνολογίες:

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

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

- Ρομποτικό σύστημα χειρουργός (supervisory-controlled system): Το ρομπότ εκτελεί αυτόματα την επέμβαση ακολουθώντας το πρόγραμμα με το οποίο έχει τροφοδοτηθεί από πριν ο υπολογιστής. Στην περίπτωση αυτή ο ρόλος του χειρουργού περιορίζεται μόνο στον προγραμματισμό και την επίβλεψη της επέμβασης. Ο τεράστιος όγκος των απαιτούμενων πληροφοριών και το οικονομικό κόστος κάνουν προς το παρόν αυτή την τεχνολογία ανεφάρμοστη.
- Ρομποτικό σύστημα τηλεχειρουργικής (telesurgical system): Ο χειρουργός χειρίζεται τους βραχίονες του ρομπότ, χωρίς όμως να απαιτείται η φυσική του παρουσία στο χειρουργείο. Οι επεμβάσεις μπορούν να γίνονται από οποιαδήποτε

απόσταση χάρη στους εξελιγμένους αισθητήρες του συστήματος (3D όραση και ίσως υποδοχείς αφής). Αυτή η υβριδική τεχνολογία έχει ήδη πρακτικές εφαρμογές, με κυριότερο εκπρόσωπο το σύστημα Da Vinci.

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

Καθώς αναπτύσσονταν οι εφαρμογές των ρομπότ στην ιατρική, ερευνητές της NASA άρχισαν να ασχολούνται με την πραγματοποίηση της ιδέας της τηλεχειρουργικής (telepresence surgery ή telesurgery) η οποία συνδυάζει την εικονική πραγματικότητα, τα ρομπότ και την ιατρική. Για την πραγματοποίηση αυτής της ιδέας έπρεπε να ξεπεραστούν τρεις βασικοί περιορισμοί: ο πρώτος περιορισμός αφορά την αναγκαστική συνύπαρξη του ασθενούς και του χειρουργού στον ίδιο χώρο, καθώς φάνταζε απίστευτο να διενεργηθεί ένα χειρουργείο από μακρινή απόσταση. Αυτή η γεφύρωση του χάσματος που δημιουργούσε η απόσταση του χώρου ήταν άκρως ενδιαφέρουσα για τη NASA και το στρατό των ΗΠΑ, καθώς η λύση αυτού του περιορισμού θα εξασφάλιζε τον τρόπο ώστε αστροναύτες με επείγοντα προβλήματα υγείας να χειρουργούνται από γιατρούς που βρίσκονται στη γη, και από την άλλη πλευρά τραυματισμένοι στρατιώτες στο πεδίο της μάχης να χειρουργούνται από γιατρούς που βρίσκονται σε κάποιο απομακρυσμένο και ασφαλές σημείο. Το δεύτερο πρόβλημα ήταν ο περιορισμένος βαθμός ελευθερίας κινήσεως των κλασσικών λαπαροσκοπικών εργαλείων, τα οποία δεν ήταν αρκετά εύκαμπτα ώστε να πραγματοποιήσουν ορισμένες κινήσεις, και η δισδιάστατη όραση, που δεν επιτρέπει ικανή εκτίμηση του βάθους της εικόνας. Τέλος, το τρίτο πρόβλημα ήταν η πραγματοποίηση επεμβάσεων σε μικροσκοπικά και περιορισμένα χειρουργικά πεδία.

Η ρομποτική χειρουργική επέτρεψε να αρθούν και οι τρεις βασικοί περιορισμοί που υπήρχαν μέχρι τώρα. Θεωρητικά αν και έχουν ήδη γίνει επεμβάσεις τηλεχειρουργικής, ο βασικός λόγος που χρησιμοποιούνται σήμερα συστήματα ρομποτικής χειρουργικής είναι για τα σημαντικά πλεονεκτήματα που εξασφαλίζουν στο χειρουργό, για την επιτυχή και ασφαλή διεξαγωγή της επέμβασης. Τα ρομποτικά χειρουργικά συστήματα διαθέτουν εύκαμπτα λαπαροσκοπικά εργαλεία που θυμίζουν την ελευθερία κίνησης που έχει ο ανθρώπινος καρπός του χεριού. Έτσι επιτρέπεται στο χειρουργό να εκτελεί πολύπλοκες κινήσεις ακριβείας σαν να έχει τα δικά του χέρια μέσα στο σώμα του ασθενούς. Διαθέτουν επίσης σύστημα φακών τρισδιάστατης απεικόνισης, το οποίο μπορεί να μεγεθύνει το χειρουργικό πεδίο έως και 15 φορές. Παράλληλα, ο χειρουργός μπορεί μέσω της κάμερας να πλησιάσει πιο κοντά στο σημείο της επέμβασης από ό,τι επιτρέπει η ανθρώπινη όραση και έτσι να εργαστεί σε μικρότερη κλίμακα σε σχέση με ό,τι επιτρέπει η συμβατική χειρουργική. Με τη μοναδική ακρίβεια των κινήσεων των χειρουργικών βραχιόνων επιτρέπεται στους χειρουργούς να πραγματοποιούν επεμβάσεις σε σημεία του σώματος όπου παλαιότερα ούτε καν θα διανοούνταν, δίνοντας έτσι λύση σε ζωτικά προβλήματα υγείας και ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους και τις επιπλοκές.

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

2. Ρομποτικό χειρουργικό σύστημα Da Vinci

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



Σχήμα 1: Ρομποτικό χειρουργικό σύστημα Da Vinci

Το σύστημα Da Vinci αποτελείται από πέντε βασικά εξαρτήματα:

- την εργονομικά σχεδιασμένη ρομποτική κονσόλα
- το τροχήλατο των ρομποτικών βραχιόνων
- τα ειδικά ενδοσκοπικά ρομποτικά εργαλεία *EndoWrist*
- τον ενδοσκοπικό πύργο
- το υψηλών προδιαγραφών σύστημα όρασης *InSite Vision System*.

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



Σχήμα 2: Ρομποτική κονσόλα Da Vinci

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

Τα ειδικά ενδοσκοπικά ρομποτικά εργαλεία τύπου *EndoWrist* διαθέτουν 7 βαθμούς ελευθερίας κινήσεων και μιμούνται την ευκινησία του ανθρώπινου χεριού και καρπού, γι' αυτό ονομάστηκαν και *Endo-Wrist* (Ενδο-Καρπός). Κάθε εργαλείο έχει μία ειδική χειρουργική αποστολή, όπως να συλλαμβάνει, να ράβει, να κόβει, να χειρίζεται τους ιστούς κ.λπ. Κατά τη διάρκεια της επέμβασης είναι δυνατή η ταχύτατη αλλαγή των ρομποτικών εργαλείων και ο χειρουργός έχει στη διάθεσή του μια πλήρη ποικιλία εργαλείων για την ιδανική διενέργεια της ρομποτικής επέμβασης. Τα ενδοσκοπικά εργαλεία, τα οποία είναι συνδεδεμένα με τους ρομποτικούς βραχίονες, εισάγονται μέσα από μικροτομές, λίγων χιλιοστών, στο σώμα του ασθενούς. Επειδή τα ενδοσκοπικά εργαλεία στηρίζονται στους ρομποτικούς βραχίονες, δε χρησιμοποιούν το σημείο εισόδου στο σώμα του ασθενούς ως υπομόχλιο και έτσι αποφεύγεται η βλάβη των ιστών στο σημείο εισόδου των εργαλείων, γεγονός όμως το οποίο κατά κανόνα συμβαίνει στην παραδοσιακή λαπαροσκοπική χειρουργική.



Σχήμα 3: Τροχήλατο ρομποτικών βραχιόνων



Σχήμα 4: Ρομποτικό εργαλείο τύπου EndoWrist

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



Σχήμα 5: Ενδοσκοπικός πύργος

Το σύστημα όρασης *InSite* με το υψηλής ευκρίνειας τρισδιάστατο ενδοσκόπιο και τους σύγχρονους επεξεργαστές εικόνες προσφέρει μια αληθινή τρισδιάστατη απεικόνιση του χειρουργικού πεδίου. Η ρομποτική κονσόλα διαθέτει ένα σύστημα φακών τρισδιάστατης απεικόνισης, το οποίο μεγεθύνει το χειρουργικό πεδίο μέχρι και 15 φορές. Με την κάμερα μπορεί ο χειρουργός να πλησιάσει πιο κοντά στο σημείο της επέμβασης από ό,τι επιτρέπει η ανθρώπινη όραση και έτσι να εργαστεί σε μικρότερη κλίμακα από ό,τι επιτρέπει η συμβατική χειρουργική.

Το σύστημα *Da Vinci* είναι εξοπλισμένο με ειδικά όργανα που εξασφαλίζουν στο χειρουργό ένα είδος αίσθησης που πλησιάζει πολύ την πραγματική αίσθηση της αφής. Αυτή η αίσθηση αφής γίνεται εντονότερη με την ευκρινέστερη όραση που προσφέρει η υψηλή ανάλυση της τρισδιάστατης εικόνας. Συνεπώς το χειρουργικό ρομπότ *Da Vinci* πολλαπλασιάζει και βελτιστοποιεί την αίσθηση της πραγματικότητας, τη δεξιοτεχνία, τη λεπτότητα και την ακρίβεια των χειρισμών του χειρουργού, κάνοντας τις επεμβάσεις πιο ακριβείς, πιο ασφαλείς, πιο αποτελεσματικές και ακόμα λιγότερο επεμβατικές για τον ασθενή.



Σχήμα 6: Σύστημα όρασης InSite και τηλεχειριστήρια ρομποτικών βραχιόνων

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

Γενική Χειρουργική:

- Τοποθέτηση δακτυλίου στομάχου Lap Band ή γαστρικού bypass για νοσογόνο παχυσαρκία
- Διόρθωση διαφραγματοκήλης και γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης
- Αποκατάσταση αχαλασίας οισοφάγου
- Χολοκυστεκτομή, μετεγχειρητικές κήλες, βουβωνοκήλες, κίρσοκήλες
- Διερεύνηση χοληδόχου πόρου
- Εκτομές κύστεων ήπατος, νεφρού, παγκρέατος, σπλήνας
- Αφαίρεση παγκρέατος
- Επινεφριδεκτομή
- Αποκατάσταση βουβωνοκήλης και κοιλιοκήλης με πλέγμα

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

Καρδιοχειρουργική – Θωρακοχειρουργική:

- Αντικατάσταση μιτροειδούς βαλβίδας, by pass στεφανιαίας αρτηρίας
- Αποκατάσταση μεσοκοιλιακής επικοινωνίας κ.ά.

Ουρολογία:

- Προστατεκτομή με διατήρηση των στυτικών νεύρων αποφεύγοντας έτσι την απώλεια της στυτικής λειτουργίας σε ποσοστό άνω του 95%, νεφρεκτομή κ.ά.
- Πυελοπλαστική
- Αφαίρεση λίθων από τον ουρητήρα, λεμφαδένων, κύστεων νεφρού
- Αποκατάσταση κισσοκήλης κ.ά.

Γυναικολογία:

- Αφαίρεση κύστεων ωοθηκών, ινομυωμάτων, σαλπίγγων, εξωμητρίου κύησης
- Λεμφαδενικό καθαρισμό, υστερεκτομή, κ.ά.

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

Συγκρίνοντας τις μεθόδους της ανοιχτής χειρουργικής επέμβασης και της λαπαροσκοπικής επέμβασης με το σύστημα Da Vinci, προκύπτουν τα ακόλουθα:

Γενική Χειρουργική		
	Λαπαροσκοπική Μέθοδος	Σύστημα Da Vinci
Ποσοστό Επιτυχίας	93%	100%
Χρόνος Επέμβασης	173 min	120 min
Χρόνος Νοσηλείας	48 h	36 h

Καρδιοχειρουργική - Θωρακοχειρουργική		
Αποκατάσταση Μιτροειδούς Βαλβίδας	Ανοιχτό Χειρουργείο	Σύστημα Da Vinci
Θνησιμότητα	2,2%	0%
Σημαντικές Μετεγχειρητικές Επιπλοκές	13,1%	0%
Χρόνος Μετεγχειρητικής Νοσηλείας	8,5 ημέρες	1,3 ημέρες

Ουρολογία (Ριζική Προστατεκτομή)			
Ριζική Προστατεκτομή	Ανοιχτό Χειρουργείο	Λαπαροσκοπικά	Σύστημα Da Vinci
Χρόνος Επέμβασης	164 min	248 min	160min
Απώλεια Αίματος	900 ml	380 ml	153 ml
Μετεγχειρητικές Επιπλοκές	15%	10%	5%
Χρόνος Νοσηλείας	3,5 ημέρες	1,3 ημέρες	1,2 ημέρες
Ποσοστό Ανάπτυξης Καρκίνου Μετεγχειρητικά	24%	24%	5%
Χρόνος χρήσης καθετήρα μετά την επέμβαση	15 ημέρες	10 ημέρες	5 ημέρες

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

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

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

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

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