534
ΑΥΤ

ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ
ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ
ΣΥΓΧΡΟΝΗ
ΙΑΤΡΙΚΗ



ΣΑΜΑΡΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΑΙΓΑΛΕΩ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ....1
ABSTRACT....2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ....3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ....6
1.1 Η Εμφάνιση των Ρομπότ....6
1.2 Ορισμοί....7
1.3 Τα σημαντικότερα γεγονότα από το 1920 έως το 1982....10
1.4 Αιτίες για την χρήση ρομπότ....12
1.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Χρήσης Ρομπότ....14
1.6 Χαρακτηριστικά Μελλοντικών Ρομποτικών Συστημάτων και Εφαρμογών....15
1.7 Εφαρμογές στην Ιατρική....22
1.8 Συμπερασματικά....23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ρομποτική και Χειρουργική....24
2.1 Εφαρμογές ρομποτικής στην χειρουργική....24
2.1.1 Εισαγωγή....24
2.1.2 Εφαρμογές στη νευροχειρουργική....24
2.1.3 Εφαρμογές στη καρδιοχειρουργική....25
2.1.4 Εφαρμογές στην Ορθοπεδική χειρουργική....26
2.1.5 Εφαρμογές στη Γενική Χειρουργική....27
2.1.6 Εφαρμογές στην ουρολογική χειρουργική....28
2.1.7 Ρομποτική Χειρουργική....29
2.1.8 Λαπαροσκόπηση....31
2.1.9 Εξελίξεις λαπαροσκόπησης....37
2.1.10 Πλεονεκτήματα Ρομποτικής Χειρουργικής....39
2.2 Χειρουργικά Ρομποτικά Συστήματα....40
2.2.1 Εισαγωγή....40
2.2.2 Συστήματα υποβοήθησης χειρουργικών επεμβάσεων....41
2.2.3 Ρομποτικά συστήματα ενδοσκόπησης....45
2.2.4 Συστήματα ρομποτικής ακτινοχειρουργικής....46
2.2.5 Συστήματα ελέγχου και τηλεσυνεργασίας....47

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

2.2.6 Ρομποτικά συστήματα τύπου MASTER-SLAVE 48
2.2.7 Μικροχειρουργική 50
2.2.8 Συμπεράσματα 51
Κεφάλαιο 3. Τηλεϊατρική 52
3.1 Εφαρμογές τηλεϊατρικής 52
3.1.1 Τηλεδιάγνωση & Τηλεσυμβουλευτική 52
3.1.2 Τηλεακτινολογία 53
3.1.3 Τηλεκαρδιολογία 55
3.1.4 Τηλεπαθολογία 55
3.1.5 Τηλεοφθαλμολογία 56
3.1.6 Τηλεδερματολογία 57
3.1.7 Τηλεπερίθαλψη – Τηλεφροντίδα 58
3.2 Πλεονεκτήματα της τηλεϊατρικής 61
3.2.1 Οφέλη για τον ιατρό 62
3.3 Τηλεχειρουργική 62
3.3.1 Τηλεχειρουργική με ρομπότ 64
3.3.2 Επέμβαση Lindbergh 66
3.3.3 Περιορισμοί της τηλεχειρουργικής με ρομπότ 68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (VIRTUAL REALITY) – ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 72
4.1 Εισαγωγή 72
4.2 Εφαρμογές στην Ιατρική 73
4.3 Νανοτεχνολογία 75
4.3.1 Γενικά 75
4.3.2 Ιατρικές μηχανές με μέγεθος βακτηριδίου! 77
4.3.3 Μπορούμε να διορθώνουμε τη φύση; 78
4.3.4 Επιδράσεις νανοτεχνολογίας στην Ιατρική 80
4.3.5 Νανοτεχνολογία και τεχνητή νοημοσύνη 80
4.3.6 Ερευνητές αναπτύσσουν νανοβόμβες εναντίον του καρκίνου 81
4.3.7 Νανοτεχνολογία και βιοϊατρική έρευνα 84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤ 86
5.1 Εισαγωγή – Εφαρμογές στην προσθετική 86

5.1.1 Σημαντική εξέλιξη στα προσθετικά χέρια 86
5.2 Ρομπότ πραγματοποιούν ανθρώπινους διασκελισμούς 87
5.3 Ρομποτική και δίαιτα 88
5.4 Ερευνητές κατασκευάζουν βιονικό τσιπ 89
ΕΠΙΛΟΓΟΣ 91
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 93
Ξενόγλωσση 93
Ελληνική 95
Διαδίκτυο 96

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έννοια του ρομπότ εξελίχθηκε με την πάροδο του χρόνου και από τις απλές μηχανές φθάσαμε στην επιστημονική φαντασία. Από εκεί που τα ρομπότ μπορούσαν να εκτελέσουν στερεότυπες και επαναλαμβανόμενες κινήσεις έφτασε σε υψηλής νοημοσύνης ανδροειδή, δηλαδή ρομπότ που συμπεριφέρονται όπως οι άνθρωποι. Παρόλο που, τα σημερινά ρομπότ εξακολουθούν να είναι μηχανές χωρίς νοημοσύνη, έχουν γίνει μεγάλες προσπάθειες να επεκταθεί η χρησιμότητά τους. Οι λόγοι έχουν να κάνουν τόσο με τα οικονομικά οφέλη για τις εθνικές τους οικονομίες που προκύπτουν από την αυτοματοποίηση και με τον εν γένει εκσυγχρονισμό της παραγωγής, όσο και με τις προσδοκίες και προοπτικές που τροφοδοτούνται από τα αποτελέσματα σε επιστημονικό επίπεδο.

Σήμερα τα ρομπότ χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση πολύ συγκεκριμένων εργασιών υψηλής ακρίβειας στη βαριά βιομηχανία και την επιστημονική έρευνα που παλαιότερα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθούν από το ανθρώπινο δυναμικό. Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται πλέον καθημερινά στην κατασκευή μικροεπεξεργαστών, στην εξερεύνηση του διαστήματος και του βυθού και γενικά σε εργασίες που πραγματοποιούνται σε επικίνδυνο περιβάλλον. Η μελέτη της χρήσης τεχνολογικών ρομποτικών συστημάτων και ειδικότερα οι εφαρμογές των στην σύγχρονη ιατρική έχει οδηγήσει σε τεράστια εξέλιξη δύο πολύ σημαντικών κλάδων εκείνος της μηχανολογίας που έχει ως «μωράκι» της, την ρομποτική και εκείνο της ιατρικής. Με την χρήση της μηχανολογίας ο σύγχρονος ιατρός εξακολουθεί να παραμένει το κεντρικό πρόσωπο που είναι υπεύθυνο για την διάγνωση και την θεραπεία της ασθένειας αλλά η εκτέλεση πια των καθηκόντων του διευκολύνεται στα μέγιστα. Στόχος αποτελεί η εκτέλεση επεμβάσεων με το ελάχιστο δυνατό τραύμα και με το μικρότερο δυνατό χρόνο ανάρρωσης των ασθενών, συμπεριλαμβανομένου πάντα και του ελάχιστου δυνατού κόστους.

Λέξεις κλειδιά: Ρομπότ, Ανδροειδή, αυτοματοποίηση, βαριά βιομηχανία, επιστημονική έρευνα, σύγχρονη ιατρική, διάγνωση, θεραπεία, ελάχιστο τραύμα, μικρότερο χρόνο ανάρρωσης, ελάχιστο κόστος

ABSTRACT

Robot's concept is developed through time and starting from simple machines we reached to science fiction. From the time where robots could do stereotypes and repetitive movements we reached to high intelligence androids with robots behaving like humans. Although today's robots still are machines without intelligence there would be great efforts to expand their usefulness. Reasons for this deal with either economic benefits for national economies origin from automatization and in general modernization of production or expectations and perspectives that are fed by results in scientific level.

Today robots are useful for exercising very specific labors of high accuracy in heavy industry and in scientific research whereas in older times it was impossible to actualized by human force. Robots now are in daily use for constructing microprocessors, exploring space and sea-bed and in general for labors that are fulfilled within dangerous environment. Study for use of technological robotic systems and in particular applications in modern medicine has driven us to enormous evolution to two very important branches, this of mechanics with its «little baby» the robotics and that of medicine. By the use of mechanics today's physician remains the center for diagnosis and treatment of illness but physician's mission is facilitate at maximum levels. Aim is the accessing of operations with minimum possible trauma and minimum possible time of patient's convalescence, always taking in consideration the minimum possible cost.

Key words: Robot, Android, automatization, heavy industry, scientific research, modern medicine, diagnosis, treatment, minimum trauma, minimum convalescence time, minimum cost.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ρομποτική ως ερευνητική πλατφόρμα και τεχνολογία εφαρμογής γνωρίζει μεγάλη άνθηση και αποδοχή. Η εποχή που διανύουμε μπορεί να θεωρηθεί ως η ενηλικίωση της και αυτό φαίνεται τόσο από τις εφαρμογές και την εξάπλωση της, όσο και από τα ερευνητικά αποτελέσματα. Προηγμένες ερευνητικά και τεχνολογικά χώρες (Ιαπωνία, Η.Π.Α., χώρες της Δυτικής και Ανατολικής Ευρώπης) έχουν αναπτύξει και συνεχίζουν να στηρίζουν την έρευνα και τις εφαρμογές της Ρομποτικής τόσο με οριζόντιες όσο και με κάθετες δράσεις. Κύριος λόγος για την εξάπλωση της Ρομποτικής είναι η στενά εξαρτημένη και αλληλεπιδραστική σχέση της με τεχνολογίες αιχμής όπως η Πληροφορική, η Ηλεκτρονική, τα Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου και Τεχνητής Νοημοσύνης, η Τεχνολογία Αισθητήρων, οι Επικοινωνίες κ.ά. , η οποία λειτουργεί πολλαπλασιαστικά αλλά και πυροδοτεί εξελίξεις. Παρά ταύτα, η αλήθεια είναι ότι τα ρομπότ καθυστέρησαν πολύ να εισαχθούν στην ιατρική τεχνολογία (Camarillo και συν., 2004)

Οι προοπτικές και τα επιτεύγματα της επιστήμης, στους τομείς της Ιατρικής και της Βιολογίας, σύμφωνα με τους ειδικούς, θα βρουν εφαρμογές οι οποίες δεν μπορεί εύκολα να φανταστεί ο μέσος άνθρωπος. Βέβαια, στην αρχή του 20ου αιώνα δεν ήταν πολλοί αυτοί που φαντάστηκαν ότι στα επόμενα 100 χρόνια ο άνθρωπος θα άνοιγε τα φτερά του, για να κατακτήσει τους αιθέρες όχι μόνο της Γης και της Σελήνης αλλά και άλλων, περισσότερο απομακρυσμένων πλανητών του ηλιακού μας συστήματος, ότι θα κατάφερνε να διασπάσει τον πυρήνα του ατόμου, ότι θα έβρισκε και θα μελετούσε την ίδια την ουσία της ζωής, το DNA, και ότι θα έφτιαχνε στο εργαστήριο ζώα που θα γεννιούνταν από τον ίδιο τους τον εαυτό, όπως το διάσημο πλέον πρόβατο Dolly, αλλά και πολλά άλλα.

Πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι στα χρόνια που έρχονται η φαντασία και η πραγματικότητα θα αποτελούν κατά κάποιον τρόπο τις δύο όψεις του ίδιου νομίσματος. Οι μεταμοσχεύσεις όλων των οργάνων ακόμα και του πιο πολύπλοκου, του εγκεφάλου, θα αποτελούν επεμβάσεις ρουτίνας. Θα μειωθούν σε πολύ μικρά ποσοστά ή ακόμα και θα εξαλειφθούν με τη

γονιδιακή θεραπεία σοβαρές ασθένειες που σήμερα ταλαιπωρούν εκατομμύρια ανθρώπους σε ολόκληρο τον πλανήτη. Ο πόνος θα αποτελεί πικρή ανάμνηση του προηγούμενου αιώνα και οι γονείς όχι μόνο θα επιλέγουν το φύλο του παιδιού τους, αλλά θα γνωρίζουν από τα αρχικά στάδια της κύησης τις ασθένειες από τις οποίες κινδυνεύει αυτό να προσβληθεί.

Είναι λοιπόν εμφανές ότι η ρομποτική σαν εφαρμοσμένη άσκηση της επιστήμης μέσα σε μία άλλη επιστήμη, που είναι τόσο συνυφασμένη με την ύπαρξή μας και την επιβίωσή μας στον πλανήτη, αποτελεί ένα σύγχρονο όπλο, που βοηθά τον άνθρωπο, όχι απλά σε θέματα βιομηχανοποίησης, αυτοματισμού, ή οικονομίας ακόμη αν θέλετε, τον βοηθά πάνω από όλα στην διατήρηση της ύπαρξής του, σε ιατρικά θέματα.

Οι εφαρμογές της Ρομποτικής είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς στις ημέρες μας. Αρκετά συχνά, τα μέσα μαζικής επικοινωνίας αναφέρονται σε επιτεύγματα ερευνητικών εργαστηρίων ενώ πολυάριθμες ερευνητικές ομάδες ασχολούνται σε έργα με ιδιαίτερα υψηλές απαιτήσεις και προσδοκίες. Σχεδόν καθημερινά, γίνεται λόγος για ρομπότ που συμμετέχουν σε ιατρικές εγχειρήσεις, ή ακόμα και ρομπότ που συναναστρέφονται ανθρώπους.

Τα χειρουργικά ρομπότ εισέβαλλαν δυναμικά στο πεδίο της ιατρικής και νοσηλευτικής επιστήμης μέσα στην τελευταία δεκαετία. Συστήματα ρομποτικής τηλεχειρουργικής έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί για υπερατλαντικές επεμβάσεις (επέμβαση Lindbergh, 2001). Ρομποτικοί βραχίονες που ενεργοποιούνται με τη φωνή μπορούν και χειρίζονται τη λαπαροσκοπική κάμερα. Η διάδοση συστημάτων τηλερομποτικής χειρουργικής είναι ραγδαία σήμερα και καθημερινά ανακαλύπτονται οι δυνατότητές τους στις επεμβάσεις λαπαροενδοσκοπικής χειρουργικής. Καθιερωμένες και δοκιμασμένες χειρουργικές τεχνικές πέρασαν ομαλά από την ανοιχτή στην ελάχιστα επεμβατική χειρουργική. Η ρομποτική τεχνολογία εφαρμόζεται σε ολοένα και περισσότερα θεραπευτικά πεδία, προσφέροντας σημαντικά οφέλη τόσο για το ιατρονοσηλευτικό προσωπικό όσο και για τους ασθενείς (Hockstein και συν., 2007).

Στην παρούσα εργασία και στα κεφάλαια που ακολουθούν θα αναφερθούμε στο τι είναι η ρομποτική, σε γενικές γραμμές, και πως αυτή

μπορεί να βοηθήσει αυτήν την επιστήμη της ιατρικής σε θέματα προόδου, όπως επίσης και ποιες είναι οι σύγχρονες εφαρμογές της στην διάγνωση, στην πρόληψη αλλά ακόμη και στην θεραπεία του ανθρώπου.



Σύστημα Da Vinci

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

1.1 Η Εμφάνιση των Ρομπότ

Η λέξη ρομπότ (robot) εμφανίσθηκε για πρώτη φορά από τον Τσέχο σκηνοθέτη Karel Capek στο έργο του RUR (Rossum' s Universal Robots) που παίχθηκε για πρώτη φορά στο Παρίσι το 1922. Στο έργο αυτό, μικρά, τεχνητά, ανθρωπομορφικά πλάσματα, υπάκουαν αυστηρά τις διαταγές του κυρίου τους, τελικά όμως ξεσηκώθηκαν ενάντια στους δημιουργούς τους. Στην τσέχικη και ρώσσικη γλώσσα, τα πλάσματα αυτά ονομάζονταν robotnik, από τη λέξη robota, που σημαίνει «καταναγκαστική εργασία» και «αγγαρεία». Το έργο του Capek είναι πρωταρχικά υπεύθυνο για τις ευρύτερες απόψεις των ανθρώπων σχετικά με τα ρομπότ μέχρι και σήμερα ακόμη, συμπεριλαμβανομένης της αντίληψης περί ανθρωπόμορφων μηχανών προικισμένων με ανεξάρτητες προσωπικότητες και ευφυΐα. Η εικόνα αυτή ενισχύθηκε από το γερμανικό φίλμ Metropolis (1926) που παρουσίαζε το ρομπότ Electro (Cohen, 1966, Kato, 1983).

Ο κόσμος έτσι αρχικά είχε την εντύπωση ότι τα ρομπότ ήταν «κακές», ανθρωπόμορφες μηχανές. Ο Isaac Asimov, στη δεκαετία του '50 εισήγαγε την ιδέα των «καλών» ρομπότ, τα οποία απεκάλεσε droids, και έκανε διάσημη τη λέξη Ρομποτική (robotics). Οι ακόλουθοι «Τρεις Νόμοι της Ρομποτικής» διατυπώθηκαν από τον Asimov το 1942 (Asimov, 1977):

1. Ένα ρομπότ δεν μπορεί να τραυματίσει ένα ανθρώπινο ον, ή, εξαιτίας αδράνειας του, να επιτρέψει τον τραυματισμό ενός ανθρωπίνου όντος.
2. Ένα ρομπότ πρέπει να υπακούει στις εντολές οι οποίες του δίνονται από ανθρώπινα όντα εκτός από αυτές που έρχονται σε αντίθεση με τον πρώτο νόμο.
3. Ένα ρομπότ πρέπει να προστατεύει την ύπαρξη του εφόσον αυτή η προστασία δεν έρχεται σε αντίθεση με τον πρώτο ή το δεύτερο νόμο.

1.2 *Ορισμοί*

Προκειμένου να κατανοηθεί η διάκριση μεταξύ της Ρομποτικής και άλλων συναφών πεδίων, δίνονται αρχικά οι ορισμοί της «μηχανοποίησης» και της «αυτοματοποίησης» (Merlet, 1990).



Βραχίονας με χειρουργικό εργαλείο

Μηχανοποίηση (mechanization) είναι η χρήση μηχανών που αναλαμβάνουν μερικές από τις εργασίες που εκτελούσαν οι άνθρωποι ή τα ζώα.

Αυτοματοποίηση (automation) είναι η αυτοδιευθυνόμενη παραγωγική δραστηριότητα που είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού της μηχανοποίησης και της υπολογιστικής ικανότητας. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα χρησιμοποιούν πληροφορία από ανάδραση έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή λειτουργία.

Η έννοια της *αυτοματοποίησης* ισοδυναμεί με τη *μηχανοποίηση* και τον *αυτόματο έλεγχο* και επιπλέον είναι εφοδιασμένη με ένα από τα χαρακτηριστικά: μεθοδολογία συστήματος, ικανότητα προγραμματισμού, ή ανάδραση. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας τα τρία βασικά στοιχεία: ισχύ (power), δράση (action) και έλεγχο (control), δίνονται οι ορισμοί του *εργαλείου* (tool), *μηχανής* (machine), *τηλεχειριστή* (teleoperator) και ρομπότ[5]. Ο διαχωρισμός μεταξύ των εννοιών αυτών βασίζεται στο ποιος παρέχει την ισχύ και τον έλεγχο και ποιος εκτελεί μία δράση.

Εργαλείο είναι μία συσκευή που χρησιμοποιείται για να εκτελεστεί μία δράση. Όταν χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο, ο άνθρωπος παρέχει την ισχύ και τον έλεγχο.

Μηχανή είναι μία συσκευή που χρησιμοποιεί μη ανθρώπινη ισχύ για να εκτελέσει μία δράση. Ο έλεγχος σε μία απλή μηχανή γίνεται από τον άνθρωπο.

Τηλεχειριστής είναι μία μηχανή ικανή να δράσει από απόσταση με τον έλεγχο του ανθρώπου.

Ρομπότ είναι ένα μηχάνημα ικανό να εκτελεί, πράξεις που αποτελούν μέρος ενός καθορισμένου προγράμματος και με ορισμένες λειτουργικές ομοιότητες με τον άνθρωπο. Ο όρος προήλθε από την τσέχικη λέξη robota (=εργασία). Στην σύγχρονη εποχή υπάρχει τάση αναπτύξεως της τεχνικής των ρομπότ (ρομποτική) προ πάντων από την άποψη μερικής ή ολικής αντικαταστάσεως του ανθρώπου από τα τελειοποιημένα αυτά μηχανήματα σε υπερβολικά μονότονες ή επικίνδυνες εργασίες, για τις οποίες δεν απαιτείται δημιουργική ή εκλεκτική ικανότητα («Νέα Δομή», σ. 62).

Ρομπότ-οικιακοί βοηθοί, ρομπότ-νταντάδες, ρομπότ-φύλακες του σπιτιού και τώρα ρομπότ-χειρουργοί. Είναι από τις φορές που η επιστήμη τίθεται χωρίς αμφιβολία στην υπηρεσία του ανθρώπου.

Επανάσταση στον τομέα της ιατρικής προκαλεί η εφαρμογή της ρομποτικής χειρουργικής με θεαματικά και ευεργετικά αποτελέσματα για τους ασθενείς. Η εφαρμογή και στη χώρα μας της ρομποτικής χειρουργικής (εγχείρηση με τη βοήθεια ρομποτικού μηχανήματος) αλλάζει τα μέχρι σήμερα δεδομένα και μετατρέπει τις δύσκολες περιπτώσεις "ανοιχτών" επεμβάσεων σε εγχειρήσεις "ρουτίνας".

Η τεχνολογία ρομποτικής χρησιμοποιείται τώρα στον τομέα της ιατρικής επειδή προσφέρει την υψηλή ακρίβεια και τον έλεγχο που ελάχιστα οι της εισβολής διαδικασίες απαιτούν (διαδίκτυο: http://tovima.dolnet.gr).

Τα νοήμονα (ευφυή - intelligent) ρομπότ μπορούν να θέσουν τους στόχους τους, να προγραμματίσουν τις δράσεις τους και να διορθώνουν τη λειτουργία τους σύμφωνα με τις μεταβολές στο περιβάλλον τους.

Ο ακόλουθος ορισμός που διατυπώθηκε από το RIA (Robotic Institute of America) ικανοποιεί τις προϋποθέσεις αυτές: *Ρομπότ είναι ένας*

επαναπρογραμματιζόμενος, πολυλειτουργιακός χειριστής, σχεδιασμένος να μεταφέρει υλικά, αντικείμενα, εργαλεία ή ειδικές συσκευές, μέσω μεταβλητών προγραμματιζόμενων κινήσεων, προκειμένου να εκτελέσει διάφορα έργα (Εμίρης και συν., 2004).

Το βασικό στοιχείο στον παραπάνω ορισμό είναι ο επαναπρογραμματισμός των ρομπότ, δηλαδή η πολυχρηστότητα και προσαρμοστικότητα των ρομπότ εξαιτίας της σύνδεσης τους με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η ανάπτυξη της πληροφορικής έδωσε σημαντική ώθηση στη ρομποτική. Ο ορισμός που δόθηκε καλύπτει ένα ευρύ φάσμα ρομποτικών χειριστών μέσα στο οποίο μπορούν να συμπεριληφθούν διάφοροι τύποι ρομπότ που εξυπηρετούν τις ακόλουθες εφαρμογές:

1. Αυτόματη ή Ευέλικτη Κατασκευή. Αυτά τα «βιομηχανικά» ρομπότ χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ πεδίο βιομηχανικών διεργασιών, συμπεριλαμβανομένης της συναρμολόγησης και του ελέγχου αντικειμένων, της διαχείρισης υλικών, της ηλεκτροσυγκόλλησης και της βαφής.

2. Απομακρυσμένη Εξερεύνηση. Η τάξη αυτή των ρομποτικών χειριστών έχει σχεδιασθεί έτσι ώστε να λειτουργεί σε συνθήκες που δεν μπορεί να ανεχθεί ο ανθρώπινος οργανισμός. Ρομπότ αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για εξερεύνηση σε πλανήτες του ηλιακού συστήματος, ή στα βάθη των ωκεανών.

3. ***Προσθετική και Βιοϊατρική***. Η ρομποτική τεχνολογία και η συναφής προς αυτήν τεχνολογία αισθητήρων μπορούν να συνδυασθούν προκειμένου να παρέχουν προσθετικά άκρα με αίσθηση αφής.

4. Διαχείριση Επικίνδυνων Υλικών. Ρομπότ αυτής της κατηγορίας έχουν χρησιμοποιηθεί στην απενεργοποίηση εκρηκτικών (π. χ. σε σήραγγες), στη διαχείριση επικίνδυνων υλικών (π. χ. πυρηνικών αποβλήτων, ραδιενεργών υλικών σε πυρηνικούς αντιδραστήρες, κλπ.), στη συλλογή επιστημονικών στοιχείων σε δυσπρόσιτα μέρη (π. χ. σε ηφαίστεια) και στη διαχείριση συνιστωσών μικροηλεκτρονικής (π. χ. σε θαλάμους κενού - clean rooms).

5. Υπηρεσίες. Τρέχουσες χρήσεις τέτοιων ρομπότ περιλαμβάνουν ασφάλεια, επιστασία, διανομή ταχυδρομείου, πυροπροστασία και αντιμετώπιση πυρκαγιάς και εκτέλεση έργων με φωνητικές εντολές. Η χρήση

των ρομπότ υπηρεσιών διευρύνεται καθώς εξελίσσεται η τεχνολογία και μειώνεται το κόστος κατασκευής.

Ένας διαφορετικός ορισμός, αναλυτικότερος και περιγραφικότερος από τον προηγούμενο, δίνεται από τον McKerrow (Sanders, 1993):

«Ρομποτική είναι το διεπιστημονικό πεδίο στο οποίο εμπλέκονται:

α) ο σχεδιασμός, η κατασκευή / παραγωγή, ο έλεγχος και ο προγραμματισμός των ρομπότ,

β) η χρήση των ρομπότ για την επίλυση προβλημάτων,

γ) μελέτη των μηχανισμών ελέγχου, αίσθησης και των αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται στον άνθρωπο, τα ζώα και τις μηχανές, και

δ) η εφαρμογή αυτών των μηχανισμών και αλγορίθμων στα ρομπότ.

Στον ορισμό αυτό μπορούν να διακριθούν δύο κύριες συνιστώσες: η πρώτη είναι αυτή των σημείων (α) και (β), η οποία είναι η ρεαλιστική αντίληψη η οποία απορρέει από την ανάγκη για εφαρμογές πραγματικού κόσμου σήμερα (με μεσοπρόθεσμη διάρκεια), ενώ η δεύτερη, αυτή που υπαγορεύουν τα σημεία (γ) και (δ), πηγάζει από την επιθυμία για συστήματα προηγμένων ικανοτήτων αίσθησης, αντίληψης/ νόησης και ελέγχου (μακροπρόθεσμα). Η τάση αυτή προέρχεται και έχει διατυπωθεί ολοκληρωμένα από τον Norbert Wiener τον θεμελιωτή της Κυβερνητικής, της προγόνου επιστήμης της Τεχνητής Νοημοσύνης, των Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου και εν μέρει και της Πληροφορικής, της οποίας οι αρχές και οι στόχοι διατυπώθηκαν στο βιβλίο που δημοσίευσε το 1948 στο Παρίσι με τίτλο «Κυβερνητική ή Έλεγχος και Επικοινωνία στα Ζώα και στις Μηχανές».

1.3 Τα σημαντικότερα γεγονότα από το 1920 έως το 1982

1920 Το δραματικό έργο του συγγραφέα Τσέχου Karel Capek R. U. R. (Rossum's Universal Robots) εισάγει τη λέξη robot.

1950 Ο Isaac Asimov γράφει το βιβλίο «I, Robot», που περιλαμβάνει εννέα μικρές ιστορίες σχετικά με ρομπότ.

1954 Ο George Devol Jr. καταθέτει αίτηση ευρεσιτεχνίας για μία προγραμματιζόμενη συσκευή μεταφοράς ή ρομποτικό χέρι.

1958 Ο Devol δίνει άδεια λειτουργίας σε διάφορους κατασκευαστές. Προκαταρκτικές προδιαγραφές προϊόντος καθορίζονται για το πρώτο ρομπότ Unimate, από τη συνεργασία των Devol και J. F. Engelberger. Η εταιρία AMF (American Machine and Foundry Company) ξεκινάει ένα έργο έρευνας και ανάπτυξης για το Versatran (Versatile Transfer- ευέλικτης μεταφοράς).

1962 Η AMF παρουσιάζει το Model 102, μία συσκευή μεταφοράς συνεχούς τροχιάς, και το Model 212, μία συσκευή μεταφοράς σημείου προς σημείο, ενώ τον ίδιο καιρό, η Unimate ετοιμάζει το πρωτότυπο Mark I για δοκιμές στην ύπαιθρο.

1965 Η AMF δίνει άδεια λειτουργίας σε δύο Ευρωπαίους κατασκευαστές και ξεκινάει την ανάπτυξη ενός χαμηλού κόστους ρομποτικού συστήματος Versatran για εφαρμογές στερεάς κατάστασης (solid state applications).

1966 Η Versatran παρουσιάζει το Model 301, ένα ρομπότ εφαρμογών στερεάς κατάστασης για λειτουργία σημείου προς σημείο.

1967 Η Unimate παρουσιάζει το Mark II, 2000. Η συσσωρευμένη εμπειρία από το Mark II, 1900, βασίζεται σε 70 ρομποτικές εγκαταστάσεις. Εισάγεται στην Ιαπωνία το πρώτο ρομπότ και ένα AMF Versatran χρησιμοποιείται σε εφαρμογή βαφής με ψεκασμό.

1968 Η AMF Versatran παρουσιάζει το ρομπότ σημείου προς σημείο Model 302, στην Ιαπωνία κατασκευάζονται δύο ρομπότ με σερβομηχανισμό και κινήσεις Versatran και το πρώτο Unimate εισάγεται από την ιαπωνική εταιρία Kawasaki Heavy Industries.

1969 Το πρώτο Unimate ρομπότ εγκαθίσταται στην Nissan Automobile Factory.

1970 Η Unimate παρουσιάζει το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ με έξι βαθμούς ελευθερίας και η AMF επιδεικνύει το βελτιωμένο ρομπότ Model 401, συνεχούς τροχιάς. Σχηματίζεται η ιαπωνική AMF Japan Ltd.

1971 Ιδρύεται ο Σύνδεσμος Ιαπωνικών Βιομηχανικών Ρομπότ (JIRA).

1972 Η IBM αναπτύσσει τον ορθογωνικό καρτεσιανό ρομποτικό βραχίονα 7565.

1973 Η Καναδική κυβέρνηση και η Hayes-Dana κατασκευάζουν τρία πρωτότυπα βιομηχανικά ρομπότ. Η ρομποτική βιομηχανία ASEA αναπτύσσει ένα πλήρως ηλεκτροκινούμενο ρομπότ.

1976 Η Cincinnati Milacron (CM) εισέρχεται στην αγορά βιομηχανικών ρομπότ.

1978 Η General Motors υπογράφει συμβόλαιο με τη Unimate για την κατασκευή του ρομπότ PUMA (Programmable Universal Machine for Assembly).

1980 Σχηματίζονται οι εταιρείες Automatrix Inc. και Cypotech, προϊόν αμοιβαίας συνεργασίας μεταξύ της Ransburg και της Renault.

1982 Η GE υπογράφει συμφωνία με τη VW και τη Hitachi για την πώληση των ρομπότ τους στις ΗΠΑ. Η CM παρουσιάζει τη διάσημη σειρά T3 («The Tomorrow Tool») στη βιομηχανική αγορά. Η GM και η FANUC υπογράφουν συμφωνία για την κατασκευή ρομπότ στις ΗΠΑ. Η Westinghouse εξαγοράζει τη Unimation (Εμίρης και συν., 2004).

1.4 Αιτίες για την χρήση ρομπότ

Η πρώτη εμπορική εφαρμογή ενός βιομηχανικού ρομπότ έλαβε χώρα το 1961, όταν ένα ρομπότ χρησιμοποιήθηκε στη φόρτωση και εκφόρτωση μίας μηχανής χυτηρίου (die casting), δηλαδή σε μία εργασία ιδιαίτερα δυσάρεστη για τον άνθρωπο. Πολλές από τις πρώτες ρομποτικές εγκαταστάσεις αφορούσαν εφαρμογές όπου υπήρχε μεγάλος κίνδυνος ή δυσφορία για τους ανθρώπους, όπως για παράδειγμα, ηλεκτροσυγκολλήσεις, βαφή και εργασίες χυτηρίων. Τα πρώτα αυτά ρομπότ δεν εκτελούσαν τις εργασίες τους πιο οικονομικά από τους ανθρώπους. Η αποφυγή ωστόσο των επικίνδυνων και δυσάρεστων χειρωνακτικών εργασιών από τους ανθρώπους αποτελούσε επαρκή αιτιολογία για τη χρησιμοποίηση τους.

Με την εξέλιξη της ρομποτικής τεχνολογίας, το πεδίο εφαρμογών των ρομπότ στη βιομηχανία διευρύνθηκε, και μαζί με αυτό και οι αιτιολογίες για τη χρήση τους. Σήμερα έχει επικρατήσει πλέον ο όρος 4D, από το ακρωνύμιο των λέξεων Dull, Dirty, Dangerous, και Difficult (δηλαδή, ανιαρό, ακάθαρτο, επικίνδυνο, δύσκολο), για να περιγράψει το είδος των εργασιών όπου

ευνοείται η χρήση ρομπότ. Πέραν τούτων, τα ρομπότ σήμερα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που προσφέρουν σαφές οικονομικό πλεονέκτημα και καλύτερα αποτελέσματα έργου σε σύγκριση με τον άνθρωπο. Σε πολλές περιπτώσεις, τα ρομπότ μπορούν να εκτελέσουν εργασίες με σημαντικά χαμηλότερο κόστος (εξοικονόμηση από 50-75% σε καθαρό εργατικό κόστος).

Ένας πρόσθετος λόγος για τη χρησιμοποίηση βιομηχανικών ρομπότ είναι η αυξημένη παραγωγικότητα. Η αυξημένη παραγωγικότητα οφείλεται στον ελαφρά ταχύτερο ρυθμό εργασίας του ρομπότ, αλλά κυρίως στην ικανότητα ενός ρομπότ να εργάζεται σχεδόν ακατάπαυστα, χωρίς διαλείμματα. Πέραν της οικονομίας, του περιορισμού των εργασιών 4D, και της αύξησης της παραγωγικότητας, τα ρομπότ χρησιμοποιούνται και σε εφαρμογές όπου η επαναληψιμότητα είναι σημαντική. Τα σημερινά ρομπότ δεν έχουν βεβαίως ικανότητα κρίσης, ευελιξίας ή επιδεξιότητας όπως ο άνθρωπος. Παρέχουν ωστόσο το ξεχωριστό πλεονέκτημα της ικανότητας επιτέλεσης επαναληπτικών έργων με μεγάλο βαθμό συνέπειας, το οποίο οδηγεί σε βελτιωμένη ποιότητα προϊόντος. Η βελτίωση στη συνέπεια είναι ουσιαστική για την αιτιολόγηση χρήσης ρομπότ σε εφαρμογές όπως η βαφή με ψεκασμό, η ηλεκτροσυγκόλληση και η επιθεώρηση αντικειμένων.

Τα τέσσερα αυτά πλεονεκτήματα - μειωμένο κόστος, αυξημένη παραγωγικότητα, καλύτερη ποιότητα και περιορισμός των 4D εργασιών - αποτελούν τους πρωτεύοντες λόγους χρησιμοποίησης βιομηχανικών ρομπότ στα σημερινά εργοστάσια. Στο μέλλον, ένα πρόσθετο πλεονέκτημα, η μεγαλύτερη ευελιξία, αναμένεται να παίξει ουσιαστικό ρόλο στην χρήση ρομπότ. Καθώς τα ευέλικτα συστήματα παραγωγής και τα εργοστάσια πλήρους αυτοματοποίησης γίνονται πραγματικότητα, η ικανότητα προσαρμογής του ρομπότ σε μεταβολές του σχεδιασμού ενός προϊόντος, σε αλλαγές στην πολυμορφία των προϊόντων και σε παραλλαγές του περιβάλλοντος χώρου εργασίας ή της γραμμής παραγωγής, αποτελεί ένα διαρκώς αυξανόμενο σημαντικό λόγο χρήσης τους.

1.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Χρήσης Ρομπότ

Πλεονεκτήματα (Williams, 1990):

1. Ασφάλεια των εργαζομένων από
   Επικίνδυνα περιβάλλοντα.
   Τοξικά αέρια.
   Υψηλές θερμοκρασίες.
   Ραδιενέργεια.
   Επικίνδυνες εργασίες.
   Φόρτωση και εκφόρτωση επικίνδυνων εργαλείων.
2. Υψηλότερη παραγωγικότητα.
   24ωρη λειτουργία.
   Υψηλότερη ταχύτητα λειτουργίας στις περισσότερες εφαρμογές.
   Λιγότερα σφάλματα που έχουν σαν αποτέλεσμα λιγότερα απορριπτέα κομμάτια ή κατεστραμμένες μηχανές.
   Ομοιόμορφη ποιότητα των παραγομένων προϊόντων.
3. Ευελιξία παραγωγικής μονάδας.
   Μικρότερος χρόνος προσαρμογής σε αλλαγές της μονάδας.
   Ευκολότερη αντιμετώπιση των αλλαγών.
   Αντίσταση στην παλαίωση με ενθάρρυνση ανανεωτικών αλλαγών.
   Ικανότητα λειτουργίας υπό ασυνήθιστους προσανατολισμούς, όπως με προσάρτηση στην οροφή ή στον τοίχο.
4. Δυνατότητα εργασίας υπό αντίξοες συνθήκες (μη εφικτές από ανθρώπους)
   Υποθαλάσσιες και διαστημικές έρευνες/επιδιορθώσεις.
   Ηφαίστεια, σήραγγες, κλπ.

Μειονεκτήματα (Williams, 1990):

1. Δυσκολία προγραμματισμού ανάλογα με την εφαρμογή.
2. Σχετικά μικρή ταχύτητα λειτουργίας, ειδικά για σερβοελεγχόμενα συστήματα συνεχούς τροχιάς.
3. Η ακρίβεια τοποθέτησης των ρομποτικών συνιστωσών περιορίζεται από τον «τζόγο» στις ρομποτικές αρθρώσεις και την ευκαμψία ή «κύρτωση» των ρομποτικών συνδέσμων. Όσο μεγαλύτερο είναι το

φορτίο σε σχέση με το μέγεθος του ρομπότ, τόσο μεγαλύτερο είναι το πρόβλημα αυτό.

4. Κόστος εγκατάστασης, συντήρησης, εκμάθησης, κλπ.

1.6 Χαρακτηριστικά Μελλοντικών Ρομποτικών Συστημάτων και Εφαρμογών

Τα χαρακτηριστικά της νέας γενιάς βιομηχανικών ρομπότ μπορούν να εξαχθούν από τους περιορισμούς της τρέχουσας τεχνολογίας, τις τάσεις της αγοράς, και την αναμενόμενη πρόοδο στις τεχνολογίες των συνιστωσών. Βελτιώσεις και στις πέντε βασικές λειτουργίες της μεταχείρισης, αίσθησης, επικοινωνίας, ελέγχου και λήψης αποφάσεων, αναμένονται στη μελλοντική ρομποτική τεχνολογία. Η πρόοδος σε όλες τις ομάδες συνιστωσών της ρομποτικής τεχνολογίας θα επηρεάσει τέτοιες βελτιώσεις.

Η επόμενη γενεά των μηχανικών χειριστών αναμένεται να είναι τμηματική (modular), απαρτιζόμενη από υποκατασκευές (βραχίονες, καρπούς, μικροχειριστές, κλπ.) οι οποίες θα μπορούν εύκολα να συναρμολογηθούν σε μία ποικιλία ρομποτικών σχηματισμών. Επιπλέον, τα μελλοντικά ρομποτικά συστήματα αναμένεται να ενσωματώνουν παράλληλες ρομποτικές αρχιτεκτονικές ή συστήματα χειριστών με πολλούς βραχίονες και συντονισμένες κινήσεις. Η χρήση συνεργαζόμενων συστημάτων πολλών βραχιόνων θα μειώσει τον χρόνο εκτέλεσης ενός έργου, κάτι το οποίο είναι απαραίτητο σε πολλές εφαρμογές κατασκευών, επισκευών, συναρμολόγησης, κ.ά.

Η ακρίβεια των διαθέσιμων χειριστών αναμένεται επίσης να βελτιωθεί σημαντικά, παρέχοντας τη δυνατότητα στην επόμενη γενεά ρομποτικών συστημάτων να χρησιμοποιείται πλήρως στις ηλεκτρονικές εφαρμογές συναρμολόγησης, επίβλεψης και ακριβούς κατεργασίας. Οι τρέχουσες κατασκευαστικές διαδικασίες στη βιομηχανία ημιαγωγών απαιτούν ρομποτικά συστήματα με ακρίβεια της τάξης των ±0.00025mm. Καθότι τα ρομποτικά συστήματα που καθοδηγούνται από αριθμητικά δεδομένα (data-driven systems) αναμένεται να χρησιμοποιηθούν ευρύτερα σε τέτοιες εφαρμογές, απαιτούνται ακρίβειες τοποθέτησης αυτής της τάξης. Τέτοιες απαιτήσεις

ακριβείας είναι πολύ φιλόδοξες και φαίνεται να βρίσκονται πέρα από τις αναμενόμενες δυνατότητες των ρομποτικών συστημάτων επόμενης γενεάς, εκτός και αν εμφανισθεί κάποια επαναστατική τεχνολογία.

Μία εναλλακτική προσέγγιση σε τέτοιες κρίσιμες απαιτήσεις ακριβείας μπορεί να είναι η κατασκευή συσκευών εξαιρετικής τοποθέτησης (μικροχειριστές) στο άκρο του χειριστή ή η ενσωμάτωση συστημάτων όρασης για αίσθηση στο τελικό σημείο. Στις εφαρμογές ηλεκτρονικής συναρμολόγησης διαφόρων τμημάτων, ωστόσο, ρομποτικά συστήματα καθοδηγούμενα από δεδομένα με ακρίβεια σε εύρος από ±0.025mm έως ±0.01mm είναι επαρκείς.

Οι εφαρμογές επίβλεψης-εποπτείας εξάλλου, θέτουν απαιτήσεις στην ακρίβεια των ρομποτικών συστημάτων παρόμοιες προς αυτές της ηλεκτρονικής βιομηχανίας. Οι απαιτήσεις σε εφαρμογές κατεργασιών ακριβείας, επιπλέον, επεκτείνονται όχι μόνον στην ακρίβεια του ρομπότ, αλλά και στην δυνατότητα μεταφοράς φορτίου με τη συγκεκριμένη ακρίβεια. Θα χρειασθούν επίσης χειριστές οι οποίοι θα έχουν μικρή κάμψη υπό φορτίο και υψηλή σκληρότητα των συνδέσμων. Οι αναμενόμενες πρόοδοι στη γεωμετρία και δομή του χειριστή θα βελτιώσουν τα χαρακτηριστικά των ταλαντώσεων και την ακαμψία στα εξαρτήματα των εμπορικών ρομποτικών συστημάτων. Επιπλέον, γενικοί μηχανισμοί σε επίπεδο αρθρώσεων ή εργαλείου, όπως εργαλειοοδηγοί, που θα βελτιώνουν τη σκληρότητα του ρομπότ αναμένεται να διατεθούν εμπορικά.

Τέτοιες απαιτήσεις επεξεργασίας αναμένεται να οδηγήσουν σε μελλοντικά ρομπότ που θα έχουν κατανεμημένες λειτουργίες ελέγχου πολλών εργασιών. Η πρόοδος στην τεχνολογία VLSI αναμένεται να βελτιώσει τις υπολογιστικές δυνατότητες του λογισμικού ελέγχου της ρομποτικής κίνησης, βελτιώνοντας ταυτόχρονα και τις δυνατότητες ελέγχου των έργων στα ρομποτικά συστήματα επόμενης γενεάς.

Οι ουσιαστικές κατευθύνσεις που ακολουθούν οι νέες τεχνολογίες προσδιορίζονται από πολύπλοκη αλληλεπίδραση πολλών παραγόντων, οι βασικότεροι των οποίων είναι η ανάπτυξη του υλικού και του λογισμικού, η

τεχνική και οικονομική υποστήριξη, και η κοινωνική αποδοχή και ασφάλεια των ρομπότ. Αυτοί αναλύονται στη συνέχεια:

(i) Ανάπτυξη Υλικού (Hardware Development)

Τα βασικά χαρακτηριστικά της ανάπτυξης ρομποτικού υλικού εξαιτίας των τεχνολογικών εξελίξεων είναι:

1. ανάπτυξη ταχέων, ισχυρών, και φθηνών υπολογιστικών συστημάτων. Οι παράλληλες αρχιτεκτονικές σε υπολογιστές, οι ταχύτεροι και ισχυρότεροι μικροεπεξεργαστές, το μικρότερο μέγεθος και οι μειωμένες απαιτήσεις ισχύος θα χαρακτηρίσουν το μελλοντικό υπολογιστικό υλικό για εφαρμογές στη ρομποτική. Το πιο ισχυρό υλικό σε συνδυασμό με καλύτερο λογισμικό, θα καταστήσει δυνατή την εισαγωγή περισσότερης ευφυίας σε μικρότερο χώρο. Από την πλευρά των συστημάτων, η επόμενη γενεά ρομπότ αναμένεται να είναι πιο αξιόπιστη, να κοστίζει λιγότερο, και να ενσωματώνει ολοκληρωμένες λειτουργίες συντήρησης και ασφαλείας, καθώς και προγράμματα εκπαίδευσης. Επίσης, οι τεχνικές δοκιμών απόδοσης αναμένεται να προτυποποιηθούν και να γίνουν ευρύτερα διαθέσιμες.
2. Η ανάπτυξη ρομποτικών βραχιόνων και των κινητήρων τους. Το μηχανικό σύστημα του βραχίονα των σημερινών βιομηχανικών ρομπότ αποτελείται από ένα μηχανικό βραχίονα ή χειριστή και ένα χέρι ή τελικό στοιχείο δράσης. Υπάρχουν σημαντικές εξελίξεις στα υλικά κατασκευής, στο βέλτιστο και καινοτόμο σχεδιασμό, στην αποφυγή κατασκευαστικών ατελειών, στη μείωση των μηχανικών ταλαντώσεων, κλπ. Η επόμενη γενεά των τελικών στοιχείων δράσης θα έχει ιδιότητες μεταξύ των οποίων η δυνατότητα ταχείας αλλαγής, η τμηματικότητα, η επιδεξιότητα, οι συσκευές προστασίας ρομπότ και εργαλείων, και η ενσωμάτωση αισθητήρων. Η γενική απαίτηση αλληλεπίδρασης με ένα μεγάλο εύρος αντικειμένων υποδεικνύει την ανάγκη για γενικά (universal) τελικά στοιχεία δράσης. Αν και υπάρχει το δυναμικό για την ανάπτυξη κάποτε ενός οικονομικού σχεδίου για γενική αρπάγη ενσωματωμένη στο ρομπότ, η επόμενη γενεά τελικών στοιχείων δράσης θα δώσει έμφαση στις ιδιότητες εναλλαγών και αισθητήρων.

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

3. Η ανάπτυξη αισθητήρων. Οι οπτικοί αισθητήρες σήμερα έχουν περισσότερη ικανότητα απ' ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ρομποτικό σύστημα. Ωστόσο, οπτικοί αισθητήρες με υψηλότερη διακριτική ικανότητα αναπτύσσονται σήμερα από έναν αριθμό κατασκευαστών. Αναμένεται επίσης να διατεθούν στο εμπόριο μικρά φύλλα (pads) αισθητήρων αφής τα οποία θα έχουν κατάλληλο χρόνο απόκρισης και ευαισθησία ώστε να χρησιμοποιηθούν στα άκρα ρομποτικών δακτύλων. Τέτοιου είδους δεδομένα μπορούν να βελτιώσουν τη λειτουργικότητα των μηχανικών χεριών κατά την αρπαγή και την ακριβή μεταχείριση αντικειμένων. Επίσης, η τεχνολογία αίσθησης της ολισθηρότητας (slip-sensing) αναμένεται να διατεθεί ευρέως και να χρησιμοποιηθεί σε ρομποτικά συστήματα σχεδιασμένα για τη διαχείριση επικίνδυνων υλικών ενώ ολοκληρωμένες συσκευές αίσθησης δύναμης θα διατεθούν επίσης ευρύτατα. Ακουστικοί αισθητήρες σε συνδυασμό με βελτιωμένες μεθόδους αναγνώρισης ομιλίας θα παρέχουν σε ρομπότ τη δυνατότητα να αντιλαμβάνονται την ανθρώπινη ομιλία. Αυτή και μόνο η επίτευξη θα αποτελέσει ένα επαναστατικό τρόπο επικοινωνίας μεταξύ ρομπότ και μηχανών και θα ανοίξει νέες περιοχές δράσης που θα στοχεύουν στην εκμετάλλευση αυτής της δυνατότητας. Έχουν ακόμη αναπτυχθεί μικροαισθητήρια (microsensors), τα οποία είναι ολοκληρωμένα κυκλώματα αισθητήρων που επεξεργάζονται πληροφορίες, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις προτείνουν και τρόπους δράσης. Σε σχέση με τις εξωτερικές συσκευές διασύνδεσης των ρομπότ, βελτιώσεις τόσο στους εξωτερικούς αισθητήρες όσο και στις δυνατότητες επικοινωνίας δεδομένων αναμένονται στα ρομποτικά συστήματα επόμενης γενεάς. Τέλος, στην επόμενη γενεά ρομποτικών συστημάτων, η ολοκλήρωση οπτικών αισθητήρων και ρομποτικού υλικού/ λογισμικού θα επιτυγχάνεται με χαμηλό κόστος.

4. Η εξέλιξη των συσκευών διεπικοινωνίας των συνιστωσών ρομποτικών συστημάτων με υπολογιστή. Οι συσκευές διασύνδεσης στα μελλοντικά ρομποτικά συστήματα αναμένεται να υποστηρίζουν εξωτερικούς

αισθητήρες, κινητήρες, συνεργαζόμενους υπολογιστές, ελεγκτές και τοπικά υπολογιστικά δίκτυα, PLCs, σταθμούς CAD και άλλες μηχανές παραγωγής. Τυποποιημένα πρωτόκολα επικοινωνίας και διασύνδεσης είναι ήδη διαθέσιμα για ρομποτικούς ελεγκτές και για τα προγραμματιστικά συστήματα των χρηστών τους. Τέτοιες διασυνδέσεις παρέχουν στο χρήστη την επιλογή ελέγχου της κίνησης με ένα κατάλληλο πρόγραμμα που έχει υλοποιηθεί εξωτερικά, παρά με ότι παρέχεται από τον κατασκευαστή στο ρομποτικό ελεγκτή. Η δυνατότητα αυτή ενδυναμώνει τη χρήση των ρομπότ σε κατασκευαστικά κελύφη υπό τον έλεγχο ενός κεντρικού υπολογιστή ή με τη χρήση ενός γενικευμένου λογισμικού σχεδιασμού ή λογισμικού εκτός λειτουργίας για τον προγραμματισμό του ρομπότ.

5. Η αυξημένη κινητικότητα των ρομπότ. Μία από τις αρχές που διέπουν τα ρομποτικά συστήματα είναι η περιορισμένη ευελιξία στην κίνηση. Στις τρέχουσες εφαρμογές αυτό συνεπάγεται ένα σταθερό πλην ευέλικτο χώρο εργασίας μέσα στον οποίο μπορεί να κινηθεί το ρομπότ. Η προσθήκη της δυνατότητας για γενική κινητικότητα είναι το επόμενο λογικό βήμα στην ανάπτυξη περισσότερο χρήσιμων ρομποτικών συστημάτων και ανοίγει ένα νέο φάσμα ρομποτικών εφαρμογών.

(ii) Ανάπτυξη Λογισμικού (Software Development)

Η καρδιά κάθε υπολογιστικού συστήματος είναι το λογισμικό του. Καθώς γίνεται διαθέσιμο όλο και πιο προηγμένο υλικό, τίθενται νέες απαιτήσεις σε όσους αναπτύσσουν εργαλεία λογισμικού, γλώσσες προγραμματισμού και μεθόδους πλήρους εκμετάλλευσης των δυνατοτήτων του υλικού.

Οι μελλοντικές εφαρμογές της ρομποτικής εξαρτώνται άμεσα από το λογισμικό που παρέχει έλεγχο, επεξεργασία αισθητηρίων σημάτων, αναγνώριση προτύπων και ευφυή λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, απαιτείται ένα αποδοτικό περιβάλλον ανάπτυξης και ολοκλήρωσης συνιστωσών λογισμικού ενός ρομποτικού συστήματος. Το περιβάλλον αυτό πρέπει να παρέχει τα εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού, και εύκολη μεταφορά του λογισμικού σε πραγματικά ρομποτικά συστήματα. Επίσης, πρέπει να διασφαλίζεται η

συμβατότητα (compatibility) και η μεταφερσιμότητα (portability) των προγραμμάτων, καθώς και η ανοικτή αρχιτεκτονική (open architecture).

Στην περιοχή του λογισμικού ειδικών εφαρμογών, η αναγνώριση προτύπων και η κατανόηση ομιλίας είναι δύο περιοχές που αποτελούν πολλά υποσχόμενους τομείς βελτίωσης των ρομποτικών δυνατοτήτων. Βελτιωμένοι αλγόριθμοι σε συνδυασμό με ταχύτερο υλικό θα καταστήσουν δυνατή την πραγματοποίηση τέτοιων βελτιώσεων. Μία από τις πιο σημαντικές στενωπούς στην ανάπτυξη ευφυών ρομπότ είναι αυτή της επεξεργασίας εικόνας. Αισθητήρες όρασης με μεγάλη διακριτική ικανότητα και πολυφασματική απεικόνιση είναι ήδη διαθέσιμοι, ωστόσο δεν είναι ακόμη δυνατή η επεξεργασία της πληροφορίας αυτής τόσο γρήγορα ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις περισσότερες εφαρμογές.

Εξάλλου, οι βελτιώσεις σε ψηφιακά υπολογιστικά συστήματα αναγνώρισης φωνής αναμένεται να οδηγήσουν σε χειριστές φωνητικά καθοδηγούμενους με απευθείας έλεγχο της ανθρώπινης φωνής. Τέτοια συστήματα αναμένεται να έχουν ένα ευρύτερο λεξιλόγιο ελέγχου κίνησης από τα υπάρχοντα συστήματα δημιουργίας φωνής και να είναι εμπορικά διαθέσιμα υπό τη μορφή ολοκληρωμένων ρομποτικών συστημάτων.

Το ευφυές λογισμικό είναι το νευραλγικό κέντρο της λειτουργίας ενός ευφυούς ρομπότ. Δέχεται επεξεργασμένη πληροφορία αισθητήρων, βάσεις δεδομένων και γνώσης και λαμβάνει αποφάσεις. Δυστυχώς, όλες οι διαθέσιμες ευφυείς γλώσσες προγραμματισμού εξαρτώνται ακόμη από κανόνες προγραμματισμού. Κατά συνέπεια, εξαρτάται από τη δομή του προγράμματος το εάν θα επιτευχθεί ή όχι πραγματική ευφυία. Καθώς όλο και περισσότερα πράγματα μαθαίνονται για τη γνώση, την αναπαράσταση της και τη χρήση της, αυτή η δυνατότητα μπορεί να παρασχεθεί στο ρομπότ μέσω καταλλήλων γλωσσών. Εφόσον οι περισσότερες ιδέες για τη γνώση και την ευφυία εκφράζονται μέσω της γλώσσας, η ανάπτυξη μεθόδων κατανόησης της φυσικής γλώσσας από υπολογιστές αναμένεται να διευκολύνει την παροχή παρόμοιων δυνατοτήτων σε ένα ρομποτικό σύστημα.

Στον τομέα της επικοινωνίας ανθρώπου-μηχανής, σημαντικές βελτιώσεις αναμένονται στα ρομποτικά συστήματα της επόμενης γενεάς. Η

πολυπλοκότητα των ανθρωπίνων εργασιών που απαιτούνται για τον προγραμματισμό και την παρατήρηση των ρομποτικών εφαρμογών θα μειωθεί σημαντικά. Οι βιομηχανικές απαιτήσεις για τη χρήση αυτοματισμών καθοδηγούμενων από δεδομένα σε συνδυασμό με την πρόοδο στην τεχνολογία CAD/CAM, οι γλώσσες προγραμματισμού των ρομπότ, και η τεχνητή νοημοσύνη, αναμένεται να οδηγήσουν στην παραγωγή συστημάτων προγραμματισμού εκτός γραμμής βασισμένων σε CAD και ολοκληρωμένων στο ρομπότ, σε γλώσσες προγραμματισμού σε επίπεδο έργου, και σε έμπειρους συμβούλους σχεδιασμού έργων.

(iii) Τεχνική και Οικονομική Υποστήριξη

Ο κατάλογος των τομέων υποστήριξης στη ρομποτική περιλαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό όλων των περιοχών της ανθρώπινης δραστηριότητας. Προφανώς οι τεχνολογικοί τομείς συνεισφέρουν σημαντικά στη ρομποτική τεχνολογία. Ιδιαίτερης σημασίας είναι οι τομείς της μηχανικής, της επιστήμης των υπολογιστών και της έρευνας υλικών, με υποστήριξη από πολλές επιστήμες.

Στις μη τεχνολογικές περιοχές, η ρομποτική παρουσιάζει συνάφεια με τους τομείς εκπαίδευσης, ψυχολογίας και κοινωνιολογίας όσον αφορά τις έννοιες της εκμάθησης, της ευφυίας και των όρων της κοινωνικής συμπεριφοράς για την ανάπτυξη χρήσιμων ρομπότ.

Τονίζεται όμως ότι η ανάπτυξη οποιουδήποτε σύνθετου τεχνολογικού συστήματος απαιτεί δέσμευση οικονομικής υποστήριξης η οποία επεκτείνεται πολύ περισσότερο από τα άμεσα οφέλη. Είναι θετικό ότι η ρομποτική, βασίζεται σε τεχνικές περιοχές οι οποίες ήδη έχουν ευρεία βάση σε άλλες εφαρμογές, ωστόσο, υφίσταται ακόμη η ανάγκη για την υποστήριξη της ολοκλήρωσης τέτοιων τεχνολογικών περιοχών σε λειτουργούντα ρομποτικά συστήματα.

(iv) Κοινωνική Αποδοχή και Ασφάλεια

Ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται εξαιτίας της εκτεταμένης ρομποτικής ανάπτυξης και εφαρμογής σήμερα, είναι ο φόβος της απώλειας εργασίας από ένα ρομπότ, όπως είχε κάποτε εκδηλωθεί και για τους προσωπικούς υπολογιστές. Όπως με τις περισσότερες τεχνολογικές εξελίξεις,

πρέπει να αναμένεται ότι τα ρομπότ θα δημιουργήσουν ένα νέο σύνολο τύπων εργασιών, ενώ ταυτόχρονα θα αντικαταστήσουν τους ανθρώπους σε εργασίες οι οποίες ούτως ή άλλως δεν τους ταιριάζουν. Επιπλέον, όπως έχει ομολογηθεί από ανθρώπους της βιομηχανίας, η εισαγωγή ρομπότ στη γραμμή παραγωγής, οδήγησε σε αύξηση της παραγωγικότητας με επακόλουθο την ανάγκη νέων προσλήψεων προκειμένου να καλυφθεί η ζήτηση της αγοράς.

Τέλος, μία από τις πιο συχνές ανησυχίες που εκφράζονται σε σχέση με την κοινωνική αποδοχή και τις νέες εφαρμογές των ρομπότ είναι η ασφάλεια τους. Εάν όλα τα ρομπότ μπορούν να συμμορφωθούν με τους τρεις νόμους της ρομποτικής όπως διατυπώθηκαν από τον Ασίμωφ, τότε δεν πρόκειται να υπάρξει πρόβλημα.

Συμπερασματικά, η επόμενη γενεά ρομποτικών συστημάτων θα έχει τα ακόλουθα λειτουργικά χαρακτηριστικά:

- Βελτιωμένες επιδόσεις διαχείρισης ως προς την ακρίβεια, την ικανότητα φόρτωσης, και τη σκληρότητα.
- Ολοκληρωμένες λειτουργίες αίσθησης και ελέγχου και προσαρμοστική συμπεριφορά υπό την επίδραση αισθητήριας πληροφορίας.
- Καλά οργανωμένη επικοινωνία δεδομένων και σημάτων ελέγχου με άλλες συσκευές, υπολογιστές, χρήστες, και τοπικά δίκτυα υπολογιστών.
- Βελτιωμένες, πιο σθεναρές (εύρωστες), και προσαρμοστικές ενέργειες ελέγχου.
- Ικανότητα σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων βασισμένη στους αισθητήρες, την αλληλεπίδραση, και την εμπειρία.

1.7 Εφαρμογές στην Ιατρική

Η ακρίβεια και η ορθότητα των ρομποτικών χειριστών σε συνδυασμό με λογισμικό ευφυούς επεξεργασίας εικόνας θα καταστήσει τη χειρουργική μία ιδιαίτερα επακριβή τέχνη από ότι είναι σήμερα εφικτό. Αυτό βεβαίως δεν ενθαρρύνει την αντικατάσταση των χειρουργών ή άλλου ιατρικού προσωπικού από ρομπότ. Απλά, το ρομπότ θα είναι ένας πολύτιμος βοηθός στη διανομή της ιατρικής φροντίδας. Η κοινωνική αποδοχή των ρομπότ, θα είναι πιθανότατα αρκετά πιο γρήγορη εάν οι εφαρμογές στην ιατρική έχουν τα

αποτελέσματα που υπόσχονται. Ρομπότ που υποβοηθούν ιατρικές εγχειρήσεις βρίσκονται ήδη σήμερα σε χρήση.

1.8 Συμπερασματικά

Οι ιατρικές εφαρμογές της ρομποτικής αναφέρονται στη χειρουργική αλλά και στη γενικότερη ιατρική φροντίδα. Οι πιο σημαντικές εφαρμογές στη χειρουργική αφορούν στις καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις, όπου η εξέλιξη της ρομποτικής επέτρεψε την αποφυγή των επεμβάσεων ανοικτής καρδιάς σε αρκετές περιπτώσεις. Πάντως μεγάλη συνεισφορά έχει γενικά η ρομποτική σε όλες τις επεμβάσεις στις οποίες για ποικίλους λόγους ενδείκνυται να αποφευχθεί μια μεγάλη χειρουργική τομή στον ασθενή (αιμορραγικά προβλήματα, αποφυγή ολικής αναισθησίας κ.λ.π). Μέσα στις ιατρικές εφαρμογές υπάγονται και τα συστήματα ενδοσκόπησης που αξιοποιούν ιατρικά robots, τα οποία συχνά εντάσσονται σε κάποιο συνολικό χειρουργικό ρομποτικό σύστημα. Είναι προφανές ότι τα ιατρικά ρομποτικά συστήματα για να φτάσουν στο σημείο να χρησιμοποιηθούν από του χειρουργούς εξασφάλισαν την απόλυτη αξιοπιστία και τη μέγιστη ακρίβεια χειρισμών.

Στο υπόλοιπο της εργασίας θα ασχοληθούμε με τις εφαρμογές της Ρομποτικής στην Ιατρική Επιστήμη, και ιδιαίτερα στην Χειρουργική και Μικροχειρουργική, στην Τηλεϊατρική, στην Νανο-ιατρική και στην Προσθετική. Επίσης θα γίνει εκτενής αναφορά στην λαπαροσκόπηση και στην βοήθεια της ρομποτικής σ» αυτήν την νέα χειρουργική εφαρμογή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ρομποτική και Χειρουργική

2.1 Εφαρμογές ρομποτικής στην χειρουργική

2.1.1 Εισαγωγή

Στην ιατρική πρακτική, η ρομποτική τεχνολογία χρησιμοποιείται σε όλες σχεδόν τις ειδικότητες της χειρουργικής επιστήμης, συμπεριλαμβανομένης της νευροχειρουργικής, της καρδιοχειρουργικής, της ορθοπεδικής χειρουργικής, της γενικής χειρουργικής και της ουρολογικής χειρουργικής.

2.1.2 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 χειρουργική ρομποτική. 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.

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 δεξιότητα 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 (Παππής, 2009).

2.1.3 Εφαρμογές στη καρδιοχειρουργική

Την τελευταία δεκαπενταετία, 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.

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 daVinci, έδωσε για πρώτη φορά τη δυνατότητα εκτέλεσης καρδιακών επεμβάσεων με κλειστό

θώρακα και μεγάλη ακρίβεια, καθιστώντας πλέον τις διαδικασίες αποκατάστασης μιτροειδούς βαλβίδας εγχειρήσεις ρουτίνας (Vassiliades, 2006).

2.1.4 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 υλοποίηση τους.

Βασικές χειρουργικές επεμβάσεις που πραγματοποιούνται με τη χρήση των ρομποτικών συστημάτων είναι η ολική αρθροπλαστική ισχίου και η ολική αντικατάσταση γονάτου.

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 χιλ.) που εισάγεται σε μία βαθιά κοιλότητα που πρέπει να διαμορφωθεί κατά μήκος του κεντρικού άξονα του μηριαίου οστού.

Η ανάγκη για βελτιωμένη ακρίβεια οδήγησε στη δημιουργία μίας ρομποτικής προσέγγισης για τη διαμόρφωση της μηριαίας κοιλότητας. Η ανάπτυξη ρομποτικών συστημάτων για επεμβάσεις ορθοπεδικής, όπως το ROBODOC, παρέχει δύο βασικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χειροκίνητη διαδικασία:

(1) η διαμόρφωση της μηριαίας κοιλότητας επιτυγχάνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια και

(2) 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.

Έχουν αναπτυχθεί αρκετά ρομποτικά συστήματα υποβοήθησης επεμβάσεων ολικής αντικατάστασης γονάτου 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 χέρι. Το ρομπότ 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 ρομπότ 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 ασφαλίζονται στη βάση του ρομπότ, 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 (Langlotz, 2004).

2.1.5 Εφαρμογές στη Γενική Χειρουργική

Η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στη γενική 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.

Γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση καλείται η νόσος κατά την οποία περιεχόμενο του στομάχου παλινδρομεί στον οισοφάγο. Οι χειρουργικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της γαστροοισοφαγικής

παλινδρόμησης είναι δύο: η θολοπλαστική κατά Nissen ή θολοπλαστική 360° και η θολοπλαστική κατά Toupet ή θολοπλαστική 270°. 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 χιλ. περίπου στο δέρμα χωρίς να γίνει διατομή των μυών (Muhlmann και συν., 2003).

Αχαλασία του οισοφάγου ονομάζεται η μόνιμη αύξηση της διαμέτρου του οισοφάγου λόγω αδυναμίας χαλάρωσης του κάτω οισοφαγικού σφιγκτήρα κατά την κατάποση. Η ρομποτική χειρουργική αντιμετώπιση της αχαλασίας του οισοφάγου ονομάζεται μυοτομή κατά Heller και σε κάποιες περιπτώσεις συνοδεύεται από λαπαροσκοπική θολοπλαστική κατά Dor 180° ή Toupet 270°. Με τομές 5 χιλ. 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 (Hazey και συν., 2004).

2.1.6 Εφαρμογές στην ουρολογική χειρουργική

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 δεκαετία του '80. Σήμερα, τα ρομπότ βοηθούν τους ουρολόγους χειρουργούς σε διάφορες χειρουργικές επεμβάσεις, όπως τη ριζική προστατεκτομή, τη μερική νεφρεκτομή και την κυστεκτομή.

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 ουρηθροκυστικής συμβολής.

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.

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 λαπαροσκοπική προσέγγιση σε τέτοιες επεμβάσεις (Kumar και συν., 2005).

2.1.7 Ρομποτική Χειρουργική

Η ρομποτική χειρουργική είναι μια ελάχιστα επεμβατική και τραυματική μέθοδος, εξαιτίας της ακρίβειας με την οποία πραγματοποιούνται οι κινήσεις του γιατρού-χειρούργου. 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 (Link και συν., 2006).

Συνεπώς, ο ρόλος του ιατρικού προσωπικού κατά την επέμβαση αλλάζει σημαντικά με τη χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας. Μειώνονται τα καθήκοντα των γιατρό ως προς την πρόληψη των επιπλοκών λόγω παρατεταμένης κατάκλισης, καθώς η ρομποτική τεχνολογία στις περισσότερες περιπτώσεις εξασφαλίζει γρήγορη ανάρρωση και επιστροφή του ασθενούς στις καθημερινές του δραστηριότητες.

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

Κατά τη μετεγχειρητική περίοδο, δεν χρειάζεται συνεχή επίβλεψη των παροχετεύσεων, των ζωτικών σημείων, του γύψινου επιδέσμου και άλλων παραμέτρων από το νοσηλευτικό προσωπικό, εφόσον οι πιθανότητες επιπλοκών είναι ελάχιστες έως μηδαμινές. Η χορήγηση αναλγητικών και ηρεμιστικών φαρμάκων, καθώς και η διενέργεια μεταγγίσεων αίματος και πλάσματος αποτελούν πλέον μη απαραίτητες νοσηλευτικές παρεμβάσεις, καθώς όπως προαναφέρθηκε ελαχιστοποιείται η απώλεια αίματος, ο μετεγχειρητικός πόνος και η μετεγχειρητική δυσφορία. Επίσης, μειώνεται σημαντικά η διενέργεια εξετάσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν με σκοπό την ανίχνευση επιπλοκών. Επιπλέον, ο νοσηλευτής δεν χρειάζεται να προετοιμάσει τον ασθενή για εξετάσεις, όπως ενημέρωση, εφαρμογή δίαιτας, χορήγηση φαρμάκων κ.τ.λ.

Γίνεται, λοιπόν, κατανοητό ότι με τη χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας στην ιατρική και νοσηλευτική πρακτική μειώνονται σημαντικά τα επίπεδα άγχους και εξουθένωσης των ιατρών και νοσηλευτών λόγω μειωμένου φόρτου εργασίας. Έτσι, οι ιατροί και οι νοσηλευτές δείχνουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τους ασθενείς, με αποτέλεσμα την παροχή ποιοτικής ιατρικής και νοσηλευτικής φροντίδας. Έχουν πλέον περισσότερο διαθέσιμο χρόνο, έτσι

ώστε να παρέχουν ενημέρωση και ψυχολογική υποστήριξη στους ασθενείς. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή εφαρμογή της ρομποτικής επιστήμης στην ιατρική πρακτική αποτελεί η διαρκής ενημέρωση, επιμόρφωση και εκπαίδευση του ιατρονοσηλευτικού προσωπικού στις νέες τεχνολογικές δυνατότητες. Εκείνο όμως που πρέπει να τονιστεί είναι ότι το ιατρικό προσωπικό θα παραμείνει αναντικατάστατο για τον ασθενή, διότι οι ιατροί γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ τεχνολογίας και επιστήμης, διασταυρώνοντας τον ανθρώπινο πόνο με την ανθρώπινη ελπίδα. Είναι απαραίτητο οι ιατροί να ξεπεράσουν τους φόβους και τους ενδοιασμούς τους σχετικά με την εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών και την ενσωμάτωσή τους στο χώρο του χειρουργείου, αποκτώντας νέα καθήκοντα και αρμοδιότητες τόσο κλινικά όσο και μη-κλινικά (Αλεξανδροπούλου και συν., 2010).

2.1.8 Λαπαροσκόπηση

Οι σημερινές εφαρμογές της λαπαροσκοπικής χειρουργικής έχουν επεκταθεί σε ένα μεγάλο φάσμα επεμβάσεων άνω και κάτω κοιλίας περιλαμβάνοντας τόσο απλές όσο και εξειδικευμένες (advanced) επεμβάσεις.

Εάν οι χειρουργοί που αποτελούν την ομάδα είναι πραγματικά έμπειροι λαπαροσκόποι, τότε το σωστό θέμα που τίθεται είναι μάλλον το ποιες επεμβάσεις δεν γίνονται σήμερα λαπαροσκοπικά (Dubowsky et al, 1979).

Οι επεμβάσεις που γίνονται σήμερα συχνότερα είναι:

1. ***Λαπαροσκοπική χολοκυστεκτομή*** και διερεύνηση χοληδόχου πόρου σε συνδυασμό με διεγχειρητική χολαγγειογραφία, διεγχειρητική χοληδοχοσκόπηση και διεγχειρητική υπερηχοτομογραφία. Αυτή είναι η πιο διαδεδομένη λαπαροσκοπική επέμβαση, και χρησιμοποιείται πλέον ευρέως για την αντιμετώπιση ασθενών με λιθίαση χοληδόχου κύστεως ή και χοληδόχου πόρου, όπως και για ασθενείς με οξεία χολοκυστίτιδα. Εάν υπάρχει εμπειρία, τότε δεν υπάρχουν στην ουσία επιπλοκές και μπορούν να αντιμετωπιστούν ακόμα και πολύ βαρειές χολοκυστίτιδες χωρίς να μετατραπεί η επέμβαση σε «ανοιχτή», παρά μόνο σε ένα ποσοστό μικρότερο του 1%. Στην απλή χολολιθίαση ο ασθενής πάει την ίδια μέρα ή το άλλο πρωί στο σπίτι και επανέρχεται γρήγορα στην εργασία του.

2. ***Λαπαροσκοπική σκωληκοειδεκτομή*** η οποία αποτελεί καταξιωμένη μέθοδο αντιμετώπισης της οξείας σκωληκοειδίτιδος. Η λαπαροσκόπηση εδώ είναι ιδιαίτερα σημαντική γιατί μας δίνει τη δυνατότητα να ελέγξουμε όλη την κοιλιά. Έτσι μας βοηθά στη διαφορική διάγνωση της υποκείμενης παθολογίας, βλέπουμε δηλαδή αν η ακριβής αιτία των συμπτωμάτων είναι όντως μια οξεία σκωληκοειδίτιδα. Αυτό είναι ένα τεράστιο πλεονέκτημα της λαπαροσκόπησης γενικώτερα και έχει ιδιαίτερη βαρύτητα όταν χειρουργεί κανείς γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας. Κι αυτό γιατί στις νέες γυναίκες υπάρχουν πολύ συχνά γυναικολογικά προβλήματα που υποδύονται την εικόνα οξείας σκωληκοειδίτιδος. Σε αυτήν την περίπτωση η λαπαροσκόπηση μπορεί να αποκαλύψει και να επιλύσει χειρουργικά προβλήματα όπως: κύστεις ωοθηκών, συστροφή ωοθήκης, σαλπιγγίτιδα, εξωμήτριο κύηση, πυελικές συμφύσεις, ενδομητρίωση κλπ. Σημαντικό σ» αυτήν την ομάδα ασθενών είναι ιδιαίτερα το γεγονός ότι αποφεύγονται οι ενδοκοιλιακές συμφύσεις, που θα μπορούσαν να σταθούν εμπόδιο στην τεκνοποιία, δεν γίνονται περιττές επεμβάσεις και το κοσμητικό αποτέλεσμα είναι άψογο.

3. ***Λαπαροσκοπική αντιμετώπιση κήλης*** (βουβωνοκήλης ή κοιλιοκήλης). Η εφαρμογή της λαπαροσκοπικής μεθόδου τα τελευταία έτη έχει εδραιωθεί με την τεχνική της ολικής εξωπεριτοναϊκής αποκατάστασης με πλέγμα (TEP), η οποία εφαρμόζεται πλέον διεθνώς με μεγάλη επιτυχία. Η επέμβαση αυτή έχει ελάχιστες επιπλοκές και χαμηλό ποσοστό υποτροπών (<1%). Οι ασθενείς σηκώνονται λίγες ώρες μετά το χειρουργείο, δεν έχουν σημαντικό πόνο, και πάνε αυθημερόν ή την επομένη στο σπίτι. Το χειρουργικό τραύμα είναι μηδαμινό. Η λαπαροσκοπική αντιμετώπιση της βουβωνοκήλης είναι ιδανική για αμφοτερόπλευρες κήλες και για υποτροπές μετά από προηγούμενη ανοικτή επέμβαση.

4. Όσον αφορά τώρα ασθενείς με ***κοιλιοκήλη***, αυτοί επίσης μπορούν να αντιμετωπιστούν λαπαροσκοπικά με μηδαμινό τραύμα. Ιδιαίτερη εντύπωση προκαλεί αυτό στους ασθενείς με μεγάλες κοιλιοκήλες, όπου στην ανοικτή χειρουργική το τραύμα θα ήταν μεγάλο και η ανάρρωση σημαντικά πιο αργή και επώδυνη.

5. ***Λαπαροσκόπηση στην οξεία κοιλία*** (περιτονίτιδα) και στο τραύμα. Σε κέντρα με μεγάλη λαπαροσκοπική εμπειρία και καλό συντονισμό της χειρουργικής ομάδος η λαπαροσκόπηση χρησιμοποιείται στην αντιμετώπιση του τραυματία ή στην οξεία χειρουργική κοιλία. Η λαπαροσκόπηση είναι κατ» αρχήν σημαντική για την τελική διάγνωση (πχ: από που αιμορραγεί ο ασθενής ή ποιο όργανο πάσχει ακριβώς σε μία περιτονίτιδα), αλλά και για τη θεραπεία (πχ: καθαρισμός περιτονίτιδος, συρραφή διατρηθέντος έλκους στομάχου, αντιμετώπιση ενδοκοιλιακής αιμορραγίας κλπ.). Το κέρδος του ασθενούς είναι ότι επιλύεται το πρόβλημά του χωρίς κάποια μεγάλη χειρουργική τομή, όπως συνηθίζεται σε τέτοιες περιπτώσεις, η ανάρρωση είναι πολύ ταχύτερη, ο πόνος πολύ λιγότερος και ελαχιστοποιείται η πιθανότητα δημιουργίας ενδοκοιλιακών συμφύσεων.

6. ***Λαπαροσκοπική αντιμετώπιση Γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης (ΓΟΠ) και διαφραγματοκήλης***. Οι ενδείξεις για λαπαροσκοπική αντιπαλινδρομική επέμβαση είναι:

α) Συνεχιζόμενα συμπτώματα παλινδρόμησης ή επιπλοκές της υπό θεραπεία,

β) Μη συνεργαζόμενοι ασθενείς (συχνά λόγω του κόστους φαρμάκων)

γ) Νέοι σε ηλικία ασθενείς που επιθυμούν χειρουργική αποκατάσταση αντί δια βίου φαρμακευτική/διαιτητική θεραπεία,

δ) Ασθενείς με επιπλοκές της ΓΟΠ όπως Barret οισοφάγο, στένωση, εισρόφηση, συνεχιζόμενη οισοφαγίτιδα. Είναι απαραίτητος ο καλός προεγχειρητικός λειτουργικός έλεγχος του οισοφάγου (μανομετρία, pHμετρία).

Οι ασθενείς με αυτήν τη νοσολογική οντότητα επωφελούνται ιδιαίτερα από τη λαπαροσκοπική αντιμετώπιση, δεδομένου ότι οι επεμβάσεις στην ανοικτή χειρουργική προϋπέθεταν πολύ μεγάλη και μάλιστα κατά περίπτωση θωρακοκοιλιακή τομή. Έτσι δεν προκαλεί εντύπωση που για παράδειγμα στις ΗΠΑ οι λαπαροσκοπικές αντιπαλινδρομικές επεμβάσεις είναι η αντιμετώπιση επιλογής από 10ετίας και πλέον.

7. ***Λαπαροσκοπική αντιμετώπιση αποφρακτικού ειλεού/ συμφυτικής νόσου***. Η λαπαροσκόπηση είναι ιδανική για τις περισσότερες

περιπτώσεις ασθενών που προσέρχονται με αποφρακτικό ειλεό οφειλόμενο σε χρόνιες συμφύσεις ή παρουσιάζουν υποτροπιάζοντα επεισόδια ατελών ειλεών λόγω συμφυτικής νόσου. Σε αυτούς τους ασθενείς είναι ιδιαίτερα σημαντικό να μην γίνονται μεγάλες χειρουργικές τομές ώστε να μην υπάρχουν νέες τραυματικές επιφάνειες που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε δημιουργία επιπλέον συμφύσεων.

8. ***Λαπαροσκοπική κολεκτομή*** η οποία συνήθως γίνεται ως υποβοηθούμενη. Αυτό σημαίνει ότι το μεγαλύτερο μέρος της επέμβασης γίνεται λαπαροσκοπικά, και μόνον η αναστόμωση γίνεται ανοικτά, αφού εξάγουμε το έντερο από τομή 5-6 εκατοστών. Η τομή αυτή δεν είναι δυνατόν να αποφευχθεί, διότι από εκεί θα βγει το εκτεταμένο τμήμα.

Η λαπαροσκοπική μέθοδος έχει καθιερωθεί σήμερα στις καλοήθεις παθήσεις του παχέος εντέρου, όπως εκκολπωμάτωση, πολύποδες κλπ. Όσον αφορά τον καρκίνο του παχέος εντέρου, που είναι ένας από τους συχνότερους καρκίνους στις δυτικές κοινωνίες, παρότι δεν έχουν ολοκληρωθεί οι μεγάλες προοπτικές τυχαιοποιημένες μελέτες, όλες οι μέχρι τούδε ενδείξεις είναι υπέρ της λαπαροσκόπησης: Η ογκολογική έκβαση των ασθενών δεν φαίνεται να διαφέρει από αυτήν της ανοιχτής. Αντιθέτως μάλιστα, υπάρχει περίπτωση να υπερτερεί η λαπαροσκοπική μέθοδος στο στάδιο III, όπως φαίνεται από μία ευρωπαϊκή μελέτη που ολοκληρώθηκε πρόσφατα. Η υπεροχή αυτή, αν αποδειχθεί τελικώς ότι υπάρχει, αποδίδεται στο πολύ καλύτερη ανοσολογική απάντηση του οργανισμού στην περίπτωση της λαπαροσκόπησης, δεδομένου ότι αυτή αποτελεί ως επέμβαση πολύ μικρότερο πλήγμα για τον οργανισμό.

9. ***Λαπαροσκοπικές επεμβάσεις για αντιμετώπιση της νοσογόνου παχυσαρκίας.*** Ήδη είναι καθιερωμένες οι λαπαροσκοπικές τεχνικές τοποθέτησης γαστρικού ρυθμιζόμενου δακτυλίου (lapband), κάθετης διαμερισματοποίησης κατά Mason και γαστρικού «bypass». Οι επεμβάσεις αυτές ενδείκνυνται όταν το ΔΜΣ (=Δείκτης Μάζας Σώματος, δηλαδή βάρος σώματος διαιρεμένο με το τετράγωνο του ύψους) του ατόμου είναι μεγαλύτερος του 35-40. Σε αυτήν την περίπτωση η παχυσαρκία χαρακτηρίζεται νοσογόνος διότι συνοδεύεται από διάφορες άλλες διαταραχές όπως αυξημένη αρτηριακή πίεση, διαταραχές του αερισμού, του

κυκλοφορικού, διαβήτης κλπ. Οι ασθενείς αυτοί κατά κανόνα δεν χάνουν πλέον βάρος με άλλες μεθόδους και είναι υποψήφιοι για χειρουργική αντιμετώπιση. Η λαπαροσκόπηση προσφέρει μικρό τραύμα, δεν καταστρέφει τις απονευρώσεις, και ακολουθείται από γρήγορη ανάρρωση. Ειδικότερα ο γαστρικός δακτύλιος τοποθετείται και αφαιρείται εύκολα λαπαροσκοπικά και θεωρείται μέθοδος με ελάχιστες επιπλοκές διότι δεν καταστρέφει την ανατομία του στομάχου. Ο χειρουργός πρέπει να έχει ασχοληθεί με αυτό το θέμα σφαιρικά και να είναι πολύ έμπειρος λαπαροσκόπος.

10. ***Λαπαροσκοπική αντιμετώπιση γυναικολογικών παθήσεων***. Όλες σχεδόν οι γυναικολογικές παθήσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν λαπαροσκοπικά εφ» όσον υπάρχει εμπειρία. Λαπαροσκοπικά διαγιγνώσκουμε και αντιμετωπίζουμε σε πρώτη φάση την ενδομητρίωση, λύουμε συμφύσεις στην πύελο, αφαιρούμε κύστεις ωοθηκών, ακόμα και αν είναι πολύ μεγάλες, εκπυρηνίζουμε ινομυώματα μήτρας ή σε κάποιες περιπτώσεις κάνουμε υστερεκτομή. Επίσης μπορούμε να χειρουργήσουμε εξωμήτριες κυήσεις με ελάχιστη επέμβαση στην κοιλιά και διατήρηση των σαλπίγγων. Στις γυναικολογικές παθήσεις η λαπαροσκόπηση έχει ιδιαίτερη διαγνωστική και θεραπευτική αξία χωρίς να δημιουργεί συμφύσεις που θα μπορούσαν να εμποδίσουν μία γυναίκα να μείνει αργότερα έγκυος.

11. ***Λαπαροσκόπηση για σταδιοποίηση*** και παρηγορητική αντιμετώπιση νεοπλασιών του γαστρεντερικού συστήματος. Η ανωτέρω εφαρμογή αποτελεί μεγάλη προσφορά της μεθόδου σε ασθενείς με καρκίνο όσον αφορά το ελάχιστα επεμβατικό μέρος, διότι μπορεί να προσφέρει διάγνωση-λήψη βιοψιών-καλλιεργειών υπό άμεση όραση αφενός αλλά και εφαρμογή παρηγορικών επεμβάσεων (bypass συνήθως) με εξειδικευμένες τεχνικές όπως αναστομώσεις χοληφόρων-εντέρου, στομάχου-εντέρου, εντεροεντερικές, ειλεοστομία, νηστιδοστομία, κολοστομία αφ» ετέρου.

12. ***Λαπαροσκοπική αντιμετώπιση γαστροδωδεκαδακτυλικού έλκους***. Ανάπτυξη εξειδικευμένων επεμβάσεων και εφαρμογή αυτών λαπαροσκοπικά όπως η υπερεκλεκτική βαγοτομή, η επέμβαση Taylor (οπισθία στελεχιαία και προσθία ορομυοτομή) κλπ, με πολύ καλά αποτελέσματα στην μείωση της γαστρικής οξύτητας και επούλωσης του χρονίου έλκους.

13. ***Λαπαροσκοπική χειρουργική ήπατος***: Περιλαμβάνει εκτός από την εδραιωμένη πλέον βιοψία, την εκτομή καλοήθων όγκων, κύστεων και εχινοκόκκου κύστεως και την άτυπη ηπατεκτομή. Επίσης περιλαμβάνει ως καινοτομία τις εφαρμογές RF (=radiofrequencies=ραδιοσυχνότητες) για ηπατικές μεταστάσεις. Η θεραπεία με τη χρήση ραδιοσυχνοτήτων θεωρείται πλέον καταξιωμένη για την αντιμετώπιση ηπατικών μεταστάσεων, ιδιαιτέρως από καρκίνο του παχέος εντέρου.

14. ***Λαπαροσκοπική επινεφριδεκτομή***: Αποτελεί πλέον καταξιωμένη και ασφαλή μέθοδο αντιμετώπισης ενός μεγάλου φάσματος ενδοκρινολογικών παθήσεων και επαρκώς αφαιρεί τον επινεφριδιακό ιστό σε όλες τις παθολογίες συμπεριλαμβανομένου του υποφυσιογενούς Cushing.

15. ***Λαπαροσκοπική χειρουργική παγκρέατος***: Όπου αναφέρονται ειδικές ή μεμονωμένες επεμβάσεις και περιλαμβάνουν κυρίως την περιφερική παγκρεατεκτομή και την εκπυρήνωση ινσουλινωμάτων. Επίσης η διαγνωστική λαπαροσκόπηση είναι σωστό να προηγείται της λαπαροτομίας για έλεγχο μεταστάσεων και περιτοναϊκών εμφυτεύσεων σε περίπτωση καρκίνου του παγκρέατος.

16. ***Λαπαροσκοπική αντιμετώπιση της αχαλασίας του οισοφάγου*** με πλεονεκτούσα την λαπαροσκοπική εφαρμογή καρδιομυοτομής κατά Heller, η οποία έχει αντικαταστήσει πλήρως την ανοικτή χειρουργική. Η τεχνική αυτή έχει αποδειχθεί ασφαλής, λίαν αποτελεσματική και με ελάχιστα μετεγχειρητικά προβλήματα. Η μεγεθυντική εικόνα προσφέρει ακριβή διαχωρισμό των μυϊκών ινών.

17. ***Λαπαροσκοπική σπληνεκτομή*** σε επιλεγμένους ασθενείς, από εξειδικευμένη ομάδα. Πρόκειται για μία επέμβαση στην οποία αποκτάται διεθνώς όλο και περισσότερη εμπειρία. Ο μεγαλύτερος σπλήνας που έχει αφαιρεθεί σε κλινική ήταν τεράστιος και ζύγιζε 5,5 κιλά. Επρόκειτο για μία ασθενή με αιματολογική πάθηση. Το κοσμητικό αποτέλεσμα μετά από μία τέτοια επέμβαση ήταν εντυπωσιακό.

18. ***Λαπαροσκοπική πυελική λεμφαδενεκτομή*** η οποία αποτελεί την πλέον δημοφιλή εφαρμογή της λαπαροσκόπησης στην ουρολογία, με κατ»

εξοχήν θέση στον καρκίνο του προστάτη, αλλά και στον καρκίνο της ουροδόχου κύστεως και του πέους.

19. ***Λαπαροσκοπική αντιμετώπιση ακράτειας ούρων*** σε γυναίκες με κύριο στόχο την ανάρτηση του αυχένος της ουροδόχου κύστεως για αποκατάσταση της κυστεο-ουρηθρικής γωνίας (Burch).

2.1.9 Εξελίξεις λαπαροσκόπησης

Η λαπαροσκόπηση αποτελεί μία καταξιωμένη και εδραιωμένη μέθοδο τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα, πρέπει όμως να εφαρμόζεται σε κέντρα που παρέχουν τον κατάλληλο λαπαροσκοπικό και αναισθησιολογικό εξοπλισμό από έμπειρη χειρουργική ομάδα προς αποφυγή επιπλοκών.

Η λαπαροσκοπική χειρουργική σήμερα διαχωρίζεται σε βασική λαπαροσκόπηση η οποία περιλαμβάνει τη διαγνωστική λαπαροσκόπηση, χολοκυστεκτομή και σκωληκοειδεκτομή και «προχωρημένη» (advanced) λαπαροσκόπηση που περιλαμβάνει την ενδο- και εξωπεριτοναϊκή συρραφή και εκτέλεση των λοιπών ανωτέρω αναφερομένων επεμβάσεων. Εδώ βέβαια πρέπει να πούμε ότι ακόμα και επεμβάσεις που θεωρούνται «βασικές» μπορεί να είναι δύσκολες σε κάποιους ασθενείς που έχουν ιδιαίτερη φλεγμονή, συμφύσεις κλπ. Έτσι, για να αντιμετωπίσει κανείς μία βαρειά χολοκυστίτιδα ή επιπλεγμένη σκωληκοειδίτιδα πρέπει κατά κανόνα να έχει ιδιαίτερη λαπαροσκοπική εμπειρία.

Η λαπαροσκοπική εξελίσσεται διαρκώς στο σύνολό της, πράγμα που είναι συνάρτηση της συνεχούς τεχνολογικής εξέλιξης και της διαρκώς αυξανόμενης εμπειρίας των χειρουργών σε όλο και πιο σύνθετες τεχνικές και επεμβάσεις. Αν θα έπρεπε πάντως να αναφερθούν κάποιες ιδιαίτερες εξελίξεις των τελευταίων ετών και μηνών θα απαριθμηθεί η λαπαροσκοπική αντιμετώπιση του καρκίνου του παχέος εντέρου που φαίνεται να κερδίζει έδαφος, η εδραιωμένη πλέον χρήση ραδιοσυχνοτήτων για την αντιμετώπιση των ηπατικών μεταστάσεων και η ρομποτική χειρουργική.

Με την εισαγωγή της ρομποτικής χειρουργικής, τα τελευταία 8 χρόνια η εκτέλεση των λαπαροσκοπικών επεμβάσεων γίνεται πιο εύκολη. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν δύο είδη ρομπότ, αυτό που έχει ένα «χέρι» (AESOP) και

κρατά το λαπαροσκόπιο και αυτό που έχει πολλά «χέρια» (DA VINCI, ZEUS) με το οποίο μπορεί ο χειρουργός να εκτελεί την λαπαροσκοπική επέμβαση εξ» αποστάσεως. Το ρομπότ συμμετέχει ενεργά στην εκτέλεση των λαπαροσκοπικών επεμβάσεων υπακούοντας στα προστάγματα του χειρουργού, ο οποίος τα καθοδηγεί με τη φωνή του δίνοντας διάφορες εντολές. Το ρομπότ είναι προγραμματισμένο έτσι ώστε να υπακούει μόνο στη φωνή του χειρουργού.

Η πρώτη λαπαροσκοπική ρομποτική επέμβαση στην Ελλάδα έγινε στο Ιατρικό Κέντρο Αθηνών στα μέσα του 2000.

Το ρομπότ AESOP που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την επέμβαση σηματοδοτεί τις εξελίξεις της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality) στις λαπαροσκοπικές χειρουργικές επεμβάσεις.

Μέχρι σήμερα το ρομπότ έχει λάβει μέρος σε περισσότερες από 110.000 επεμβάσεις στην Αμερική και Ευρώπη.

Τα ευεργετήματα που προσφέρει το ρομπότ τα απολαμβάνει και ο χειρουργός και ο ασθενής.

Για τον χειρουργό το ρομπότ χρησιμεύει σαν τρίτο χέρι, το οποίο κρατά το λαπαροσκόπιο και υπακούει στις εντολές που του δίνονται με την μέγιστη ακρίβεια. Διευκολύνεται έτσι κατά πολύ η διεκπεραίωση όλων των λαπαροσκοπικών επεμβάσεων με εικόνα σταθερή και με περισσότερη ακρίβεια στις κινήσεις πράγμα που καθιστά την επέμβαση πιο ασφαλή, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια κάποιων μικροχειρουργικών χειρισμών. Από την ασφάλεια αυτή που παρέχει το ρομπότ επωφελείται τελικά ο ασθενής. Επιπλέον ο ασθενής έχει κέρδος διότι συντομεύει ο χρόνος της επέμβασης ελαττώνοντας έτσι την διάρκεια της αναισθησίας και τις μετεγχειρητικές επιπλοκές.

Η ανάρρωση μετά από μια ρομποτική λαπαροσκοπική επέμβαση είναι ταχύτατη, ο πόνος λιγότερος, η παραμονή στο νοσοκομείο λιγότερη και η επιστροφή στη δουλειά γρηγορότερη.

Από τις παραπάνω λαπαροσκοπικές επεμβάσεις μπορούν να γίνουν όλες με τη βοήθεια ρομπότ. Το ρομπότ δεν συμμετέχει μόνο σε εξειδικευμένες χειρουργικές επεμβάσεις αλλά καλύπτει όλη την γκάμα των λαπαροσκοπικών επεμβάσεων.

Η λαπαροσκοπική και ρομποτική χειρουργική αποτελούν διεθνώς τη σύγχρονη και μελλοντική αντιμετώπιση των περισσοτέρων παθήσεων της κοιλιακής χώρας. Είναι σημαντικό η χειρουργική αυτή να γίνεται σε κέντρα με λαπαροσκοπική εμπειρία, κατάλληλο εξοπλισμό και καλό συντονισμό της χειρουργικής και αναισθησιολογικής ομάδας.

2.1.10 Πλεονεκτήματα Ρομποτικής Χειρουργικής

- Είναι μια ελάχιστα επεμβατική και ελάχιστα τραυματική μέθοδος, εξαιτίας της ακρίβειας με την οποία γίνονται οι κινήσεις του γιατρού.
- Εξασφαλίζει ελάχιστη απώλεια αίματος.
- Εξασφαλίζει μικρότερο πόνο.
- Ελαχιστοποιεί την πιθανότητα διεγχειρητικών και μετεγχειρητικών επιπλοκών.
- Μειώνει σημαντικά το χρόνο παραμονής στο νοσοκομείο.
- Εξασφαλίζει ταχύτερη ανάρρωση.
- Παρέχει καλύτερα αισθητικά αποτελέσματα.
- Επιτρέπει στον χειρουργό να έχει τρισδιάσταση (3D) εικόνα του χειρουργικού πεδίου, σε πολύ μεγάλη μεγέθυνση.
- Εξασφαλίζει μεγαλύτερη ακρίβεια στις χειρουργικές κινήσεις. Καθώς οι χειρισμοί του χειρουργού στην κονσόλα μετατρέπονται σε κίνηση των χειρουργικών βραχιόνων μειώνεται στο ελάχιστο και σχεδόν εξαλείφεται το φυσιολογικό τρέμουλο των χεριών, με αποτέλεσμα μια πρωτοφανή χειρουργική δεξιότητα.
- Δίνει στο χειρουργό τη δυνατότητα να πραγματοποιεί δύσκολους χειρουργικούς χειρισμούς. Τα χειρουργικά εργαλεία των ρομποτικών βραχιόνων μπορούν να πραγματοποιήσουν όλες τις κινήσεις που πραγματοποιεί το ανθρώπινο χέρι (7 βαθμοί ελευθερίας στην κίνηση), με μεγαλύτερη δεξιότητα και ακρίβεια, ενώ περιστρέφονται σχεδόν 360ο μέσα στο χειρουργικό πεδίο.
- Παρέχει στον χειρουργό μεγαλύτερη άνεση κατά τη διάρκεια της επέμβασης. Σε αντίθεση με την συνηθισμένη χειρουργική πρακτική, η ρομποτική χειρουργική επιτρέπει στον χειρουργό να πραγματοποιεί τις

επεμβάσεις καθισμένος, μέσα σε ένα προσεκτικά σχεδιασμένο και εργονομικά άριστο περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται ο κάματος του χειρουργού, με πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις δύσκολων και πολύωρων επεμβάσεων.

- Δίνει τη δυνατότητα στον χειρουργό να προετοιμάσει την επέμβαση στον Η/Υ, χρησιμοποιώντας τις εικόνες των εσωτερικών οργάνων των ασθενών που προκύπτουν από τις εξετάσεις τους. Ο χειρουργός μπορεί επίσης και κατά τη διάρκεια της επέμβασης να ανακαλέσει στην οθόνη του και να συμβουλευτεί χρήσιμες εικόνες (Διαδίκτυο: www.axiarchos.gr/surg05.asp).

2.2 *Χειρουργικά Ρομποτικά Συστήματα*

2.2.1 Εισαγωγή

Τα ρομποτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στις χειρουργικές επεμβάσεις μπορούν να διαιρεθούν σε δύο ευρείες κατηγορίες: τα παθητικά και τα ενεργά. Στην πρώτη περίπτωση, ο χειρουργός παρέχει τη φυσική δύναμη που απαιτείται για τον χειρισμό ενός παθητικού ρομπότ, ενώ στη δεύτερη, ένα ενεργό ρομποτικό σύστημα δεν απαιτεί κάποια ανθρώπινη ενέργεια αλλά είναι συνήθως ελεγχόμενο από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αυτό προσδίδει στα ενεργά συστήματα έναν βαθμό αυτονομίας, σε ότι αφορά την εκτέλεση εργασιών, γεγονός όμως που τα καθιστά έως ένα βαθμό 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. Σημειώνεται ότι πολλά από τα ενεργά χειρουργικά ρομπότ έχουν δυνατότητα μετάβασης και σε παθητική κατάσταση κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων (Διαμαντής, 2009).

Τα σημαντικότερα ρομποτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται διεθνώς στην κλινική πρακτική είναι τα συστήματα υποβοήθησης χειρουργικών επεμβάσεων, τα ρομποτικά συστήματα ενδοσκόπησης, τα συστήματα ελέγχου και τηλεσυνεργασίας, τα συστήματα ρομποτικής ακτινοχειρουργικής και τα ρομποτικά συστήματα τύπου masterslave.

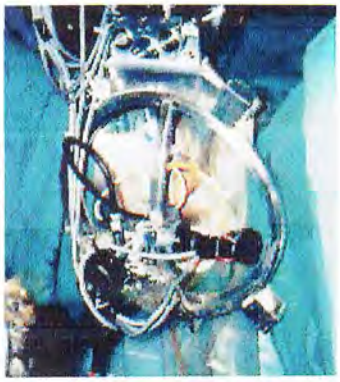
2.2.2 Συστήματα υποβοήθησης χειρουργικών επεμβάσεων

Στα συστήματα υποβοήθησης χειρουργικών επεμβάσεων ανήκουν τα συστήματα PUMA, Probot, NeuroMate, ROBODOC, Minerva, Acrobot και neuroArm.

Το PUMA 200, βλ. εικόνα 2, 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.



Το σύστημα Puma 200



Επέμβαση προστάτη με το Probot

Το Probot, 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.



Σύστημα NeuroMate

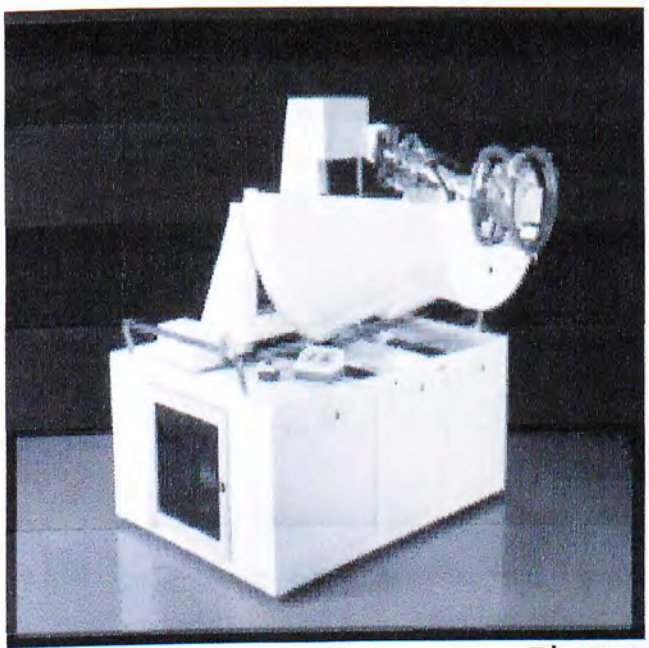
Το NeuroMate, αποτελεί το πρώτο ρομποτικό σύστημα που έλαβε την έγκριση της FDA για πραγματοποίηση νευροχειρουργικών επεμβάσεων.

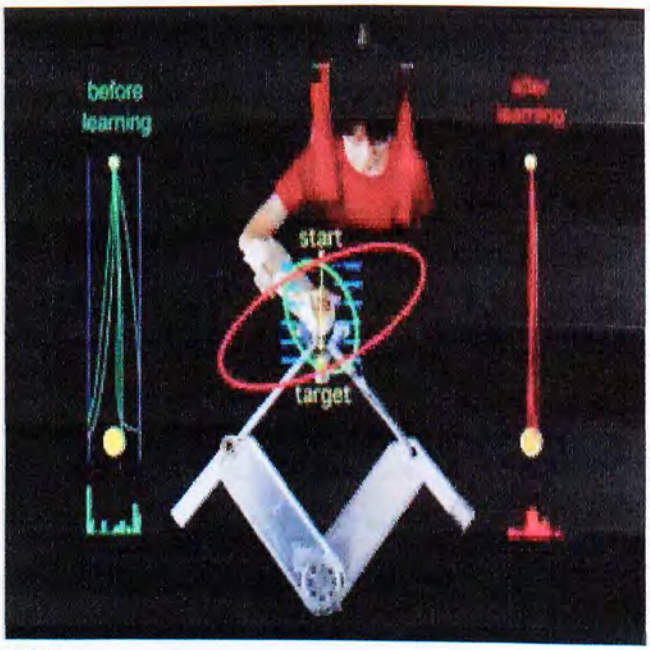
Περιλαμβάνει έναν ρομποτικό βραχίονα με πέντε βαθμούς ελευθερίας και ένα σύστημα σχεδιασμού βασισμένο σε υπολογιστή. Το λογισμικό του συστήματος επιτρέπει έναν ακριβή, βασισμένο σε εικόνες, σχεδιασμό και οπτικοποίηση πολλαπλών τροχιών. Οι εικόνες λαμβάνονται από τον ασθενή είτε με αξονική τομογραφία είτε με απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού.



Σύστημα ROBODOC

Το ROBODOC, είναι το πρώτο ρομποτικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε σε χειρουργικές επεμβάσεις ορθοπεδικής. Επιτρέπει στους χειρουργούς να σχεδιάζουν προεγχειρητικά τις επεμβάσεις σε ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον και κατόπιν να τις εκτελούν στο χειρουργικό πεδίο όπως αυτές αρχικά σχεδιάστηκαν. Αποτελείται από δύο υποσυστήματα, το σύστημα προεγχειρητικού σχεδιασμού ORTHODOC και το σύστημα χειρουργικής υποβοήθησης ROBODOC.





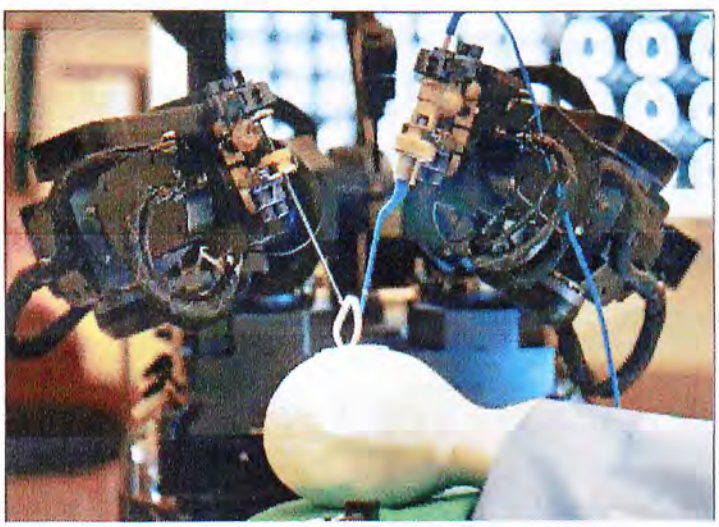
Σύστημα Minerva

Το Minerva, σχεδιάστηκε το 1991 στο Πολυτεχνείο της Λωζάννης στην Ελβετία για την υποβοήθηση επεμβάσεων νευροχειρουργικής. Διαθέτει συνολικά πέντε βαθμούς ελευθερίας: έναν κάθετο και έναν πλάγιο γραμμικό άξονα, δύο περιστροφικούς άξονες για την κίνηση σε οριζόντιο και κάθετο

επίπεδο και έναν ακόμη γραμμικό άξονα για την κίνηση του εργαλείου από και προς το κεφάλι του ασθενούς.

Το ρομπότ τοποθετείται πάνω σε έναν κινούμενο φορέα. Το στερεοτακτικό πλαίσιο αναφοράς είναι προσαρτημένο στο σκελετό του ρομπότ και συζευγμένο με το μηχανοκίνητο τραπέζι του αξονικού τομογράφου.

Το Acrobot είναι ένα ημιενεργό ρομποτικό σύστημα που χρησιμοποιείται στην ορθοπεδική χειρουργική. Το σύστημα 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 του ασθενούς για να αφαιρέσει το οστό, αλλά και τον αποτρέπει παράλληλα να κινηθεί έξω από τη συγκεκριμένη περιοχή ασφαλείας.



Σύστημα NeuroArm

Το neuroArm είναι ένα καθοδηγούμενο από εικόνα και ελεγχόμενο από υπολογιστή ρομποτικό σύστημα για εφαρμογές νευροχειρουργικής. Είναι ειδικά σχεδιασμένο τόσο για μικροχειρουργικές επεμβάσεις όσο και για εφαρμογές βιοψίας και στερεοταξίας. Το σύστημα περιλαμβάνει έναν σταθμό εργασίας, την κονσόλα ελέγχου του συστήματος και δύο ρομποτικούς βραχίονες πάνω σε μία κινητή βάση. Το neuroArm επιτρέπει τον τηλεχειρισμό των χειρουργικών εργαλείων από ένα δωμάτιο ελέγχου δίπλα ακριβώς στη

χειρουργική αίθουσα. Οι ρομποτικοί βραχίονες του συστήματος έχουν επτά βαθμούς ελευθερίας και είναι συμβατοί με την τεχνική του μαγνητικού συντονισμού (Kim, 2004).

2.2.3 Ρομποτικά συστήματα ενδοσκόπησης

Στα ρομποτικά συστήματα ενδοσκόπησης ανήκουν τα συστήματα AESOP και EndoAssist.



Σύστημα AESOP

Το AESOP 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.



Το σύστημα EndoAssist

Το EndoAssist 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 (Kim, 2004).

2.2.4 Συστήματα ρομποτικής ακτινοχειρουργικής

Στα συστήματα ρομποτικής ακτινοχειρουργικής ανήκουν η στερεοτακτική ακτινοχειρουργική και το σύστημα CyberKnife.

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 έναν διεθνή όρο που χρησιμοποιήθηκε αρχικά για την αντιμετώπιση παθήσεων και όγκων του εγκεφάλου. Η στερεοτακτική ακτινοχειρουργική μπορεί πλέον να αντιμετωπίσει παθολογικές καταστάσεις σε όλα όργανα του ανθρώπινου σώματος.



Σύστημα CyberKnife

Το CyberKnife είναι το πρώτο σύστημα ακτινοχειρουργικής που σχεδιάστηκε για την αντιμετώπιση όγκων και άλλων παθολογικών καταστάσεων, με ενδείξεις καλοήθειας ή κακοήθειας, σε οποιοδήποτε σημείο

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

του ανθρωπίνου σώματος με ακρίβεια κάτω του χιλιοστού (Soravia και λοιποί, 2002). Αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά μέρη:

- Ένα μικρών διαστάσεων και ειδικών προδιαγραφών γραμμικό επιταχυντή 6MV με ρυθμό δόσης 600MU/min.
- Ένα ρομποτικό βραχίονα με έξι βαθμούς ελευθερίας. Ο βραχίονας κατευθύνεται και ελέγχεται από υπολογιστή με μέγιστο σφάλμα απόκλισης 0.2 χιλ.
- Σύστημα ψηφιακής ακτινογραφίας το οποίο καθοδηγεί το ρομπότ.
- Ένα ειδικά σχεδιασμένο τραπέζι θεραπείας.
- Σύστημα σχεδιασμού θεραπείας με σύγχρονους υπολογιστές και εξελιγμένο λογισμικό.

2.2.5 Συστήματα ελέγχου και τηλεσυνεργασίας

Στα συστήματα ελέγχου και τηλεσυνεργασίας ανήκουν τα συστήματα SOCRATES και Hermes.

Το σύστημα ρομποτικής τηλεσυνεργασίας SOCRATES 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 SOCRATES είναι στην ουσία ένας συνδυασμός τηλεσυνδιάσκεψης και ελέγχου του συστήματος AESOP από απόσταση. Το σύστημα επιτρέπει σε έναν χειρουργό που βρίσκεται μέσα σε μία χειρουργική αίθουσα να συνεργαστεί με έναν άλλο πιο εξειδικευμένο χειρουργό που μπορεί να βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου.



Σύστημα HERMES

Το σύστημα ελέγχου Hermes αποτελεί ένα υπερσύγχρονο σύστημα ανοικτής αρχιτεκτονικής που επιτρέπει τη διασύνδεση και το φωνητικό έλεγχο διάφορων συσκευών απαραίτητων για την εκτέλεση εγχειρήσεων ελάχιστης επέμβασης.

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 (Ballantyne, 2002).

2.2.6 Ρομποτικά συστήματα τύπου MASTER-SLAVE

Στα ρομποτικά συστήματα τύπου master-slave ανήκουν τα χειρουργικά συστήματα Zeus και daVinci.



Χειρουργική επέμβαση με το σύστημα ZEUS

Το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα Zeus 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 μεγεθυσμένη 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 (Marescaux, 2003).

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ



Σύστημα da Vinci κατά τη διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης

Το χειρουργικό ρομποτικό σύστημα daVinci αποτελεί το πρώτο σύστημα ρομποτικής χειρουργικής που πραγματοποιεί επεμβάσεις με την ελάχιστα δυνατή επέμβαση στον οργανισμό του ασθενούς. Αποτελείται από 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 (Κωνσταντινίδης και συν., 2009).

2.2.7 *Μικροχειρουργική*



Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αλματώδεις επαναστατικές ανακαλύψεις στην ιατρική επιστήμη, με την εφαρμογή νέων θεραπευτικών και διαγνωστικών τεχνικών και μηχανημάτων υψηλής τεχνολογίας στον τομέα της Χειρουργικής, που επιτρέπουν τη λεπτομερή και εις βάθος διερεύνηση του ανθρώπινου οργανισμού. Ο χειρουργός των μεγάλων τομών και της άμεσης ψηλάφησης των οργάνων αντικαθίσταται σταδιακά από τη Μικροχειρουργική, με τη χρησιμοποίηση *μικρών και ευαίσθητων εργαλείων* που εισέρχονται στο σώμα από μικρές και σχεδόν αναίμακτες τομές, και την Τηλεχειρουργική, με την καθοδήγηση της επέμβασης μέσω μόνιτορ (Διαδίκτυο:robotics.jpl.nasa.gov). Οι εταιρείες ιατρικών μηχανημάτων (Διαδίκτυο:www.computermotion.com) έχουν στρέψει σημαντικό τμήμα της έρευνάς τους στον τομέα κατασκευής ***χειρουργών-ρομπότ***, τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί σε επεμβάσεις όπου απαιτείται ιδιαίτερος και λεπτότατος χειρισμός. Με τη μέθοδο αυτή ο χειρουργός έχει τη δυνατότητα, χρησιμοποιώντας ειδικές συσκευές εικονικής πραγματικότητας, να εκτελεί κινήσεις εγχείρησης επί ειδικού ηλεκτρονικού υπολογιστή, οι οποίες διαβιβάζονται στα όργανα του ρομπότ, ακόμα και σε άλλο νοσοκομείο, αντιμετωπίζοντας έτσι δύσκολες περιπτώσεις στις οποίες επιβάλλεται άμεση παρέμβαση εξειδικευμένου επιστήμονα, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες περιοχές[12]. Παράλληλα, πληθαίνουν οι αναφορές και οι μελέτες για τη μελλοντική πλήρη αυτοματοποίηση των επεμβάσεων κατά τις οποίες ένα ρομπότ θα μπορεί να αποθηκεύσει σε βάση δεδομένων όλα τα φυσικά χαρακτηριστικά του ανθρώπινου εγκεφάλου και να πραγματοποιήσει με απόλυτη ακρίβεια όλες τις απαραίτητες κινήσεις, αποφεύγοντας πιθανές

βλάβες από το ελάχιστο τρέμουλο, που έχει το ανθρώπινο χέρι, ακόμα και του σταθερότερου χειρουργού (Διαδίκτυο: www.robotbooks.com/robot-surgeon.htm).

2.2.8 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, γίνεται κατανοητό ότι η χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας στην ιατρική και νοσηλευτική πρακτική αποτελεί μία καινοτομία-πρόκληση του 21ου αιώνα, καθώς τα πλεονεκτήματά της τόσο για το ιατρο-νοσηλευτικό προσωπικό όσο και για τους ασθενείς είναι πολλαπλά. Η ταχύτητα των εξελίξεων σήμερα απαιτεί διαρκή ενημέρωση και εκπαίδευση του νοσηλευτικού προσωπικού. Πρέπει οι νοσηλευτές να έχουν πίστη στις νέες τεχνολογίες και ιδιαίτερα στη δυνατότητα που τους δίνουν, έτσι ώστε να παρέχουν νοσηλευτική φροντίδα υψηλής ποιότητας. Άλλωστε είναι αξιοπαρατήρητο το γεγονός ότι στις μέρες μας οι νέοι νοσηλευτές προτιμούν τη τεχνολογία.

Παρόλα αυτά, οι νοσηλευτές δεν πρέπει να επιτρέψουν στην τεχνολογία να τους απομακρύνει από τους ασθενείς τους. Αν το επιτρέψουν θα είναι στην πραγματικότητα ένα βήμα πίσω. Κανένα λογισμικό και κανένα αυτοματοποιημένο σύστημα δεν μπορεί να υποκαταστήσει την ανθρώπινη κρίση. Ούτε και μπορεί να είναι τόσο αποτελεσματικό όσο το ανθρώπινο άγγιγμα.

Κεφάλαιο 3. Τηλεϊατρική

Με τον όρο τηλεϊατρική αναφερόμαστε στη συνδυασμένη χρήση των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής για την παροχή υπηρεσιών υγείας και ιατρικής εκπαίδευσης από απόσταση. Η τηλεϊατρική χρησιμοποιεί ηλεκτρονικά μηνύματα για να μεταφέρει ιατρικά δεδομένα από ένα μέρος σε ένα άλλο (π.χ. βιοσήματα, εργαστηριακές αναλύσεις, 2D και 3D εικόνες από απεικονιστικές διατάξεις, δεδομένα ιατρικού φακέλου). Τα ιατρικά αυτά δεδομένα μπορούν να αποστέλλονται μαζί και με συνοδευτικά δεδομένα, όπως είναι η φωνή (audio) και η κινούμενη εικόνα (video). Η μεταφορά των δεδομένων μπορεί να είναι μονόδρομη ή αμφίδρομη, μέσω του απλού τηλεφωνικού δικτύου, του Internet, μέσω ενός Intranet, μίας δορυφορικής ζεύξης κ.λ.π.

3.1 Εφαρμογές τηλεϊατρικής

Ο απώτερος σκοπός της τηλεϊατρικής είναι να συμβάλλει αποφασιστικά στη βελτίωση των υπηρεσιών υγείας και πρόνοιας και στην ορθολογικότερη διαχείριση των πόρων προς όφελος του πολίτη. Άρτια εκπαιδευμένοι ιατροί μπορούν να δώσουν λύση σε σημαντικά προβλήματα υγείας παρέχοντας τις ιατρικές τους γνώσεις με τη μορφή διάγνωσης, δεύτερης γνώμης ή συμβουλευτικής οδηγίας με τη βοήθεια προηγμένων συστημάτων τηλεματικής. Η τηλεϊατρική προσφέρει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών ενώ παράλληλα μπορεί να βοηθήσει στην παραμονή ιατρών και νοσηλευτικού προσωπικού σε γεωγραφικά απομονωμένες περιοχές. Επιτρέπει την εικονική συνάντηση ασθενών και ιατρών σε πραγματικό χρόνο, τη διάγνωση, την παροχή ιατρικών συμβουλών, την αντιμετώπιση περιστατικών χωρίς την ταυτόχρονη φυσική παρουσία του ιατρού με τον ασθενή, την εκπαίδευση φοιτητών και ειδικευόμενων ιατρών από απόσταση κ.ά.

3.1.1 Τηλεδιάγνωση & Τηλεσυμβουλευτική

Είναι η παροχή εξειδικευμένης ιατρικής γνώσης με τη μορφή διάγνωσης ή συμβουλευτικής μέσω της χρήσης τηλεματικών συστημάτων. Στην κλασική της μορφή, κλινικά στοιχεία, όπως είναι π.χ. οι ακτινογραφίες και τα καρδιογραφήματα, μεταδίδονται σε ψηφιακή μορφή μέσω δικτύου από τον

«μη εξειδικευμένο» ιατρό σε κάποιον περισσότερο «εξειδικευμένο» ιατρό, ο οποίος αφού τα εξετάσει στον υπολογιστή του προχωράει στη διάγνωση της εξέτασης, την οποία και επιστρέφει μαζί με οδηγίες πίσω στον «μη εξειδικευμένο» ιατρό. Η μετάδοση μπορεί να γίνεται τοπικά, π.χ. εντός ενός νοσοκομείου, αλλά και από απόσταση, μεταξύ κέντρων υγείας και νοσοκομείων.

Παρότι είναι δυνατή η μετάδοση ενός μεγάλου αριθμού εξετάσεων οι περισσότερες εφαρμογές της τηλεδιάγνωσης, επί του παρόντος τουλάχιστον, περιορίζονται στη μετάδοση ακτινολογικών εικόνων, καρδιογραφημάτων, εικόνων μικροσκοπίου κ.ά. Έτσι, οι πιο διαδεδομένες εφαρμογές της μέχρι σήμερα είναι η τηλεακτινολογία, η τηλεκαρδιολογία, η τηλεπαθολογία, η τηλεοφθαλμολογία και η τηλεδερματολογία, ενώ χρησιμοποιείται τηλεδιάγνωση επίσης στη νευρολογία και την ψυχιατρική.

Στην πιο συνηθισμένη μορφή τους οι παραπάνω εφαρμογές υλοποιούνται με τη μετάδοση των ιατρικών εξετάσεων σε ψηφιακή μορφή. Συνεπώς, ανεξάρτητα από το είδος της εφαρμογής, ο βασικός εξοπλισμός που είναι απαραίτητος για την υλοποίηση μίας τέτοιας τηλεϊατρικής εφαρμογής είναι:

- μία συσκευή που συλλέγει τα ιατρικά δεδομένα, π.χ. ακτινολογικό μηχάνημα, ηλεκτροκαρδιογράφος, μικροσκόπιο κ.λ.π.
- μία συσκευή ψηφιοποίησης της ιατρικής πληροφορίας, στην περίπτωση που τα παραγόμενα ιατρικά δεδομένα είναι σε αναλογική μορφή, π.χ. x-ray scanner, camera/frame grabber, ψηφιακός καρδιογράφος κ.λ.π.
- ο τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός για τη μετάδοση των ψηφιακών δεδομένων μέσω ενσύρματης ή ασύρματης ζεύξης.
- διάταξη απεικόνισης των δεδομένων με οθόνες υψηλής ανάλυσης, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής.

3.1.2 Τηλεακτινολογία

Είναι η μετάδοση ακτινολογικών εικόνων από ένα σημείο σε ένα άλλο για γνωμάτευση ή απλά για συμβουλευτικούς σκοπούς μέσω υπολογιστή χρησιμοποιώντας ενσύρματες ή ασύρματες ζεύξεις. Λόγω του γεγονότος ότι η

μετάδοση αφορά ψηφιακή πληροφορία, απαιτείται η σύλληψη της εικόνας σε ψηφιακή μορφή. Στην περίπτωση που το απεικονιστικό μηχάνημα δε διαθέτει ψηφιακή έξοδο, πράγμα που συμβαίνει στα περισσότερα ακτινολογικά μηχανήματα, υπερηχογράφους και σε αρκετούς αξονικούς και μαγνητικούς τομογράφους, είναι απαραίτητη η ψηφιοποίηση της εικόνας χρησιμοποιώντας είτε ψηφιοποιητές ακτινολογικού φιλμ (film scanners), είτε frame grabbers συνδεδεμένους απευθείας στην έξοδο composite video της απεικονιστικής διάταξης.

Η πρώτη λύση χρησιμοποιείται συνήθως για την ψηφιοποίηση ακτινογραφιών, ενώ η δεύτερη για την ψηφιοποίηση εικόνων αξονικών/μαγνητικών τομογράφων, υπερηχογράφων και εικόνων πυρηνικής ιατρικής. Η ψηφιοποίηση ενός ακτινολογικού φιλμ μπορεί να γίνει είτε μέσω ενός συστήματος διαφανοσκόπιου/βιντεοκάμερας είτε με τη βοήθεια ενός film scanner. Στην πρώτη περίπτωση, το φιλμ φωτίζεται μέσω του διαφανοσκόπιου και η εικόνα ψηφιοποιείται με τη βοήθεια μίας βιντεοκάμερας υψηλής ευκρίνειας. Η τεχνική αυτή, παρότι οικονομική, παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα, όπως είναι η ανομοιομορφία της φωτεινότητας και η δυσκολία στη χρήση (τοποθέτηση του φιλμ και ανάκτηση της πληροφορίας). Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, τα συστήματα τηλεακτινολογίας διαθέτουν εξειδικευμένες συσκευές ψηφιοποίησης ακτινολογικών φιλμ, τα λεγόμενα film scanners, οι οποίες χρησιμοποιούν τεχνολογία CCD ή laser. Βασικότερα πλεονεκτήματά τους είναι η αυτοματοποίηση της διαδικασίας ψηφιοποίησης και η υψηλή ποιότητα και πιστότητα αυτής. Μοναδικό μειονέκτημά τους είναι το σχετικά υψηλό κόστος, το οποίο όμως με την πάροδο του χρόνου μειώνεται.

Η τεχνολογία CCD (Charge Coupled Device) στηρίζεται στη λειτουργία φωτοευαίσθητων κυττάρων τα οποία μετατρέπουν τη φωτεινή ροή που προσπίπτει πάνω τους σε ρεύμα ηλεκτρονίων. Κάθε στοιχείο της εικόνας (pixel) που προκύπτει αντιστοιχεί στο αρχικό ρεύμα από ένα κύτταρο. Η τεχνολογία των ψηφιοποιητών laser, από την άλλη, θεωρείται καλύτερη για εφαρμογές τηλεακτινολογίας γιατί παρέχει συνήθως μεγαλύτερη ανάλυση

(resolution) και καλύτερη αντίθεση (contrast), αλλά με σημαντική επιβάρυνση του κόστους των συσκευών.

3.1.3 Τηλεκαρδιολογία

Οι πρώτες εφαρμογές τηλεκαρδιολογίας εμφανίστηκαν εδώ και 70 χρόνια με τη χρήση ευαίσθητων μικρόφωνων συνδεδεμένων στο τηλεφωνικό δίκτυο για την «τηλεακρόαση» καρδιακών ήχων και αναπνευστικών ακροαστικών ευρημάτων. Η ανάπτυξη της τηλεκαρδιολογίας όμως ξεκίνησε ουσιαστικά τη δεκαετία του '70, όταν χρησιμοποιήθηκε η τηλεομοιοτυπία (fax) για τη μετάδοση καρδιογραφικών και εγκεφαλογραφικών εκτυπώσεων μέσω του τηλεφωνικού δικτύου. Παρόλα αυτά, μόνο σχετικά πρόσφατα έγινε δυνατή η διάγνωση ηχοκαρδιογραφημάτων από απόσταση.

Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή τηλεκαρδιολογίας αφορά στη μετάδοση ηλεκτροκαρδιογραφημάτων (ΗΚΓ) για διαγνωστικούς σκοπούς. Η εφαρμογή απαιτεί τη χρήση ενός ψηφιακού καρδιογράφου για την ανάκτηση σε ψηφιακή μορφή του καρδιογραφήματος, ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου (συνήθως απλό τηλεφωνικό δίκτυο), κι ενός υπολογιστικού σταθμού για την αποθήκευση και απεικόνιση του ΗΚΓ. Για να υπάρχει η δυνατότητα διασύνδεσης μεταξύ διαφορετικών συστημάτων η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Προτυποποίησης (CEN) έχει καθορίσει ως πρωτόκολλο μετάδοσης ψηφιακών καρδιογραφημάτων το Health Level 7 (HL7).

3.1.4 Τηλεπαθολογία

Είναι η χρήση τηλεπικοινωνιακών και υπολογιστικών μέσων για τη διευκόλυνση παθολογοανατομικών εξετάσεων από απόσταση. Ήδη από το 1968 είχε αναπτυχθεί μία πειραματική διάταξη η οποία, με τη χρήση μίας μονόχρωμης κάμερας συνδεδεμένης σε ένα μικροσκόπιο, μετέδιδε παθολογοανατομικές εικόνες μέσω μίας μικροκυματικής ζεύξης. Παρότι η εφαρμογή δεν είχε κλινικό χαρακτήρα, πέτυχε να αναδείξει τις δυνατότητες ανάπτυξης τέτοιων τηλεϊατρικών εφαρμογών. Το 1986, με τη χρήση δορυφορικών διαύλων και μίας κάμερας υψηλής ευκρίνειας συνδεδεμένης σε ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, έγινε δυνατή η μετάδοση εικόνων βιοψίας

υψηλής ανάλυσης αλλά και ο μηχανικός έλεγχος του μικροσκοπίου από απόσταση (εστίαση, μεγέθυνση κ.λ.π.).

Οι εφαρμογές τηλεπαθολογίας μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

- στη στατική τηλεπαθολογία, όπου μία ή περισσότερες στατικές εικόνες συλλέγονται, αποθηκεύονται προσωρινά και στη συνέχεια μεταδίδονται off-line με διάφορους τρόπους (www, ftp, videotelephony) για διάγνωση.
- στην κινητική τηλεπαθολογία που περιλαμβάνει τις περιπτώσεις χειρισμού του μικροσκόπιου από απόσταση.
- στη δυναμική τηλεπαθολογία, η οποία περιλαμβάνει την ικανότητα αποστολής έγχρωμων μη συμπιεσμένων εικόνων σε πραγματικό χρόνο σε συνδυασμό με τον μηχανικό έλεγχο του μικροσκόπιου από απόσταση.

Για όποια εφαρμογή τηλεπαθολογίας και αν μιλάμε, ο τυπικός εξοπλισμός περιλαμβάνει μία κάμερα υψηλής ευκρίνειας συνδεδεμένης σε ένα μικροσκόπιο, έναν υπολογιστικό σταθμό ψηφιοποίησης, κωδικοποίησης, και μετάδοσης εικόνας, ηλεκτρομηχανικά συστήματα για τον έλεγχο του μικροσκόπιου και της κάμερας, καθώς και το υπολογιστικό σύστημα λήψης, απεικόνισης και αποθήκευσης στην πλευρά του ειδικευμένου ιατρού. Είναι σαφές ότι τα κρίσιμα χαρακτηριστικά είναι η διακριτική ικανότητα του συστήματος ψηφιοποίησης και απεικόνισης των δεδομένων (για όλες τις περιπτώσεις τηλεπαθολογίας) και το εύρος ζώνης του τηλεπικοινωνιακού δικτύου για την περίπτωση της δυναμικής εφαρμογής.

3.1.5 Τηλεοφθαλμολογία

Οι εφαρμογές τηλεοφθαλμολογίας έχουν σαν στόχο να επιτρέπουν την πρόσβαση σε εξειδικευμένους οφθαλμίατρους αλλά και οφθαλμολογικά μηχανήματα ανά πάσα στιγμή και από οποιοδήποτε μέρος. Όπως και στις περισσότερες εφαρμογές τηλεϊατρικής τα συστατικά στοιχεία ενός συστήματος τηλεοφθαλμολογίας είναι το σύστημα ανάκτησης και ψηφιοποίησης εικόνας και το σύστημα μετάδοσης ψηφιακών εικόνων. Στις περισσότερες εφαρμογές τηλεοφθαλμολογίας απαιτείται η μετάδοση στατικών εικόνων. Η ανάκτηση των οφθαλμολογικών εικόνων μπορεί να γίνει είτε απευθείας ψηφιακά, με τον

ανάλογο ιατρικό εξοπλισμό, είτε με ψηφιοποίηση των λαμβανόμενων αναλογικών εικόνων.

Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι ανάκτησης εικόνων τηλεοφθαλμολογίας είναι η χρήση μίας CCD κάμερας τοποθετημένης μπροστά από ένα οφθαλμολογικό μικροσκόπιο ή μία ακτινοσκοπική αγγειογραφική συσκευή. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται ψηφιακές φωτογραφικές συσκευές (digital cameras) συνδεδεμένες στα οφθαλμολογικά όργανα εξέτασης (slit-lamps), επιτρέποντας έτσι την παραγωγή ψηφιακών φωτογραφιών υψηλής ανάλυσης. Μία άλλη δυνατότητα είναι η ψηφιοποίηση εικόνων από οφθαλμοσκόπιο laser (Scanning Laser Ophthalmoscope ή SLO) για την εξέταση ανωμαλιών του αμφιβληστροειδούς. Σε κάθε περίπτωση, οι διαγνωστικές εικόνες ψηφιοποιούνται, αποθηκεύονται και ακολούθως μεταδίδονται στον εξειδικευμένο οφθαλμίατρο για γνωμάτευση και παροχή περαιτέρω οδηγιών.

3.1.6 Τηλεδερματολογία

Ο στόχος της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών δερματολογίας σε κάποια απομακρυσμένη περιοχή, όπως είναι, για παράδειγμα, η παροχή συμβουλών, διαγνωστικών και θεραπευτικών οδηγιών σε κάποιον μη ειδικευμένο ιατρό ενός κέντρου υγείας. Οι εφαρμογές τηλεδερματολογίας είναι απλές. Ο ασθενής με το δερματολογικό πρόβλημα βρίσκεται στη μονάδα νοσηλείας Α, που συνήθως στελεχώνεται από έναν γενικό ιατρό, ενώ ο ειδικευμένος δερματολόγος βρίσκεται στη νοσηλευτική μονάδα Β. Δερματολογικές εικόνες του ασθενούς, εργαστηριακές αναλύσεις και οτιδήποτε άλλο σχετικό δεδομένο μεταδίδονται ηλεκτρονικά από το σημείο Α στο Β, όπου ο δερματολόγος αξιολογεί τα κλινικά δεδομένα, προβαίνει σε διάγνωση και καθορίζει τις περαιτέρω πράξεις. Η τηλεδερματολογία αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς κλάδους στον χώρο της τηλεϊατρικής. Τα δερματολογικά περιστατικά είναι πολλά, περίπου το 20 τοις εκατό των συνολικών περιπτώσεων, και όμως αυτά είτε δεν αντιμετωπίζονται σωστά είτε αντιμετωπίζονται ελλειπώς λόγω έλλειψης εξειδικευμένου δερματολόγου.

Η εμπειρία έχει δείξει ότι η ανάκτηση, αποθήκευση και μετάδοση σε μη πραγματικό χρόνο (store-andforward) δερματολογικών εικόνων είναι απόλυτα

ικανή να επιτρέψει σε δερματολόγους τη διάγνωση και διαχείριση σημαντικού αριθμού δερματολογικών περιστατικών. Για τον σκοπό αυτό, ο απαιτούμενος εξοπλισμός τηλεδερματολογίας αποτελείται από μία διάταξη ανάκτησης στατικών εικόνων υψηλής ανάλυσης και μία διάταξη μετάδοσης ψηφιακών δεδομένων. Το κομμάτι της μετάδοσης ψηφιακών δεδομένων είναι παρόμοιο με αυτό των εφαρμογών τηλεακτινολογίας. Για την ανάκτηση ψηφιακών δερματολογικών εικόνων δύο είναι οι πιο συνηθισμένοι τρόποι:

- μέσω μίας αναλογικής βιντεοκάμερας συνδεμένης με ένα σύστημα ψηφιακής ανάκτησης στατικών εικόνων (frame grabber)
- ανάκτηση μέσω ψηφιακών φωτογραφικών συσκευών (digital cameras) και στη συνέχεια μεταφορά στο σύστημα τηλεμετάδοσης

Εκτός από την ανάκτηση και μετάδοση σε μη πραγματικό χρόνο, είναι δυνατή και η αλληλεπιδραστική τηλεδερματολογία (interactive teledermatology). Με την τεχνική αυτή έχουμε μετάδοση ιατρικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο ενώ υπάρχει και η δυνατότητα άμεσης επαφής του γενικού ιατρού με τον εξειδικευμένο δερματολόγο με τη μορφή τηλεσυνδιάσκεψης. Ο δερματολόγος μέσω της κάμερας έχει τη δυνατότητα να βλέπει σε πραγματικό χρόνο τη δερματική ανωμαλία και να κατευθύνει την εξέταση/διάγνωση. Παρότι η τεχνική αυτή έχει το πλεονέκτημα της άμεσης επαφής ειδικευμένου ιατρού και ασθενούς και του μειωμένου χρόνου που απαιτείται για τη διάγνωση από απόσταση, έχει υψηλότερο κόστος υλοποίησης, ευαισθησία σε δυσλειτουργίες (συνεπώς μικρότερη αξιοπιστία) και σε πολλά απλά περιστατικά δεν παρουσιάζει ουσιαστικά πλεονεκτήματα (Διαδίκτυο: www.techmed.teiher.gr)

3.1.7 Τηλεπερίθαλψη – Τηλεφροντίδα

Οι τελευταίες δεκαετίες έχουν επιφέρει μία εκρηκτική αύξηση στην ικανότητά μας να συλλέγουμε, να αποθηκεύουμε, να επεξεργαζόμαστε και να διαχειριζόμαστε δεδομένα. Πέρα από τις συμβατικές μεθόδους, τα δεδομένα που αφορούν την υγεία μπορούν σήμερα να συλλέγονται σε μία ποικιλία διαφόρων τύπων μέσων αποθήκευσης από νέο, πιο εξελιγμένο τεχνολογικό

εξοπλισμό, όπως είναι οι φορητές ψηφιακές συσκευές, οι συσκευές παλάμης, οι κάρτες υγείας και μία πληθώρα αισθητήρων.

Κλινικά, εργαστηριακά, γενετικά δεδομένα και δεδομένα εικόνων και διαχείρισης αποθηκεύονται πλέον σε κατανεμημένα, ηλεκτρονικά αρχεία υγείας και ετερογενή πληροφοριακά συστήματα ανοικτής αρχιτεκτονικής, με σκοπό την εύκολη και γρήγορη πρόσβαση στην ιατρική φροντίδα και τη διασφάλιση της ποιότητας και της συνέχειας αυτής.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για την ανάπτυξη «έξυπνων» βιοϊατρικών συσκευών, οι οποίες να μπορούν να αλλάξουν σε σημαντικό βαθμό τον τρόπο με τον οποίο παρέχεται η φροντίδα υγείας σε ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού. Για παράδειγμα, ασθενείς που πάσχουν από χρόνιες παθήσεις, όπως διαβήτη ή νευρολογικές διαταραχές, ηλικιωμένοι και ομάδες ανθρώπων με αναπηρίες έχουν την ανάγκη να ελέγχουν εύκολα την κατάσταση της υγείας τους πολλές φορές σε καθημερινή βάση. Ο έλεγχος αυτός θα μπορούσε να πραγματοποιείται χωρίς την ανάγκη μετακίνησης του ασθενούς από το σπίτι ή το χώρο εργασίας του, χάρις στις εξελίξεις στην τεχνολογία των επικοινωνιών, των ψηφιακών συσκευών και αισθητήρων που μπορούν να εξάγουν πληροφορία από το σώμα του ασθενούς και το περιβάλλον του.

Οι ηλεκτρονικές αυτές συσκευές μπορούν να είναι είτε φορητές, είτε ακόμη και φορετές, στο σώμα ή τα ρούχα του ασθενούς, και έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν αποκλίσεις στις μετρήσεις σημάτων ζωτικής σημασίας από τις αντίστοιχες φυσιολογικές τιμές κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων του ατόμου. «Ευφυή» προσωπικά συστήματα και εξατομικευμένες ηλεκτρονικές υπηρεσίες αναπτύσσονται διεθνώς για τη βελτίωση της παροχής ιατρικής φροντίδας μέσω συνεχούς, οικονομικής και αποτελεσματικής παρακολούθησης των δεδομένων φυσιολογίας από το εσωτερικό του σώματος του ασθενούς. Η έρευνα εστιάζεται στην ολοκλήρωση διάφορων βιοϊατρικών αισθητήρων και άλλων ψηφιακών συσκευών σε ένα ενοποιημένο και φιλικό προς το χρήστη φορετό ένδυμα, όπως είναι, για παράδειγμα, το Smart Shirt (Sensatex, Η.Π.Α.) και το Medical Assistance Suit (VTAMN, Γαλλία).

Τέτοιου είδους «έξυπνα» βιοϊατρικά ενδύματα με ενσωματωμένα ηλεκτρονικά μπορούν να επεκτείνουν μελλοντικά τις δυνατότητες εποπτείας των βιοσημάτων του ασθενούς που τα φέρει.

Τηλεφροντίδα, ή κατ'οίκον φροντίδα (telecare), είναι η παροχή από απόσταση υπηρεσιών φροντίδας υγείας στο σπίτι ενός πολίτη με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Οι τελευταίες περιλαμβάνουν ασύσματες και κινητές επικοινωνίες, ψηφιακές κάμερες και συστήματα ελέγχου από απόσταση, διάφορους τύπους αισθητήρων και ενεργοποιητών, ψηφιακές ιατρικές συσκευές, συσκευές παλάμης, κάρτες και ηλεκτρονικά αρχεία υγείας. Οι τεχνολογίες αυτές είναι ικανές να υποστηρίζουν εφαρμογές τηλε-εποπτείας (telemonitoring), παροχής βοήθειας στο σημείο ανάγκης, υπηρεσίες τηλεσυμβουλευτικής (teleconsultation), αυτόματο έλεγχο και υπηρεσίες συντήρησης των ιατρικών συσκευών και του οικιακού ηλεκτρονικού εξοπλισμού από απόσταση, διαφυλλάσοντας παράλληλα την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα και το απόρρητο των ιατρικών δεδομένων του ασθενούς.

Ένα σύστημα τηλεφροντίδας έχει ως στόχο να παρέχει τις συγκεκριμένες υπηρεσίες σε πραγματικό χρόνο βασιζόμενο στις μετρήσεις των φυσιολογικών παραμέτρων που λαμβάνονται από το σώμα και το περιβάλλον του ατόμου (π.χ. ηλεκτροκαρδιογράφημα, παλμοί της καρδιάς, πίεση αίματος, θερμοκρασία, αναπνοή). Τα δεδομένα αποστέλλονται με την απαιτούμενη ασφάλεια μέσω δικτύου σε ένα κεντρικό, πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου στην ιατρική μονάδα, όπου επεξεργάζονται, αξιολογούνται και κατόπιν αποθηκεύονται σε μεγάλες βάσεις δεδομένων. Η κεντρική αυτή μονάδα ελέγχου εκτελεί 24ωρο έλεγχο και συγχρονίζει όλες τις δραστηριότητες των κόμβων του δικτύου μέσω συστημάτων επικοινωνίας και ειδοποίησης στο σπίτι του ατόμου. Ένα τέτοιο σύστημα τηλεφροντίδας έχει την ικανότητα να ελέγχει επανειλλημένα και να αξιολογεί την κατάσταση της υγείας του ασθενούς, να παρέχει οικονομικές υπηρεσίες τηλεϊατρικής υψηλής ποιότητας σε αυτόν και να εξασφαλίζει τη συνεργασία του με επαγγελματίες υγείας διαφόρων ειδικοτήτων (Petropoulou et al, 2005).

3.2 Πλεονεκτήματα της τηλεϊατρικής

Η τηλεϊατρική παρουσιάζει διεθνώς μεγάλη ανάπτυξη και εξυπηρετεί τόσο τις ανάγκες μέσα στις ίδιες τις ανεπτυγμένες χώρες όσο και τις ανάγκες των αναπτυσσόμενων χωρών με χώρες που διαθέτουν ήδη εξειδικευμένα ιατρικά κέντρα. Στις Η.Π.Α. λειτουργεί επί του παρόντος ένας μεγάλος αριθμός τηλεϊατρικών συστημάτων που έχει ως στόχο τη μείωση του κόστους παροχής υπηρεσιών υγείας μέσω της εξ' αποστάσεως μαζικής διάγνωσης ιατρικών δεδομένων από εξειδικευμένους ιατρούς. Σημαντική δραστηριότητα, επίσης, έχει αναπτύξει ο αμερικανικός στρατός ο οποίος στον Πόλεμο του Κόλπου αλλά και της Βοσνίας λειτουργούσε ένα εξελιγμένο τηλεϊατρικό σύστημα με υποστήριξη από εξειδικευμένα στρατιωτικά κέντρα των Η.Π.Α.

Η τηλεϊατρική καλείται να διαδραματίσει ακόμα σημαντικότερο ρόλο στο μέλλον, ανεβάζοντας το επίπεδο ιατρικής περίθαλψης και εκμηδενίζοντας τις αποστάσεις και το αίσθημα της αβεβαιότητας. Διαρκώς γίνονται σημαντικά βήματα για την προώθηση καινοτόμων λύσεων σε όλες τις εφαρμογές της τηλεϊατρικής παγκοσμίως. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή της τηλεϊατρικής είναι:

- Πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τη διεκπεραίωση των ιατρικών πράξεων από απομακρυσμένους χρήστες και δυνατότητες επικοινωνίας για παροχή συμβουλών
- Διάχυση ιατρικής πληροφορίας
- Ευρεία κάλυψη ιατρικών περιστατικών (χαρακτηριστικά αναφέρονται ότι είναι δυνατό να καλυφθούν περιστατικά καρδιολογικά, παιδιατρικά, δερματολογικά, μαιευτικά-γυναικολογικά, ορθοπεδικά, χειρουργικά, γενικής ιατρικής, ψυχιατρικής, χωρίς ο κατάλογος να είναι εξαντλητικός)
- Αναβάθμιση των παρεχόμενων ιατρικών υπηρεσιών σε τοπικό επίπεδο
- Αντιμετώπιση των προβλημάτων οργάνωσης στις απομακρυσμένες και χωρίς π ολλούς πόρους μονάδες πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας
- Εκσυγχρονισμός του περιβάλλοντος εργασίας του ιατρικού προσωπικού με χρήση σύγχρονης τεχνολογίας και ευρωπαϊκών προτύπων (π.χ. ηλεκτρονικοί ιατρικοί φάκελοι)

- Αφομοίωση και χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας τηλεματικής από το ιατρικό προσωπικό όλων των βαθμίδων
- Δυνατότητα μελέτης και ανάλυσης ιατρικών δεδομένων από ευρείες γεωγραφικές περιοχές
- Ευρεία γεωγραφική κάλυψη
- Ολική διασφάλιση ποιότητας
- Ουσιαστική μείωση των εξόδων διαχείρισης του συστήματος περίθαλψης μέσω καλύτερου ελέγχου των δαπανών
- Ευφυής διαχείριση ιατρικών πόρων
- Ίσα δικαιώματα πρόσβασης στις υπηρεσίες υγείας για όλους τους πολίτες
- Μείωση του φαινομένου της εσωτερικής μετανάστευσης προς τα μεγάλα αστικά κέντρα για λόγους καλύτερης παροχής ιατρικών υπηρεσιών (Bagchi, 2006).

3.2.1 Οφέλη για τον ιατρό

Τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει ένας ιατρός από τη χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων είναι:

- Δυνατότητα διάγνωσης από απόσταση για έναν ασθενή που βρίσκεται σε απομακρυσμένη περιοχή
- Άμεση πρόσβαση στο ιατρικό αρχείο του ασθενούς
- Άμεση επικοινωνία με συναδέλφους μέσω δικτύου για ανταλλαγή απόψεων
- Δυνατότητα λήψης από απόσταση της γνώμης ενός εξειδικευμένου συναδέλφου σχετικά με τον εξεταζόμενο ασθενή
- Άμεση πληροφόρηση και ενημέρωση σε νέες πληροφορίες και γνώσεις
- Διευκόλυνση και αναβάθμιση της συνεχιζόμενης εκπαίδευσής του
- Δραστική μείωση του χρόνου επικοινωνίας μεταξύ ιατρών και νοσοκομείων

3.3 Τηλεχειρουργική

Η ιστορία της τηλεχειρουργικής ξεκινά ουσιαστικά με την ανάπτυξη της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής (MIS), καθώς για πρώτη φορά μέχρι τότε ο χειρουργός αρχίζει να χρησιμοποιεί, αντί για την απευθείας οπτική επαφή με το χειρουργικό πεδίο, ισοδύναμα πληροφορίας (οθόνη βίντεο) και χειρουργικά εργαλεία των οποίων αδυνατεί να δει την άκρη (παρά μόνο στην οθόνη του

βίντεο). Το κανάλι επικοινωνίας μεταξύ χειρουργού και χειρουργικού πεδίου παύει να στηρίζεται στις φυσικές αισθήσεις του πρώτου, αλλά αντικαθίσταται από το ψηφιακό κανάλι της λαπαροσκοπικής κάμερας που του παρέχει τώρα την απαιτούμενη πληροφορία και τη δυνατότητα ελέγχου των χειρουργικών του κινήσεων. Με την MIS, ο χειρουργός χάνει την αίσθηση της αφής, το φυσικό συντονισμό όρασης και χεριών και την επιδεξιότητα που του προσέφερε η μέθοδος της ανοικτής χειρουργικής και επαφίεται πια στην ποιότητα της ψηφιακής πληροφορίας που λαμβάνει στην οθόνη και την ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων.

Η μεγαλύτερη δυσκολία της MIS για το χειρουργό, και ειδικότερα της τηλεχειρουργικής, είναι η θέση από την οποία καλείται αυτός να χειρουργήσει τον ασθενή. Ενώ στην κλασική χειρουργική το μάτι, το χέρι και το όργανο-στόχος του χειρουργικού πεδίου παραμένουν πάντα στον ίδιο άξονα, στην ελάχιστα επεμβατική μέθοδο ο άξονας αυτός διαταράσσεται και συχνά απουσιάζει εντελώς. Αν αναλογιστεί κανείς ότι στην καθημερινή ζωή οποιαδήποτε πράξη εκτελείται πάντα στον άξονα χέρι-αντικείμενο, είναι εύκολο να αντιληφθεί τις δυσκολίες που συνάντησε η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική κατά την εδραίωσή της. Όμως, η υπέρβαση αυτού του εμπόδιου είναι που άνοιξε τις θύρες της τηλεχειρουργικής, αφού ο χειρουργός μπορούσε πια να εκτελεί επεμβάσεις χωρίς να έχει άμεση οπτική επαφή με το χειρουργικό πεδίο.

Η τηλεχειρουργική είναι ένας τομέας της τηλεϊατρικής που αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια και παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον. Το βασικό έρεισμα στην ανάπτυξη της τηλεχειρουργικής είναι η ανάγκη μετάδοσης και διάχυσης των εξειδικευμένων χειρουργικών τεχνικών και γνώσεων διευκολύνοντας την αρτιότερη και αποτελεσματικότερη εκπαίδευση και διάδοση των λαπαροσκοπικών χειρουργικών διαδικασιών. Η ανάπτυξη και κλινική εφαρμογή ρομποτικών συστημάτων όπως είναι τα Zeus και da Vinci επιτρέπει τη χειρουργική επέμβαση στον ασθενή από απόσταση, ωστόσο οι εφαρμογές τους δεν εμπίπτουν αμιγώς στο πεδίο της τηλεχειρουργικής, καθώς τελικά ο χειρουργός βρίσκεται στην ίδια χειρουργική αίθουσα με τον ασθενή, ή τουλάχιστον σε τέτοια απόσταση που του επιτρέπεται η διακοπή της

λειτουργίας του συστήματος ανά πάσα στιγμή και η συνέχιση της χειρουργικής διαδικασίας από τον ίδιο.

Σήμερα η τηλεχειρουργική μπορεί να νοηθεί ως η αμφίδρομη μετάδοση εικόνας και ήχου που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ χειρουργών μικρής εμπειρίας στα χειρουργεία και χειρουργών μεγαλύτερης εμπειρίας σε απομακρυσμένες περιοχές. Η χρήση ρομποτικών συσκευών επιτρέπει στους απομακρυσμένους χειρουργούς να συμμετέχουν ενεργά στη χειρουργική διαδικασία. Είναι αυτονόητο ότι πέρα από τις αυξημένες τηλεπικοινωνιακές υποδομές που η εφαρμογή αυτή απαιτεί, απαιτείται και πολύ εξειδικευμένο λογισμικό και υλικό ώστε να είναι εφικτή η προσομοίωση, στον απομακρυσμένο σταθμό, της κατάστασης που επικρατεί στο χειρουργείο. Για το σκοπό αυτό, απαιτούνται συνήθως συστήματα εικονικής πραγματικότητας (virtual reality) που επιτρέπουν στους απομακρυσμένους χειρουργούς να έχουν μία ολοκληρωμένη εικόνα της όλης διαδικασίας (Διαδίκτυο: www.techmed.teiher.gr).

3.3.1 Τηλεχειρουργική με ρομπότ

Η τηλεχειρουργική προϋποθέτει τη μεταβίβαση πληροφορίας στο χειρουργό με τέτοιο τρόπο και σε τέτοια έκταση και λεπτομέρεια ώστε αυτός να νοιώθει παρών στο φυσικό περιβάλλον της εκτελούμενης από το ρομποτικό βραχίονα χειρουργικής επέμβασης. Σε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο τηλεχειρουργικής, ο χειρουργός βρίσκεται σε μία ειδική κονσόλα μέσω της οποίας λαμβάνει διαισθητική πληροφορία (εικόνα, ήχο, αίσθηση της αφής), έτσι ώστε να αισθάνεται σαν να ήταν πραγματικά παρών στην ίδια χειρουργική αίθουσα με τον ασθενή. Μεταξύ αυτών των δύο μπορεί να μεσολαβούν από μερικά μέτρα μέχρι μερικές χιλιάδες χιλιόμετρα ενσύρματου ή ασύρματου δικτύου. Στην πλευρά του ασθενούς βρίσκονται ένας ή περισσότεροι ρομποτικοί βραχίονες, οι οποίοι και εκτελούν τη χειρουργική επέμβαση υπό τις εντολές και τον έλεγχο του χειρουργού.

Η τηλεχειρουργική υπόσχεται δύο σημαντικά πλεονεκτήματα που αποτελούν και τους κινητήριους μοχλούς για την ανάπτυξη της απαραίτητης τεχνολογίας: (α) τη δυνατότητα χειρουργικής παρουσίας σε απομακρυσμένα

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

μέρη και (β) τη δυνατότητα ενίσχυσης της χειρουργικής δεξιότητας. Η δυνατότητα χειρουργικής παρουσίας στον τόπο μίας φυσικής καταστροφής, στο μέτωπο πολεμικών επιχειρήσεων, σε γεωγραφικά απομονωμένες περιοχές ή ακόμη και στο διάστημα είναι πραγματικά ελκυστική. Το σημαντικότερο ίσως όμως πλεονέκτημα της τηλεχειρουργικής είναι η δυνατότητα να μετατρέπει μία δυσπρόσιτη ανατομική περιοχή του ασθενούς σε ένα εργονομικό χειρουργικό πεδίο και να ενισχύει την ακρίβεια, τη σταθερότητα και την ποιότητα της απτικής αίσθησης, επιτρέποντας έτσι την εκτέλεση μικροχειρουργικών επεμβάσεων από απόσταση.

Χρησιμοποιώντας εξελιγμένο λογισμικό για εφαρμογές τηλεσυνδιάσκεψης, ένας έμπειρος χειρουργός έχει σήμερα τη δυνατότητα να επιτηρεί και να συμβουλεύει από απόσταση άλλους συναδέλφους σε απομακρυσμένες περιοχές, ή ακόμη και να καθοδηγεί τη χειρουργική επέμβαση σαν να ήταν και ο ίδιος μέρος της συνολικής διαδικασίας. Οι πρώτες εγχειρήσεις που εκτελέστηκαν υπό την καθοδήγηση χειρουργού που βρισκόταν σε απόσταση από τον ασθενή και τη χειρουργική αίθουσα (telementoring) πραγματοποιήθηκαν το 1999 στη Σιγκαπούρη σε σύνδεση με το νοσοκομείο John Hopkins στη Βαλτιμόρη των Η.Π.Α

Το συγκερκιμένο νοσοκομείο έχει τηλεκαθοδηγήσει αρκετές επεμβάσεις σε διάφορα μέρη του κόσμου, μεταξύ των οποίων είναι η Ταϊλάνδη, η Αυστρία, η Ιταλία και η Σιγκαπούρη. Η τηλεκαθοδήγηση των χειρουργικών αυτών επεμβάσεων βασίστηκε σε μία πλατφόρμα τηλεσυνδιάσκεψης που περιελάμβανε ήχο και βίντεο σε πραγματικό χρόνο και έλεγχο από απόσταση ενός ρομποτικού βραχίονα AESOP 1000TS για χρήση της λαπαροσκοπικής κάμερας και ενός ηλεκτροκαυτήρα σε καθεμία από τις απομακρυσμένες περιοχές. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε μέσω τριών ψηφιακών γραμμών ISDN με ρυθμό μετάδοσης 384 Kbps/sec, ενώ ο έλεγχος του ρομποτικού βραχίονα μέσω μίας ξεχωριστής αναλογικής γραμμής (POTS) στα 9600 baud. Μία δεύτερη αναλογική γραμμή στα 28.8 Kbps χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο του ηλεκτροκαυτήρα. Ο χειρουργός στη Βαλτιμόρη είχε ανά πάσα στιγμή τη δυνατότητα να διακόψει τη λειτουργία του ρομποτικού συστήματος με ένα πεντάλ ελέγχου.

Οι χειρουργικές επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν περιελάμβαναν εκτομές κιρσοκήλης, νεφρεκτομές, επινεφριδεκτομές και χολοκυστεκτομές και εκτελέστηκαν με τηλεκαθοδήγηση από απόσταση 7200 Km έως και 17600 Km, ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρισκόταν ο εκάστοτε ασθενής. Όλες οι επεμβάσεις ολοκληρώθηκαν με επιτυχία, χωρίς επιπλοκές για τους ασθενείς ή δυσλειτουργίες του συστήματος. Ο χρόνος καθυστέρησης του σήματος, από τη Βαλτιμόρη στην απομακρυσμένη χειρουργική αίθουσα και πάλι πίσω, δεν είχε αισθητή επίπτωση στις επεμβάσεις με τηλεκαθοδήγηση. Αν και η μέση όμως καθυστέρηση ήταν περίπου 500 msec για τις χώρες της Άπω Ανατολής και 280 msec για τις ευρωπαϊκές περιοχές, ο χρόνος ήταν αρκετά μεγάλος (μεγαλύτερος από 200 msec) για να επιτρέψει μία αμιγώς τηλεχειρουργική επέμβαση (Bauer et al, 2000).

3.3.2 Επέμβαση Lindbergh

Στις 7 Σεπτεμβρίου του 2001 το σύστημα τηλεσυνεργασίας SOCRATES σε συνδυασμό με το ρομποτικό χειρουργικό σύστημα Zeus έμεινε στην ιστορία αφού έκανε πραγματικότητα την πρώτη αμιγώς τηλεχειρουργική επέμβαση. Μία τροποποιημένη έκδοση του συγκεκριμένου συστήματος, το Zeus TS, χρησιμοποιήθηκε σε μία υπερατλαντική χειρουργική επέμβαση χολοκυστεκτομής σε μία 68χρονη ασθενή από τον Dr. Jacques Marescaux του Ευρωπαϊκού Ινστιτούτου Τηλεχειρουργικής (European Institute of Telesurgery – EITS) στο Στρασβούργο και τον και Dr. Michel Gagner του Ιατρικού Κέντρου «Mount Sinai» στη Νέα Υόρκη. Η ίδια επέμβαση είχε ήδη εκτελεστεί πειραματικά σε έξι χοίρους. Το ρομποτικό σύστημα και η ασθενής βρίσκονταν σε μία χειρουργική αίθουσα στο Στρασβούργο της Γαλλίας ενώ ο χειρουργός και η κονσόλα ελέγχου περίπου 7000 Km μακριά, σε ένα ψηλό κτίριο της Νέας Υόρκης στις Η.Π.Α. Δίπλα στην ασθενή βρισκόταν μία ομάδα χειρουργών για λόγους ασφάλειας.

Στις περιπτώσεις αυτές, η καθυστέρηση του σήματος λόγω της μεγάλης απόστασης, από την ώρα που ο χειρουργός κινεί τα χέρια του μέχρι τη στιγμή που ο βραχίονας εκτελεί την κίνηση και η εκόνα αυτή προβάλλεται πίσω στην οθόνη του χειρουργού, αποτελεί ιδιαίτερα κρίσιμο παράγοντα. Ο χρόνος που

μεσολαβεί ανάμεσα στην κίνηση των χεριών του χειρουργού και την κίνηση των τελικών στοιχείων δράσης του ρομποτικού συστήματος (χειρουργικών εργαλείων) μπορεί να γίνει τόσο μεγάλος εξαιτίας της καθυστέρησης του μεταδιδόμενου σήματος που ο ιστός θα μπορούσε εν τω μεταξύ να κινηθεί και ο χειρουργός να κόψει λάθος σημείο του.

Εξαιτίας της καθυστέρησης αυτής, πιστευόταν αρχικά ότι μία επέμβαση τηλεχειρουργικής με τη βοήθεια επίγειων επικοινωνιών θα ήταν εφικτή σε μερικές μόνο εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά. Ακόμη και οι γεωσύγχρονοι δορυφόροι, οι οποίοι εισάγουν μία καθυστέρηση 1.5 sec περίπου, θεωρούνται ακατάλληλοι για την εκτέλεση τέτοιων επεμβάσεων. Οι Marescaux και Gagner υπολόγισαν ότι μία ασφαλή χειρουργική επέμβαση από μεγάλη απόσταση απαιτούσε μία μέγιστη καθυστέρηση 300 msec περίπου. Εντούτοις, κατάφεραν να εκτελέσουν τη χειρουργική επέμβαση με μέση καθυστέρηση της τάξης των 155 msec πάνω στις υπερωκεάνιες αποστάσεις. Για την εκτέλεση της επέμβασης επιλέχτηκε η χρήση μίας επίγειας σύνδεσης ATM οπτικής ίνας λόγω του υψηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων (10 Mb/s) και της ποιότητας της παρεχόμενης υπηρεσίας. Ο χρόνος προετοιμασίας του ρομποτικού συστήματος διήρκησε 16 min και η χοληδόχος κύστη αφαιρέθηκε μέσα σε 54 min. Η ασθενής παρέμεινε στο νοσοκομείο για 48 ώρες – τυπικός χρόνος για μία λαπαροσκοπική χολοκυστεκτομή – και ανάρρωσε πλήρως χωρίς παρενέργειες. Η χειρουργική αυτή επέμβαση ονομάστηκε επέμβαση Lindbergh, προς τιμή του Charles Lindbergh που πραγματοποίησε την πρώτη υπερατλαντική πτήση από τη Νέα Υόρκη στο Παρίσι το 1927 (Marescaux et al, 2002).

Η επέμβαση Lindbergh άνοιξε το δρόμο για διάφορες εφαρμογές της τηλεχειρουργικής τεχνολογίας. Στις 28 Φεβρουαρίου του 2003 πραγματοποιήθηκε στο Οντάριο του Καναδά η πρώτη τηλερομποτικά υποβοηθούμενη χειρουργική επέμβαση από νοσοκομείο σε νοσοκομείο, η απόσταση μεταξύ των οποίων ήταν περίπου 400 χιλιόμετρα. Κατά τη διάρκεια της επέμβασης αυτή, δύο χειρουργοί συνεργάστηκαν από απόσταση για να εκτελέσουν μία θολοπλαστική κατά Nissen. Ο ένας από αυτούς βρισκόταν

δίπλα στον ασθενή και ο άλλος χειριζόταν το ρομποτικό χειρουργικό σύστημα από το άλλο νοσοκομείο.

Ένα τέτοιο σενάριο θα μπορούσε μελλοντικά να επιτρέπει στους χειρουργούς στις αγροτικές κυρίως περιοχές να λαμβάνουν εξειδικευμένη βοήθεια κατά τη διάρκεια ελάχιστα επεμβατικών εγχειρήσεων.

Άλλες εν δυνάμει εφαρμογές της τηλεχειρουργικής περιλαμβάνουν:

- την εκπαίδευση νέων χειρουργών
- την παροχή βοήθειας και εκπαίδευσης σε χειρουργούς των απομακρυσμένων περιοχών και των αναπτυσσόμενων χωρών
- την παροχή φροντίδας και ιατρικής περίθαλψης σε στρατιώτες στο πεδίο της μάχης ή σε μέλη ερευνητικών αποστολών σε απομονωμένες περιοχές
- την εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων στο διάστημα
- τη συνεργασία χειρουργών από όλον τον κόσμο κατά τη διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων
- τη μεταφορά φροντίδας υγείας σε περιοχές με υποβαθμισμένη ιατρική περίθαλψη, περιορίζοντας έτσι τη μετακίνηση των ασθενών (Διαδίκτυο: Telesergury)

3.3.3 Περιορισμοί της τηλεχειρουργικής με ρομπότ

Η τηλεχειρουργική, όπως και όλες οι εφαρμογές τηλεϊατρικής γενικότερα, στηρίζεται σε μεγάλο ποσοστό στη μεταβίβαση πληροφοριών μεταξύ δύο τοποθεσιών. Όσο η απόσταση μεταξύ των δύο αυτών τοποθεσιών αυξάνεται τόσο πιο μεγάλη και πιο αντιληπτή γίνεται η χρονική καθυστέρηση που εισάγεται. Αυτό αυξάνει το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της δράσης και του αποτελέσματος και μετά από ένα σημείο καθιστά αδύνατη τη χειρουργική επέμβαση σε πραγματικό χρόνο. Αν και θεωρητικά η επιμήκυνση του κυκλώματος, από μερικά μέτρα μέχρι μερικές δεκάδες χιλιόμετρα, ανάμεσα στην κονσόλα του χειρουργού και του χειρουργικού τραπεζιού του ασθενούς ακούγεται εφικτή, στην πραγματικότητα κάτι τέτοιο δεν είναι εύκολο.

Η χρονική καθυστέρηση όμως δεν είναι συνάρτηση μόνο της απόστασης, αλλά επίσης του χρησιμοποιούμενου υλικού (hardware) και του

εύρους ζώνης (bandwidth). Αν το προς μετάδοση σήμα παράγεται αρχικά σε αναλογική μορφή, τότε αυτό θα πρέπει πρώτα να μετατραπεί σε ψηφιακή και στη συνέχεια να κωδικοποιηθεί και να συμπιεστεί για να μεταδοθεί. Η αντίστροφη διαδικασία θα πρέπει να γίνει στην άλλη μεριά της τηλεπικοινωνιακής ζεύξης. Τα ηλεκτρονικά συστήματα που χρησιμοποιούνται όμως (μετατροπείς A/D, κωδικοποιητές/αποκωδικοποιητές κ.λ.π.) επεξεργάζονται τα δεδομένα με έναν συγκεκριμένο ρυθμό, εισάγοντας έτσι και αυτά με τη σειρά τους μία επιπλέον χρονική καθυστέρηση, τον χρόνο επεξεργασίας. Με την πάροδο του χρόνου, εντούτοις, εμφανίζονται αποδοτικότερα και πιο γρήγορα συστήματα υπολογιστών και επεξεργασίας βίντεο. Είναι αυτονόητο επίσης ότι όσο το κόστος του εύρους ζώνης θα μειώνεται με την ανάπτυξη των ψηφιακών επικοινωνιών η διαθεσιμότητά του θα αυξάνεται, με αποτέλεσμα την μείωση της χρονικής καθυστέρησης.

Ο χρόνος καθυστέρησης του σήματος αποτελεί ιδιαίτερα κρίσιμο παράγοντα για την ασφαλή και ομαλή εκτέλεση της επέμβασης από απόσταση. Ο χρόνος αυτός πρέπει να είναι τόσο μικρός ώστε ο χειρουργός να αισθάνεται ότι χειρουργεί σε πραγματικό χρόνο. Αυτό σημαίνει πως η εικόνα που λαμβάνει στην οθόνη του θα πρέπει να δείχνει αυτό που πραγματικά εκτελούν εκείνη τη στιγμή οι ρομποτικοί βραχίονες του συστήματος και κατ'επέκταση τα χέρια του. Η αποδεκτή καθυστέρηση, η μέγιστη δηλαδή καθυστέρηση που αντιλαμβάνεται ο ανθρώπινος εγκέφαλος, είναι μόλις 10 msec. Μετά από ειδική εκπαίδευση, στην οποία υποβάλλονται και οι αστροναύτες της NASA, ο χειρισμός εργαλείων από απόσταση μπορεί να γίνει με σχετική ασφάλεια ακόμη και με μία καθυστέρηση των 100 msec.

Οποιαδήποτε όμως καθυστέρηση μεγαλύτερη των 200 msec θα καθιστούσε απαγορευτική, αδύνατη και εξαιρετικά επικίνδυνη, μία τέτοια προσπάθεια.

Με βάση λοιπόν αυτή την παραδοχή, το μήκος του κυκλώματος που μεσολαβεί μεταξύ κονσόλας και χειρουργικού πεδίου πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η συνολική καθυστέρηση του σήματος που λαμβάνει ο χειρουργός στην οθόνη του να μην ξεπερνά τα 200 msec. Αυτός είναι άλλωστε και ο βασικότερος λόγος για τον οποίο δεν έχουν επιλυθεί ακόμη τα τεχνικά

προβλήματα για την εκτέλεση επεμβάσεων σε πλοία που ταξιδεύουν στον ωκεανό ή ακόμη και στο διάστημα. Αν και έχουν προταθεί διάφορες τεχνικές λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, π.χ. χρήση ευρυζωνικών συνδέσεων ή ζεύξεις μέσω δορυφόρων χαμηλής τροχιάς, ελάχιστες ολοκληρωμένες επεμβάσεις τηλεχειρουργικής έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς και μέσα σε αυστηρά πλαίσια.

Αντίθετα, εφαρμογές στις οποίες ο ευρισκόμενος σε απόσταση έμπειρος χειρουργός δε χειρίζεται χειρουργικά εργαλεία με άμεσο τρόπο, αλλά κατευθύνει, καθοδηγεί και εποπτεύει τον χειρουργό δίπλα στον ασθενή, έχουν ήδη πραγματοποιηθεί με επιτυχία (Bauer et al, 2000). Η ευφορία που προκάλεσαν οι επιτυχημένες αυτές προσπάθειες ήταν μεγάλη, στην πραγματικότητα όμως ανέδειξαν την παντελή απουσία ρυθμιστικής νομοθεσίας και έθεσαν πλήθος ερωτημάτων γύρω από την ασφάλεια, την αστική ευθύνη, την άδεια άσκησης χειρουργικής από απόσταση, την ευθύνη των τηλεπικοινωνιακών παρόχων και γενικότερα οριοθέτησαν ένα πλαίσιο προβληματισμού για τη διατύπωση αυστηρών οδηγιών και προϋποθέσεων για την εκτέλεση τηλεχειρουργικών επεμβάσεων. Η Διεύθυνση Τροφίμων και Φαρμάκων των Η.Π.Α. επέτρεψε, για παράδειγμα, να εκτελεστεί η επέμβαση Lindbergh (από Γάλλους χειρουργούς σε Γαλλίδα ασθενή) τηλεχειρουργικά από τη Νέα Υόρκη με την προϋπόθεση ότι η γαλλική κυβέρνηση θα αναλάμβανε πλήρως την ευθύνη. Στην αντίθετη περίπτωση, η επίλυση όλων των απαραίτητων νομικών θεμάτων για χρήση του ρομποτικού συστήματος από τις Ηνωμένες Πολιτείες θα αποδεικνυόταν μία ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία (Brower, 2002).

Το υψηλό κόστος των συστημάτων τηλεχειρουργικής είναι μία λογική αιτία για προβληματισμό. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το κόστος της επέμβασης Lindbergh ανήλθε κατά προσέγγιση στο ένα εκατομμύριο δολλάρια. Τα σύγχρονα συστήματα τηλεχειρουργικής τα οποία βρίσκονται σήμερα υπό δοκιμές ενσωματώνουν ένα σημαντικό αριθμό νέων τεχνολογιών, καθιστώντας για το λόγο αυτό σχετικά δύσκολο τον υπολογισμό του κόστους των μελλοντικών επεμβάσεων αυτού του είδους. Εντούτοις, σύμφωνα με κάποιους ενδεικτικούς υπολογισμούς που έχουν γίνει, η χρήση του συστήματος da Vinci

σε μία τηλεχειρουργική επέμβαση ριζικής προστατεκτομής θα απαιτούσε μία αρχική επένδυση 800.000 δολλαρίων και ένα επιπλέον κόστος συντήρησης 100.000 δολλαρίων το χρόνο περίπου. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους κάθε επέμβασης κατά 1.500 με 2.000 δολλάρια (Holt et al, 2004).

Η αξιοπιστία, το κόστος και η διαθεσιμότητα των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών αποτελούν επίσης ιδιαίτερα κρίσιμους παράγοντες που περιορίζουν τη χρήση των συστημάτων τηλεχειρουργικής σε ευρεία κλίμακα. Παρόλο που ένα επίγειο «δίκτυο κορμού» οπτικών ινών (ATM) υψηλής ταχύτητας είναι διαθέσιμο σε πάνω από 200 χώρες, πολλά νοσοκομεία σήμερα δεν είναι εξοπλισμένα με τη σχετική τεχνολογία. Επιπλέον, το ετήσιο κόστος για τη διαθεσιμότητα επίγειων γραμμών υψηλών ταχυτήτων από σημείο-σε-σημείο είναι υψηλό και εξαρτάται άμεσα από τις περιοχές που εμπλέκονται στην τηλεπικοινωνιακή ζεύξη για την εκτέλεση της επέμβασης (όταν πραγματοποιήθηκε η επέμβαση Lindberg το ετήσιο κόστος για τη διάθεση γραμμών ATM ανερχόταν σε 100.000-200.000 δολλάρια). Το κόστος, εντούτοις, των τηλεπικοινωνιών συνήθως μειώνεται με την πάροδο του χρόνου (Marescaux et al, 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (VIRTUAL REALITY) – ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Το 1995 το video clip Amasing των Aerosmith έκανε τον γύρο του κόσμου με το πρωτότυπο για πολλούς σενάριό του. Ένας νέος καθισμένος μπροστά στον υπολογιστή του, αφού αλλάζει τις ατέλειες του προσώπου και των μαλλιών του, διαλέγει μοντέλο μηχανής, κοπέλα και καταλήγει να βουτά στο κενό από ένα αεροπλάνο. Μια τέτοια εικόνα έρχεται στο μυαλό των περισσοτέρων, όταν αναφερόμαστε σε VR και διασκέδαση. Ο χρήστης μπορεί να διαλέξει το περιβάλλον της αρεσκείας του και ανάλογα με τον εξοπλισμό, που διαθέτει είναι δυνατό να δει τρισδιάστατες εικόνες, να αγγίξει αντικείμενα, που δεν υπάρχουν ή είναι σε κάποιο άλλο μέρος της Γης, όπου ο ενδιαφερόμενος έχει συνδεθεί. Επιπλέον μπορεί να συνομιλήσει με άλλους χρήστες σε κάποιο περιβάλλον της αρεσκείας τους. Με την βοήθεια και του Internet είναι δυνατή η πραγματοποίηση cyber tours» σε μουσεία, πανεπιστήμια και αλλού. Επίσης τα video games μπορούν να αλλάξουν μορφή, μια και ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να «μπαίνει» μέσα στο παιχνίδι, ζώντας τους ήχους, τις εικόνες και τα ίδια τα αισθήματα (Διαδίκτυο: www.go2.com.cy).

Κάποιες εφαρμογές, που σχετίζονται με τη διασκέδαση είναι και αυτές που ακολουθούν αμέσως. Μια πολύ απλή, είναι το Virtual Reality Moon Phase Pictures, το οποίο επιτρέπει την προβολή της όψης του φεγγαριού κάθε ημερομηνία και ώρα, από το 1800 μέχρι το 2199.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το πρόγραμμα (project) Venus. Πολλές εφαρμογές είχαν το ελάττωμα ότι ο χειριστής «χανόταν» στο χώρο, επειδή είχε απεριόριστη ελευθερία κινήσεων. Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα, επινοήθηκε η ιπτάμενη καρέκλα. Ο καθήμενος σε αυτή, μπορεί να ταξιδέψει στον εικονικό κόσμο, αφού ένα αντίγραφό της υπάρχει εκεί. Το μόνο που έχει να κάνει, είναι να επιλέξει προορισμό, από μία λίστα. Η καρέκλα έχει μάλιστα τη δυνατότητα να «κοιτά» προς τα πιο ενδιαφέροντα σημεία της διαδρομής. Επιπλέον στο ίδιο πρόγραμμα έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές, στις οποίες

μπορεί κανείς να ακολουθεί έναν αθλητή, που πραγματοποιεί κατάδυση από ύψος δέκα μέτρων! Μη φανταστεί κανείς, πως θα βουτάμε και εμείς σε κάποιο κενό. Απλώς με την ύπαρξη «hyperlinks» είναι δυνατή η παρατήρηση της θέσης του αθλητή και των δυνάμεων που του ασκούνται σε κάθε σημείο. Με κατάλληλο εξοπλισμό, οι δυνάμεις αυτές μπορούν να γίνουν αισθητές από το χρήστη του Venus. Παρόμοιες εφαρμογές με τις παραπάνω είναι εύκολο να αναφέρουμε, όπως επίσης είναι πολύ απλό να αναζητήσουμε στην βιβλιογραφία. Πολλές αναπτύσσονται αυτή την στιγμή που διαβάζονται αυτές οι γραμμές και πιθανόν να είναι ένα από τα πρώτα θέματα του αυριανού δελτίου ειδήσεων. Δεν θα αναφερθώ σε άλλες ψυχαγωγικές πλευρές της εικονικής πραγαμτικότητας, κάτι το οποίο θα ήταν δυνατό να γεμίσει ολόκληρα βιβλία. Ο ενδιαφερόμενος μπορεί να αναζητήσει περισσότερες πληροφορίες σε σχετική βιβλιογραφία ή στα manual αντίστοιχων προγραμμάτων. Αυτό που φάνηκε, όμως και από τις προηγούμενες, είναι πως σε ένα πολύ προσιτό περιβάλλον μπορούν να παρασχεθούν γνώσεις. Αμέσως παρακάτω θα δούμε τις θετικές επιδράσεις της εικονικής πραγματικότητας στην ιατρική. Τις αρνητικές θα τις κρατήσουμε για το τέλος...

4.2 Εφαρμογές στην Ιατρική

Η νέα εξέλιξη της πληροφορικής, γρήγορα προσέλκυσε το ενδιαφέρον των επιστημών, ανοίγοντας νέους δρόμους για αυτές. Σίγουρα αυτή που έχει να επιδείξει τις πιο σημαντικές εφαρμογές, είναι η ιατρική. Θα αναφερθούμε εκτενώς σε αυτή παρακάτω.

Οι βιολόγοι έχουν τρόπο να απεικονίζουν το DNA, πρωτεΐνες, τον τρόπο σύνδεσής τους σε ζωικούς και φυτικούς ιστούς, ενώ επιτρέπεται απεικόνιση βιολογικών φαινομένων, σε πραγματικό χρόνο. Θα ήταν υπερβολικό να υποθέσει ο αναγνώστης, ότι τα πάντα είναι πλέον δυνατά. Σίγουρα πολλά είναι αυτά, που θα ακολουθήσουν τα επόμενα χρόνια.

Η ιατρική έχει να επιδείξει σημαντικά οφέλη, από την εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality) τόσο στον τομέα της διάγνωσης, όσο και σε αυτόν της χειρουργικής θεραπείας. Μια πρώτη ιδέα, είναι αυτή της λαπαροσκόπησης, όπου μια οπτική ίνα εισάγεται με τη βοήθεια ενός καθετήρα

στο εσωτερικό του ασθενούς και με τη βοήθεια μιας μικροκάμερας, έχουμε πλήρη έγχρωμη απεικόνιση της περιοχής που μας ενδιαφέρει. Το laser, που οδηγείται μέσω της ίνας, κτυπά επιλεκτικά τα σημεία, που επιθυμούμε με βάση την εικόνα του monitor. Έτσι, αποφεύγεται τελείως η εγχείρηση και όλες οι επιπτώσεις που αυτή μπορεί να έχει.

Διαγνωστικές τεχνικές μπορούν να δώσουν καλύτερα από τα σημερινά αποτελέσματα. Ένα πείραμα πραγματοποιήθηκε το 1992, όταν με την βοήθεια της εικονικής πραγματικότητας (VR) το υπερηχογράφημα μιας εγκύου από 2D απεικονίστηκε σε 3D. Η λήψη μιας τρισδιάστατης εικόνας δίνει προοπτικές στην διάγνωση Η τηλεχειρουργική είναι επίσης κάτι νέο, που εκτός από την ιατρική και την πληροφορική, συνδυάζει και την ρομποτική. Η γενική ιδέα είναι ο χειρούργος, να βρίσκεται μακριά από τον ασθενή. Ο πρώτος έχει στη διάθεσή του Virtual tools, ενώ κοντά στον δεύτερο υπάρχουν ρομποτικά μηχανήματα που ανταποκρίνονται στις εικονικές κινήσεις του γιατρού. Σε μια καλή προσομοίωση, πρέπει να υποστηρίζονται οι ακόλουθες παράμετροι:

1) ***Πιστότητα***: Η εικόνα πρέπει να έχει υψηλή ανάλυση, ώστε να φαίνεται αληθινή,

2) ***Αντικείμενα***: Αυτά είναι αναγκαίο να παραμορφώνονται, όταν κανείς τα σφίγγει και να πέφτουν, όταν τα αφήνεις.

3) ***Αλληλεπίδραση***: Τα χέρια του χειρούργου, πρέπει να αλληλεπιδρούν με τα αντικείμενα με τρόπο ρεαλιστικό.

4) ***Ανατροφοδότηση αισθήσεων***: Οι δυνάμεις και η αφή πρέπει να είναι όπως οι πραγματικές.

5) ***Ανταπόκριση***: Τα αντικείμενα πρέπει να εμφανίζουν παρόμοιες με τις αληθινές ιδιότητες, δηλαδή να ματώνουν όταν κόβονται κ.λ.π.

Προς το παρόν, μια τέτοια εγχείρηση με όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά, δεν είναι εύκολο να πραγματοποιηθεί. Εκτιμάται, ότι 500.000 polygons\sec απαιτούνται για την αναπαράσταση του ανθρωπίνου στομαχιού, με όλες τις παραπάνω ευκολίες, δηλαδή πέντε φορές παραπάνω από ότι οι τυπικοί high end graphics stations μπορούν να επεξεργαστούν. Επιπλέον τα συστήματα video του Head Mounted Device είναι συχνά αργά. Σε επίπεδο software είναι έτοιμες προσομοιώσεις διαφόρων οργάνων, που επιτρέπουν την

διεξαγωγή μαθημάτων ανατομίας και εγχειρήσεων (Διαδίκτυο: news.launcher.pathfinder.gr)

Η πρόοδος των εργαλείων εικονικής πραγματικότητας (VR) θα δώσει ώθηση στην χειρουργική, ασφάλεια για τους ασθενείς, πιο καλή εκπαίδευση, ανάπτυξη πιθανών σεναρίων ιατρικών περιστατικών, λιγότερα πειραματόζωα...

Το κέρδος θα είναι και οικονομικό, εφόσον θα είναι μη απαραίτητες οι μεταφορές ασθενών. Μένει να δούμε αν αυτό θα πραγματοποιηθεί ή θα παραμείνει ευσεβής πόθος. Ίσως η εποχή, που ο γιατρός θα δουλεύει από μέσα να μην είναι τόσο μακριά...

4.3 Νανοτεχνολογία

4.3.1 Γενικά

Τα πάντα στην ύλη αποτελούνται από μόρια και άτομα τα οποία και αυτά με την σειρά τους, αποτελούνται από άλλα μικρότερα υποατομικά σωματίδια. Η ίδια η συγκρότηση στην ύλη και συνεργασία των σωματιδίων συντελείται και στους ζωντανούς οργανισμούς, αποτέλεσμα του οποίου είναι ο άνθρωπος (Διαδίκτυο: transport-magazine. gr).

Η υπερτεχνολογία των νανορομπότ είναι η κατασκευή πανέξυπνων μηχανών ρομπότ, με απίστευτες διαστάσεις ενός εκατομμυριοστού ή δισεκατομμυριοστού του μέτρου, οι οποίες διαθέτουν ειδικούς νανουπερυπολογιστές. Αυτοί έχουν απίστευτη πυκνότητα αποθήκευσης στοιχείων. Αυτά λοιπόν μπορούν να μπουν στο ανθρώπινο σώμα και να κατασκευάσουν ή να αναπλάσουν ένα ή περισσότερα ζωτικά όργανα. Τι θα λέγατε για μια καινούργια καρδιά στην ηλικία των 50, δεν θα ήταν καλή ιδέα;

Η γήρανση άσχετα με τον παράγοντα που την προκαλεί, έχει σαν αποτέλεσμα τη φθορά των ζωτικών οργάνων και την οξείδωση των κυττάρων. Με συνέπεια την σταδιακή κατάρρευση όλων των συστημάτων και με φυσικό επακόλουθο τον θάνατο.

Ο οργανισμός βέβαια προσπαθεί να διορθώνει τις βλάβες μέχρι και την τελευταία στιγμή, αλλά δυστυχώς ο αριθμός των κυττάρων που υπάρχει δεν επαρκεί. Και τούτο διότι κάποια στιγμή οι βλάβες πολλαπλασιάζονται με τέτοια πρόοδο, όπου όλες οι προσπάθειες καταλήγουν μάταιες.

Τα ειδικά νανορομπότ μπορούν να συναρμολογούν διάφορα όργανα του σώματος, τα οποία έχουν υποστεί βλάβη ή ακόμα και καταστροφή. Η εκπληκτική αποστολή τους είναι να κτίζουν και να επαναδομούν. Η εποχή της γήρανσης τελειώνει, οι αρρώστιες και ο θάνατος θα πάψουν να υφίστανται. Τα πάντα θα κατασκευάζονται μόριο προς μόριο και ο άνθρωπος δεν θα γερνάει ποτέ.

Βέβαια μιλάμε για μια βιοτεχνολογία η οποία αυτή την στιγμή είναι στα χέρια των λίγων. Όμως η νέα εποχή ήρθε και βρίσκεται προ των πυλών. Η νανοτεχνολογία είναι ένα από τα θαύματα που θα αλλάξουν εντελώς τον κόσμο τα επόμενα χρόνια.

Προτού αποπειραθεί κανείς να προβλέψει τα θαυμαστά πράγματα που μπορεί να πραγματοποιήσει για μας η νανοτεχνολογία - στους κομπιούτερ, στην ιατρική, στις πρώτες ύλες, στην εξερεύνηση του διαστήματος - πρέπει να αντιληφθεί τα όσα δεν μπορεί να κάνει η νανοτεχνολογία. Η φύση επιβάλλει πάντοτε ορισμένα φυσικά όρια σε όλες τις τεχνολογίες και από τον κανόνα αυτό δεν μπορεί να εξαιρεθεί η νανοτεχνολογία. Αν και υπάρχουν άνθρωποι που προβλέπουν πολλές θαυμαστές εξελίξεις μέσω της νανοτεχνολογίας, δεν θα λείψουν ποτέ κι αυτοί που προβάλλουν λαθεμένους ισχυρισμούς για το τι είναι ικανή η νανοτεχνολογία, αυτοί που κάνουν λάθη, καθώς και εκείνοι που συνειδητά εξαπατούν τον κόσμο.

Ορισμένα προβλήματα βρίσκονται πέρα από τις δυνατότητες της νανοτεχνολογίας. Εφ' όσον ο άνθρωπος έχει εξαφανίσει πολλά είδη, ένας μεγάλος όγκος γενετικών πληροφοριών έχει χαθεί δια παντός, ίσως πέρα από το σημείο που θα μας επιτρέψει ποτέ να τα ξαναφέρουμε στη ζωή ανακαλύπτοντας πάλι τα χαμένα γονίδιά τους.

Και όσο και αν η νανοτεχνολογία θα φέρει επανάσταση στη γεωργία, έχοντας τη δυνατότητα να προσφέρει σε όλους επαρκή τρόφιμα, τα αποθέματα της γης είναι περιορισμένα. Και αν ο ανθρώπινος πληθυσμός συνεχίσει να αναπτύσσεται υπερβολικά λόγω της καλύτερης ιατρικής και του μεγαλύτερου μέσου όρου ζωής, οι άνθρωποι θα αναγκαστούν να καταφύγουν στο διάστημα όπου οι πόροι και ο χώρος είναι άφθονοι. Η νανοτεχνολογία

μπορεί να μας φέρει πιο κοντά από ποτέ στα όρια που μας επιβάλλει η φύση, αλλά δεν μπορεί να αλλάξει αυτά τα όρια.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η φύση γνωρίζει καλά νανοτεχνολογία. Τα κύτταρα του δέντρου είναι οι αναπαραγωγικοί συναρμολογητές της, που μιτώνονται αδιάκοπα βάσει οδηγιών από το DNA - μια προσέγγιση εκ των κάτω προς τα άνω που χρησιμοποιείται σε όλα τα «εργοστάσια» της φύσης.

4.3.2 Ιατρικές μηχανές με μέγεθος βακτηριδίου!

Από τη σκοπιά των κυττάρων, η σημερινή χειρουργική φαίνεται εντελώς βαρβαρική: Μια τεράστια λεπίδα κόβει περνώντας από ένα πλήθος κυττάρων και σκοτώνοντας χιλιάδες. Κατόπιν ένα χοντρό καλώδιο σέρνεται πάνω στην πληγή για να ράψει τη ζημιά υποχρεώνοντας τα κύτταρα να εγκαταλείψουν τους νεκρούς τους και να πολλαπλασιαστούν, ώστε να λάβει χώρα η επούλωση. Φαντασθείτε τώρα, πάντοτε από τη σκοπιά των κυττάρων, τη χορήγηση ενός φαρμάκου σε ασθενή. Τα μόρια του φαρμάκου χτυπάνε δεξιά και αριστερά παντού έως ότου βρουν και ταιριάσουν στο μόριο που είναι ο στόχος τους. Η αναγνώριση του στόχου γίνεται με την «αφή». Έχοντας αυτά κατά νου, σκεφθείτε τώρα τι μπορεί να γίνει με μια μοριακή μηχανή που μπορεί να νιώσει, να σχεδιάσει και να ενεργήσει σ' αυτό το επίπεδο, εξοπλισμένη με ένα νανο-κομπιούτερ που περιέχει στοιχεία για τη δομή όλων των υγιών ιστών. Μπορούν έτσι να κατασκευαστούν επισκευαστικές μηχανές με μέγεθος βακτηριδίου που θα μπαίνουν και θα βγαίνουν από τα κύτταρα, θα καταστρέφουν τους εισβολείς στα αιμοφόρα αγγεία και θα μπορούν να ελέγχουν ακόμα και το DNA για λάθη (Διαδίκτυο: www. kourelis. com)!

Για να περιγράψουμε τον απλούστερο τύπο αυτών των «μηχανών θεραπείας», όπως τις έχει βαφτίσει ο πρωτοπόρος της νανοτεχνολογίας Eric Drexler, φαντασθείτε ένα «νανο-υποβρύχιο» που ταξιδεύει στα αιμοφόρα αγγεία του αίματος, απορροφώντας γλυκόζη και οξυγόνο για την ενέργεια που χρειάζονται οι δύο προπέλες του. Δεν υπάρχει ανάγκη για οποιοδήποτε σύστημα καθοδήγησης, επειδή οι αισθητήρες στην πλώρη του θα το οδηγούν σε μια διαφορετική κατεύθυνση αν προσκρούσει σε κάτι. Το υποβρύχιο δεν χρειάζεται να πάει προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, επειδή ο σκοπός του είναι

να καταστρέψει οποιοδήποτε εχθρικό βακτηρίδιο ή ιό βρει στο δρόμο του. Θα είναι σε θέση να διασπά και να διαλύει οτιδήποτε για το οποίο έχει προγραμματιστεί ο νανο-κομπιούτερ του. Ένας στόλος τέτοιων νανο-υποβρυχίων θα μπορούσε βεβαίως να καθαρίσει το σώμα από οποιαδήποτε βλαβερά σωματίδια.

Σε ένα υψηλότερο επίπεδο πολυπλοκότητας βρίσκονται οι μηχανές επισκευής κυττάρων. Σήμερα, όταν ένα κύτταρο υποστεί βλάβη, οι γιατροί καταφεύγουν σε μόρια φαρμάκων και στην ικανότητα του κυττάρου να αυτό-επισκευάζεται, έστω και αν η διαδικασία αυτή δεν αποκαθιστά πάντοτε την υγεία του ασθενούς. Με τις μελλοντικές νανομηχανές, η επισκευή στα μικρότερα συστατικά μέρη του κυττάρου θα επιτρέπει στους μελλοντικούς γιατρούς την αποκατάσταση ακόμα και των κυττάρων που έχουν γίνει αδρανή λόγω βλάβης. Οι μηχανές αυτές θα είναι σε θέση να φτάσουν στη ρίζα του προβλήματος και κυριολεκτικά να αναδομούν μόρια εντός του κυττάρου.

Για να κατανοήσουμε την κλίμακα αυτών των θαυμάτων, κάνουμε στο κύτταρο μια μεγέθυνση που θα επιτρέπει στα άτομα να φαίνονται μεγάλα σαν βότσαλα. Στην κλίμακα αυτή, το κύτταρο θα έχει διάμετρο ενός χιλιομέτρου και η μηχανή επισκευής, που καταλαμβάνει το ένα εκατομμυριοστό του όγκου του κυττάρου, θα έχει το μέγεθος ενός τριώροφου σπιτιού. Κάθε μηχανή έχει το δικό της νανο-κομπιούτερ που περικλείει περισσότερες πληροφορίες από το DNA των κυττάρων σε ένα χώρο με μέγεθος μικρού φορτηγού, ενώ τα μικρότερα εξαρτήματα της μηχανής φτάνουν στο μέγεθος της άκρης του δαχτύλου μας. Ένας αριθμός τέτοιων επισκευαστικών μηχανών θα συνδέονται με ένα μεγαλύτερο κομπιούτερ που θα έχει το ύψος ενός κτιρίου 30 ορόφων και το πλάτος ενός ποδοσφαιρικού γηπέδου.

4.3.3 Μπορούμε να διορθώνουμε τη φύση;

Λαμβάνοντας υπ' όψη μας ότι το ανθρώπινο σώμα περιλαμβάνει περίπου δέκα χιλιάδες δισεκατομμύρια δισεκατομμυρίων δομές πρωτεΐνης, που όλες τους είναι τμήμα μιας εξαιρετικά πολύπλοκης μηχανής που φέρει τη ζωή, θα μπορούν οι μελλοντικές επισκευαστικές μηχανές να βελτιώσουν σημαντικά αυτό που έχει πετύχει η φύση μέσω της εξέλιξης; Οι πρώτες επισκευαστικές

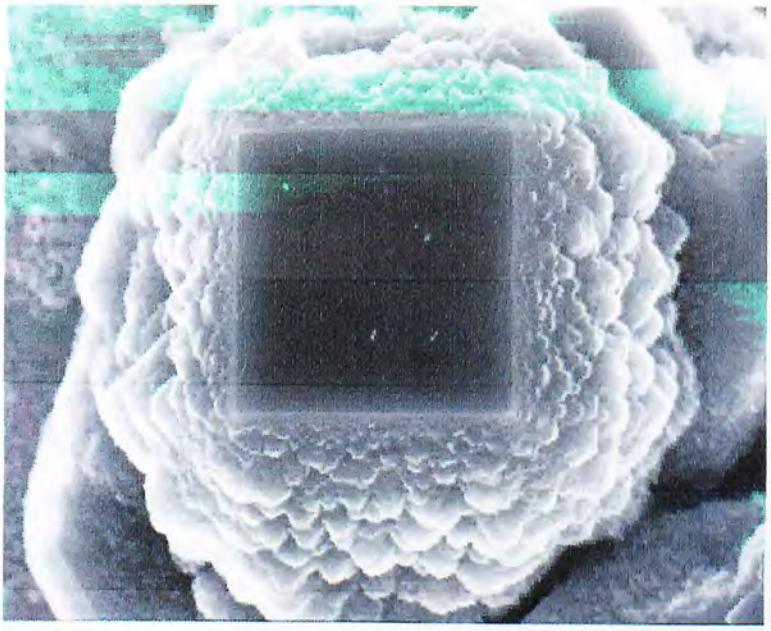
μηχανές κυττάρων κατά πάσα πιθανότητα θα είναι πολύ ειδικευμένες. Θα εισέρχονται σε ένα κύτταρο, θα εξετάζουν τη δραστηριότητα μέσα του και θα διορθώνουν ένα μόνο τύπο προβλήματος, όπως επί παραδείγματι μια ενζυμική έλλειψη ή κάποιο απλό είδος βλάβης του DNA. Όσο όμως η τεχνολογία αυτή θα εξελίσσεται, οι μηχανές θα γίνουν ικανές να επισκευάζουν διακοπές και λανθασμένους συνδέσμους στο DNA, διορθώνοντας ουσιαστικά λάθη στην αλληλουχία της αλυσίδας του DNA με τη χρήση σωστών αντιγράφων από πολλά άλλα κύτταρα σαν υπόδειγμα. Για να πραγματοποιήσει άλλες λειτουργίες, ο νανο-κομπιούτερ της μηχανής θα πρέπει να έχει πληροφορίες για το τι διαφοροποιεί ένα υγιές κύτταρο από ένα προσβεβλημένο.

Αν στόχος είναι ένα συγκεκριμένο μόριο, η μηχανή θα χρειάζεται ένα μηχανισμό «αναγνώρισης» μορίων, ακριβώς όπως τα αντισώματα αναγνωρίζουν τις πρωτεΐνες δια της αφής. Και εδώ, θα χρειαστεί η αξιοποίηση των τεράστιων πληροφοριακών αποθεμάτων που θα έχει στη διάθεσή της από το νανο-κομπιούτερ για να μπορεί να διαβάσει γρήγορα την αλληλουχία αμινοξέων και να διακρίνει ανάμεσα στις περίπου 100.000 διαφορετικές ανθρώπινες πρωτεΐνες. Η δύναμη των νανο-κομπιούτερ θα είναι τέτοια ώστε στο χρόνο που χρειάζεται ένα τυπικό ένζυμο για να αλλάξει ένα δεσμό, ο κομπιούτερ θα έχει πραγματοποιήσει πάνω από χίλια υπολογιστικά βήματα! Είναι φανερό ότι οι κατασκευασμένες από τον άνθρωπο μηχανές επισκευής θα νικήσουν σε ταχύτητα τις μοριακές μηχανές της φύσης. Θα μπορούν όμως να ξεπεράσουν την ικανότητα της φύσης να αντιμάχεται τις ασθένειες και τα δηλητήρια στο σώμα; Ναι, μέσω της ικανότητας να θεραπεύουν ακόμα και άγνωστες ασθένειες. Εφ' όσον υπάρχουν πολλοί περισσότεροι τρόποι να είναι άρρωστο το ανθρώπινο σώμα παρά υγιές, αν οι ερευνητές μάθουν να περιγράφουν λεπτομερειακά κάθε όργανο στην υγιή του κατάσταση, τότε οι νανο-επισκευαστές θα χρειάζεται μόνο να ψάξουν για αποκλίσεις από αυτή την περιγραφή για να μπορούν να αποκαταστήσουν την υγιή κατάσταση. Ούτε όμως ο πολύπλοκος ανθρώπινος εγκέφαλος μπορεί να εξαιρεθεί από τη δύναμη των επισκευαστικών νανομηχανών. Η επισκευή συγκεκριμένων συνάψεων των νευρικών κυττάρων δεν θα είναι και τόσο πολύπλοκη, εφ'

όσον η δομή τους είναι ήδη γνωστή, και κάποια στιγμή θα γίνει δυνατό να χαρτογραφηθεί ολόκληρος ο ανθρώπινος εγκέφαλος.

4.3.4 Επιδράσεις νανοτεχνολογίας στην Ιατρική

Η νανοτεχνολογία προφανώς θα επαναστατικοποιήσει την ιατρική, προσφέροντας στους ανθρώπους τη δυνατότητα να παρατείνουν τη ζωή τους. Εφ' όσον ο θάνατος θεωρείται μια ασθένεια που προέρχεται από προβληματικούς μοριακούς μηχανισμούς, χημικές ανισορροπίες και μπερδεμένες δομές, δηλαδή από προβλήματα που εμπίπτουν στη σφαίρα των επισκευαστικών νανομηχανών, η αποκατάσταση της υγείας και της νεότητας φαίνεται δυνατή. Ας ελπίσουμε ότι ο άνθρωπος θα αξιοποιήσει σωστά τον επιπλέον χρόνο που θα κερδίσει.



4.3.5 Νανοτεχνολογία και τεχνητή νοημοσύνη

Πόσος καιρός θα χρειαστεί για να πραγματοποιηθούν οι εξελίξεις που προβλέπει αυτή η εργασία; Με το σημερινό επίπεδο ανάπτυξης, μερικές από τις ιδέες που παρουσιάσαμε θα χρειαστούν εκατοντάδες ίσως και χιλιάδες χρόνια μέχρι να τις πραγματώσουν οι άνθρωποι. Όμως, η εκτίμηση αυτή αγνοεί την ολοένα και μεγαλύτερη δύναμη της τεχνητής νοημοσύνης (AI), η οποία θα αλλάξει δραστικά τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζουμε τις τεχνικές ανακαλύψεις (Bolles et al, 1973).

Σήμερα, γίνεται ραγδαία πρόοδος στον τομέα της μηχανικής νοημοσύνης. Αν και από πολύ καιρό οι κομπιούτερ θεωρούνται απλές υπολογιστικές μηχανές, ικανές μόνο για επαναληπτική εργασία, οι ερευνητές της τεχνητής νοημοσύνης (AI) υποστηρίζουν ότι οι κομπιούτερ μπορούν να γίνουν έξυπνοι και παρουσιάζουν κομπιούτερ που μπορούν να νικήσουν ακόμα και μεγάλους πρωταθλητές του σκακιού. Οι μηχανές με την ικανότητα να μαθαίνουν και να οργανώνουν τη γνώση θα γίνονται όλο και πιο κοινές, ενώ ο αυτοματισμός θα επιταχύνει την ανάπτυξη των νανομηχανών πολύ περισσότερο απ' όσο θα μπορούσαν οι ανθρώπινες ομάδες μηχανικών. Θα φτάσουμε στο σημείο όπου οι κομπιούτερ θα σχεδιάζουν κομπιούτερ, κατασκευάζοντας όλο και καλύτερα συστήματα σε κάθε γενεά. Και κάποια στιγμή, θα γίνει η απόπειρα να πραγματοποιηθεί ο έσχατος στόχος της κατασκευής ενός κομπιούτερ που θα προσομοιώνει τον ανθρώπινο εγκέφαλο (Rheingold, 1991). Όπως το φωτοτυπικό μηχάνημα, που μπορεί να μεταφέρει λέξεις από χαρτί σε χαρτί χωρίς να τις καταλαβαίνει, έτσι και οι νευροβιολόγοι θα αντιγράψουν τη δομή του εγκεφάλου χωρίς να κατανοούν τη γενική του οργάνωση (Robinett, 1991). Οι εξελιγμένες νανομηχανές και η νανοηλεκτρονική θα απομιμηθούν τη συμπεριφορά των συνάψεων, μόνο που αυτό θα γίνει ένα εκατομμύριο φορές ταχύτερα. Επειδή κάθε σύναψη του εγκεφάλου μας είναι κάτι πολύ περισσότερο από ένα κλειστό-ανοιχτό διακόπτη και στην πραγματικότητα μεταβάλλει τη δομή της με τη διαδικασία μάθησης, κάθε τεχνητή σύναψη θα περιβάλλεται από νανο-κομπιούτερ που θα λένε στο νανομηχανισμό πώς να προσαρμόσει το διακόπτη ανάλογα με την επιθυμητή απόκριση. Και αν ένα κυβικό εκατοστό φαίνεται πάρα πολύ μικρός χώρος για ένα κομπιούτερ τέτοιας πολυπλοκότητας, σκεφθείτε ότι μιλάμε για ένα χώρο 1.012 φορές μεγαλύτερο από το νανο-κομπιούτερ που περιγράψαμε προηγουμένως (Lanier, 1992)!

4.3.6 Ερευνητές αναπτύσσουν νανοβόμβες εναντίον του καρκίνου

Στο πανεπιστήμιο Delaware ερευνητές ανοίγουν ένα νέο μέτωπο στον πόλεμο κατά του καρκίνου εφαρμόζοντας νέες νανοτεχνολογίες για την ανίχνευση και τη θεραπεία του καρκίνου, με την εισαγωγή μιας απλής

νανοβόμβας που μπορεί κυριολεκτικά να ανατινάξει τους όγκους του καρκίνου του μαστού (Baker et al, 1988).

Ο ινδός Balaji Panchapakesan, βοηθός καθηγητή της ηλεκτρικής και εφαρμοσμένης υπολογιστικής μηχανικής στο πανεπιστήμιο αυτό, έχει δημοσιεύσει πρόσφατα σχετικά με τις ανακαλύψεις μιας ομάδας επιστημόνων στα περιοδικά NanoBiotechnology και Oncology.

Ο Panchapakesan ανέφερε ότι είναι μια βασική έρευνα στα πρώτα στάδια της και ότι θα χρειαστούν πολλά χρόνια εκτενών κλινικών δοκιμών προτού να μπορέσουν οι νανοβόμβες να χρησιμοποιηθούν στην πράξη σε ιατρικές εφαρμογές για την θεραπεία του καρκίνου στην πράξη.

«Μην κάνετε κανένα λάθος, στρεφόμαστε στο ξερίζωμα του καρκίνου», λέει ο Panchapakesan, εξηγώντας ότι οι νανοβόμβες είναι το αποτέλεσμα εργασίας εδώ και δύο ετών με νανοσωλήνες από άνθρακα, οι οποίοι είναι άτομα του άνθρακα που διευθετούνται σε σωληνοειδή μορφή.

Αρχικά, είπε, η ερευνητική ομάδα εξέταζε τη χρήση του νανοσωλήνα από άνθρακα ως οχήματα παράδοσης των φαρμάκων μέσα στον οργανισμό. Επειδή είναι μικρότεροι από το μέγεθος ενός απλού κυττάρου, οι νανοσωλήνες μπορούν να εξασφαλίσουν μια ιδιαίτερα εκλεκτική έγχυση των φαρμάκων στα μεμονωμένα κύτταρα.

Καθώς οι ερευνητές έκαναν διάφορα πειράματα η ομάδα έκανε μια τρομακτική ανακάλυψη. «Όταν βάζουμε τα άτομα σε διαφορετικές μορφές και σχήματα, παίρνουν διαφορετικές ιδιότητες στην περιοχή της νανοκλίμακας», εξηγεί ο Panchapakesan. «Πειραματιζόμαστε με τα μόρια και εξετάζαμε τις οπτικές και θερμικές ιδιότητες, και έτσι βρήκαμε ότι θα μπορούσαμε να προκαλέσουμε μικροσκοπικές εκρήξεις των νανοσωλήνων με μεγάλη ποικιλία συνθηκών».

Εκρήξεις αερίων που είναι μέσα στους νανοσωλήνες έχουν ήδη παρατηρηθεί σε ένα περιβάλλον οξυγόνου, που δημιουργεί την ανάφλεξη. Εντούτοις, η εργασία που αναφέρεται από Panchapakesan χρησιμοποιεί την θερμότητα που εντοπίζεται σε ένα μικρό χώρο.

Ο Panchapakesan τονίζει ότι οι νανοβόμβες είναι ακριβώς αυτό που λέει και η λέξη, μικροσκοπικές βόμβες σε νανοκλίμακα. «Λειτουργούν σχεδόν όπως

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ένα σμήνος από βόμβες», είπε. «Μόλις εκτεθούν στο φως και την προκύπτουσα θερμότητα, αρχίζουν να σκάνε η μία μετά από την άλλη».

Οι βόμβες δημιουργούνται με τη συσσώρευση των νανοσωλήνων του άνθρακα. Με ένα μοναδικό νανοσωλήνα, η θερμότητα που παράγεται από το φως διαλύεται από τον περιβάλλοντα αέρα. Στο σμήνος όμως, η θερμότητα δεν μπορεί να διαλυθεί γρήγορα και το αποτέλεσμα είναι «μια έκρηξη στην νανοκλίμακα», συνεχίζει ο Panchapakesan.

Όταν οι ερευνητές του Delaware είδαν τις εκρήξεις, συνειδητοποίησαν ότι είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν οι μικροσκοπικές βόμβες για να σκοτώσουν τα καρκινικά κύτταρα. Αναδημιούργησαν τις εκρήξεις σε διαλύματα που περιείχαν νερό, φωσφορικό άλας και αλάτι, που σήμανε ότι οι νανοβόμβες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στο ανθρώπινο σώμα. Στην πραγματικότητα οι εκρήξεις ήταν πιο μεγάλες στα αλατούχα διαλύματα, είπε ο Panchapakesan.

«Οι νανοβόμβες είναι πολύ εκλεκτικές, τοπικές και ελάχιστα ενοχλητικές. Μπορεί να προκαλέσουν αυτό που ονομάζω νανοπόνο, σαν ένα τσίμπημα από καρφίτσες».

Θεωρεί ότι οι νανοβόμβες υπόσχονται πολλά ως θεραπευτικό μέσον για τη δολοφονία των κυττάρων του καρκίνου, με ιδιαίτερη έμφαση στα κύτταρα του καρκίνου του μαστού, επειδή το κρουστικό κύμα του σκοτώνει τα καρκινώδη κύτταρα. Επίσης καταστρέφει και τις βιολογικές διαβάσεις που μεταφέρουν οδηγίες για να παραγάγουν πρόσθετα καρκινικά κύτταρα και τις μικρές φλέβες που τρέφουν τα άρρωστα κύτταρα. Επίσης, μπορεί να εξαπλωθεί σε μια μεγάλη περιοχή για να δημιουργήσει δομική καταστροφή στα καρκινικά κύτταρα που είναι πολύ κοντά το ένα με το άλλο.

Οι νανοβόμβες υπερέχουν από διάφορες τρέχουσες θεραπείες επειδή είναι ισχυρές, εκλεκτικές, μη εγχειρητικές, μη τοξικές και μπορούν να ενσωματώσουν την τρέχουσα τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένης και της μικροχειρουργικής.

Ένα πλεονέκτημα πάνω από τις άλλες θεραπείες με νανοσωλήνες από άνθρακα, που εξετάζονται από τους επιστήμονες, είναι ότι με τις νανοβόμβες, ο άνθρακας των νανοσωλήνων καταστρέφεται μαζί με τα καρκινικά κύτταρα.

Μόλις εκραγούν οι νανοβόμβες και σκοτώσουν τα καρκινικά κύτταρα, τα μακροφάγα μπορούν να καθαρίσουν δραστικά τα συντρίμμια των κυττάρων και των νανοσωλήνων μαζί.

Άλλες θεραπείες διατηρούν τον άνθρακα των νανοσωλήνων και των νανοσωματιδίων άθικτο. Εάν το υλικό πάει στα νεφρά ή συσσωρευτεί στα αγγεία, τότε τα νανοσωματίδια μπορεί να κάνουν φραγμούς και να δημιουργήσουν προβλήματα, λέει ο Panchapakesan. Επιπλέον, η νανοβόμβα είναι πιθανώς ο μόνος τρόπος να χρησιμοποιήσουμε νανοσωλήνες χωρίς οποιαδήποτε κυτταροτοξικότητα καθώς οι νανοσωλήνες καταστρέφονται εντελώς.

Οι σημερινές χειρουργικές τεχνικές δεν είναι ακριβείς και τα καρκινώδη κύτταρα συχνά μένουν πίσω. Επιπλέον, οι καρκίνοι σε κάποιο μέρος του σώματος, όπως οι αρτηρίες και οι φλέβες, θεωρούνται μερικές φορές μη επιδεχόμενος χειρουργική επέμβαση. Οι νανοβόμβες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να στοχεύσουν σε οποιαδήποτε κατάλοιπα καρκινικών κυττάρων και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε μέρος του σώματος, επιτρέποντας έτσι τη χρήση της θεραπείας με νανοβόμβες για μια ευρεία ποικιλία καρκίνων.

Και όπως τονίζει ο Panchapakesan η μέθοδος αυτή είναι πολύ καλύτερη από ό, τι η σύγχρονη χημειοθεραπεία, που είναι μη εκλεκτική, σκοτώνει και τα υγιή κύτταρα όπως και τα καρκινικά και οδηγεί σε μια πτώση στην ποιότητα της ζωής για τον ασθενή. Και επιπλέον οι νανοβόμβες είναι μια «πολύ απλή τεχνική» και υπό αυτήν τη μορφή θα αποδειχθεί ότι έχει καλύτερη πιθανότητα για να πετύχει.

4.3.7 Νανοτεχνολογία και βιοϊατρική έρευνα

Εκτός από την θεραπεία, θεωρεί ότι η νανοτεχνολογία μπορεί να δώσει νέα εργαλεία για τη διάγνωση του καρκίνου μέσω της χρήσης μικροσκοπικών νανοαισθητήρων.

«Στο μέλλον, το όραμά μου είναι ότι οι άνθρωποι θα έχουν εργαλεία στο σπίτι που θα μπορούν να ανιχνεύσουν τον καρκίνο. Μετά την δουλειά θα είναι σε θέση να πάνε σε μια κλινική, να θεραπευθούν με τις νανοβόμβες και

να πάνε μετά στο σπίτι τους», προσθέτει ο ίδιος επιστήμονας. Ενώ αυτά τα αρχικά πειράματα γίνονται στα καρκινικά κύτταρα του μαστού, εργάζεται επίσης για να επεκτείνει τη μέθοδό του στον προστατικό καρκίνο και στον καρκίνο του πάγκρεας (Taylor et al, 1992).

Προβλέπει επίσης νανο-βιο-ρομπότ ή νανο-χειρουργικά εργαλεία που θα μπορούν να τοποθετηθούν μέσα στο σώμα για να αφαιρέσουν όγκους σε περιοχές που προηγουμένως ήταν απρόσιτες στη χρήση παραδοσιακών μεθόδων.

Τα συμπεράσματα της ομάδας αυτής είναι το αποτέλεσμα διεπιστημονικής έρευνας. Ενώθηκαν διαφορετικές επιστήμες για να κάνουν αυτήν την εργασία, όπως για παράδειγμα η βιολογία του καρκίνου, η φυσική, η ηλεκτρική και εφαρμοσμένη υπολογιστική μηχανική καθώς και η χημεία. Η διεπιστημονική έρευνα προβλέπει νέες προοπτικές και επιφέρει νέες ιδέες, που είναι πιθανώς ο δρόμος του μέλλοντος.

Ο Panchapakesan έχει πτυχίο στην εφαρμοσμένη μηχανική των υλικών από την Ινδία και το διδακτορικό του στην εφαρμοσμένη μηχανική από το πανεπιστήμιο του Μέρυλαντ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤ

5.1 Εισαγωγή – Εφαρμογές στην προσθετική

Το πρώτο μηχανικό χέρι με δάχτυλα που κινούνται ανεξάρτητα και μπορεί να μιμηθεί σημαντικά το ανθρώπινο, δημιούργησαν Βρετανοί ερευνητές. Ένα βήμα πιο κοντά στη δημιουργία προσθετικών χεριών με υποτυπώδη αίσθηση αφής βρίσκονται οι επιστήμονες. Ερευνητική ομάδα από το πανεπιστήμιο Σαουθάμπτον της Μεγάλης Βρετανίας κατασκεύασε το πρώτο ρομποτικό χέρι με δάχτυλα που κινούνται ανεξάρτητα, αναπτύσσοντας τον αντίχειρα. Το «Remedi-Hand» μπορεί να συνδεθεί με μύες του πήχη μέσω μιας μικρής επεξεργαστικής μονάδας και ελέγχεται με μικρές συσπάσεις των μυών που κινούν τον καρπό (Stone, 1991).

Οι κινήσεις του ανθρώπινου χεριού είναι πολύ δύσκολο να γίνουν από μηχανές, καθώς είναι ιδιαίτερα σύνθετες, ενώ τα περισσότερα προσθετικά χέρια είναι ακίνητα ή μπορούν μόνο να κλείνουν την παλάμη γύρω από ένα αντικείμενο. Ωστόσο, οι ερευνητές υποστηρίζουν πως το «Remedi-Hand» μπορεί να μιμηθεί το ανθρώπινο χέρι σε σημαντικό βαθμό. «Στόχος μας είναι να δημιουργήσουμε ένα χέρι τόσο λειτουργικό όσο το ανθρώπινο, αλλά και με αίσθηση της αφής», δήλωσε ο επικεφαλής των επιστημόνων, δρ. Πολ Τσάπελ.

5.1.1 Σημαντική εξέλιξη στα προσθετικά χέρια

Το «Remedi-Hand» έχει βάρος 400 γραμμάρια (λιγότερο από την ανθρώπινη παλάμη) και ο σκελετός του είναι από ανθρακόνημα. Ο δείκτης, ο μέσος και ο παράμεσος είναι ίδιοι για λόγους κόστους και αποτελούνται από τρία τμήματα, ενώ μικρογραφία τους αποτελεί το μικρό δάχτυλο.

Το μυστικό του νέου ρομποτικού χεριού κρύβεται στον αντίχειρα. Και αυτός αποτελείται από τρία τμήματα, ωστόσο, διαθέτει δύο κινητήρες (αντί για έναν), κάτι που του επιτρέπει να κάμπτεται, να περιστρέφεται και να ακουμπά με την άκρη τον μέσο.

«Ο πραγματικός αντίχειρας μπορεί να εκτελεί πέντε είδη κινήσεων και πετύχαμε να δημιουργήσουμε έναν που μπορεί να μιμηθεί τουλάχιστον δύο», επεσήμανε ο δρ. Τσάπελ. Σύμφωνα με τον ίδιο, με το «Remedi-Hand» μπορεί

κανείς «να κρατήσει μια μπάλα, να κινήσει αντίχειρα και μέσο όπως όταν ξεκλειδώνει μια πόρτα και να γραπώσει ένα αντικείμενο σαν κρατά ένα σφυρί ή μικρόφωνο».

Επόμενος στόχος της ερευνητικής ομάδας είναι να εξοπλίσει το ρομποτικό χέρι με αισθητήρες, ώστε να αποκτήσει στοιχειώδη αίσθηση της αφής (Chrichton, 1973).

5.2 Ρομπότ πραγματοποιούν ανθρώπινους διασκελισμούς

Τα τελευταία ρομπότ που περπατάνε σαν τους ανθρώπους- αυτή η γνωστή βάση πολλών ταινιών επιστημονικής φαντασίας- επιδείχτηκαν από επιστήμονες από τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ολλανδία.

Τρία σχέδια με δύο πηδάλια, το καθένα φτιαγμένο από μια διαφορετική ερευνητική ομάδα, χρησιμοποιούν την ίδια αρχή για να καταφέρουν έναν βηματισμό όμοιο με τον ανθρώπινο (Huxley, 1970).

Το να φτιάχνεις μηχανές που να περπατούν σαν και εμάς έχει αποδειχθεί πολύ δύσκολο να γίνει.

Τα νέα σχέδια επιδείχθηκαν στον Αμερικάνικο Σύνδεσμο για την Πρόοδο της Επιστήμης, (AAAS- American Association for the Advancement of Science) στην ετήσια συνάντηση που έγινε στην Ουάσιγκτον DC αυτόν τον χρόνο.

Παρόλο που μηχανές όπως αυτές στη ταινία «I, Robot» είναι ακόμα πολύ μακριά, τα ρομπότ που χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο περπατήματος θα μπορούσαν να έχουν χρήση σε επικίνδυνες αποστολές στο διάστημα ή στη καθαριότητα ατομικών και τοξικών αποβλήτων (Kapor, 1991).

Η δουλειά αυτή θα μπορούσε να μεταμορφώσει τον τρόπο που τα ανθρωποειδή ρομπότ φτιάχνονται και φέρνει την προοπτική της αντικατάστασης με ρομποτικά άκρα ένα βήμα πιο κοντά.

Οι Ιάπωνες έχουν κάνει ήδη μεγάλη πρόοδο στα ανθρωποειδή ρομπότ που περπατούν- μηχανές όπως η τελευταία της Sony QRIO, και η Asimo της Honda, στις οποίες κινητήρες ελέγχουν πολλή από την κίνηση.

Οι καινούριες μηχανές που επιδείχθηκαν στη συνάντηση της AAAS έχουν λιγότερο έλεγχο πάνω στην κίνησή τους και χρησιμοποιούν λιγότερη

ενέργεια από τα «κανονικά» ρομπότ, παρόλα αυτά περπατούν με τρόπο περισσότερο όμοιο με τον ανθρώπινο, αξιώνουν οι σχεδιαστές τους.

Δύο από τις μηχανές που αναπτύχθηκαν στο Πανεπιστήμιο του Cornell στις Ηνωμένες Πολιτείες και στο Πανεπιστήμιο του Delft στην Ολλανδία αντιστοίχως, έχουν φτιαχτεί με παρόμοιο τρόπο (Laurel, 1990).

Αλλά ενώ το ρομπότ του Cornell παίρνει την ισχύ του από μπαταρίες στα χέρια του, το ρομπότ του Delft χρησιμοποιεί αέριο σε μεταλλικά κουτιά σε μια προσπάθεια να μιμηθούν τους ανθρώπινους μυς. Έχει έναν άδειο κουβά για κεφάλι, για να τονιστεί ότι δεν χρησιμοποιεί καθόλου ευφυΐα.

Στο τρίτο ρομπότ, που αναπτύχθηκε στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης, έχει δοθεί το υποκοριστικό «Νήπιο» λόγω του τρόπου με τον οποίο περπατάει. Χρησιμοποιεί νευρικά δίκτυα για να μάθει- προσαρμόζοντας την κίνησή του σύμφωνα με το πεδίο που βρίσκεται.

Είναι περίπου 43 εκατοστά ψηλό, ζυγίζει 2. 8 κιλά, και έχει καμπυλωτές πατούσες που μοιάζουν με παπούτσια.

«Για πρώτη φορά, επιδείξαμε ένα ρομπότ που μαθαίνει να περπατάει χωρίς τίποτα στο σύστημα ελέγχου του να του λέει πώς», είπε ο Russ Tendrake, του τμήματος των γνωστικών και εγκεφαλικών επιστημών.

«Μαθαίνει να περπατάει σε περίπου 20 λεπτά από μια άδεια πλάκα και προσαρμόζει τον εαυτό του σε κάθε βήμα».

Το «Νήπιο» μεταφέρει το βάρος του από το ένα πόδι στο άλλο μέχρι να έχει αρκετή ενέργεια για να ξεκινήσει να περπατάει προς τα μπροστά. Μπορεί να ξεκινήσει, να σταματήσει και να περπατήσει προς τα πίσω (Laurel, 1991).

Η έρευνα θα μπορούσε να μας πει πολλά για τον τρόπο που οι άνθρωποι περπατούν: προτείνει ότι η παθητική- δυναμική κίνηση παίζει έναν ρόλο κλειδί στην ανθρώπινη μετακίνηση (Books et al, 1983).

5.3 Ρομποτική και δίαιτα

Μήπως οι διακοπές εκτός από ωραίες αναμνήσεις σας άφησαν και ορισμένα περιττά κιλά, τα οποία δεν μπορείτε να χάσετε; Μήπως δεν μπορείτε να αντισταθείτε στον πειρασμό της τούρτας, που έχετε στο ψυγείο;

Μην ανησυχείτε, η ρομποτική είναι στο πλευρό σας. Αμερικανοί ειδικοί, με επικεφαλής την Σίνθια Μπρίζελ από το MIT Media Lab στο Κέμπριτζ της Μασαχουσέτης κατασκεύασαν ένα σκύλο ρομπότ, μία νέα έκδοση του Aibo της Sony, το οποίο θα παρακολουθεί κάθε κίνησή σας και θα γίνει ο άγρυπνος φρουρός της ωραίας σας σιλουέτας. Το σκυλάκι ρομπότ συνδέεται ασύρματα με τη ζυγαριά και παρακολουθεί την πορεία της δίαιτάς σας και τις θερμίδες, που καταναλώνετε. Το μόνο, που χρειάζεται είναι να το ρωτήσετε «Πως είμαι». Αν έχετε χάσει βάρος θα κουνάει την ουρά του, θα αναβοσβήνει φωτάκια και θα παίζει μουσική, για να σας δίνει κουράγιο! Όταν, όμως ξεπερνάτε τις θερμίδες σας, θα είναι κατσούφικο και θα παίζει άτονη μουσική. Το σκυλάκι θα κρατήσει στη μνήμη του την πορεία της δίαιτάς σας, ενώ θα μπορεί να θυμάται για σας τα γεύματα, που πρέπει να παίρνετε, καθώς όπως δείχνουν οι έρευνες όσοι καταγράφουν την πορεία της δίαιτάς τους έχουν και καλύτερα αποτελέσματα. Το σκυλάκι ρομπότ θα παρουσιαστεί στο συνέδριο UbiComp στις 11 Σεπτεμβρίου 2007 στο Τόκιο της Ιαπωνίας (Pesce et al, 1991).

5.4 Ερευνητές κατασκευάζουν βιονικό τσιπ.

Ερευνητές λένε ότι έχουν βρει τον τρόπο να συζεύξουν ανθρώπινα κύτταρα με κυκλώματα μέσα σ' ένα «βιονικό τσιπ» που θα μπορούσε να παίξει ένα ρόλο κλειδί στην ιατρική και στην βιογενετική.

Αυτή η μικροσκοπική συσκευή-μικρότερη και λεπτότερη από μια τρίχα-συντονίζει ένα υγιές ανθρώπινο κύτταρο με το ηλεκτρικό κύκλωμα ενός τσιπ. Ελέγχοντας το τσιπ μ' ένα κομπιούτερ, οι επιστήμονες λένε ότι μπορούν να ελέγξουν τη δραστηριότητα του κυττάρου. Το κομπιούτερ στέλνει ηλεκτρικά σήματα στο κυτταρικό-τσιπ, που επιδρούν στους πόρους της μεμβράνης του κυττάρου ώστε να ανοίξουν και να ενεργοποιήσουν το κύτταρο.

Οι επιστήμονες ελπίζουν ότι θα μπορούν να κατασκευάζουν κυτταρικά-τσιπ σε μεγάλους αριθμούς και να τα εισάγουν μέσα στο σώμα για να αντικαταστήσουν ή να επιδιορθώσουν αρρωστημένους ιστούς.

Τα κυτταρικά-τσιπ επίσης τους δίνουν μεγαλύτερο έλεγχο πάνω σε δύσκολες διαδικασίες γονιδιακής θεραπείας επειδή μπορούν με μεγαλύτερη

ακρίβεια να ανοίγουν τους πόρους του κυττάρου, είπε ο επικεφαλής της έρευνας Βόρις Ρουμπίνσκυ.

Οι ερευνητές ελπίζουν τελικά να αναπτύξουν κυτταρικά-τσιπ με το ακριβές ηλεκτρικό δυναμικό που χρειάζεται για την ενεργοποίηση διαφόρων ανθρώπινων ιστών, από μύες μέχρι τα οστά και τον εγκέφαλο. Μ' αυτό τον τρόπο, τα κυτταρικά-τσιπ θα μπορούν να εφαρμόζονται κατά χιλιάδες για να διορθώνουν μια ποικιλία προβλημάτων υγείας.

«Στο παρελθόν, κάθε ηλεκτρισμός που εφαρμοζόταν στο κύτταρο ήταν σαν να το χτυπούσες μ' ένα σφυρί ελπίζοντας ότι κάτι θα συνέβαινε, ή ότι θα άνοιγε για μας. Τώρα, ξέρουμε ακριβώς πώς να το κάνουμε αυτό να δουλέψει», είπε ο Ρουμπίνσκυ (Borrowman, 1974).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Το μέλλον είναι ελπιδοφόρο εξαιτίας της μεγάλης ικανότητας των σύγχρονων ρομποτικών χειρουργικών συστημάτων να επεκτείνουν τις δυνατότητες της χειρουργικής πέρα από τους ανθρώπινους περιορισμούς. Νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται συγχρόνως με τη ρομποτική υπόσχονται σύντομα να ενσωματωθούν στις επόμενες γενιές των χειρουργικών ρομπότ.

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

Εκτός από τα τυπικά ρομποτικά συστήματα που είναι διαθέσιμα σήμερα, μερικά από τα συστήματα επόμενης γενιάς ενδεχομένως να χρησιμοποιούν τεχνολογία από τον αναδυόμενο τομέα της νανοτεχνολογίας και των μικροσυστημάτων. Έχουν γίνει ήδη υποθέσεις για τη χρήση μικροσκοπικών ρομπότ μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό. Τα συγκεκριμένα ρομπότ θα εισάγονται με τη βοήθεια μίας ένεσης μέσα στο σώμα του ασθενούς και θα καθοδηγούνται μέσω της αιματικής ροής προς το σημείο ενδιαφέροντος. Θα μπορούν να μετακινούνται μέσα στο ανθρώπινο σώμα, να συλλέγουν πληροφορίες και να εκτελούν μικρές εργασίες αποκατάστασης. Εάν τα σχέδια για τα "νανορομπότ" γίνουν πραγματικότητα, τότε μελλοντικά ίσως

αυτά να είναι σε θέση να εντοπίζουν και να διαλύουν πέτρες στα νεφρά, να καθαρίζουν τα αιμοφόρα αγγεία ή να μεταφέρουν φάρμακα στα κύτταρα όγκων με κακοήθεια. Αν και η συγκεκριμένη ιδέα είναι αρκετά ενδιαφέρουσα, πρέπει να επιλυθούν αρκετά εμπόδια που αφορούν την κατασκευή και τον έλεγχο τόσο μικρών, ολοκληρωμένων και πολύπλοκων συστημάτων σε μοριακό πλέον επίπεδο. Η πρώτη γενιά των συστημάτων αυτών δεν θα είναι ορατή με γυμνό μάτι, θα κατασκευαστεί πιθανώς με χημικές μεθόδους σε δισεκατομμύρια αντίγραφα και δεν θα είναι ελεγχόμενη, αλλά προγραμματισμένη να αναγνωρίζει συγκεκριμένους τύπους κυττάρων ή ιστών.

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

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

Asimov, I. *I. Robot*, Doubleday & Co. Inc., New York, 1977.

Baker, D. and Wampler, C., «On the Inverse Kinematics of Redundant Manipulators». International Journal of Robotics Research, 7(2), 1988.

Ballantyne, G.H. (2002), "Robotic surgery, telerobotic surgery, telepresence and telementoring. Review of early clinical results", Surg Endosc, vol. 16, no. 10, p.p. 1389-1402.

Bolles, R. and Paul, R.P. The Use of Sensory Feedback in a Programmable Assembly System. Stanford Artificial Intelligence Laboratory, Stanford University, AIM-220, 1973.

Books, W.J. and Majette, M., «Controller Design for Flexible Distributed Parameter Mechanical Arms Via Combined State Space and Frequency Domain Techniques». ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control (Dec. 1983).

Borrowman, G.L. «Remote Manipulator Systems». Spaceflight, 21(12), pp. 495-496, 1974.

Camarillo DB., Krummel TM. Salisbury JK. (2004), "Robotic technology in surgery: past, present and future", Am J Surge, vol. 188, no. 1, p.p. 2-15.

Chrichton, Michael. «The Terminal Man». Bantam Books. 1973.

Cohen, J. Human Robots in Myth and Sciences. Allen and Unwin, London, England, 1966.

Hazey, J.W., Melvin, W.S. (2004), "Robot-assisted general surgery", Semin Laparosc Surg, vol. 11, no. 2, p.p. 107-112.

Hockstein N., Gourin C., Faust R., Terris D. (2007), "A history of robots: from science fiction to surgical robotics", J Robot Surge, volume 1, no. 2, p.p. 113-118.

Huxley, Aldous. «The Doors of Perception». Harper & Row: New York. 1970.

Kapor, Mitch. «The Electronic Frontier Foundation». 1991.

Kato, I. «Coming Robot New Era (A Viewpoint)». *Robotica,* 1, pp. 9-13, 1983.

Kim H., Schulam P. (2004), "The PAKY, HERMES, AESOP, ZEUS and daVinci robotic systems" Urol Clinics North Am, volume 31, no. 5, p.p. 659-669

Kumar R., Hemal A. (2005), "Emerging role of robotics in urology", J of Minim Access Surge, volume 1, no. 4, p.p. 202-210.

Langlotz F. (2004), "Potential pitfalls of computer aided orthopedic surgery", Injury, volume 35, no. 1, p.p. 17-23.

Lanier, Jaron. «Virtual Reality: A Status Report. « «Cyberarts: Exploring Art and Technology». Jacobson, ed. , Miller Freeman: San Francisco. 1992.

Laurel, Brenda, ed. «The Art of Human-Computer Interface Design». Addison-Wesley: New York. 1990.

Laurel, Brenda. «Computers as Theatre». Addison-Wesley: New York. 1991.

Link, RE., Bhayani, SB., Kavoussi, LR. (2006), "A prospective comparison of robotic and laparoscopic pyeloplasty", Ann Surg., vol. 243, no. 4, pp. 486-491.

March, P., «The Mechanization of Mankind», *New Scientist,* pp. 418-421, Feb. 12, 1981.

Marescaux J., Rubino F. (2003), "The ZEUS robotic system: experimental and clinical applications", Surg Clinics North Am, volume 83, no. 5, p.p. 1305-1315.

Merlet, J.-P. *Les Robots Parallèles*. Hermes Publishers, Paris, 1990.

Muhlmann, G., Klauss, A., Kirchmayer, W., Wykypiel, H., Unger, A., Holler, E., Nehoda, H., Aigner, F., Weiss, HG. (2003), "DaVinci robotic-assisted laparoscopic bariatric surgery: is it justified in a routine setting?", Obes Surg., vol. 13, no. 6, pp. 848-854.

Pesce, Mark D. and Michael J. Donahue. «Elements: The Navigation of Cyberspace». Unpublished. 1991.

Rheingold, Howard. «Virtual Reality». Summit Books: New York. 1991.

Robinett, Warren. Virtual Worlds Research at the University of North Carolina, University of North Carolina. 1991.

Sanders, D.A. *Making Complex Machinery Move: Automatic Programming and Motion Planning*. Wiley & Sones, New York, 1993.

Stone, Allucquere Rosanne. «Will the Real Body Please Stand Up?: Boundary Stories about Virtual Cultures. « «Cyberspace: The First Steps». Benedikt, ed. MIT Press, Cambridge. 1991.

Taylor, et. al. «The Nanomanipulator: An Atomic-Scale Teleoperator». the University of North Carolina. 1992.

Vassiliades, TA Jr. (2006), "Robotics in cardiac surgery", International Journal of Medical Robotics, vol. 2, no. 1, pp. 4-6.

Williams, T.J. «Ergonomics, Robots Market and Industry». In R. C. Dorf, editor, *Consile International Encyclopedia of Robotics*, pp. 248-256, Wiley & Sons, Inc., 1990, New York.

Ελληνική

Αλεξανδροπούλου Χ.Α., Παναγιωτόπουλος Η. (2010), "Η Νέα Πρόκληση για το Ιατρικό και Νοσηλευτικό Προσωπικό στον 21ο αιώνα", Ελληνικό Περιοδικό της Νοσηλευτικής Επιστήμης, Τόμος 3, σ. 72-75.

Δ. Μ. Εμίρης – Δ. Ε. Κουλουριώτης, *Ρομποτική*, 2η έκδοση-εμπλουτισμένη, Αθήνα 2004.

Διαμαντής, Θ. (2009), "Ρομποτική Βαριατρική Χειρουργική", Συνέδριο Λαπαροενδοσκοπικής Χειρουργικής και Διεθνές Συμπόσιο: Συνεργασία για την εξέλιξη της χειρουργικής, Αθήνα, Ελλάδα.

Εγκυκλοπαίδεια «Νέα Δομή» Τόμος 30 pp.62,

Κωνσταντινίδης, Κ., Χειρίδης, Σ., Ξιάρχος, Α., Αναστασάκου, Κ., Σάμπαλης, Γ., Βοριάς, Μ., Γεωργίου, Μ., Θωμάς, Δ. (2009), "Το χειρουργικό ρομπότ DAVINCI στη Γενική Χειρουργική: Δύο χρόνια μετά από την έναρξη του πρώτου προγράμματος ρομποτικής χειρουργικής στην Ελλάδα", 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ρομποτικής, Αθήνα, Ελλάδα.

Παππής Χ. (2009), "Η ρομποτική τεχνολογία στην υπηρεσία της χειρουργικής και του ασθενούς", Medlife, Τόμος 11, Τεύχος 2, σ. 22-24.

Σαραντής Τάσος, Άρθρο, Εφημερίδα ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ 1/11/05

Διαδίκτυο

http://www.axiarchos.gr/surg05.asp

http://robotics.jpl.nasa.gov/tasks/rams/homepage.html

http://tovima.dolnet.gr

http://www.computermotion.com/

http://www.robotbooks.com/robot-surgeon.htm

http://news. launcher. pathfinder. gr / periscopio / space _ surgery.html

http://transport-magazine. gr/2001/09/20yearsagogr.htm#002

http://www.go2.com.cy/ main / default.aspx?mid=180&TabID=50&ItemID =7967

http://www. kourelis. com/web/ia/news_world/1999-01.htm

http://www.techmed.teigher.gr

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

http://www.aueb.gr/pympe/hercma/proceedings2005/H05-FULL-PAPERS-1/PETROPOULOUMANTAS-BEKAKOS-1.pdf. Petropoulou S., Mantas J. and Bekakos M., Current Medical Digital Applications-Telesurgery, HERCMA Proceedings, 2005.

http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1420376: Bagchi S., Telemedicine in Rural India, PLoS Medicine, 3(3):e82, March 2006

http://csdl2.computer.org/comp/proceedings/hicss/2000/0493/05/04935023.pdf: Bauer J., Lee B., Stoianovici D., Bishoff J., Janetschek G., Bunyaratavej P., Kamolpronwijit W., Ratchanon S., O'Kelley S., Cadeddu J., Micali S., Micali F., Li M., Goh P., Png D. and Kavoussi L., Remote Telesurgical Mentoring: Feasibility and Efficacy, Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences, 2000

http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1422462: Marescaux J., Leroy J., Rubino F., Smith M., Vix M., Simone M. and Mutter D., Transcontinental Robot-Assisted Remote Telesurgery: Feasibility and Potential Applications, Annals of Surgery, 235(4): 487-492, April 2002

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

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

http://www.utmj.org/issues/82.1/Tech_Review_82-52.pdf: Holt D., Zaidi A., Abramson J. and Somogyl R., Telesurgery: Advances and Trends, University of Toronto Medical Journal, 82(1):52-54, December 2004

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ