

H/Γ
547



Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ



ΣΧΟΛΗ:ΣΤΕΦ / ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΤΡΥΦΟΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ:32107

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΣΙΝΙΟΡΟΣ

ΣΥΝΥΠΕΥΘΥΝΟΣ:ΒΑΣΙΛΗΣ ΝΙΚΟΛΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	4
---------------	---

Κεφάλαιο 1

Χειρουργική NOTES

Εισαγωγή.....	5
Μικρο-ρομπότ.....	7
Ρομποτική χειρουργική.....	10
Ρομποτική στη χειρουργική NOTES.....	19
Μικρο-ρομπότ στη χειρουργική NOTES.....	22
Σύνοψη.....	32

Κεφάλαιο 2

Ηλεκτροχειρουργική-τεχνικές και μέθοδοι

Πρόλογος.....	34
Εισαγωγή και Ιστορική αναδρομή.....	35
Συνοπτική περιγραφή.....	36
Ενδοσκόπια.....	37
Εργαλεία ενδοσκοπικής χειρουργικής.....	41
Ηλεκτρόδιο διαθερμίας.....	44
Ηλεκτροχειρουργική με ενδοσκόπιο.....	45
Ιατρικά πεδία εφαρμογής.....	49
Λαπαροσκοπική μέθοδος.....	51
Λαπαροσκοπικές επεμβάσεις.....	57
Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτροδίων διαθερμίας.....	62
Προδιαγραφές ασφάλειας.....	65
Προφυλάξεις.....	77
Τεχνικές προδιαγραφές.....	78
Συντήρηση.....	88
Σύγκριση: πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεθόδων και τεχνικών.....	90
Συμπέρασμα.....	100

Κεφάλαιο 3

Λείζερ και αισθητήρες

Αρχή λειτουργίας.....	102
Κύριοι τύποι λέιζερ.....	104
Κατασκευή λέιζερ.....	105
Σύνοψη.....	110
Αισθητήρες: χαρακτηριστικά και τύποι τους.....	113
Κατηγοριοποίηση αισθητήρων.....	117
Ιατρικές εφαρμογές.....	132

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση και όσο το δυνατόν η καλύτερη επεξήγηση της ηλεκτροχειρουργικής και των διάφορων εργαλείων που χρησιμοποιούνται σ'αυτήν. Ετυμολογικά η λέξη «ηλεκτροχειρουργική» σημαίνει χειρουργική με τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος. Η ερευνητική φύση του ανθρώπου, στηριζόμενη σε βασικές γνώσεις, προχώρησε σε διαμόρφωση τεχνικών και μεθόδων για την ιατρική εφαρμογή. Απώτερος σκοπός η καλύτερη αντιμετώπιση των νόσων.

Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στη χειρουργική NOTES και την ανάπτυξη της τεχνολογίας στην ιατρική.

Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με την ανάλυση της ηλεκτροχειρουργικής, των μεθόδων και των τεχνικών της, καθώς και τη συγκρισή τους.

Το τρίτο κεφάλαιο ασχολείται με τα λέιζερ και τους αισθητήρες.

Χρησιμοποιήθηκε βιβλιογραφία, ιατρική και τεχνολογική. Οι πηγές πληροφόρησης είναι έντυπες και ηλεκτρονικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ NOTES

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ιατρική οι χειρουργικές επεμβάσεις έχουν πλέον σταματήσει σε μεγάλο ποσοστό να εκτελούνται με τις παραδοσιακές τεχνικές της ανοικτής χειρουργικής αφού η λαπαροσκοπική χειρουργική έχει πλέον εδραιωθεί και χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση πλήθους χειρουργικών παθήσεων. Η λογική συνέχεια στην εξέλιξη της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής θα ήταν ίσως η εξάλειψη των χειρουργικών τομών στην κοιλιακή χώρα. Οι φυσικές οπές του ανθρώπινου σώματος αποτελούν ικανές πύλες εισόδου στην περιτοναϊκή κοιλότητα. Αυτή η προσέγγιση προϋποθέτει τη διάτρηση ενός κοίλου σπλάχνου, πράγμα το οποίο αποτελεί από μόνο του μείζονα επιπλοκή της ενδοσκοπικής τεχνικής με σημαντική νοσηρότητα και θνησιμότητα. Το 2004 όμως ο Antony Kalloo, γαστρεντερολόγος στο νοσοκομείο Johns Hopkins της Βαλτιμόρης, παρουσίασε την εμπειρία του στην διαγαστρική χειρουργική θέτοντας τα θεμέλια για τη χειρουργική δια μέσου των φυσικών οπών ή αλλιώς Natural Orifise Transluminal Endoscopic Surgery (NOTES) η οποία θα γινόταν το επίκεντρο της επανάστασης στη λαπαροσκοπική χειρουργική.

Η χειρουργική NOTES είναι σήμερα το πιο ενδιαφέρον επίτευγμα της χειρουργικής από πλευράς τεχνικής. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και της ρομποτικής αποτελεί ένα δυνατό εργαλείο για τον σύγχρονο χειρουργό. Η πρόοδος της μικρο-ρομποτικής είναι αλματώδης, αφού συνεχώς κατασκευάζονται από ομάδες επιστημόνων όλο και μικρότερα σε μέγεθος ρομπότ με όλο και περισσότερες δυνατότητες κίνησης και επεξεργασίας σήματος, ικανά να εισέλθουν στο ανθρώπινο σώμα δια μέσου των φυσικών οπών του ακόμα και στην περιτοναϊκή κοιλότητα. Η χειρουργική NOTES είναι ίσως ιδανική για χρήση μικρο-ρομποτικής. Ο συνδυασμός αυτός είναι ικανός να φέρει επανάσταση και στην τηλε-χειρουργική.

Γίνεται εύκολα κατανοητό ότι η ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού όπου θα παρέχει στο χειρουργό όλες τις απαραίτητες πληροφορίες (επauξημένες και μη) και θα ελέγχει με ακρίβεια την κίνηση των συνεργατών <<μικρο χειρουργών>> του είναι επιτακτική. Αυτό απαιτεί όχι μόνο γνώσεις πληροφορικής αλλά και ιατρικής και κυρίως χειρουργικής. Λογισμικά ανάπτυξης και εξομοίωσης ρομπότ δίνουν σήμερα τη δυνατότητα για τη δημιουργία μικρο-ρομπότ με άμεση δοκιμή των ικανοτήτων τους και έλεγχο της λειτουργίας τους πριν ακόμα από την τελική κατασκευή τους και τις κλινικές μελέτες.

Ο ρόλος της ιατρικής πληροφορικής κατά τη χρήση μικρο-ρομπότ στη χειρουργική δια μέσου φυσικών οπών είναι γι ' αυτό το λόγο ιδιαίτερα σημαντικός. Η προσπάθεια ανάπτυξης ενός μοντέλου μικρο-ρομπότ που θα μπορεί να εισέλθει δια μέσω των φυσικών οπών στο γαστρεντερικό σωλήνα αλλά και στην περιτοναϊκή κοιλότητα για να παρέχει σε πραγματικό χρόνο επαυξημένες και μη πληροφορίες (πχ.εικόνα / θερμοκρασία / πίεση κλπ.) μέσω κατάλληλου λογισμικού καθώς και τη δυνατότητα χειρουργικών χειρισμών εξ αποστάσεως γίνεται ιδιαίτερα ελκυστική.

ΜΙΚΡΟ-ΡΟΜΠΟΤ

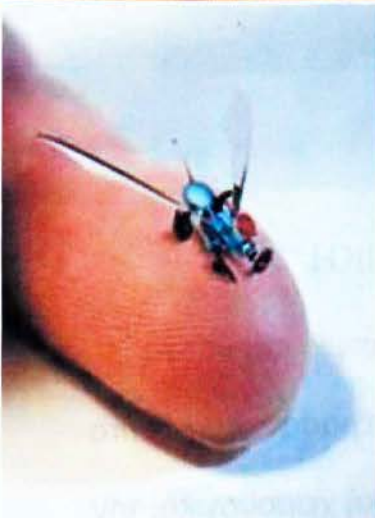
Η εξέλιξη της ρομποτικής και των μικρο-ηλεκτρο-μηχανικών συστημάτων (Mikro Electro Mechanical Systems ή MEMS) στα τέλη του 20ου αιώνα έδωσαν τη δυνατότητα να κατασκευαστούν ρομπότ με μέγεθος μικρότερο από 1 εκατοστό,αυτά τα μικροσκοπικά ρομπότ ονομάζονται Μικρο-ρομπότ (Εικόνα 32). Παρόλο που το πρόθεμα <<Μικρο->> έχει επικρατήσει για να σημαίνει όλα τα μικρά ρομπότ, υπάρχει μια τυποποιημένη ονομασία ανάλογα με το μέγεθος τους. Έτσι αν ένα ρομπότ έχει μέγεθος μικρότερο από 1 μικρόμετρο ονομάζεται Νάνο-ρομπότ, αν είναι μικρότερο από 1 εκατοστό Μίλι-ρομπότ και αν είναι μικρότερο από 10 εκατοστά Μίνι-ρομπότ.

Η ανάπτυξη της αυτοματοποίησης σε μικρή κλίμακα δημιουργεί νέα επιστημονικά δεδομένα, προκλήσεις και επαναστατικές εξελίξεις σε τομείς όπως η βιολογία, η ιατρική και η βιομηχανία. Τα φαινόμενα στη κλίμακα των Μικρο-ρομπότ είναι πολλές φορές διαφορετικά από αυτά των μικροσκοπικών συγγενών τους και αυτό έχει αντίκτυπο στη στρατηγική ανάπτυξή τους, στη χρήση νέων αλγορίθμων, λογισμικού και υλικού για τον χειρισμό τους, την κίνησή τους και τον έλεγχο τους.

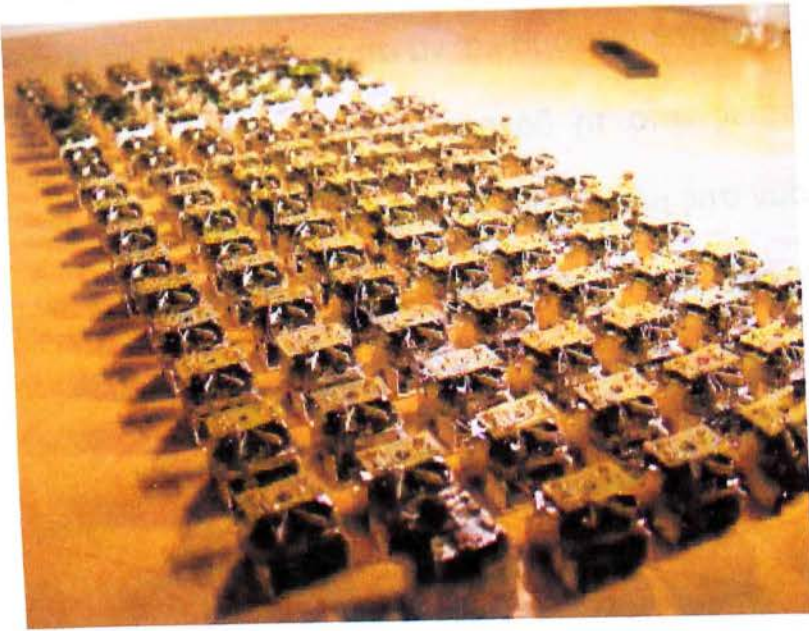
Οι τεχνητές συσκευές και τα συστήματα στη μικροκλίμακα είναι δυνατό να αλληλεπιδρούν στενά με τα βιολογικά συστήματα, ιστούς, κύτταρα και μακρομόρια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να κατανοούμε καλύτερα τον μικρόκοσμο και να αναπτύσσουμε νέα εργαλεία και στρατηγικές για την αναγνώριση και θεραπεία διαφόρων νοσημάτων.

Λόγω του μεγέθους τους τα Μικρο-ρομπότ μπορούν να είναι σχετικά φτηνά και να χρησιμοποιούνται σε μεγάλο αριθμό (ρομποτικά σμήνη-swarm robotics), έτσι την υπολογιστική δύναμη που μπορεί να τους υπολείπεται μπορούν να την ανακτήσουν αν χρησιμοποιηθούν σε μεγάλη ποσότητα (Εικόνα 33). Ένα από τα βασικά προβλήματα στην ανάπτυξή τους είναι η επίτευξη κίνησης χρησιμοποιώντας όσο το δυνατό λιγότερη ενέργεια.

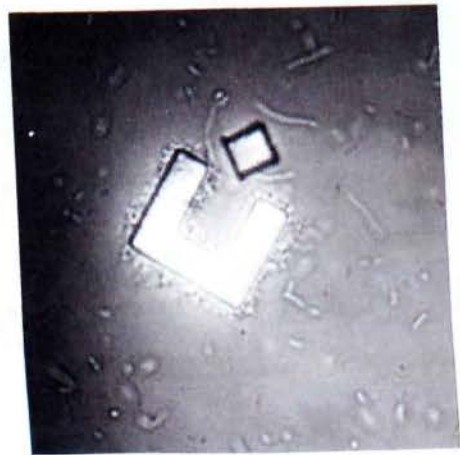
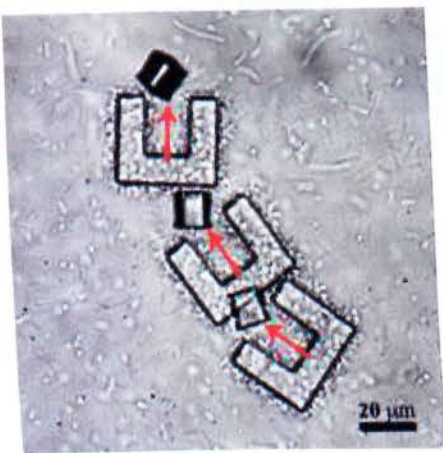
Τα Μικρορομπότ μπορούν να χρησιμοποιήσουν μικρές και ελαφριές μπαταρίες τύπου νομίσματός ή ακόμα και να αποκτήσουν ενέργεια από το περιβάλλον όπως από τη δόνηση ή το φως. Τα Μικρορομπότ χρησιμοποιούν στις μέρες μας και βιολογικούς κινητήρες όπως τα μαστίγια της *Serratia marcescens* ή χημική ενέργεια από υγρά του περιβάλλοντα χώρου. Αυτά τα Βιορομπότ μπορούν να ελεγχθούν από ερεθίσματα όπως η χημεία ή η γαλβανόταξη (Εικόνα 34).



Εικόνα 32. Μικρο-ρομπότ



Εικόνα 33. Σμήνη Μικρο-ρομπότ

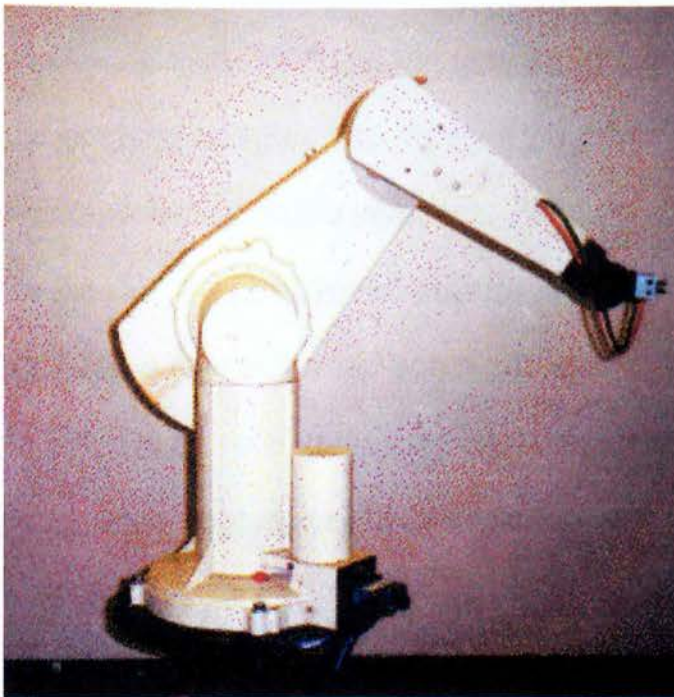


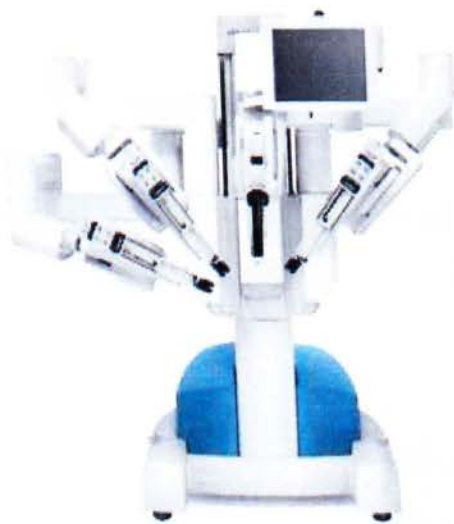
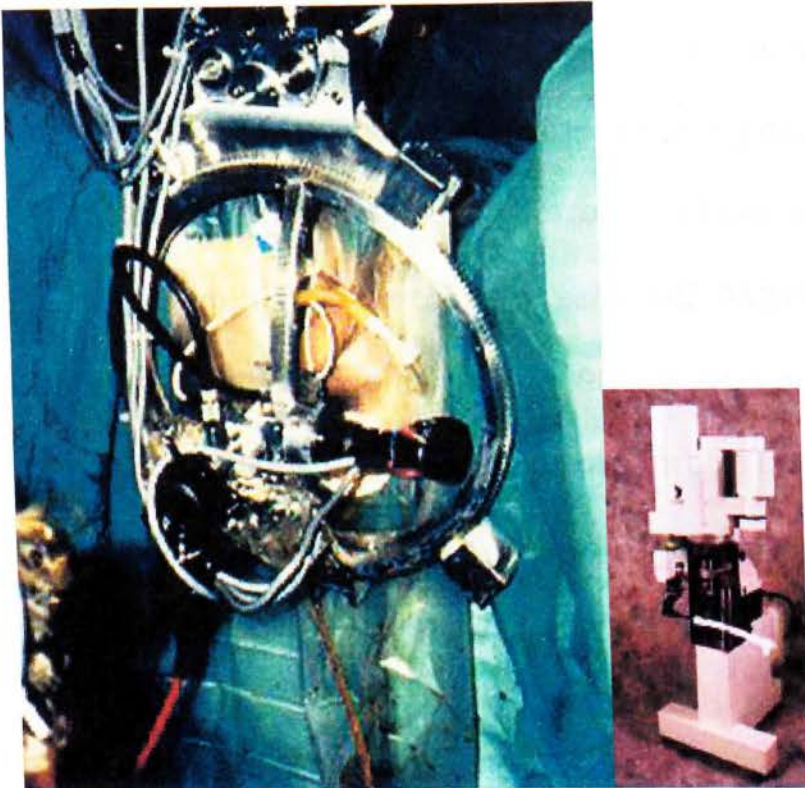
Εικόνα 34. Χημιοτάξη σε Μικρο-ρομπότ

ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ

Τα τελευταία 20 χρόνια η χειρουργική γνώρισε μία επανάσταση αφού καθιερωμένες και δοκιμασμένες τεχνικές πέρασαν ομαλά από την ανοικτή χειρουργική στην ελάχιστα επεμβατική χειρουργική, την

Λαπαροσκοπική. Παρόλα αυτά η πραγματική επανάσταση έγινε στις αρχές του 21 αιώνα με την εισαγωγή της ρομποτικής (Πίνακας 1). Αν και οι πρώτες προσπάθειες για χρήση των ρομπότ στη χειρουργική άρχισαν στη δεκαετία του 80' με τη χρήση βιομηχανικών ρομπότ όπως του PUMA 560, τελικά πραγματική χρήση της ρομποτικής στη χειρουργική έγινε το 1999 με την επίσημη είσοδο στην αγορά του ρομποτικού συστήματος da Vinci από την Intuitive Surgical, το πρώτο που εγκρίθηκε από τον Αμερικανικό Οργανισμό Φαρμάκων και Υλικών (FDA) για πραγματοποίηση επεμβάσεων. (Εικόνα 35).





Εικόνα 35. PUMA 560 - PROBOT - Robodoc - da Vinci

Ο ρόλος των ρομπότ στη σύγχρονη χειρουργική δεν είναι να αντικαταστήσουν τον χειρουργό αλλά να λειτουργούν σαν βοηθοί

του, παρέχοντας του ένα σύνολο τελειοποιημένων εργαλείων που βελτιώνουν το ταλέντο του και την ακρίβεια των κινήσεών του. Η επέμβαση γίνεται από το χειρουργό αφού οι κινήσεις των ρομπότ ελέγχονται από τον ίδιο, τα ρομπότ δεν μπορούν να έχουν ουδεμία αυτενέργεια. Ο χειρουργός για να μπορέσει να πραγματοποιήσει ρομποτική χειρουργική στους ασθενείς του πρέπει να είναι πολύ έμπειρος στη προχωρημένη λαπαροσκοπική χειρουργική και να έχει εκπαιδευτεί στη χρήση των ρομποτικών συστημάτων.

Τα χειρουργικά ρομπότ μπορούν να χωριστούν σε παθητικά (passive) και ενεργητικά (active). Ένα παθητικό ρομπότ χρησιμοποιείται για να τοποθετήσει ένα ιατρικό εργαλείο σε προκαθορισμένη θέση και μετά τίθεται εκτός λειτουργίας έτσι ώστε ο χειρουργός να συνεχίσει την επέμβαση, τέτοια είναι για παράδειγμα τα ρομπότ που χρησιμοποιούνται στη νευροχειρουργική για την τοποθέτηση βελόνων βιοψίας. Ένα ενεργητικό ρομπότ χρησιμοποιείται για την κίνηση εργαλείων, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στη λαπαροσκοπική (da Vinci) ή για να πραγματοποιεί θεραπευτικές αλλοιώσεις στους ιστούς όπως τα ραδιοχειρουργικά ρομπότ (Cyberknife). Τα τελευταία αυτά ρομπότ έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν με προκαθορισμένο τρόπο μέσω συστημάτων Ηλεκτρονικά Υποβοηθούμενης Χειρουργικής (Computer Aided Surgery (CAS)).

Ρομπότ που χρησιμοποιούνται στη χειρουργική (όχι όλα εγκεκριμένα από τον FDA)

Ρομπότ	Κατηγορία	Χρήση
Da Vinci	Master-slave telemanipulator	General, cardiothoracic, and gynaecological surgery
Zeus	Master-slave telemanipulator	General, cardiothoracic, and gynaecological surgery
Probot	Active surgical	Resection of benign prostatic hyperplasia
Robodoc	Active surgical	Prosthetic hip implantation
CASPAR	Active surgical	Prosthetic knee implantation
Acrobot	Semi-active surgical (synergistic)	Prosthetic knee implantation
Minerva	Active surgical	Stereotactic neurosurgery
AESOP	Active camera	Minimal access surgery camera manipulation (voice controlled)
Fips endoarm	Active camera	Minimal access surgery camera manipulation (finger ring joystick controlled)
Endoassist	Active camera	MAS camera manipulation (synchronised to surgeon's head movements)

Πηγή : "Robotics in surgery", *studentBMJ* 2002;10:215-258 July ISSN 0966-6494

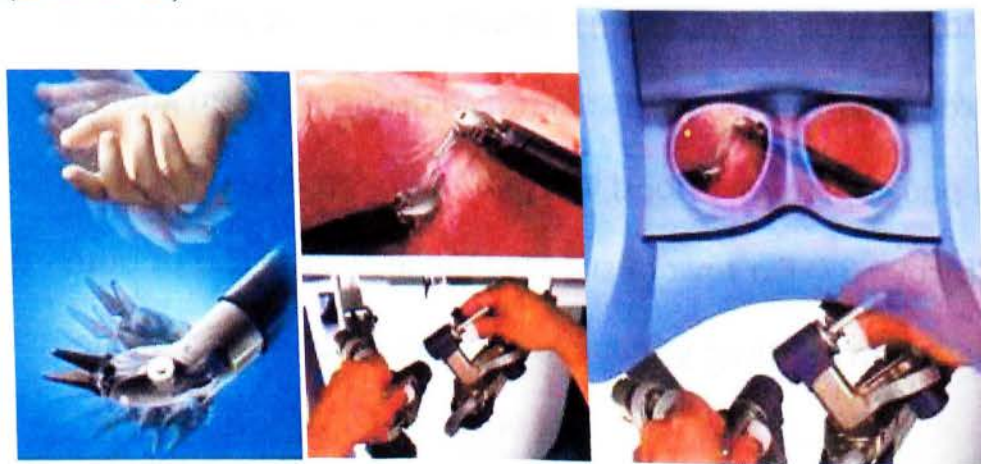
Πίνακας 1. Ρομπότ που χρησιμοποιούνται στην ιατρική

Η ελάχιστη επεμβατική χειρουργική όπως η λαπαροσκόπηση έχει αποδειχθεί ότι παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα στον ασθενή. Ο χειρουργός όμως καλείται να εργασθεί σε ένα χειρουργικό πεδίο δύο διαστάσεων με απώλεια της αίσθησης του βάθους. Επίσης χρησιμοποιεί άκαμπτα εργαλεία που μειώνουν τους βαθμούς ελευθερί-

ας των κινήσεών του.Ακόμα, η μη ιδανική τοποθέτηση των λαπαροσκοπικών εργαλείων και η έμμεση καθοδήγηση της κάμερας ελαττώνουν το συγχρονισμό στον άξονα χέρι-στόχος.

Τα ρομποτικά συστήματα,όπως το da Vinci,έρχονται να βελτιώσουν τις παραπάνω δυσκολίες.Η ρομποτική κάμερα είναι υπό τον άμεσο έλεγχο του χειρουργού. Το χειρουργικό πεδίο είναι τρισδιάστατό,αφού το ρομπότ διαθέτει δύο μικροκάμερες που προσφέρουν έγχρωμη,τρισδιάστατημεγεθυμένη εικόνα υψηλής ανάλυσης.Ο χειρουργός έχει έτσι την αίσθηση ότι τα μάτια του βρίσκονται μέσα στο σώμα του ασθενή. Τα εργαλεία είναι σχεδιασμένα να προσφέρουν περισσότερους βαθμούς ελευθερίας από ότι το χέρι του χειρουργού, με μεγάλη ακρίβεια κινήσεων σε επίπεδο χιλιοστού,ενώ εξαλείφεται ο φυσικός τρόμος του χεριού μέσω ειδικού φίλτρου(Εικόνα 36).Σε καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις οι ρομποτικοί βραχίονες και το ενδοσκόπιο μπορούν να κινούνται σύγχρονα με το ρυθμό της καρδιάς έτσι ώστε στο χειρουργό να φαίνεται ένα σταθερό,ακίνητο πεδίο. Τέλος ελαχιστοποιείται η φυσική κόπωση του χειρουργού αφού εργάζεται καθιστός,χωρίς μάσκα και καπέλο,ακόμα και με τα καθημερινά του ρούχα μιας και μπορεί να βρίσκεται σε απόσταση από τον ασθενή(Εικόνα 37).Για τον ασθενή είναι ουσιαστικά τα ίδια με αυτά της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής, με τη διαφορά ότι λόγω του

βελτιωμένου τρόπου με τον οποίο πραγματοποιείται η χειρουργική επέμβαση μειώνονται και οι πιθανότητες για επιπλοκές. Η ρομποτική χειρουργική βρίσκει σήμερα εφαρμογή σε επεμβάσεις της γενικής χειρουργικής που μπορούν να πραγματοποιηθούν λαπαροσκοπικά, αλλά και σε πολλές ακόμη χειρουργικές ειδικότητες που κάνουν χρήση της ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής ή χρειάζονται ιδιαίτερη ακρίβεια στις τεχνικές τους, όπως την καρδιοχειρουργική και την θωρακοχειρουργική, την ουρολογία, τη νευροχειρουργική, τη γυναικολογία, την ορθοπαιδική, την αγγειοχειρουργική και την παιδοχειρουργική. Προς το παρόν αυτό που κάνει δύσκολη την ευρεία χρήση της ρομποτικής χειρουργικής είναι κυρίως το κόστος της. Τα ρομποτικά μηχανήματα συνεχίζουν να καταλαμβάνουν αρκετό χώρο στην χειρουργική αίθουσα και η εκπαίδευση των χειρουργών γίνεται σε λίγα μόνο εκπαιδευτικά κέντρα. Ίσως στο μέλλον τα επιπλέον πλεονεκτήματα που θα δημιουργηθούν με την ενσωμάτωση αισθητήρων αφής και της ενισχυμένης απεικόνισης να βοηθήσουν στη διαδοχή της (Εικόνα 38).



Εικόνα 36. da Vinci - οι ρομποτικοί βραχίονες λειτουργούν όπως το χέρι



Εικόνα 37. da Vinci-Χειρουργική κονσόλα, ενδοσκοπικός πύργος και χειρουργικοί βραχίονες (A) - Zeus (B)



Εικόνα 38.Ενισχυμένη πραγματικότητα(Augmented Reality)

Ρομποτική στη χειρουργική NOTES

Η τεχνική NOTES είναι ίσως η ιδανική για χρήση ρομποτικής. Πολλές εταιρίες στοχεύουν στην ανάπτυξη ρομπότ για χρήση στη χειρουργική NOTES. Με τη χειρουργική NOTES η επέμβαση γίνεται διαμέσου των φυσικών οπών του σώματος, έτσι ένα ρομπότ πρέπει απλά να εισέλθει σε έναν προκαθορισμένο χώρο κοινό για όλους τους ασθενείς. Αυτό κάνει εφικτή την αρχική τοποθέτηση των ρομποτικών εξαρτημάτων ακόμα και από μη χειρουργούς και άρα πιθανότερη τη χρήση της τηλεχειρουργικής.

Η χειρουργική δια μέσου των φυσικών οπών αποτελεί από τεχνικής πλευράς μια πρόκληση για το χειρουργό. Τα εύκαμπτα ενδοσκόπια είναι πολύ δύσκολο να καθοδηγηθούν με ακρίβεια και ο προσανατολισμός στην περιτοναϊκή κοιλότητα δεν επιτυγχάνεται πάντα εύκολα, αφού το ενδοσκόπιο πρέπει να λειτουργεί και σαν συσκευή κάμερας και σαν χειρουργικό εργαλείο. Επίσης για να επιτευχθεί σωστός τριγωνισμός των ενδοσκοπικών εργαλείων πρέπει να δουλεύει συγχρονισμένα μια ομάδα χειρουργών γύρω από ένα μόνο μηχάνημα με περιορισμένη ευχέρεια κινήσεων. Για να μπορέσουν να εξαλειφθούν αυτές οι δυσκολίες σημαντικό ρόλο ίσως να έχει η χρήση της ρομποτικής. Υπάρχουν δύο βασικοί άξονες στη ρομποτική NOTES, η χρήση εξωτερικών από τον ασθενή ρομπότ, με

εργαλεία που δρουν στο εσωτερικό, και η χρήση εσωτερικών ρομπότ που βρίσκονται και λειτουργούν μέσα στην περιτοναϊκή κοιλότητα.

Τα εξωτερικά ρομπότ στη NOTES μπορούν να διαθέτουν μηχανισμούς και λογισμικό για τον έλεγχο είτε του ενδοσκοπίου είτε των χειρουργικών εργαλείων. Η χρήση των κοινών εύκαμπτων ενδοσκοπίων για την ανάπτυξη τέτοιου είδους ρομπότ αποτελεί βασικό πλεονέκτημα γιατί μειώνει σημαντικά το κόστος κατασκευής τους. Επίσης για τη λειτουργία τους αρκούν δύο μόνο κινητήρες. Ο χειρισμός του ενδοσκοπίου γίνεται έτσι με μεγαλύτερη ευκολία και ακρίβεια, ενώ μπορεί να επιτευχθεί αυτοματοποιημένη κίνηση. Το βασικό πρόβλημα των εξωτερικών ρομπότ στη NOTES είναι ότι περιορίζεται το εύρος της κινητικότητας τους λόγω της φυσικής διασύνδεσης της εξωτερικής με την εσωτερική μονάδα. Τα ρομπότ που έχουν αναπτυχθεί σήμερα για χρήση στη χειρουργική NOTES φαίνεται να χρησιμοποιούν σαν πρότυπο για την κίνησή τους αυτή των ερπετών (snake like robots). Τα Πανεπιστήμια του Carnegie Mellon και του John Hopkins καθώς και η εταιρεία Hansen Medical έχουν αναπτύξει τέτοιου είδους ρομπότ (Εικόνα 39). Τα ρομπότ αυτά μπορούν να διατηρήσουν τη θέση τους και να αυτοματοποιήσουν την κίνησή τους, είναι όμως ακριβά αφού για την κατασκευή τους χρειάζονται ειδικά ενδοσκόπια, ενώ η δύναμη σύλληψης των εργαλείων τους είναι

μικρή. Όσον αφορά τα ήδη υπάρχοντα ρομποτικά συστήματα χειρουργικής, όπως το da Vinci, φαίνεται πως θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε επεμβάσεις NOTES αλλά χρειάζονται οπωσδήποτε κάποιες τροποποιήσεις. Η ομάδα του Geoffrey Vox από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια χρησιμοποίησε το ρομποτικό σύστημα da Vinci και πραγματοποίησε με επιτυχία μια διακολλητική NOTES νεφρεκτομή σε πειραματικό μοντέλο.



Artisan *extend*
Control Catheter



Artisan Extend™ Control Catheter

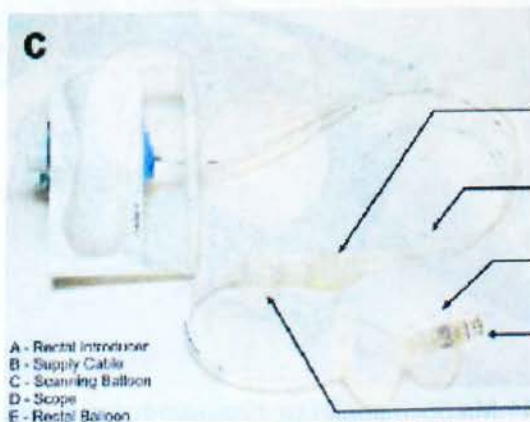
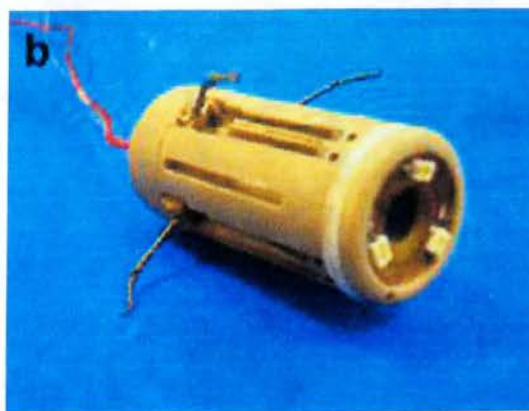
Εικόνα 39. Snake-like Robots (Carnegie Un. - J.Hopkins Un. – Hansen Medical)

Τα εσωτερικά ρομπότ στη χειρουργική NOTES μπορούν να είναι μόνο μικρο-ρομπότ. Τέτοιου είδους ρομπότ έχουν αναπτυχθεί από ερευνητικές ομάδες σε πειραματικό στάδιο. Το βασικό πλεονεκτήμα τους είναι ότι μπορούν να τοποθετηθούν και να κινηθούν οπουδήποτε μέσα στην περιτοναϊκή κοιλότητα. Λόγω του μεγέθους τους όμως έχουν μικρή δύναμη σύλληψης και περιορισμένη ποικιλία εργαλείων.

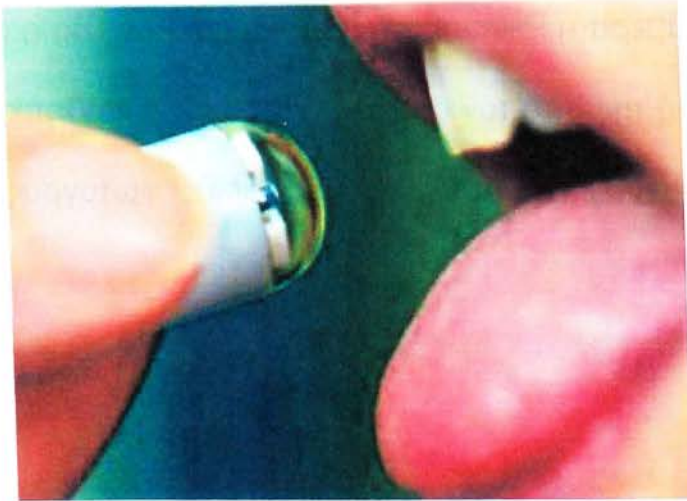
ΜΙΚΡΟ-ΡΟΜΠΟΤ ΣΤΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ NOTES

Η πρώτη εμπειρία στη χρήση Μικρο-ρομπότ στην ιατρική ήταν από την ανάπτυξη συστημάτων για τη βελτίωση των ενδοσκοπήσεων του γαστρεντερικού σωλήνα. Η ιδέα ήταν η δημιουργία μικρο-ρομπότ εξοπλισμένα με κάμερα και μηχανισμό κίνησης που θα εισερχόταν στο γαστρεντερικό σωλήνα ενώ το σύστημα ελέγχου και ενέργειας τους θα παρέμενε έξω από αυτόν. Έτσι δημιουργήθηκαν από διάφορες εταιρίες και ερευνητικές ομάδες μικρο-ρομπότ κυρίως εμπνευσμένα από τη βιολογία με κίνηση όπως του σκώληκα, με πολλαπλά πόδια ή αεροθαλάμους (Εικόνα 40), Αυτά τα ρομπότ βοηθούν κυρίως στη μείωση του πόνου και σε πειραματικό επίπεδο φαίνεται να επιτυγχάνουν ικανοποιητική εξέταση. Ένα άλλου είδους σύστημα που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ρομπότ ήταν η ανάπτυξη της μικρο-

κάψουλας με κάμερα(η Pillcam από την Given Imaging)η οποία μετά την καταποσή της απο τον ασθενή μεταφέρεται παθητικά κατά μήκος του γαστρεντερικού σωλήνα και μεταδίδει φωτογραφίες για 8 ώρες.



Εικόνα 40.Μικρο-ρομπότ στη γαστρεντερολογία (a) Τύπου σκώληκα (b) Πολλαπλά πόδια (c) aer - o - scope system.

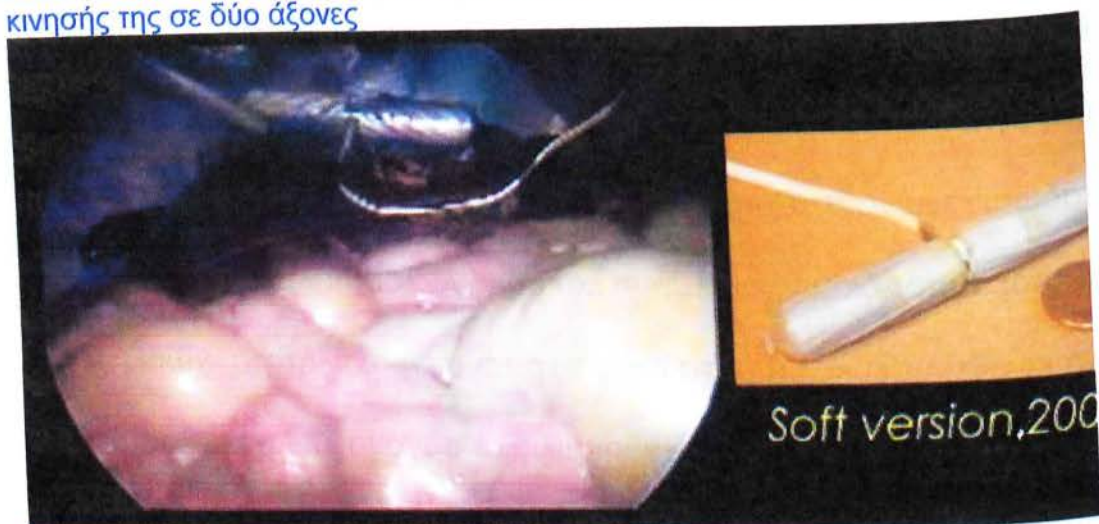


Εικόνα 41. Μικροκάψουλα με ενσωματωμένη κάμερα (PillCam)

Η χρήση μικροσκοπικών ρομπότ που θα μπορούν να εισέλθουν στην περιτοναϊκή κοιλότητα για την πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων ανοίγει ένα νέο δρόμο για τη ρομποτική χειρουργική. Πρωτοπόρος στην ανάπτυξη τέτοιον μικρο-ρομπότ είναι η ομάδα του Καθηγητή Dimitry Oleynikov από το πανεπιστήμιο της Nebraska. Μηχανικοί από την ομάδα του σε συνεργασία με χειρουργούς ανέπτυξαν πρώτοι ένα μικρο-ρομπότ εξοπλισμένο με μικροκάμερα και δυνατότητα κινήσεως της σε δύο άξονες, το οποίο με τη βοήθεια μαγνητών μπορεί να ακινητοποιηθεί στο κοιλιακό τοίχωμα και να μεταδώσει εικόνα στο χειρουργό (Εικόνα 42). Επίσης ανέπτυξαν ένα μικρορομπότ διαμέτρου 20mm και μήκους 100mm με τροχούς, ικανό να κινηθεί με ευκολία μέσα στην περιτοναϊκή κοιλότητα χωρίς να προκαλεί καταστροφή στα ενδοκοιλιακά όργανα. Το μικρο-ρομπότ αυτό φέρει μια μικροκάμερα και έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί μικρούς χειρισμούς όπως η λήψη βιοψιών (Εικόνα 43). Το παραπάνω σύστημα χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία ως η μοναδική πηγή λήψης εικόνας σε πειραματικές λαπαροσκοπικές και διαγαστρικές NOTES επεμβάσεις. Στην τελευταία εκδοσή του κατασκευάστηκε εξολοκλήρου ασύρματο με τα ίδια ικανοποιητικά αποτελέσματα, ανοίγοντας έτσι το δρόμο για την δημιουργία αυτόνομων μικρορομπότ για τη χειρουργική NOTES.



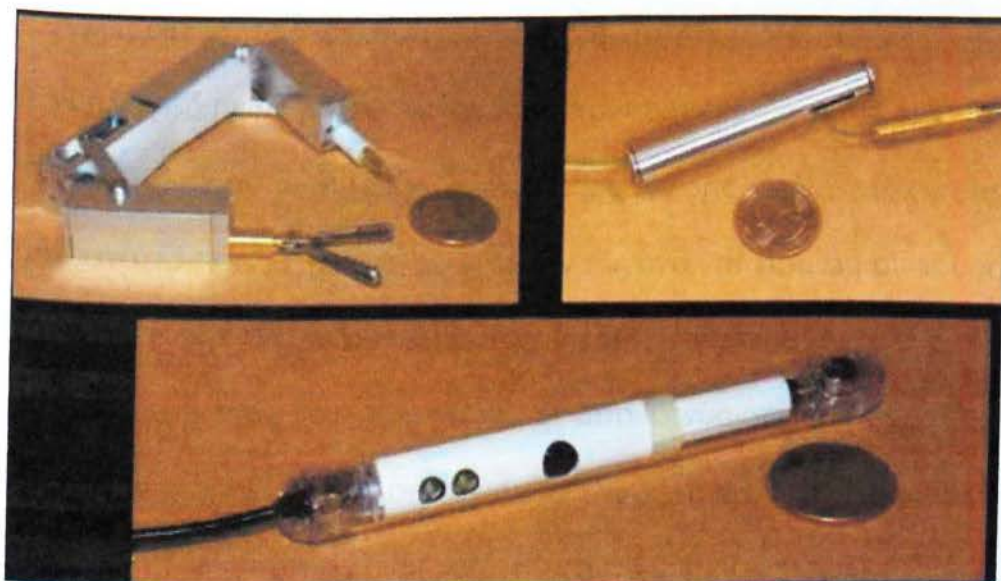
Εικόνα 42. Μικρο-ρομπότ εξοπλισμένο με μικροκάμερα και δυνατότητα κινήσής της σε δύο άξονες

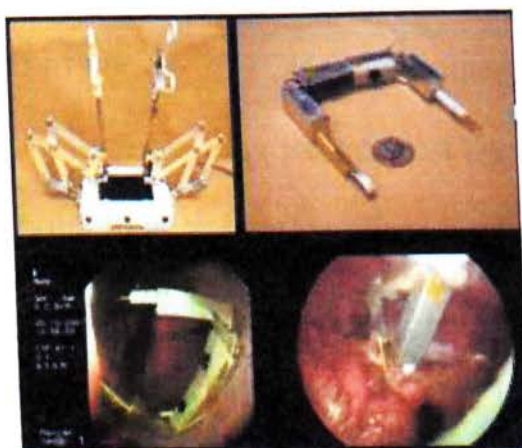


Εικόνα 43. Μικρο-ρομπότ διαμέτρου 20mm και μήκους 100mm με τροχούς ικανό να κινηθεί με ευκολία στην περιτοναϊκή κοιλότητα

Τα μικρο-ρομπότ δίνουν τη δυνατότητα στο χειρουργό να τοποθετήσει πολλά από αυτά στην περιτοναϊκή κοιλότητα διαμέσου μόνο μίας οπής, δημιουργείται έτσι μία εντελώς διαφορετική αντίληψη για την κατασκευή χειρουργικών εργαλείων. Το καθένα από αυτά τα εργαλεία-ρομπότ μπορεί να είναι εξειδικευμένο για μία μόνο εργασία αλλά όλα μαζί να εργάζονται για το ίδιο επιθυμητό αποτέλεσμα. Σε αντίθεση με τα παραπάνω οι πλατφόρμες εργασίας που

αναπτύσσονται για τη χειρουργική NOTES δίνουν τη δυνατότητα σε μία μόνο συσκευή να έχει πολλαπλές χρήσεις. Έτσι ο Lehman και οι συνεργάτες του κατάφεραν να δημιουργήσουν μία ομάδα από συνεργαζόμενα μικρο-ρομπότ τα οποία μπορεί να εισέλθουν στην περιτοναϊκή κοιλότητα είτε μέσω μίας οπής στο κοιλιακό τοίχωμα είτε διαμέσου των φυσικών οπών (Εικόνα 44). Αυτά τα μικρο-ρομπότ μπορούν να προσφέρουν βοήθεια στο χειρουργό κατά τη διάρκεια ελάχιστα επεμβατικών χειρουργείων. Δοκιμάστηκαν πάνω σε αυτό το τομέα σε πειραματικά μοντέλα in-vivo με επιτυχία. Η ιδέα στην κατασκευή τους είναι η χρήση μίας κοινής μονάδας που θα μπορεί να εναλλάσσει τα διαφορετικά εργαλεία ενώ η κάθε συσκευή θα ελέγχεται ανεξάρτητα από το εξωτερικό με μαγνήτες (σύστημα MAGS).

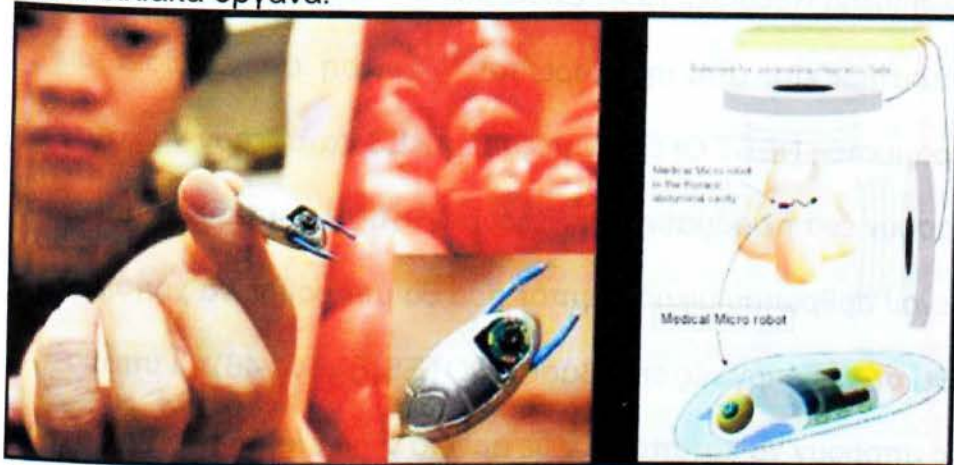




Εικόνα 44. Συνεργαζόμενα μικρο-ρομπότ με πολλαπλά εργαλεία

Ιάπωνες ερευνητές από το Πανεπιστήμιο Ritsumeikan έχουν αναπτύξει ένα πρωτότυπο μοντέλο μικρο-ρομπότ (Εικόνα 45). Το ρομπότ με σχήμα σκαθαριού ζυγίζει πέντε γραμμάρια και έχει δύο εκατοστά μήκος και ένα διάμετρο. Αυτό το μικρο-ρομπότ μπορεί να συλλάβει εικόνες αλλά και να εκτελέσει απλούς χειρουργικούς χειρισμούς μέσα στο σώμα. Οι ερευνητές έχουν αναπτύξει πέντε διαφορετικά πρωτότυπα με διάφορες ιατρικές συσκευές, όπως μία μικρή κάμερα, αισθητήρες, μικροσκοπικές λαβίδες για τη λήψη δειγμάτων ιστών και ένα έγχυσης για χορήγηση φαρμάκων, το οποίο θα μπορούσε να μειώσει την ανάγκη για χειρουργική επέμβαση. Είκοσι του ασθενούς λαμβάνονται εκ των προτέρων από Μαγνητικό Τομογράφο και χρησιμοποιούνται από το ρομπότ ως ένας χάρτης για την πλοήγησή του στην περιτοναϊκή κοιλότητα η οποία γίνεται με τη βοήθεια εξωτερικού μαγνητικού πεδίου και έχει πραγματοποιηθεί περίφημα σε δοκιμές in-vivo. Ο αισθητήρας εικόνας και δεδομένων

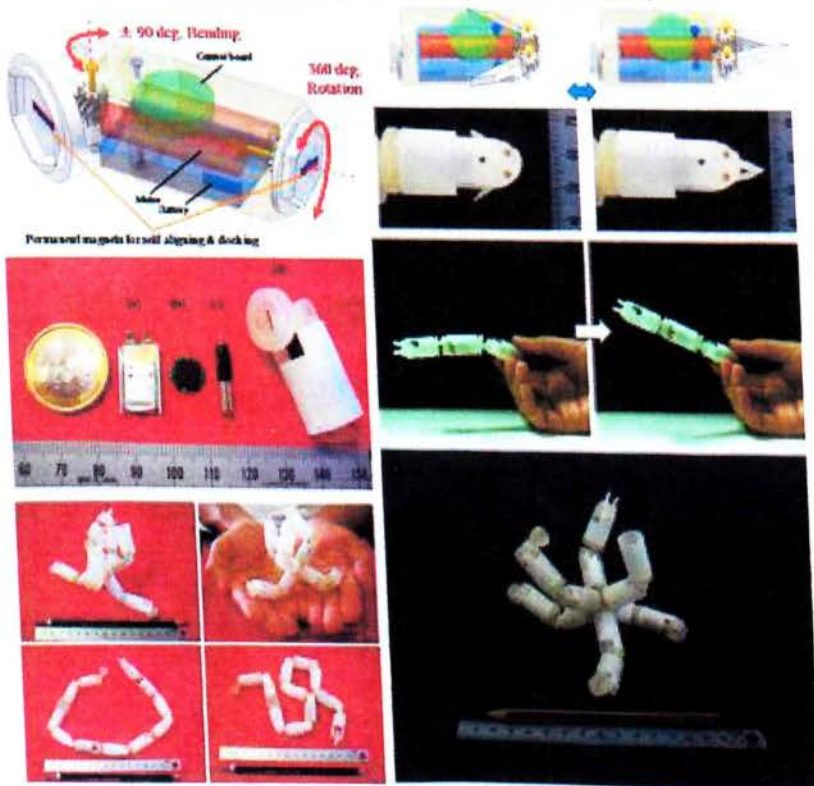
συνδέεται με έναν υπολογιστή μέσω ενός καλωδίου διαμέτρου 2-χιλιοστών, το οποίο μπορεί επίσης να χρησιμεύσει ως μία γραμμή ασφάλειας σε περίπτωση που το μικρο-ρομπότ χαθεί ανάμεσα στα ενδοκοιλιακά όργανα.



Εικόνα 45. Μικρο-ρομπότ με σχήμα σκαθαριού από το Πανεπιστήμιο Ritsumeikan (Ιαπωνία)

Η κατασκευή μικρο-ρομπότ με μεγαλύτερη λειτουργικότητα τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη χειρουργική δια μέσου των φυσικών οπών έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους τους. Τα μικρο-ρομπότ όμως στη χειρουργική NOTES και γενικά στην ελάχιστα επεμβατική χειρουργική θα πρέπει να είναι τόσο μικρά ώστε να μπορούν να εισέρχονται στην περιτοναϊκή κοιλότητα από τομές με διάμετρο μικρότερη από 2 εκατοστά ή ακόμα να μπορούν να καταποθούν. Η ιδέα λοιπόν που είχε μία ομάδα επιστημόνων από την Ιταλία, την Ελβετία, την Αυστραλία και την Αμερική, ήταν η κατασκευή μικρο-ρομποτικών υπομονάδων τέτοιου μεγέθους ώστε να μπορούν να καταποθούν και τα οποία τελικά θα συνδυάζο-

νταν μεταξύ τους ώστε να συναρμολογήσουν μέσα στο γαστρεντερι-
 κό σωλήνα ένα μεγαλύτερο αρθρωτό μικρο-ρομπότ με όλες τις επι-
 θυμητές λειτουργίες (Modular Robots). Το εγχείρημα αυτό ονομάστη-
 κε Assembling Reconfigurable Endoluminal Surgical system (ARES)
 και υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια του
 προγράμματος NEST. Οι ερευνητές του ARES κατάφεραν να κατα-
 σκευάσουν ένα πειραματικό μοντέλο μαγνητικά αυτο-συναρμολο-
 γούμενου αρθρωτού μικρο-ρομπότ που θα μπορούσε να χρησιμο-
 ποιηθεί σε χειρουργικές επεμβάσεις NOTES (Εικόνα 46). Οι υπομο-
 νάδες μπορούν να καταποθούν με αρκετό νερό, έτσι το στομάχι με
 τη βοήθεια του νερού θα διασταλεί και θα υπάρξει χώρος για την αυ-
 το-συναρμολόγηση του μικρο-ρομπότ, μετά το νερό θα φύγει από το
 στομάχι ακολουθώντας το φυσικό του δρόμο.



Εικόνα 46. ARES project - Magnetic Self-Assembly Swallowable Modular Robots

Οι πρώτες μελέτες φαίνεται να δείχνουν ότι τα in-vivo μικρο-ρομπότ μπορούν να ξεπεράσουν ορισμένους από τους περιορισμούς της λαπαροσκοπικής χειρουργικής. Με τα ρομπότ ο χειρουργός μπορεί να κερδίσει τους βαθμούς ελευθερίας στην κίνηση που είχε χάσει σε πολλών ειδών λαπαροσκοπικές επεμβάσεις. Επίσης μπορεί να τοποθετήσει την κάμερα με ευκολία οπουδήποτε επιθυμεί ώστε να έχει πάντα άριστο οπτικό πεδίο. Παρόλα αυτά τα μικρο-ρομπότ που θα κατασκευάζονται πρέπει να υπακούν σε κάποιους κανόνες. Τα ρομπότ πρέπει να είναι αρκετά μικρά ώστε να μπορούν να εισέρχονται από τις φυσικές οπές του ανθρώπινου σώματος. Επίσης πρέπει να είναι βιοσυμβατά για να μην προκαλούν αλλεργικές αντιδράσεις και άλλες παθολογίες στον ασθενή. Πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα χειρισμού και κίνησης. Τέλος σημαντικό είναι να μπορούν να αφαιρούνται από τον ασθενή μετά το πέρας της επέμβασης ή να είναι βιοδιασπώμενα.

Το κόστος είναι ακόμα υψηλό και φυσικά η τεχνολογία που υπάρχει σήμερα θέλει βελτίωση, όμως σε συνδυασμό με την επιθυμία των ασθενών για όσο το δυνατό λιγότερη επεμβατικότητα και μεγαλύτερη ασφάλεια η χρήση τους μπορεί να καθιερωθεί. Η πρόοδος στις ελάχιστες επεμβατικές χειρουργικές τεχνικές αποτελεί πρόκληση για τις καθιερωμένες χειρουργικές τεχνικές και προϊόντα.

ΣΥΝΟΨΗ

Η χρήση μικρο-ρομπότ στη χειρουργική είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της επιστήμης της ρομποτικής. Συνδυάζει τη εδραιωμένη θεωρία και τις τεχνικές της ρομποτικής, όπως κίνηση, αισθητήρες κλπ. με τη δυνατότητα που δίνει η τεχνολογία των μικρο-ηλεκτρο-μηχανικών συστημάτων (MEMS) για τη δημιουργία νέων εργαλείων ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

Η NOTES δίνει τη δυνατότητα να εξαλειφθεί η ιστορική σύνδεση της χειρουργικής με τις τομές και τον πόνο. Για να υπάρξει όμως ευρεία χρήση της και οι χειρουργοί να μπορέσουν να πραγματοποιήσουν προχωρημένες επεμβάσεις πρέπει να δημιουργηθούν νέα χειρουργικά εργαλεία και συσκευές με καινοτόμες προσεγγίσεις. Στις μέρες μας η διάθεση τεχνολογιών με χαμηλό κόστος και η εξέλιξη της ιατρικής πληροφορικής επιτρέπει τη κατασκευή καινοτόμων χειρουργικών σταθμών εργασίας βασισμένων στην επαναστατική ιδέα της χρήσης συνεργαζόμενων μικρο-ρομπότ.

Τα μικρο-ρομπότ εκτός από τη δυνατότητα χειρουργικών χειρισμών και μάλιστα εξ αποστάσεως, μπορούν να είναι εξοπλισμένα με διάφορους αισθητήρες παρέχοντας έτσι στο χειρουργό πολύτιμες πληροφορίες μέσα από την περιτοναϊκή κοιλότητα. Η χρήση τους στη χειρουργική NOTES μπορεί να κάνει πραγματικότητα διάφορα σενάρια επείγουσας και μη χειρουργικής (τηλε-χειρουργικής) ακόμα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η ανάλυση της ενδοσκοπικής ηλεκτροχειρουργικής. Πιο συγκεκριμένα θα παρουσιαστεί η ιατρική συσκευή που την υποστηρίζει. Επίσης θα ακολουθήσει επιμέρους ανάλυση όσον αφορά την ιστορία, τις βασικές αρχές, την περιγραφή λειτουργίας και εφαρμογής της καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά, οι προδιαγραφές ασφαλείας, οι τεχνικές προδιαγραφές και η συντήρηση της. Η ανάλυση συνίσταται στη μελέτη των :

- Θεραπευτικός σκοπός, ιστορική αναδρομή, τυπική συσκευή τεχνικής*
- Βασικές αρχές λειτουργίας*
- Ιατρική εφαρμογή*
- Τεχνικά χαρακτηριστικά*
- Στοιχεία ασφαλείας*
- Τεχνικές προδιαγραφές*
- Συντήρηση*

Στο τέλος του κεφαλαίου θα αναφέρουμε τεχνικές και μεθόδους που χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη κλινική θεραπευτική εφαρμογή και επιπλέον θα ακολουθήσει η σύγκριση αυτών των τεχνικών-μεθόδων, η οποία επικεντρώνεται στα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα που έχουν εντοπιστεί στην κάθε μια.

Οι σύγχρονες ηλεκτροχειρουργικές τεχνικές και μέθοδοι είναι :

- Ηλεκτροχειρουργική Διαθερμία*
- Ηλεκτροχειρουργική Πλάσματος Αργού*
- Ενδοσκοπική Ηλεκτροχειρουργική*
- Κρυοχειρουργική*

και σε δυσπρόσιτα περιβάλλοντα εργασίας όπως τα πεδία μάχης ή το διάστημα. Τα μικρο-ρομπότ μεταφέρονται πολύ εύκολα ακόμα και από ανειδίκευτο προσωπικό και λόγω του τηλεχειρισμού τους μπορούν να ελεγχθούν από χειρουργούς που βρίσκονται πολύ μακριά από τον πάσχοντα.

Η εξέλιξη όμως των μικρο-ρομποτικών συστημάτων θα δημιουργήσει στους χειρουργούς νέα προβλήματα που θα αφορούν κυρίως το συντονισμένο χειρισμό τους. Για το λόγο αυτό υπάρχει η τάση σήμερα μαζί με τη σμίκρυνση των ρομποτικών χειρουργικών βοηθών να αναπτύσσεται και να μελετάτε η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για τον αυτόνομο συγχρονισμό και προσαρμογή των μικρο-ρομπότ σε διάφορες συνθήκες εργασίας.

Η ιατρική πληροφορική προσφέρει σήμερα τις δυνατότητες για χειρουργική καθοδήγηση υποβοηθούμενη από υπολογιστές (CAS). Ο ρόλος της ιατρικής πληροφορικής στη ρομποτική χειρουργική διαμέσου των φυσικών οπών είναι η ανάπτυξη, βελτίωση και εξέλιξη ολοκληρωμένων μικρο-ρομποτικών συστημάτων για τη δημιουργία μιας πραγματικά και ολοκληρωτικά καθοδηγούμενης από υπολογιστές χειρουργικής. Η ουσιαστική συνεργασία μεταξύ χειρουργών και ειδικών στη ρομποτική και τη πληροφορική είναι βασική προϋπόθεση για την επιτυχημένη χρήση της μικρο-ρομποτικής στη χειρουργική διαμέσου των φυσικών οπών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2
ΗΛΕΚΤΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΕΝΔΟΣΚΟΠΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ

Εισαγωγή

Ετυμολογικά η λέξη «ηλεκτροχειρουργική» σημαίνει χειρουργική με τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος. Η ερευνητική φύση του ανθρώπου, στηριζόμενη σε βασικές γνώσεις, προχώρησε σε διαμόρφωση τεχνικών και μεθόδων για την ιατρική εφαρμογή. Απώτερος σκοπός η καλύτερη αντιμετώπιση των νόσων. Η ενδοσκόπηση, η άμεση παρατήρηση εσωτερικού τμήματος του σώματος με τη βοήθεια του οπτικού οργάνου που ονομάζεται ενδοσκόπιο, μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί είτε για διαγνωστική, λόγω της φύσης της, είτε για θεραπευτική (επεμβατική) εφαρμογή. Η επεμβατική ενδοσκόπηση εφαρμόζεται για αφαίρεση ξένων σωμάτων από τον οργανισμό, τοποθέτηση παροχετευτικών σωλήνων (stent) σε κακοήθεις στενώσεις, έλεγχο και πραγματοποίηση τομής και αιμόστασης με τη βοήθεια ηλεκτροχειρουργικής διαθερμίας. Ως ενδοσκοπική ηλεκτροχειρουργική καλείται η ηλεκτροχειρουργική διαθερμία (τομή ή/και αιμόσταση) που εφαρμόζεται σε κλειστό χειρουργικό πεδίο, μέσω του ενδοσκοπίου. Πρόκειται για χειρουργική επέμβαση που εκτελείται με τηλεχειρισμό και χαρακτηρίζεται από δυσδιάστατο πεδίο όρασης.

Ιστορική Αναδρομή

Η ιδέα της ενδοσκόπησης είχε τεθεί από τον Ιπποκράτη. Η ιστορία των ενδοσκοπίων αρχίζει από τον 19^ο αιώνα όταν άρχισαν να δοκιμάζονται ατελή άκαμπτα ενδοσκόπια. Τη δεκαετία του '30 και '40 χρησι-

μποιήθηκαν ημίκαμπτα ενδοσκόπια με συνδιασμό φακών και πρισμα-
των με υψηλό κίνδυνο για τον ασθενή και πενιχρά διαγνωστικά αποτελέ-
σματα. Το 1958 αρχίζει η εποχή των σύγχρονων ενδοσκοπίων με την κα-
τασκευή του πρώτου τελείως εύκαμπτου ενδοσκοπίου για γαστροσκόπηση
από τον Αμερικανό γαστρεντερολόγο Hirschowitz. Είχε ενσωματωμένη
μια δέσμη από εύκαμπτες λεπτές λίγων μικρών ίνες, που μετέφεραν ψυ-
χρό φωτισμό και εικόνες, είτε ήταν ευθειασμένες είτε καμπυλωμένες. Η
ιδιότητα αυτή της ευκαμψίας εξασφάλισαν την ευχρηστότητα και το ακί-
νδυνο των ενδοσκοπήσεων. Η τελευταία νέα τεχνολογία είναι τα video-
ενδοσκόπια στα οποία η δέσμη των ινών έχει αντικατασταθεί με μικρό
σύστημα video-κάμερας στο άκρο του οργάνου.

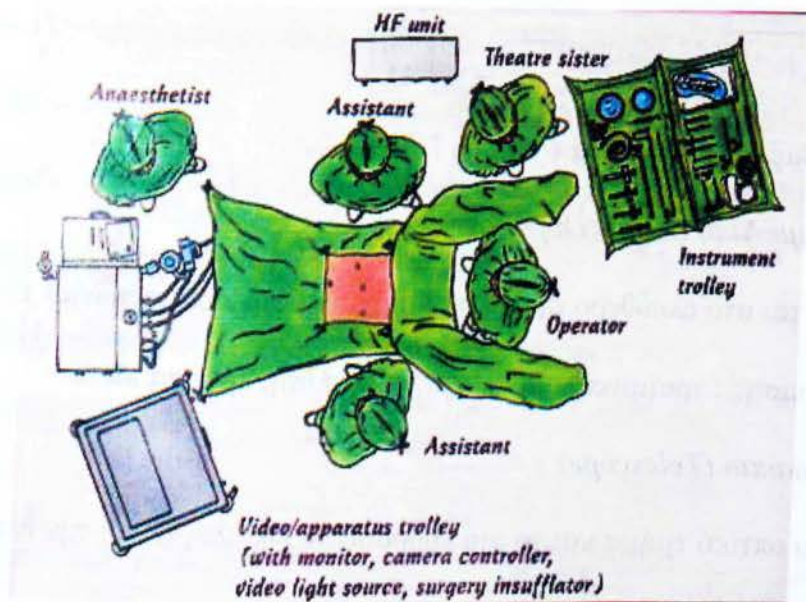
Με το χειρισμό της κεφαλής του σύγχρονου ενδοσκοπίου επιτυγχά-
νονται ποικίλες λειτουργίες, όπως πολλαπλή γωνίωση του ακραίου τμή-
ματος για πλήρες πεδίο όρασης, αναρρόφηση υγρών και αίματος, εμφύ-
σηση ή αναρρόφηση αέρα. Έχουν ενσωματωμένα κανάλια μέσω των
οποίων εφαρμόζεται η λαβίδα βιοψίας, το ηλεκτρόδιο διαθερμίας ή άλλα
εξαρτήματα καθώς και φωτογραφική ή κινηματογραφική μηχανή.

Συνοπτική Περιγραφή

Ένα σύστημα ενδοσκοπικής ηλεκτροχειρουργικής αποτελείται από το
εξής εξοπλισμό (Σχήμα 1):

- BB* **Ενδοσκόπιο**
- BB* **Φωτεινή πηγή**
- BB* **Καλώδιο ψυχρού φωτός**

- ΕΕ Ενδοσκοπική κάμερα
- ΕΕ Οθόνη-monitor
- ΕΕ Καταγραφικό ενδοσκοπικής εικόνας
- ΕΕ Συσκευή αναρρόφησης
- ΕΕ Εργαλεία ενδοσκοπικής χειρουργικής
- ΕΕ Μονάδα και ηλεκτρόδια ηλεκτροχειρουργικής διαθερμίας



Διάταξη επέμβασης με ενδοσκοπική διαθερμία .

ΣΧΗΜΑ 1

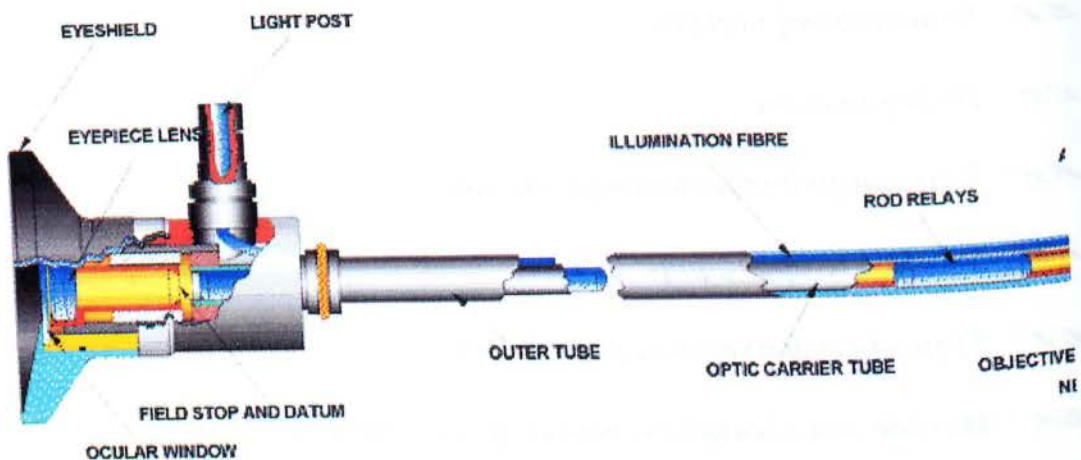
Βασικές Αρχές

1. Ενδοσκόπια

Τα σύγχρονα ενδοσκόπια, ανάλογα με την εφαρμογή, μπορεί να είναι είτε άκαμπτα είτε εύκαμπτα.

ΕΕ Ακαμπτο

Αποτελείται από μια συστοιχία τμημάτων (Σχήμα 2).



Σχηματική παράσταση άκαμπτου ενδοσκοπίου
ΣΧΗΜΑ 2

Τα πιο βασικά τμήματα του είναι :

- **Αντικειμενικοί φακοί (Objective Lens)**

Βρίσκονται στο ελεύθερο άκρο του και προσδιορίζουν τη γωνία/ το πεδίο όρασης : γραμμικά, υπό γωνία, υπό κλίση, προς τα πίσω.

- **Τηλεσκόπιο (Telescope)**

Είναι το οπτικό τμήμα και το πιο εύθραυστο. Περιλαμβάνει την ίνα φωτός (Illumination Fibre) και τον αγωγό μεταφοράς οπτικής εικόνας (Optic Carrier Tube). Ένα καλώδιο οπτικής ίνας φωτός και μια πηγή ισχύος μεταφέρουν φως, μέσω των οπτικών ινών, που κατανέμεται γύρω από την ακολουθία των φακών.

- **Είσοδος φωτός (Light Post)**

Το σημείο σύνδεσης με το καλώδιο της πηγής φωτός με το τηλεσκόπιο.

- **Σύστημα οφθαλμού (Eye Piece)**

Το σύστημα αυτό, ή αλλιώς οπτικοί φακοί, βρίσκεται εκτός του σώματος του ασθενούς και επιτρέπει στον γιατρό την λήψη και την προσαρμο-

γή των λαμβανόμενων εικόνων είτε με άμεσο τρόπο είτε μέσω κάμερας για μεταφορά εικόνων σε monitor.

Το όλο σύστημα βρίσκεται εντός μεταλλικού περιβλήματος.

ΕΕ Εύκαμπτο

Μπορεί να είναι τύπου :

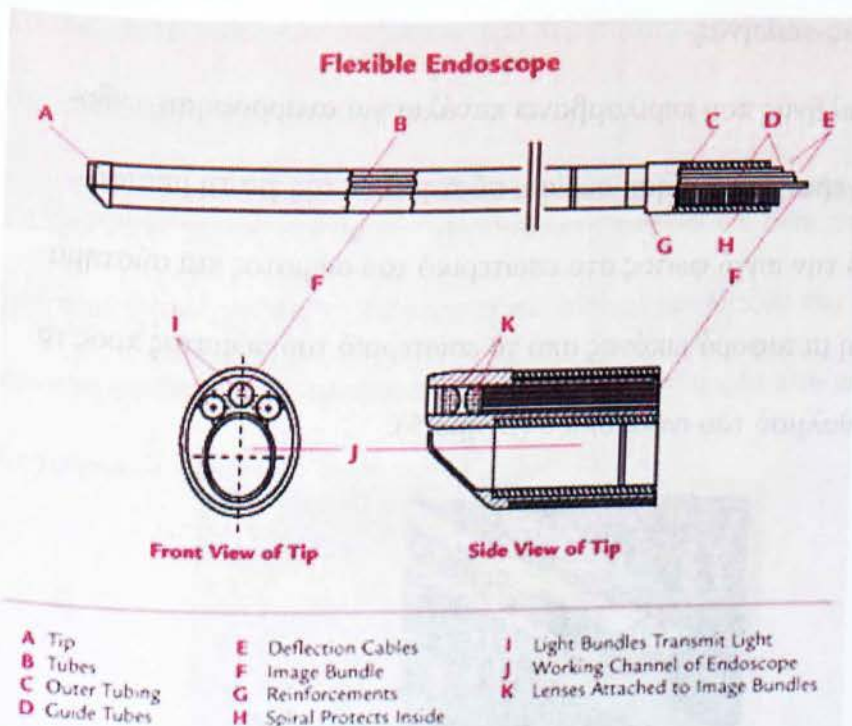
ΕΕ Ινοσκόπιο

Έχει φακούς συστήματος οφθαλμού για την αντίληψη των εικόνων.

ΕΕ Video-σκόπιο

Είναι εξοπλισμένο με video chip, στο ελεύθερο άκρο, που μεταφέρει την εικόνα άμεσα σε monitor.

Αποτελείται από μια συστοιχία τμημάτων (Σχήμα 3).

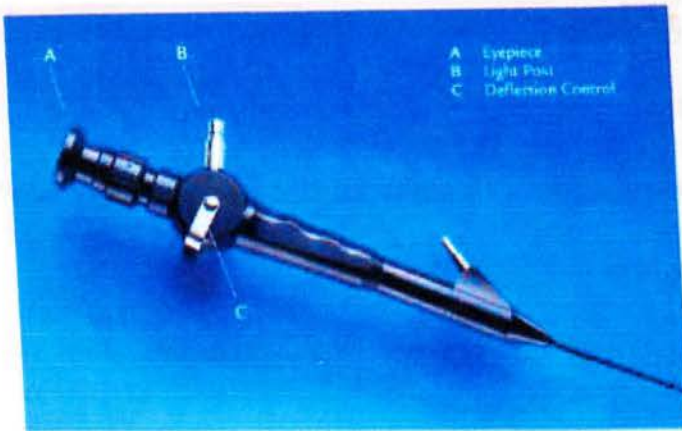


Σχηματική παράσταση εύκαμπτου ενδοσκοπίου ΣΧΗΜΑ 3

Τα πιο βασικά τμήματα του είναι :

• Σώμα ελέγχου (Control Body)

Μένει εκτός του σώματος και περιλαμβάνει ρυθμίσεις εικόνας, είσοδος βιοψίας, κανάλια αέρα νερού και (μόνο στα ινοσκόπια) σύστημα οφθαλμού (Σχήμα 4)



Control body of flexible ureteroscope.

Τυπικό σώμα ελέγχου εύκαμπτου ενδοσκοπίου ΣΧΗΜΑ 4

• Εισερχόμενος σωλήνας

Εύκαμπτος σωλήνας που περιλαμβάνει κανάλια για αναρρόφηση, ενδοσκόπηση, διέγερση, προώθηση αερίου, σύστημα φωτός για τη μεταφορά φωτός από την πηγή φωτός στο εσωτερικό του σώματος και σύστημα εικόνας για τη μεταφορά εικόνας από το εσωτερικό του σώματος προς το σύστημα οφθαλμού του ινοσκοπίου (Σχήμα 5).

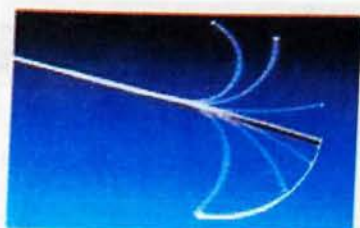


Distal tip of flexible cystoscope showing light bundles, image bundle and working channel.

Ελεύθερο άκρο και κανάλια εργασίας εύκαμπτου ενδοσκοπίου ΣΧΗΜΑ 5

- **Σύστημα κάμψης ελεύθερου άκρου**

Επιτρέπει τη στροφή του τμήματος των φακών του άκρου προς διάφορες κατευθύνσεις εντός της εσωτερικής δομής (Σχήμα 6).



Range of deflection of distal tip of flexible ureteroscope.

Εύρος ευλγισίας ελεύθερου άκρου ενδοσκοπίου ΣΧΗΜΑ 6

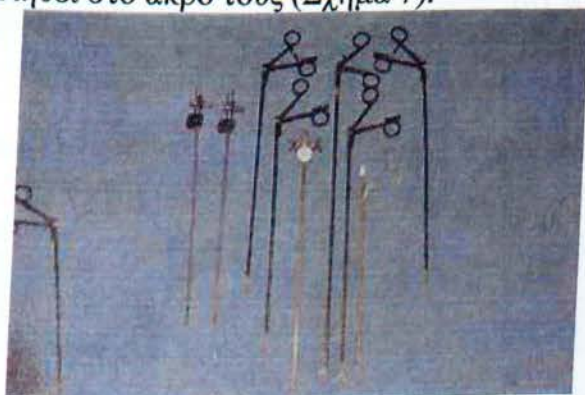
- **Μονάδα σύνδεσης οδηγού φωτός**

Συνδέει την πηγή φωτός, την αναρρόφηση και την πηγή προώθησης αερίου.

Το εύκαμπτο ενδοσκόπιο εξασφαλίζει περισσότερο πανοραμική εικόνα της κοιλότητας όπου εισάγεται.

2 Εργαλεία Ενδοσκοπικής Χειρουργικής

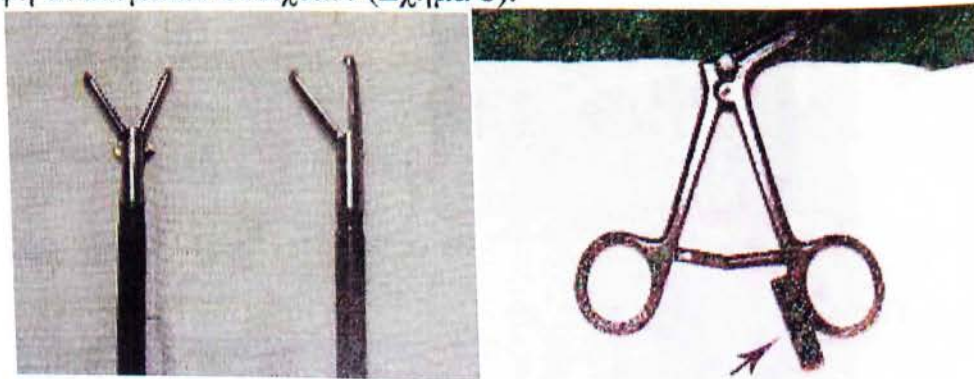
Τα εργαλεία της ενδοσκοπικής χειρουργικής μπορεί να είναι πολλών χρήσεων ή μιας χρήσεως. Τα περισσότερα είναι μονωμένα και επιτρέπουν τη σύνδεση τους με ηλεκτροχειρουργική διαθερμία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο άκρο τους (Σχήμα 7).



Ενδοσκοπικά εργαλεία μονωμένα και μη ΣΧΗΜΑ 7

Αν και συνεχώς επινοούνται καινούρια, τα πλέον απαραίτητα είναι :

ΒΒ *Λαβίδες ατραυματικές ή με δόντια*, που επιτρέπουν τόσο τη σύλληψη και συγκράτηση οργάνων όσο και την παρασκευή και αποκάλυψη ανατομικών στοιχείων (Σχήμα 8).

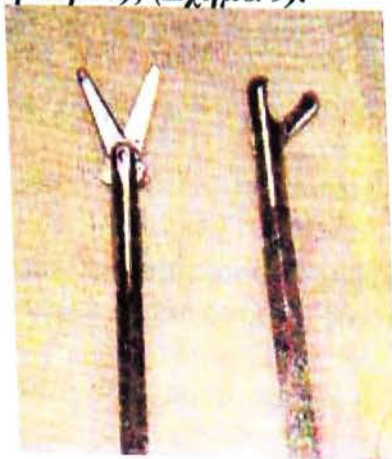


A. Λαβίδα ατραυματική (αριστερά) και λαβίδα με δόντια (δεξιά)

B. Ο μηχανισμός ασφάλισης των λαβίδων και η υποδοχή διαθερμίας

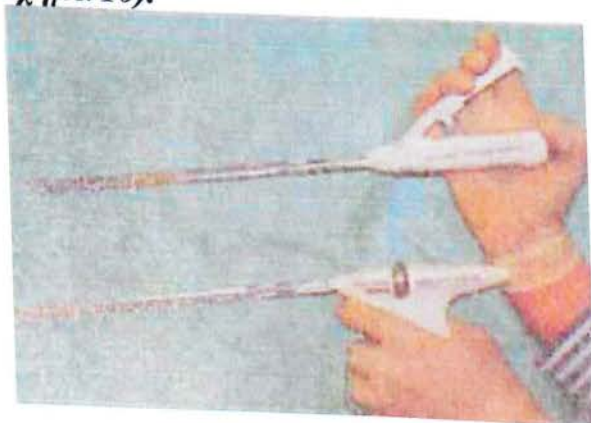
ΣΧΗΜΑ 8

ΒΒ *Ψαλίδια (ευθέα ή κυρτά)*, (Σχήμα 9).



Τύποι ψαλιδιών ΣΧΗΜΑ 9

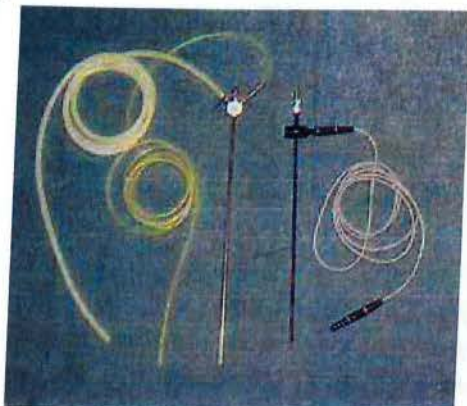
ΒΒ *Εργαλεία εισαγωγής πολλαπλών clips τιτανίου μιας ή πολλών χρήσεων*, (Σχήμα 10).



Ο μηχανισμός «πυροδότησης» των clips γίνεται:
στο κάτω με σκανδάλη,
στο άνω με σύγκλιση της παλάμης

ΣΧΗΜΑ 10

ΕΕ Καταιωνιστήρας ύδατος και συσκευή αναρρόφησης, (Σχήμα 11).



Αριστερά: καταιωνιστήρας ύδατος και συγχρόνως αναρρόφηση.
Δεξιά: «άγγιστρο» που, με τη βοήθεια της συνδεδεμένης με αυτό διαθερμίας, επιτρέπει την αποκόλληση ιστών.

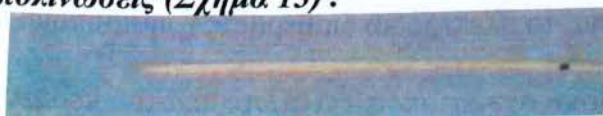
ΣΧΗΜΑ 11

ΕΕ Βελονοκάτοχα για την εσωτερική συρραφή και τοποθέτηση κόμβων καθώς και τα ειδικά συρραπτικά εργαλεία (Σχήμα 12)



Ειδικό αυτόματο συρραπτικό εργαλείο ΣΧΗΜΑ 12

ΕΕ Ράμματα chromic catgut με έτοιμο κόμβο μέσω ειδικού στείλεού για απολινώσεις (Σχήμα 13).



Ράμμα chromic catgut με τον ειδικό στείλεό που διευκολύνει την τοποθέτηση και το σφίξιμο του κόμπου με απλή έλξη.

ΣΧΗΜΑ 13

ββ **Λαβίδες διαθερμίας, (Σχήμα 14).**



Λαβίδα διαθερμίας τύπου «άγγιστρου» και «σπάτουλας» ΣΧΗΜΑ 14

Τα ενδοσκοπικά εργαλεία μπορούν να εκτελέσουν μόνο τρεις κινήσεις:

ββ **Περιστροφή γύρω από τον άξονα τους.**

ββ **Περιστροφή γύρω από το σημείο εισόδου του ενδοσκοπίου.**

ββ **Παλινδρομική κίνηση προς μέσα και έξω από το σημείο εισόδου του ενδοσκοπίου.**

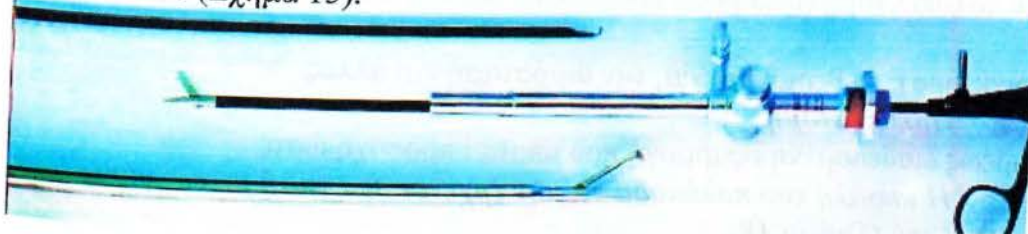
3 Ηλεκτρόδιο Διαθερμίας

Στην ενδοσκοπική ηλεκτροχειρουργική, το ηλεκτρόδιο της διαθερμίας συνεργάζεται με το ενδοσκόπιο. Έτσι με την δυνατότητα της ενδοσκόπησης, την απεικόνιση τμήματος του εσωτερικού του σώματος, εξασφαλίζεται η επίτευξη ηλεκτροχειρουργικής δράσης, τομής και αιμόστασης, και στο εσωτερικό του οργανισμού με απώτερο σκοπό τη θεραπεία.

Ο τύπος συνεργασίας μεταξύ ηλεκτροδίου διαθερμίας και ενδοσκοπίου εξαρτάται από τον τύπο του ενδοσκοπίου.

Όταν το ενδοσκόπιο είναι άκαμπτο, το ηλεκτρόδιο διαθερμίας εισέρχεται στο εσωτερικό του σώματος μέσω ενός ειδικού στείλεού με απαραίτητη συνεπώς προϋπόθεση την διάνοιξη επιπρόσθετης μικρής «οπής εισόδου». Πιο σπάνια, το ηλεκτρόδιο διαθερμίας χρησιμοποιεί ένα κανάλι που συμπληρωματικά σχηματοποιείται εξωτερικά του περιβλήματος του

τηλεσκοπίου (Σχήμα 15).

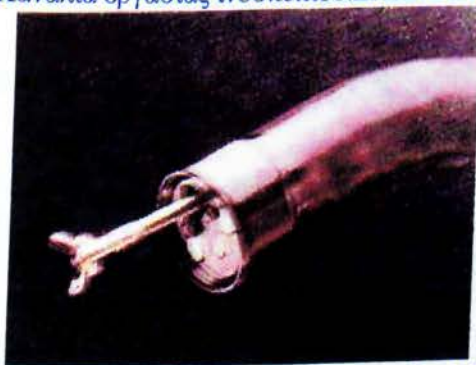


Ηλεκτρόδια διαθερμίας για άκαμπτα ενδοσκόπια ΣΧΗΜΑ 15

Όταν το ενδοσκόπιο είναι εύκαμπτο, το ηλεκτρόδιο διαθερμίας εισέρχεται στο εσωτερικό του σώματος μαζί με το ενδοσκόπιο μέσω ειδικού καναλιού εργασίας που το τελευταίο φέρει ήδη (Σχήμα 16 και Σχήμα 17).



Κανάλια εργασίας ινδοσκοπίου. ΣΧΗΜΑ 16



Κανάλια εργασίας video-σκοπίου. ΣΧΗΜΑ 17

Περιγραφή Λειτουργίας

1. Ηλεκτροχειρουργική με Ενδοσκόπιο

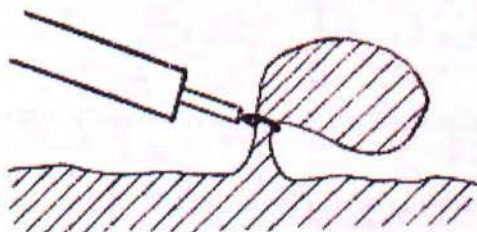
Η ηλεκτροχειρουργική που εκτελείται με ενδοσκόπιο συμπεριλαμβάνει

την πολυπεκτομή (αφαίρεση πολύποδα), την σφικκτηροτομή (τομή σφικκτήρα), τη θερμή βιοψία, την αιμόσταση και άλλες.

☞☞ Πολυπεκτομή

Ευρέως διαδεδομένη εφαρμογή που απαιτεί προσοχή ώστε :

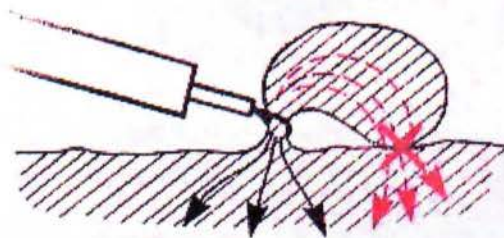
☞☞ **Η κεφαλή του πολύποδα να μην έρχεται σε επαφή με τον γύρω ιστό (Σχήμα 18).**



Άρση πολύποδα. ΣΧΗΜΑ 18

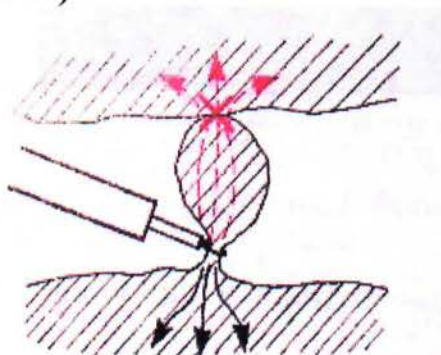
Για αυτό πρέπει :

- Το ηλεκτρόδιο να έχει προσδεθεί στενά περί του κορμού του πολύποδα.
- Η γωνία του ενδοσκοπίου να είναι κατάλληλη ώστε να αποτρέπεται η όποια ανεπιθύμητη επαφή.
- Το σώμα του ασθενή να βρίσκεται στη σωστή θέση.
- Η χρήση λαβίδων διευκολύνει το χειρισμό του πολύποδα. Μόνο τότε αποφεύγεται ο κίνδυνος πιθανού εγκαύματος (Σχήμα 19).



Ανεπιθύμητη επαφή πολύποδα-ηλεκτροδίου και γύρω ιστού. ΣΧΗΜΑ 19

- Υφίσταται περίπτωση επαφής με τον απέναντι ιστό (π.χ λόγω μεγέθους). (Σχήμα 20).



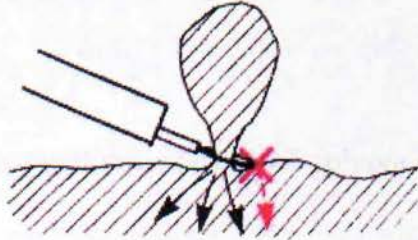
Ανεπιθύμητη επαφή με τον απέναντι ιστό
ΣΧΗΜΑ 20

Τότε πρέπει το σώμα του ασθενούς και ο χειρισμός του πολύποδα να είναι τέτοιος ώστε η επιφάνεια επαφής με τον απέναντι ιστό να είναι αυξημένη και η πυκνότητα του ρεύματος να είναι σε ασφαλές επίπεδο (Σχήμα 21).



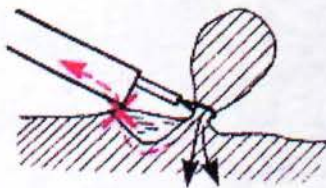
Αύξηση επιφάνειας επαφής και μείωση πυκνότητας ρεύματος. ΣΧΗΜΑ 21

ΣΤο ενεργό ηλεκτρόδιο να μην έρχεται σε επαφή με τον γύρω ιστό. Για την αποφυγή πιθανών εγκαυμάτων πρέπει το ηλεκτρόδιο να μην είναι χαλαρό γύρω από τον κορμό του πολύποδα (Σχήμα 22).



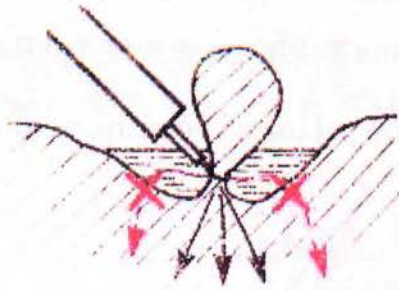
Επαφή ηλεκτροδίου με γύρω ιστό. ΣΧΗΜΑ 22

ΣΤο άκρο του ενδοσκοπίου να μην έρχεται σε ηλεκτρική επαφή με τον γύρω ιστό μέσω εκκρίσεων. Πρέπει να προηγείται απομάκρυνση των υγρών είτε με αναρρόφηση είτε με αλλαγή της θέσης του σώματος ώστε να αποφεύγονται πιθανά εγκαύματα (Σχήμα 23).



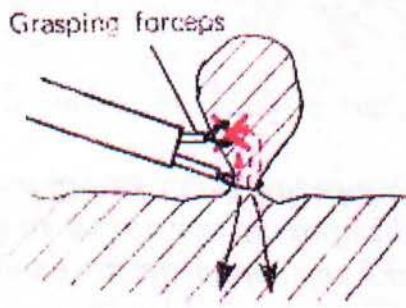
Επαφή άκρου ενδοσκοπίου και εκκρίσεων. ΣΧΗΜΑ 23

ΣΣ Το ενεργό ηλεκτρόδιο να μην έρχεται σε επαφή με εκκρίσεις γύρω από τον ιστό. Μόνο με απομάκρυνση των εκκρίσεων μπορούν να αποφευχθούν ανεπιθύμητα φαινόμενα (Σχήμα 24).



Ηλεκτρόδιο σε επαφή με εκκρίσεις. ΣΧΗΜΑ 24

ΣΣ Οι λαβίδες συγκράτησης του πολύποδα να είναι μονωμένες ώστε να αποφεύγεται ανεπιθύμητη ροή ρεύματος (Σχήμα 25).

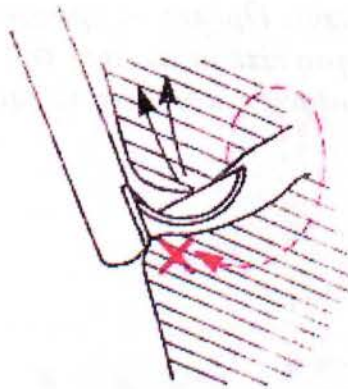


Χρήση μη μονωμένων λαβίδων. ΣΧΗΜΑ 25

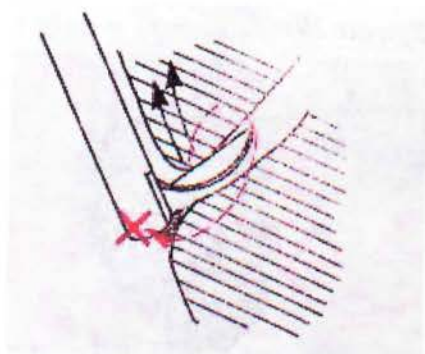
ΣΣ Σφικκτηροτομή

Ελλοχεύουν κίνδυνοι αιμορραγίας λόγω της κατεύθυνσης και του βάθους τομής. Γι' αυτό πρέπει :

ΣΣ Το μεταλλικό άκρο του ενδοσκοπίου να μην έρχεται σε επαφή με τον γύρω ιστό είτε απευθείας είτε μέσω εκκρίσεων (Σχήμα 26 και Σχήμα 27).



Επαφή άκρου ενδοσκοπίου με ιστό. ΣΧΗΜΑ 26

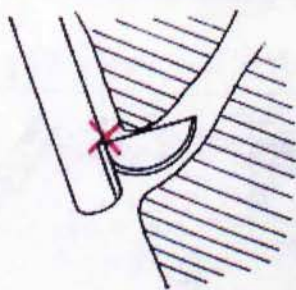


Επαφή άκρου ενδοσκοπίου με ιστό μέσω εκκρίσεων

ΣΧΗΜΑ 27

Πρέπει το άκρο του να διαχωρίζεται από την θεραπευόμενη περιοχή και να απομακρυνθούν οι όποιες εκκρίσεις. Διαφορετικά παρατηρείται ανεπιθύμητη ροή ρεύματος από το άκρο του ηλεκτροδίου ή από τον ιστό προς το άκρο του ενδοσκοπίου με πιθανότητα εγκαύματος.

ΣΤο ηλεκτρόδιο να μην έρχεται σε επαφή με μεταλλικό τμήμα του ενδοσκοπικού άκρου. Πρέπει το ηλεκτρόδιο να βρίσκεται συνεχώς εντός του πεδίου όρασης και το άκρο του ενδοσκοπίου να είναι διαχωρισμένο από την θεραπευόμενη περιοχή. Διαφορετικά υπάρχει βραχυκύκλωμα, αναστέλλεται η ηλεκτροχειρουργική δράση και πιθανοί σπινθηρισμοί κατά την επαφή ίσως καταστρέψουν το ηλεκτρόδιο (Σχήμα 28).



Επαφή ηλεκτροδίου και ενδοσκοπίου. ΣΧΗΜΑ 28

2. Ιατρικά Πεδία Εφαρμογής

Η ενδοσκοπική ηλεκτροχειρουργική βρίσκει εφαρμογή σε ευρύ φάσμα ιατρικών πεδίων διευκολύνοντας τον χειρουργό και βελτιστοποιώντας τα θεραπευτικά αποτελέσματα.

Χαρακτηριστικά αναφέρονται :

ΒΒ Βρογχοσκόπηση (Σχήμα 29)



Όγκος στην τραχεία ΣΧΗΜΑ 29

ΒΒ Αρθροσκόπηση (Σχήμα 30)



Αρθροσκοπική ηλεκτροχειρουργική ΣΧΗΜΑ 30

ΒΒ Υστεροσκόπηση (Σχήμα 31)



Υστεροσκοπική ηλεκτροχειρουργική ΣΧΗΜΑ 31

Ιδιαίτερα εκτεταμένη είναι η εφαρμογή της στον σύγχρονο τομέα της λαπαροσκοπικής και μικροεπεμβατικής χειρουργικής.

3. Λαπαροσκοπική Μέθοδος

Περιγραφή

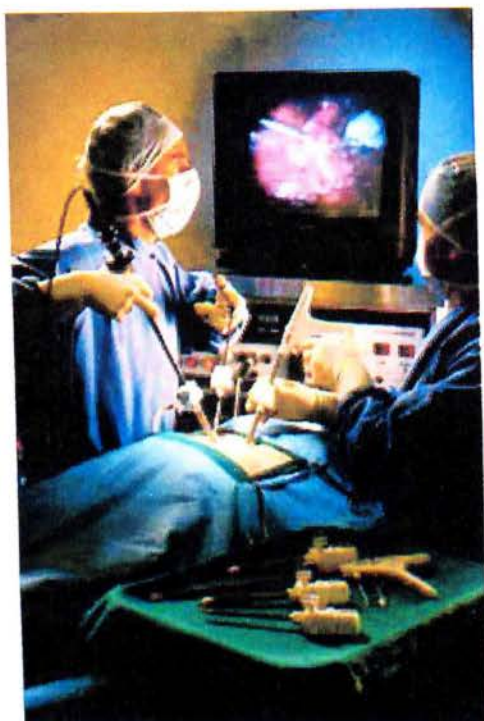
Είναι μια σχετικά καινούργια χειρουργική μέθοδος και αντίληψη (Σχήμα 32).



Λαπαροσκοπική χειρουργική στη δεκαετία του '70 ΣΧΗΜΑ 32

Την τελευταία δεκαετία, από το 1989 που άρχισαν να πραγματοποιούνται οι πρώτες λαπαροσκοπικές χολοκυστεκτομές, έχει υπάρξει μια αλματώδης πρόοδος στην αρένα της λαπαροσκοπικής και μικροεπεμβατικής χειρουργικής. Αυτό οφείλεται αφενός στην εφαρμογή της λαπαροσκοπικής μεθόδου σε πολλές άλλες επεμβάσεις εκτός της χολοκυστεκτομής, αφετέρου δε στην τεχνολογική πρόοδο που δίνει την δυνατότητα στον κατάλληλα εκπαιδευμένο χειρουργό να πραγματοποιεί αυτές τις επεμβάσεις με ασφάλεια και σε πολλές περιπτώσεις με θεαματικά καλύτερα αποτελέσματα (Σχήμα 33).

Η τεχνική αυτή δεν χρειάζεται μια μεγάλη τομή. Αντίθετα ο χειρουργός δουλεύει μέσα από 3-4 μικρές οπές (ports) με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μεγάλη τομή που πρέπει να επουλωθεί.



Σύγχρονο λαπαροσκοπικό χειρουργείο ΣΧΗΜΑ 33

Χειρουργική Τεχνική

Τα στάδια μιας τυπικής λαπαροσκοπικής επέμβασης, όπως η Λαπαροσκοπική Χολοκυστεκτομή, είναι :

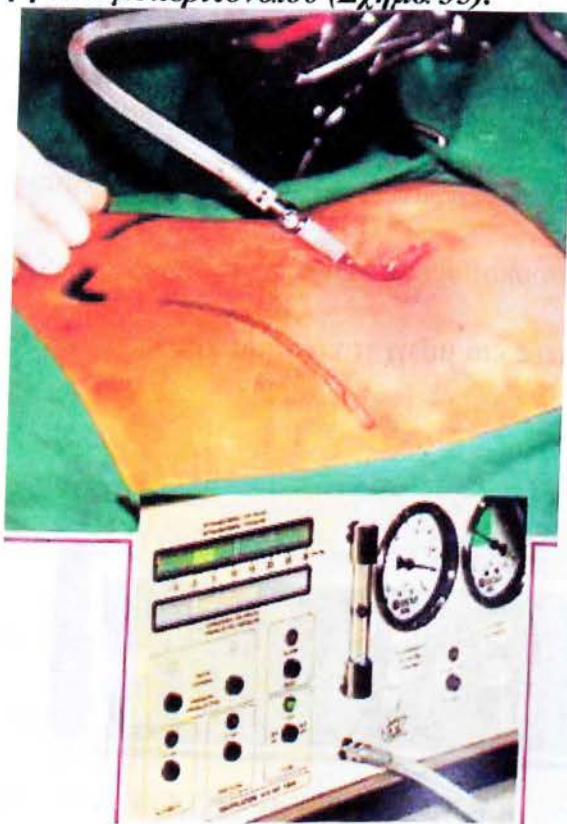
▄▄ Προετοιμασία ασθενή (Σχήμα 34).

- Τοποθέτηση ασθενή – αναισθησία
- Τοποθέτηση ουδέτερου ηλεκτροδίου



Προετοιμασία ασθενούς ΣΧΗΜΑ 34

ΕΕ Εισαγωγή πνευμοπεριτοναίου (Σχήμα 35).



Εισαγωγή και ρύθμιση πνευμοπεριτοναίου. ΣΧΗΜΑ 35

• Συσκευή πνευμοπεριτοναίου

Επιτυγχάνει τη διάταση της κοιλίας και τη δημιουργία χώρου για την εφαρμογή κάθε λαπαροσκοπικής τεχνικής. Έτσι είναι εφικτή η απεικόνιση των κοιλιακών σπλάχνων, η κίνηση των λαπαροσκοπικών εργαλείων καθώς και η Παρασκευή ή διατομή των διαφόρων ανατομικών στοιχείων. Ο χώρος που δημιουργείται με την εγκατάσταση του υποκαθιστά το χειρουργικό πεδίο,, που δημιουργεί ο χειρουργός με τη χειρουργική τομή στην ανοικτή χειρουργική, φέρνοντας σε επικοινωνία τα κοιλιακά σπλάχνα με το χώρο της χειρουργικής αίθουσας.

Ταυτόχρονα με την προώθηση αερίου στην περιτοναϊκή κοιλότητα

ρυθμίζεται :

•••Ο χορηγούμενος όγκος αερίου.

•••Η ταχύτητα ροής του αερίου.

•••Η ενδοκοιλιακή πίεση ώστε να διακόπτεται η ροή του αερίου όταν η ενδοκοιλιακή πίεση φθάσει μια εκ των προτέρων καθορισμένη τιμή.

Οι παράμετροι αυτές είναι εμφανείς στην πρόσοψη της συσκευής και κάθε υπέρβαση των προκαθορισμένων, από τον χειρουργό, τιμών, γίνονται αμέσως αντιληπτές και με ηχητικό σήμα που εκπέμπει η συσκευή (Σχήμα 36).



Συσκευή πνευμονοπεριτοναίου.ΣΧΗΜΑ 36

Για την εγκατάσταση του έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα αέρια, όπως ο ατμοσφαιρικός αέρας, μονοξείδιο του αζώτου, το καθαρό οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα. Μερικές ιδιότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) είναι:

- Η ταχεία διαλυτότητα του.
- Το ό,τι δεν ευνοεί την έκρηξη παρουσία ηλεκτροδιαθερμίας.
- Η εύκολη παρασκευή του.
- Το μειωμένο κόστος.

Οι ιδιότητες αυτές το καθιστούν το ιδανικότερο αέριο για χρήση στην καθημερινή λαπαροσκοπική πρακτική.

• Βελόνη Veress

Πρόκειται για τεχνική εισαγωγής CO₂ στην περιτοναϊκή κοιλότητα.

Είναι μια βελόνα που διαπερνά τα κοιλιακά τοιχώματα και επιτρέπει την εισαγωγή του αερίου από τη συσκευή του πνευμοπεριτοναίου εντός της περιτοναϊκής κοιλότητας (Σχήμα 37).



Βελόνη Veress. ΣΧΗΜΑ 37

Αποτελείται από δυο επάλληλους στειλεούς, ο εσωτερικός έχει ατραυματικό στρογγυλό άκρο και ελέγχεται από μηχανισμό ελατηρίου που επιτρέπει την έξοδο του ατραυματικού άκρου όταν ο εξωτερικός στειλεός με το αιχμηρό άκρο διαπερνά τα κοιλιακά τοιχώματα και εισέρχεται στην ελεύθερη περιτοναϊκή κοιλότητα.

Μπορεί να εισαχθεί σε οποιοδήποτε σημείο του κοιλιακού τοιχώματος, αν και ο ομφαλός είναι το πλέον κατάλληλο σημείο εισαγωγής.

• Έλεγχος ακριβής θέσης του άκρου της βελόνης με την εισαγωγή μιας σταγόνας φυσιολογικού ορού στο στόμιο της βελόνης Veress (Σχήμα 38).



Έλεγχος ορθής θέσης άκρου βελόνης. ΣΧΗΜΑ 38

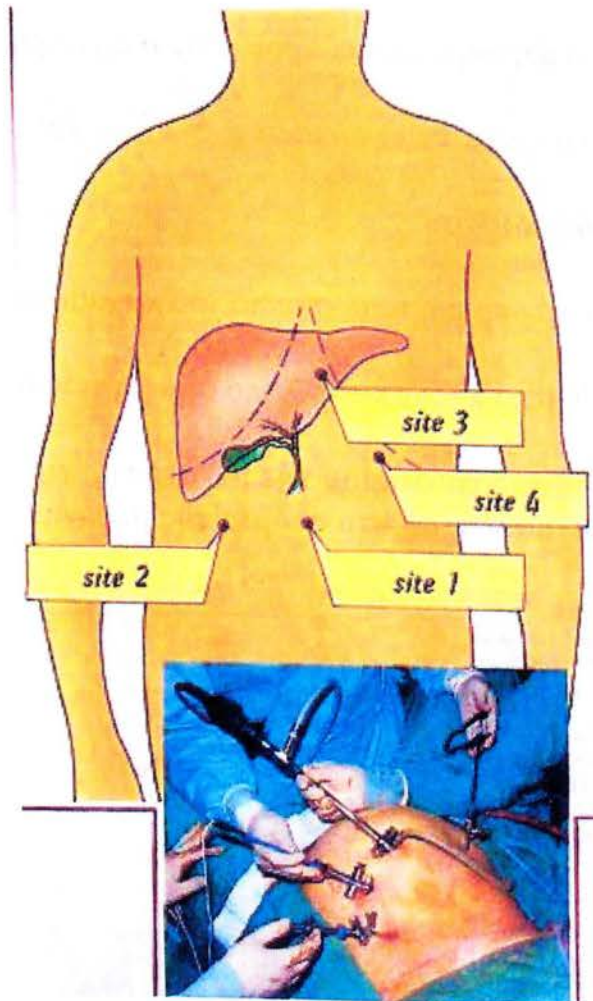
55 Θέση σωλήνων εργασίας

Η ιδανική διάταξη των σωλήνων εργασίας στο κοιλιακό τοίχωμα είναι

αυτή που επιτρέπει οι δυο σωλήνες εργασίας να βρίσκονται αντίστοιχα στις δυο κορυφές της βάσης ενός ισοσκελούς τριγώνου, με το λαπαροσκόπιο να βρίσκεται στην κορυφή του τριγώνου και το χειρουργικό πεδίο στο μέσο της απόστασης μεταξύ των δυο σωλήνων εργασίας.

Η βασική προϋπόθεση είναι τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία να βρίσκονται πάντοτε σε κατάλληλη γωνία όρασης σε σχέση με τη θέση του λαπαροσκοπίου και οι λειτουργικές τους επιφάνειες να είναι πάντοτε ορατές

(Σχήμα 39).



Διάταξη σωλήνων εργασίας

Site 1 : Ενδοσκόπιο

Site 2 : Λαβίδες σύλληψης

Site 3 : Αναρρόφηση

Site 4 : Ενδοσκοπικά εργαλεία (π.χ ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια)

ΣΧΗΜΑ 39

5.5 Εισαγωγή σωλήνων εργασίας

Χρησιμοποιούνται ειδικοί στειλεοί που καλούνται trocar με ειδικά χαρακτηριστικά (Σχήμα 40, Σχήμα 41, Σχήμα 42).



Trocar γενικής χρήσης. ΣΧΗΜΑ 40



Trocar και για εξαγωγή ιστών. ΣΧΗΜΑ 41

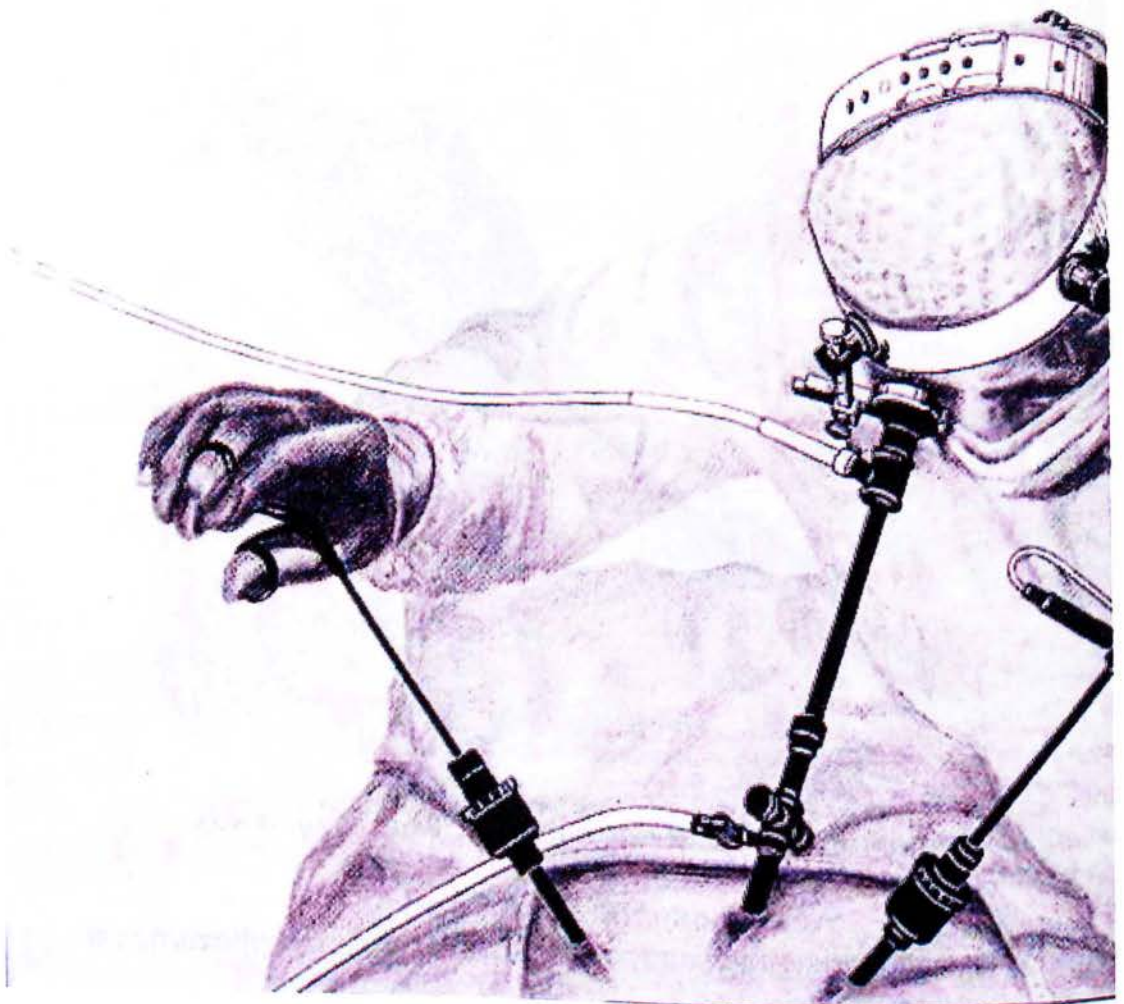
5.5 Ενδοσκοπικά εργαλεία και χειρισμός τους (Σχήμα 43).

Λαπαροσκοπικές επεμβάσεις

Οι βασικές επεμβάσεις της λαπαροσκοπικής και μικροεπεμβατικής χειρουργικής είναι (Σχήμα 44):



Τροχαρ για θωρακοσκόπηση. ΣΧΗΜΑ 42

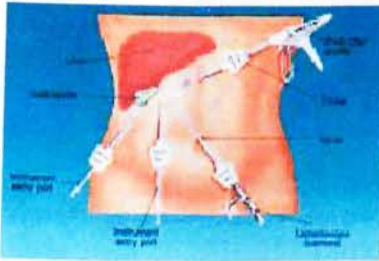


Αμφίχειρη λαπαροσκοπική επέμβαση. ΣΧΗΜΑ 43

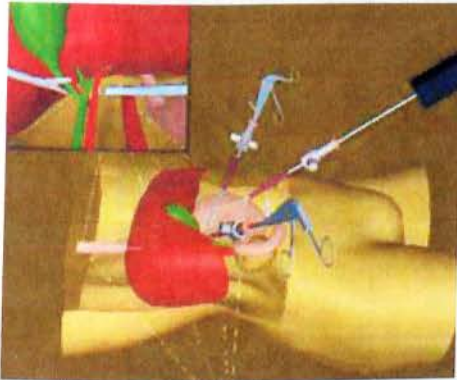


Επεμβάσεις λαπαροσκοπικής και μικροεπεμβατικής χειρουργικής.
ΣΧΗΜΑ 44

- Λαπαροσκοπική Χολοκυστεκτομή, (Σχήμα 45, Σχήμα 46).

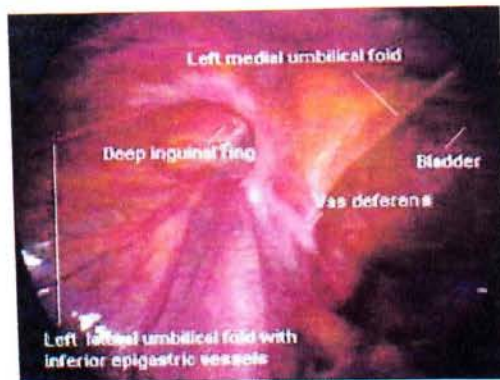


Διάγραμμα λαπαροσκοπικής χολοκυστεκτομής.
ΣΧΗΜΑ 45



Τρισδιάστατη απεικόνιση λαπαροσκοπικής χολοκυστεκτομής.
ΣΧΗΜΑ 46

- Λαπαροσκοπική επιδιόρθωση Κήλης, (βουβωνοκήλη/ομφαλοκήλη/κοιλιοκήλη), (Σχήμα 47, Σχήμα 48).
- Λαπαροσκοπική Σκωληκοειδεκτομή, (Σχήμα 49, Σχήμα 50).



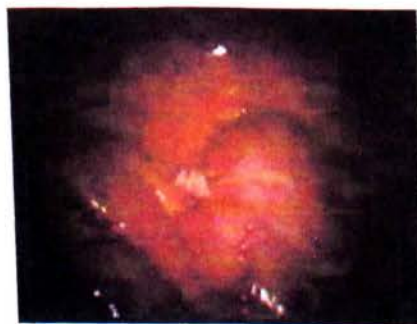
Βουβωνοκλήλη όπως φαίνεται από το λαπαροσκόπιο.
ΣΧΗΜΑ 47



Σχηματική αναπαράσταση λαπαροσκοπικής επιδιόρθωσης κήλης.
ΣΧΗΜΑ 48



Σκωληκοειδής απόφυση όπως φαίνεται στο λαπαροσκόπιο.
ΣΧΗΜΑ 49



Μετά την ολοκλήρωση της λαπαροσκοπικής σκωληκοειδεκτομής.
ΣΧΗΜΑ 50

- **Λαπαροσκοπική Σπληνεκτομή, (Σχήμα 51).**



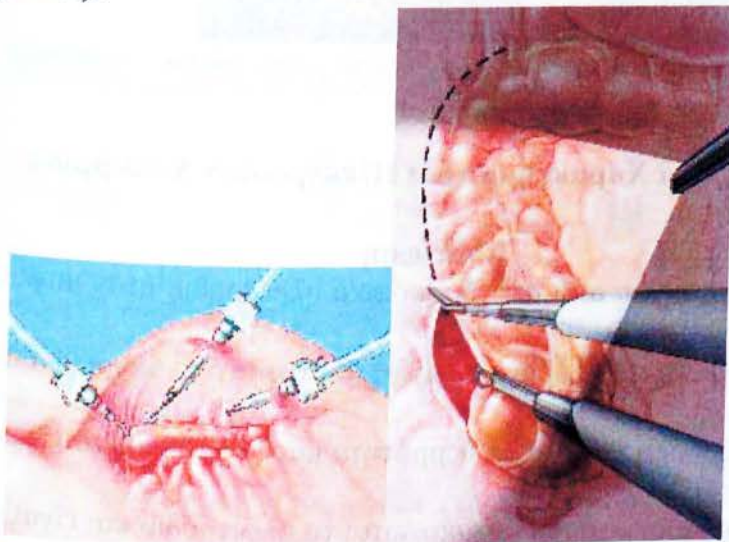
Διαγραμματική απεικόνιση λαπαροσκοπικής σπληνεκτομής.
ΣΧΗΜΑ 51

- **Λαπαροσκοπική επέμβαση για Γαστροοισοφαγική Παλινδρόμηση (Nissen)**
- **Λαπαροσκοπική οισοφαγομυοτομή για αχαλασία οισοφάγου, (Σχήμα 52).**



Εικόνα οισοφάγου μετά από λαπαροσκοπική οισοφαγομυοτομή.
ΣΧΗΜΑ 52

- **Λαπαροσκοπική Κολεκτομή/Εντεροτομή (& κλείσιμο κολοστομίας), (Σχήμα 53).**



Σχηματική απεικόνιση λαπαροσκοπικής κολεκτομής. ΣΧΗΜΑ 53

- **Ενδοσκοπική Σαφηνεκτομή, (Σχήμα 54 και Σχήμα 55).**
- **Λαπαροσκοπική Επινεφριδιεκτομή/Νεφρεκτομή**
- **Ερευνητική Λαπαροσκοπία (staging & pain syndrome)**

- Μικροεπεμβατική Αγγειοχειρουργική
- Μικροεπεμβατική Χειρουργική Θώρακα
- Λαπαροσκοπική Βαριατρική Χειρουργική (εγχειρήσεις για απώλεια βάρους)



Σαφηνής φλέβα – λαπαροσκοπική άποψη. ΣΧΗΜΑ 54



Ενδοσκοπική διακοπή διατρητινουσών φλεβών σε χρόνια φλεβική ανεπάρκεια
ΣΧΗΜΑ 55

Τεχνικά Χαρακτηριστικά Ηλεκτροδίων Διαθερμίας

1. Μόνωση

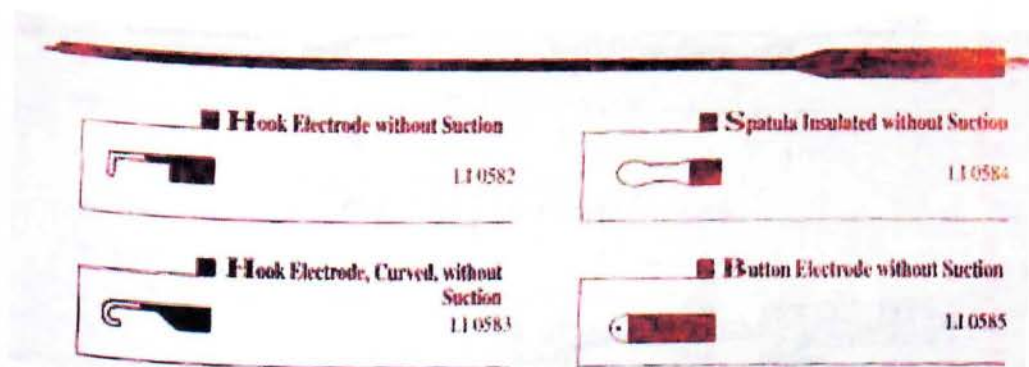
Αρχικά, τα περισσότερα από τα ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια ήταν μονωμένα με ειδικό θερμοσυστελλόμενο περίβλημα. Αυτό το υλικό μόνωσης μπορεί να αντέξει όλη την υψηλή θερμότητα κατά την επέμβαση ή την αποστείρωση, συνθήκες όπου καταπονείται το ηλεκτρόδιο και είναι επισημασμένες για την ασφαλή ακεραιότητα του.

Τα τελευταία χρόνια, έχουν εισαχθεί ηλεκτρόδια με κεραμικό περίβλημα. Το περίβλημα αυτό, αν και είναι πολύ σκληρό, δεν εμποδίζει την

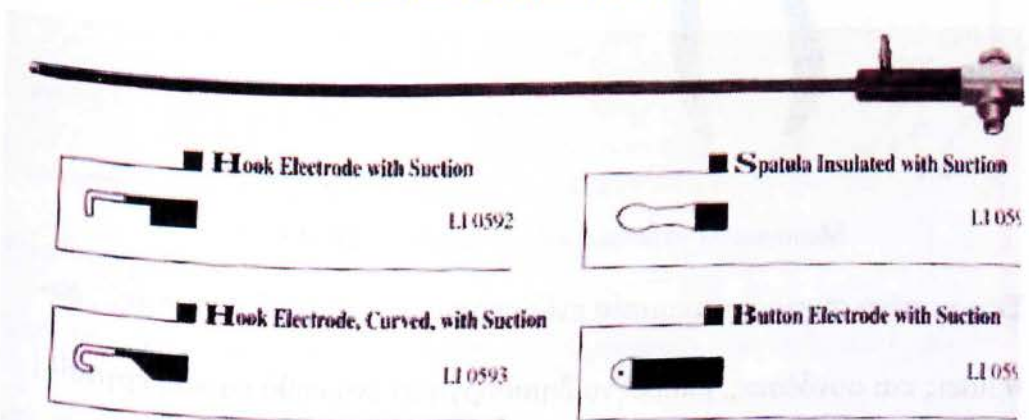
υπερθέρμανση και ελλοχεύει κινδύνους για την καταστροφή του ηλεκτροδίου αν γίνει ακατάλληλη επιλογή ρεύματος λειτουργίας.

2. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά

Τα ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλία όσον αφορά το σχήμα, τις διαστάσεις (μήκος, διάμετρος, εύρος ευκαμψίας), την ταυτόχρονη ή όχι συνύπαρξη αναρρόφησης ανάλογα με την εφαρμογή (Σχήμα 56, Σχήμα 57, Σχήμα 58).



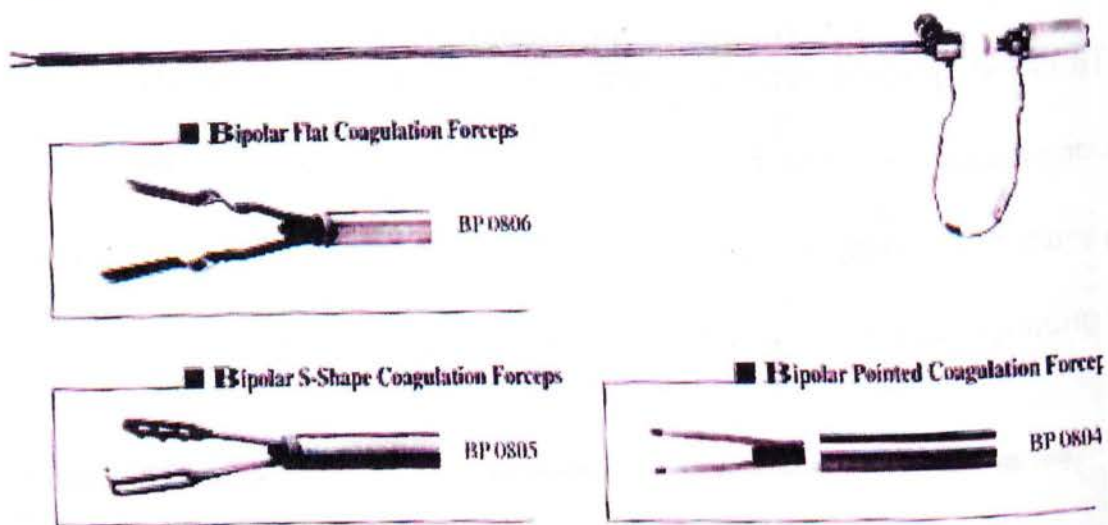
Μονοπολικά ηλεκτρόδια χωρίς αναρρόφηση. ΣΧΗΜΑ 56



Μονοπολικά ηλεκτρόδια με αναρρόφηση. ΣΧΗΜΑ 57

Σημαντικό λειτουργικό χαρακτηριστικό των ενδοσκοπικών ηλεκτροδίων είναι η διάμετρος τους. Είναι επιθυμητό η διάμετρος του εξωτερικού περιβλήματος (στειλεός, σωλήνας) να είναι όσον το δυνατό μικρή, για μι-

κρή σπή, ενώ η λειτουργική του διάμετρος (εσωτερική διάμετρος, κανάλι εργασίας) να είναι μεγάλη για αποτελεσματική εφαρμογή (Σχήμα 59).



Διπολικά ηλεκτρόδια ΣΧΗΜΑ 58



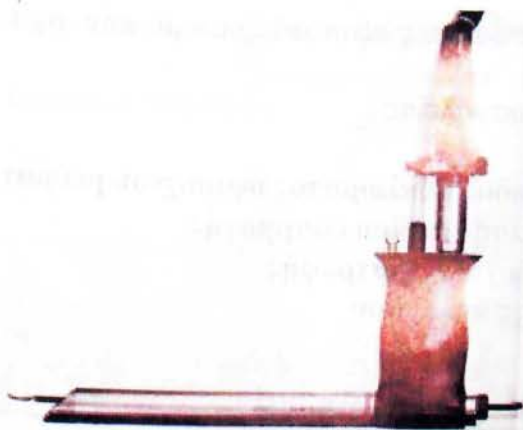
Μεμονωμένο ενδοσκοπικό ηλεκτρόδιο. ΣΧΗΜΑ 59

Σε ορισμένα σύγχρονα άκαμπτα ενδοσκόπια, με ειδικές λειτουργικές ρυθμίσεις και συνδέσεις, μπορεί να δημιουργηθεί ένα ευθύ κανάλι εργασίας για την προσαρμογή του ηλεκτροδίου διαθερμίας (Σχήμα 60)

3.Χειρισμός

Ο χειρισμός λειτουργίας (ενεργοποίηση-απενεργοποίηση) των ενδοσκοπικών ηλεκτροδίων γίνεται συνήθως με ποδοδιακόπτη. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο χειρισμός τους γίνεται και με χειροδιακόπτη που φέρει η

χειρολαβή του ηλεκτροδίου.



Ακαμπτα ενδοσκοπία και ηλεκτρόδιο διαθερμίας. ΣΧΗΜΑ 60

Προδιαγραφές Ασφαλείας

1. Διαρροή Ρεύματος

Στην ενδοσκοπική ηλεκτροχειρουργική, το ηλεκτρόδιο διέρχεται μέσω ενός μακρύ ενδοσκοπίου με αποτέλεσμα το ρεύμα να μπορεί να διαρρεύσει προς το ενδοσκόπιο ακόμα και αν αυτό είναι μονωμένο.

Όταν ο ασθενής ακουμπά μια μεταλλική κατασκευή στο χειρουργικό κρεβάτι ή όταν ο χειρουργός ακουμπά ένα μεταλλικό τμήμα του ενδοσκοπίου, το ρεύμα (I) μπορεί να ρέει μέσω τριών μονοπατιών (Σχήμα 61).

Το ολικό ρεύμα $I = I_1 + I_2 + I_3$.

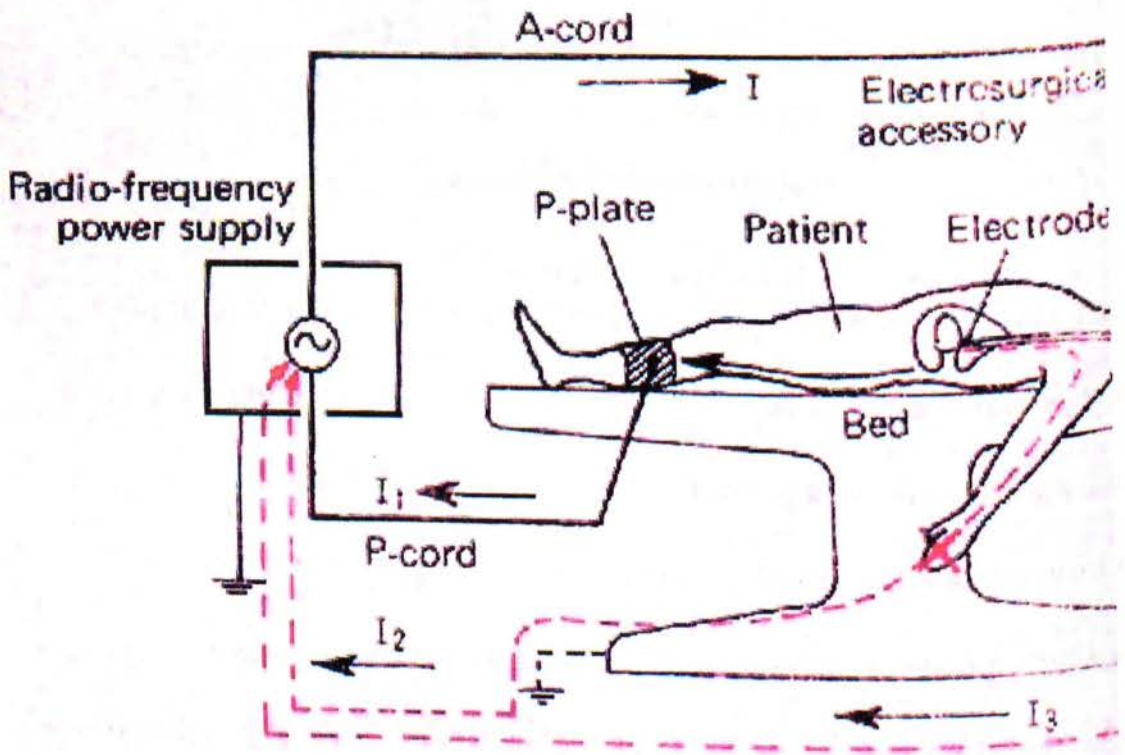
Το I_1 είναι το επιθυμητό ηλεκτροχειρουργικό ρεύμα ενώ τα I_2 και I_3 είναι τα ανεπιθύμητα ρεύματα διαρροής. Διατηρώντας το μονοπάτι για το I_1 και εξουδετερώνοντας τα I_2 και I_3 όσο το δυνατόν περισσότερο, αυξάνεται η ασφάλεια της επέμβασης (Σχήμα 62).

2. Χαρακτηριστικά Ασφαλείας

Για την εκτέλεση ασφαλούς επέμβασης, είναι σημαντικό να διατηρηθεί

σταθερό το επιθυμητό ρεύμα και να ελαχιστοποιηθούν τα ρεύματα διαρροής. Υψηλό επίπεδο ασφάλειας εξασφαλίζεται με την τήρηση των εξής τυπικών δικλίδων ασφαλείας :

- ⚡ **Μη γειωμένη έξοδος κυκλώματος υψίσυχνου ρεύματος**
- ⚡ **Καλώδιο ανάδρασης πεδίου εφαρμογής**
- ⚡ **Ανιχνευτής αναλογίας επιστροφής**
- ⚡ **Ανιχνευτής ρήξης καλωδίου**



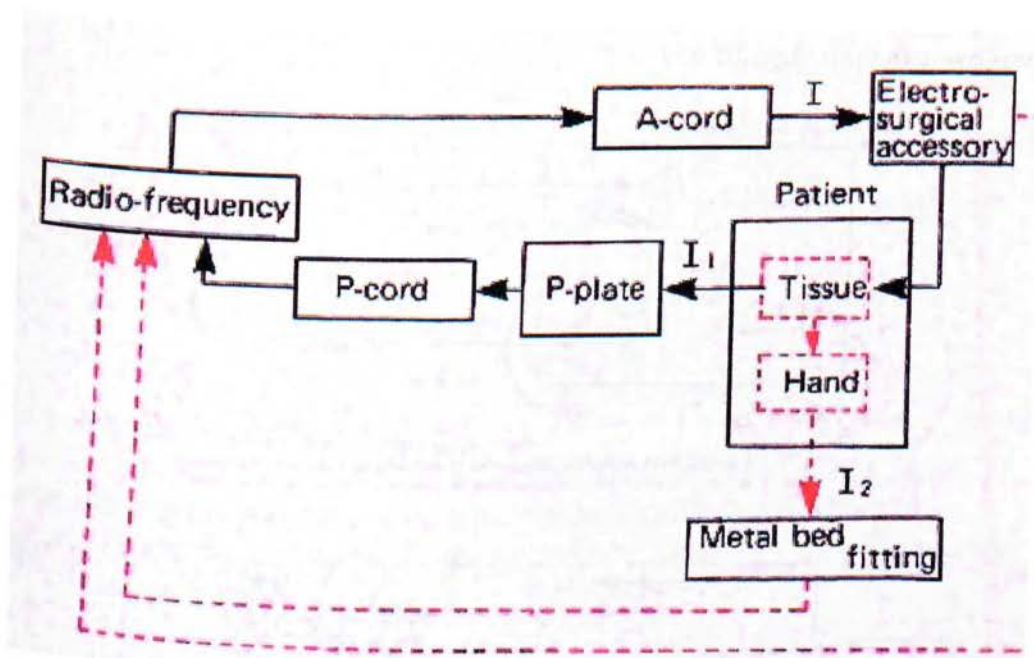
Διαρροή ρεύματος στην ενδοσκοπική ηλεκτροχειρουργική
 Οι συνεχείς γραμμές παριστάνουν το ηλεκτροχειρουργικό ρεύμα
 Οι διακεκομμένες γραμμές παριστάνουν το ρεύμα διαρροής
 Οι περιοχές όπου πιθανά εγκαύματα μπορεί να συμβούν υποδεικνύονται με ένα X
 ΣΧΗΜΑ 61

2.1 Μη γειωμένη έξοδος κυκλώματος υψίσυχνου ρεύματος

Η έξοδος κυκλώματος υψίσυχνου ρεύματος χαρακτηρίζεται από ένα πλήρες μονωμένο σχεδιασμό που ελαχιστοποιεί τα ρεύματα διαρροής διατηρώντας υψηλό επίπεδο ασφάλειας.

I. Μη γειωμένα και γειωμένα κυκλώματα.

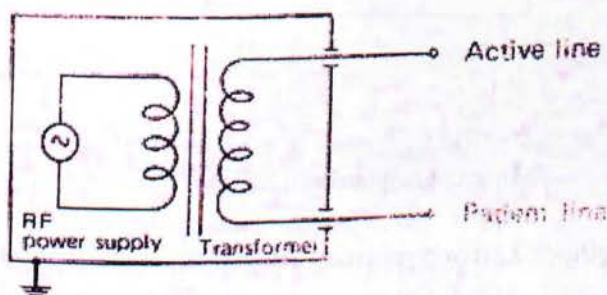
Οι όροι «γειωμένα» και «μη γειωμένα» κυκλώματα δεν αναφέρονται σε εξωτερική γείωση η οποία πρέπει πάντα να είναι συνδεδεμένη σε όλο τον εξοπλισμό για λόγους ασφαλείας.



Διάγραμμα επιθυμητών και ανεπιθύμητων ρευμάτων. ΣΧΗΜΑ 62

◆ Μη γειωμένη διάταξη

Η γραμμή ασθενούς είναι μονωμένη από την κύρια γείωση (Σχήμα 63).



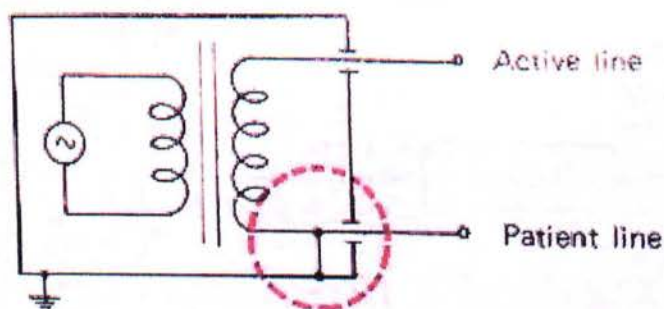
Μη γειωμένο κύκλωμα. ΣΧΗΜΑ 63

◆ Γειωμένη διάταξη

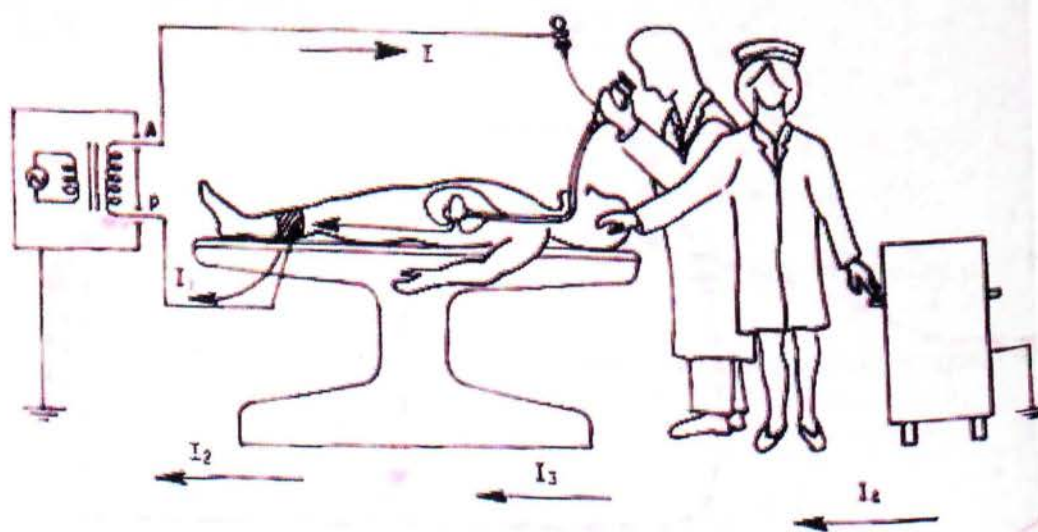
Η γραμμή ασθενούς είναι συνδεδεμένη με την κύρια γείωση (Σχήμα 64).

Η. Ρεύματα διαρροής προς τον ασθενή, τον χειρουργό και τον βοηθό του.

Στο μη γειωμένο σύστημα, η γραμμή ασθενούς είναι μονωμένη από την κύρια γείωση, έτσι τα ρεύματα διαρροής προς την κύρια γείωση από τον ασθενή, τον χειρουργό και τον βοηθό του είναι μικρά και η ασφάλεια είναι αναλόγως υψηλή (Σχήμα 65).



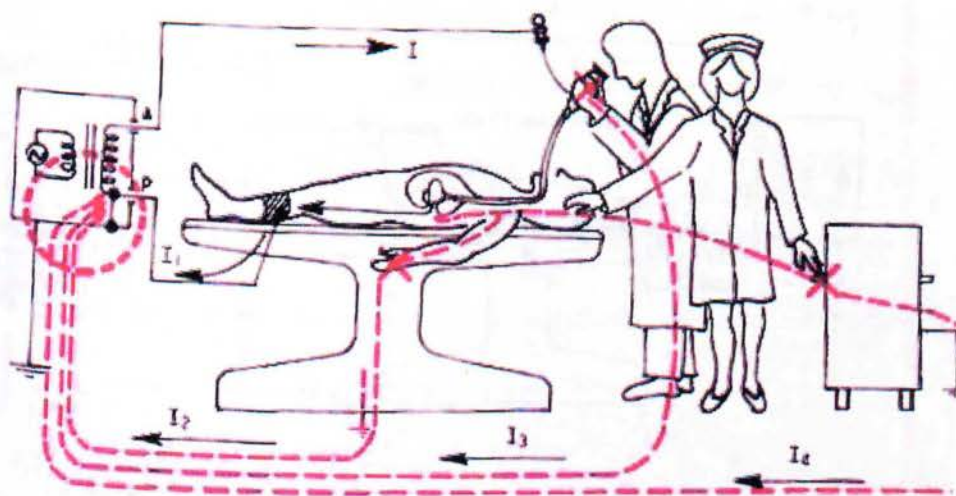
Γειωμένο κύκλωμα. ΣΧΗΜΑ 64



Μη γειωμένη διάταξη. ΣΧΗΜΑ 65

Η αντίθετη συνθήκη λειτουργεί όταν το σύστημα είναι γειωμένο (Σχήμα 66).

Με συνεχή μαύρη γραμμή απεικονίζεται το υψίσυχο ρεύμα, με ισχνή διακεκομμένη γραμμή το μικρό ρεύμα διαρροής, με έντονη διακεκομμένη γραμμή το επικίνδυνο ρεύμα διαρροής.



Γειωμένη διάταξη. ΣΧΗΜΑ 66

Σύμφωνα με τις παραπάνω συνθήκες :

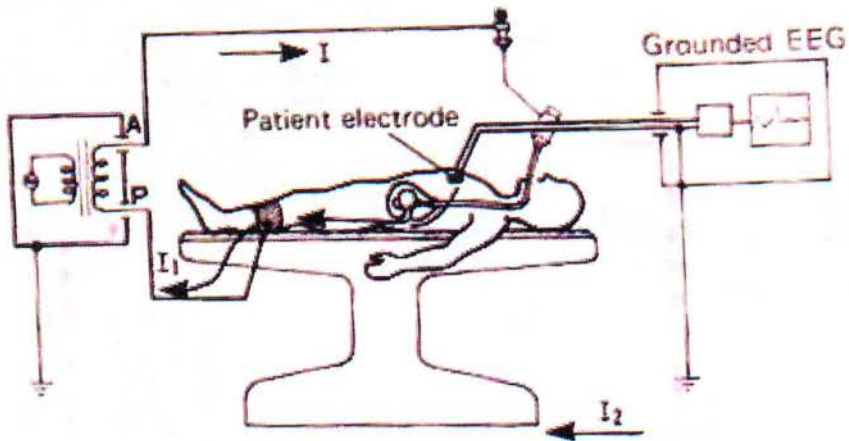
- ☞ Ο ασθενής ακουμπά το χειρουργικό κρεβάτι (γειωμένο).
- ☞ Ο χειρουργός ακουμπά ένα μεταλλικό τμήμα του ενδοσκοπίου.
- ☞ Ο βοηθός, σε επαφή με τον ασθενή, ακουμπά ένα άλλο μεταλλικό αντικείμενο.

Το αποτέλεσμα είναι τα ρεύματα διαρροής (I_2 , I_3 και I_4) να είναι μικρά στο μη γειωμένο σύστημα με αποτέλεσμα μεγαλύτερη ασφάλεια σε σύγκριση με το γειωμένο σύστημα.

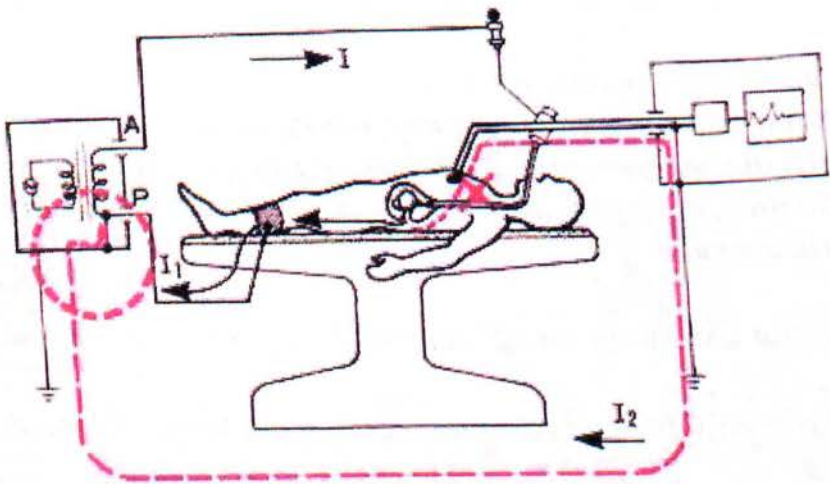
III. Ταυτόχρονη χρήση γειωμένου εξοπλισμού απεικόνισης.

Όταν χρησιμοποιείται συγχρόνως κάποιος εξοπλισμός μέτρησης (π.χ EEG, ECG, μέτρηση παλμού και ροής αίματος) που γειώνει τον ασθενή, προκύπτει μη γειωμένη υψηλής συχνότητας ισχύς που μειώνει το ρεύμα διαρροής στην κύρια γείωση μέσω του ασθενούς με υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας (Σχήμα 67).

Αντίθετα στα γειωμένα κυκλώματα η ταυτόχρονη χρήση συσκευής μέτρησης, το ρεύμα διαρροής είναι υψηλό (Σχήμα 68).



Μη γειωμένη διάταξη. Διαρροή μέσω ηλεκτροδίου ασθενούς. ΣΧΗΜΑ 67



Γειωμένη διάταξη. Διαρροή μέσω ηλεκτροδίου ασθενούς. ΣΧΗΜΑ 68

Καλώδιο ανάδρασης πεδίου εφαρμογής [Scope Feedback Cord (S-Cord)]

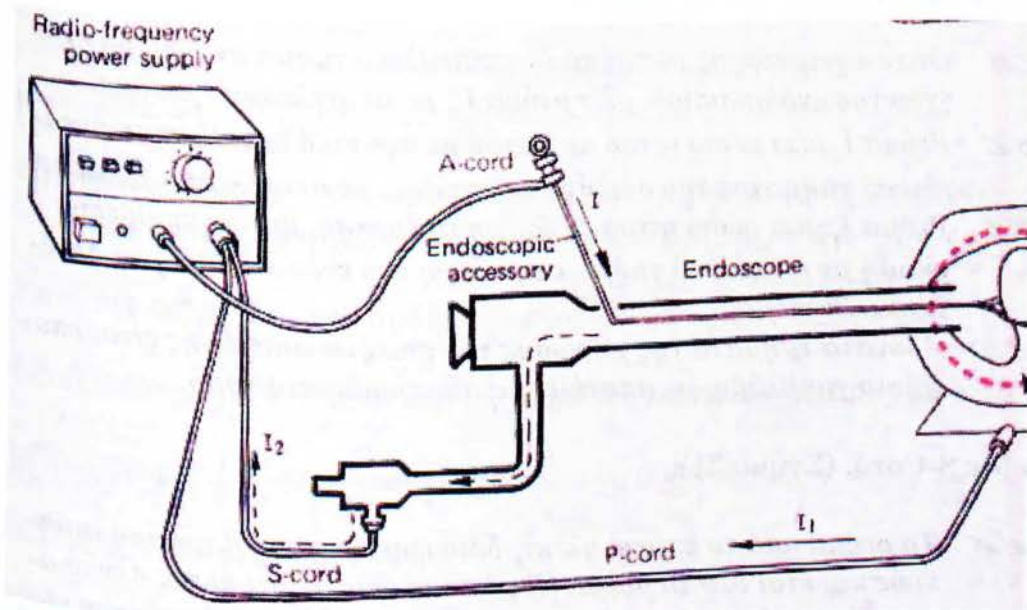
Η χρήση του είναι αποτελεσματικό μέσο επιστροφής του ρεύματος διαρροής από το ενδοσκόπιο πίσω στη γραμμή ασθενούς, είτε αυτή η διαρροή προέρχεται από τον ενδοσκοπικό εξοπλισμό, είτε από άλλο εξοπλισμό, είτε λόγω συγκεκριμένων συνθηκών εφαρμογής.

Η επιστροφή του ρεύματος διαρροής με αυτόν τον τρόπο αποτρέπει τον κίνδυνο εγκαυμάτων του χειρουργού και του ασθενή. Ωστόσο, ανάλογα με τις περιστάσεις, απροσδόκητες διαρροές από άλλες πηγές μπορεί να

είναι επικίνδυνες με αυτή τη διάταξη, αλλά αυτοί οι κίνδυνοι μπορούν να αποφευχθούν με επαρκείς προφυλάξεις και υπερτερούν από την πρόληψη εγκαυμάτων, που προκαλώνται χωρίς τη χρήση του S-Cord, η οποία αποτελεί μεγαλύτερο κίνδυνο στο επίπεδο και τη συχνότητα συμβάντων. Το S-Cord προσφέρει μεγαλύτερο επίπεδο ασφαλούς εφαρμογής.

I. Το σύστημα S-Cord.

Σε φυσιολογικές συνθήκες, τα ρεύματα διαρροής προς το ενδοσκόπιο από το ενεργό ηλεκτρόδιο επιστρέφουν στη γραμμή ασθενούς της υψίσυχνης πηγής μέσω του S-Cord (Σχήμα 69).



Διαρροή ρεύματος εντός του ενδοσκοπίου σε φυσιολογικές συνθήκες. ΣΧΗΜΑ 69

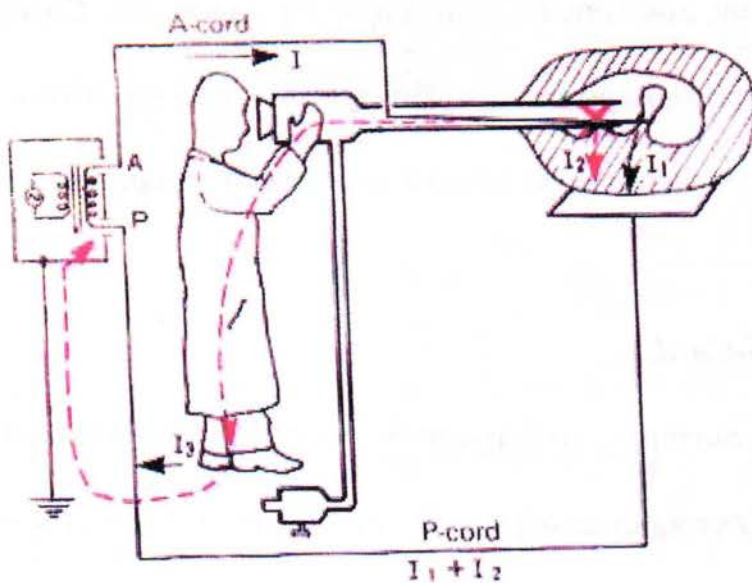
Όταν χρησιμοποιείται πρέπει να εξασφαλίζεται :

- ☞ Να υπάρχει τερματικό (jack) για τη σύνδεση του με το ενδοσκόπιο και την πηγή υψίσυχνου ρεύματος.
- ☞ Η επιφάνεια εισαγωγής του να είναι μονωμένη

II. Αποτελεσματικότητα του S-Cord (Όταν το ενεργό ηλεκτρόδιο

έρχεται σε επαφή με μεταλλικό τμήμα του ενδοσκοπίου).

♦ Χωρίς S-Cord, (Σχήμα 70).



Σύστημα χωρίς S-Cord. Ρεύματα διαρροής στο χειρουργό και τον ασθενή. ΣΧΗΜΑ 70

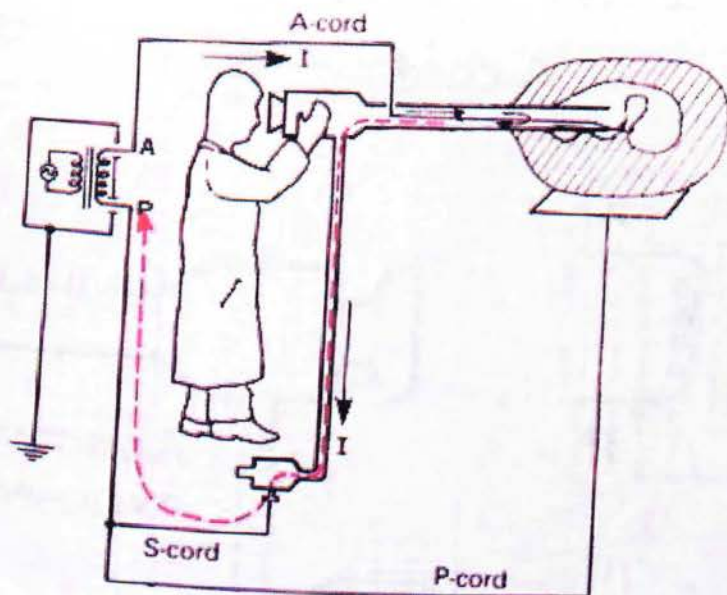
- ☞ Όταν ο χειρουργός ακουμπά ένα μεταλλικό τμήμα στο τμήμα ελέγχου του ενδοσκοπίου, ρέει ρεύμα I_3 , με αποτέλεσμα έγκαυμα.
- ☞ Ρεύμα I_2 ρέει μέσω ιστού σε επαφή με αφύσικα εκτιθέμενου μεταλλικού τμήματος του σωλήνα εισαγωγής, με αποτέλεσμα έγκαυμα.
- ☞ Ρεύμα I_1 ρέει μέσω ιστού σε άμεση (ή έμμεση, μέσω εκκρίσεων) επαφή με μεταλλικό τμήμα στην άκρη του ενδοσκοπίου με αποτέλεσμα έγκαυμα.
- ☞ Αδύνατα τμήματα της μόνωσης του σωλήνα εισαγωγής είναι υποψήφια για βλάβη, με αποτέλεσμα αποπροσανατολισμό.

♦ Με S-Cord, (Σχήμα 71).

- ☞ Το ρεύμα από το ενεργό ηλεκτρόδιο εισέρχεται στη γραμμή ασθενούς και έτσι όλο το ρεύμα (I) ρέει και επιστρέφει πίσω. Δεν υπάρχει διαρροή στο χειρουργό και τον ασθενή εξαλείφοντας τον κίνδυνο εγκαυμάτων.
- ☞ Αδύνατα τμήματα της μόνωσης του σωλήνα εισαγωγής δεν είναι υποψήφια για βλάβη.

Η χρήση του S-Cord έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένα επίπεδα ασφάλειας και αποτελεσματικότητας, αλλά επαφή μεταξύ του ηλεκτροδίου και της

εσοχής του μεταλλικού τμήματος του άκρου του σωλήνα εισαγωγής ίσως έχει σαν αποτέλεσμα σπινθηρισμό και βλάβη ηλεκτροδίου. Για αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή.



Σύστημα με S-Cord. Ρεύματα διαρροής στο χειρουργό και τον ασθενή. ΣΧΗΜΑ 71

III. Αποτελεσματικότητα του S-Cord (Κατά την επέμβαση με αποφόρτιση σπινθήρα ή χωρίς επαφή του ηλεκτροδίου με τον ιστό).

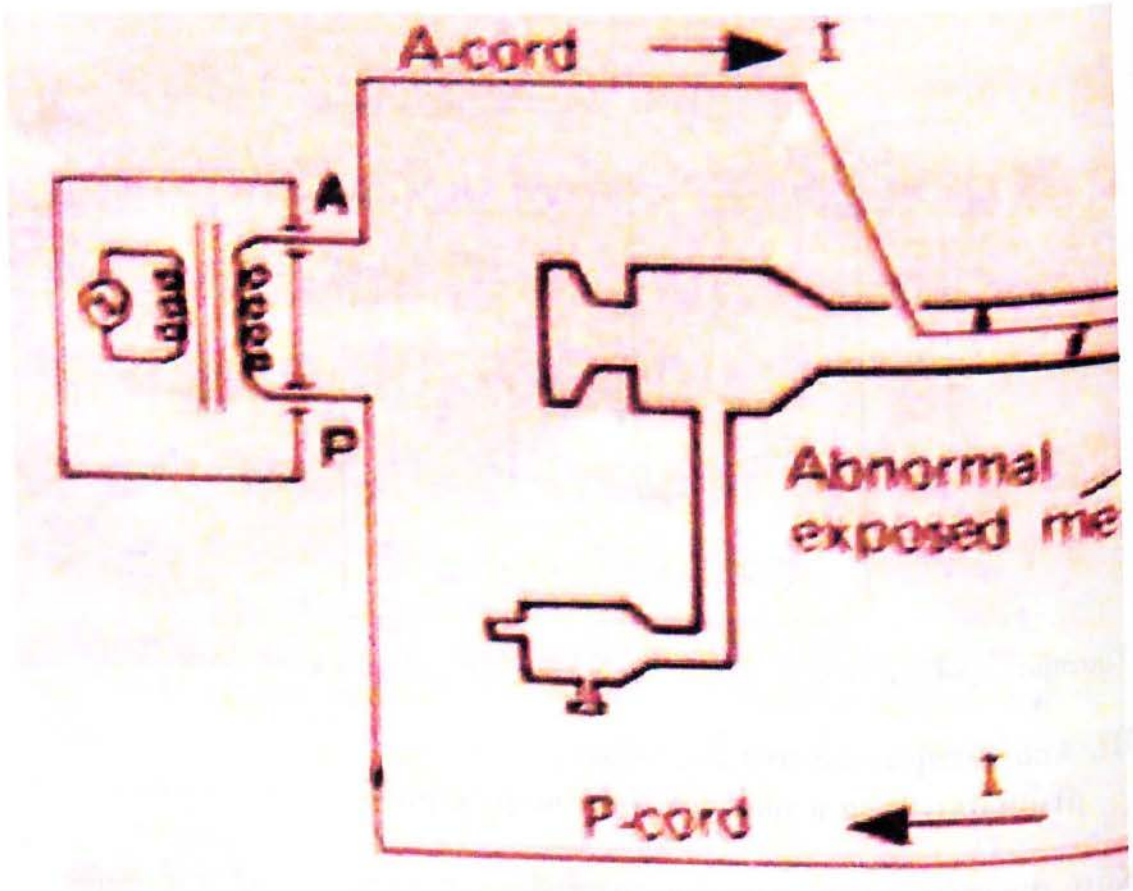
Κατά την επέμβαση με αποφόρτιση σπινθήρα ή χωρίς το ενεργό ηλεκτρόδιο να ακουμπά τον ιστό, η διαρροή ρεύματος τείνει να αυξηθεί, καθώς το ρεύμα τομής τείνει να μειώσει ή να παύσει τη ροή του.

♦ Χωρίς S-Cord, (Σχήμα 72).

- εε Ρεύμα I_2 ρέει μέσω του ιστού σε επαφή με μη φυσιολογικά εκτιθέμενο μέταλλο του σωλήνα εισαγωγής, με κίνδυνο εγκαύματος.
- εε Ρεύμα I_2 ρέει μέσω ιστού σε άμεση (ή έμμεση, μέσω εκκρίσεων) επαφή με την εσοχή μεταλλικού τμήματος του άκρου του ενδοσκοπίου.
- εε Αδύνατα τμήματα της μόνωσης του σωλήνα εισαγωγής είναι υποψήφια για βλάβη, με αποτέλεσμα αποπροσανατολισμό.

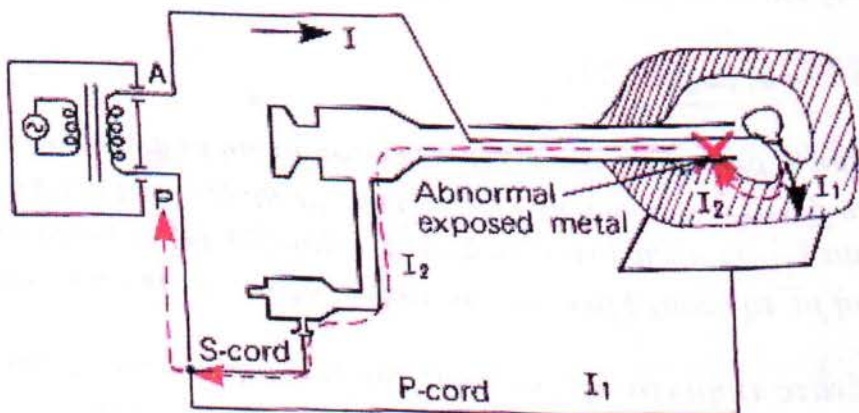
♦ Με S-Cord, (Σχήμα 73). (Υπό φυσιολογικές και μη συνθήκες)

- ⚡ Διαρροή ρεύματος (I_2) στο ενδοσκόπιο επιστρέφει στη γραμμή ασθενούς χωρίς εγκαύματα στις περιοχές που είναι σε επαφή με μη φυσιολογικά εκτιθέμενο μέταλλο ή απομακρυσμένο μεταλλικό τμήμα του σωλήνα εισαγωγής.
- ⚡ Αδύνατα τμήματα της μόνωσης του σωλήνα εισαγωγής δεν είναι υποψήφια για βλάβη.



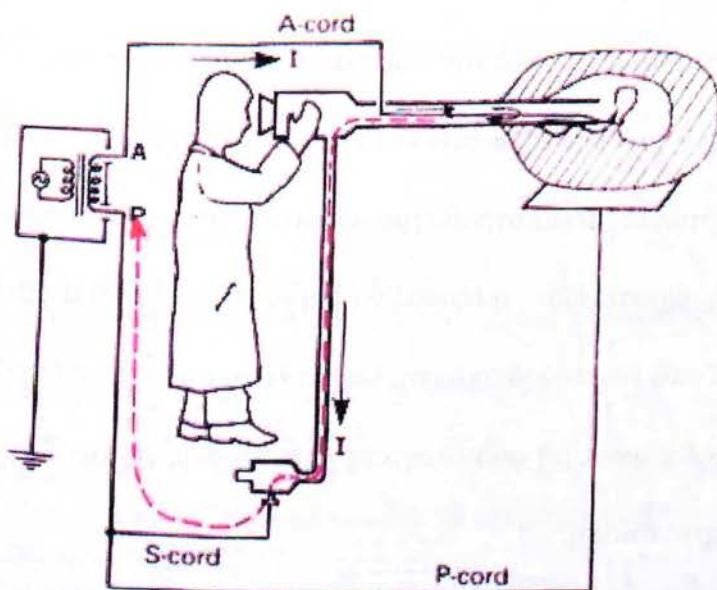
Σύστημα χωρίς S-Cord. Διαρροή ρεύματος στον ασθενή. ΣΧΗΜΑ 72

IV. Κίνδυνοι χρήσης S-Cord, (Σχήμα 74).



Διαρροή ρεύματος με S-Cord. ΣΧΗΜΑ 74

- Ρεύμα διαρροής I_2 ρέει από το ενεργό ηλεκτρόδιο μέσω του ιστού που είναι σε επαφή με μη φυσιολογικά εκτιθέμενο μέταλλο το σωλήνα εισαγωγής, με αποτέλεσμα έγκαυμα.
- Με έλεγχο του σωλήνα εισαγωγής για μη φυσιολογικά εκτιθέμενα μεταλλικά τμήματα πριν την εφαρμογή αποτρέπεται ο κίνδυνος.
- Η χρήση του S-Cord είναι ασφαλής για την επέμβαση με εκφόρτιση σπινθήρα.



Σύστημα με S-Cord. Διαρροή ρεύματος στον ασθενή. ΣΧΗΜΑ 73

Ανιχνευτής αναλογίας επιστροφής

Πρόκειται για ένα εκ των προτέρων προγραμματισμένο σύστημα ελέγχου ασφαλείας. Πριν το κύριο ρεύμα εξόδου, ένα μικρό ρεύμα διατρέχει το καλώδιο του ενεργού ηλεκτροδίου (A-cord) και συγκρίνεται με το ρεύμα που επιστρέφει μέσω του ουδέτερου ηλεκτροδίου (P-plate).

Η αναλογία υπολογίζεται και αποδεικνύει αν υπάρχει ή όχι μη φυσιολογική διαρροή ρεύματος εκτός της εντοπισμένης περιοχής εφαρμογής (Σχήμα 75).

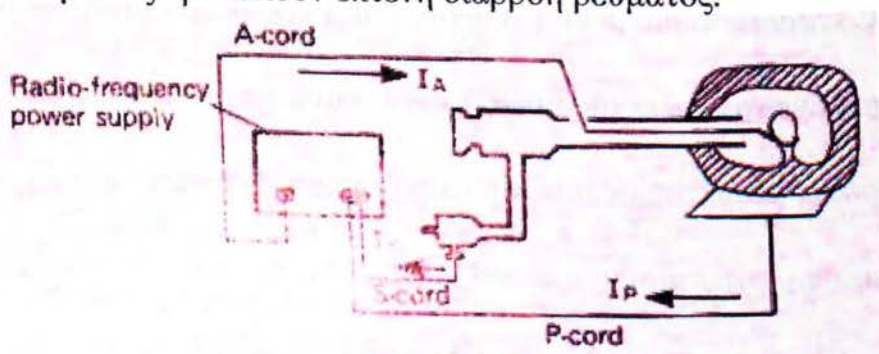
Όταν πιέζεται ο ποδοδιακόπτης, ένα μικρό ακίνδυνο ρεύμα εμφανίζεται να διατρέχει το σύστημα και ο λόγος I_p/I_A υπολογίζεται.

Όταν ο λόγος I_p/I_A είναι μεγαλύτερος από μια συγκεκριμένη τιμή τότε το κύκλωμα κρίνεται ασφαλές και ενεργοποιείται το ωφέλιμο ρεύμα εξόδου.

Όταν ο λόγος I_p/I_A είναι μικρότερος από αυτή την τιμή τότε το κύκλωμα κρίνεται μη ασφαλές και η έξοδος παραμένει κλειστή.

Αν η έξοδος σταματήσει κατά την επέμβαση, υπάρχει κίνδυνος ο ιστός υπο θεραπεία να μην καυτηριαστεί και να προσκολληθεί στο ενεργό ηλεκτρόδιο καθιστώντας το αποτράβηγμα αδύνατο. Σαν αποτέλεσμα, το σύστημα έχει σχεδιαστεί ώστε η έξοδος να παραμείνει ενεργή μέχρι να απενεργοποιηθεί από τον ποδοδιακόπτη. Για το λόγο αυτό ειδική φροντίδα πρέπει να ληφθεί ώστε μη φυσιολογικές καταστάσεις να μην εμφανιστούν κατά την ενεργοποίηση.

Ο ανιχνευτής αναλογίας επιστροφής εντοπίζει διαρροή και αναστέλλει την έξοδο όταν το ενεργό ηλεκτρόδιο εφάπτεται του μετάλλου του ενδοσκοπικού σωλήνα, το ουδέτερο ηλεκτρόδιο είναι ανέπαφο ή άλλες σημαντικές ανωμαλίες προκαλούν εκτενή διαρροή ρεύματος.



Μονοπάτια του ρεύματος επιστροφής I_p και του ρεύματος διαρροής I_s . ΣΧΗΜΑ 75

Ανιχνευτής ρήξης καλωδίου

Η συσκευή εκπέμπει ένα ηχητικό συναγερμό και αναστέλλει την έξοδο όταν το καλώδιο του ουδέτερου ηλεκτροδίου (P-cord) ή το S-Cord είναι

διερρηγμένο ή κακώς συνδεδεμένο, ή το ουδέτερο ηλεκτρόδιο δεν εφάπτεται σωστά. Απαιτήση ασφαλούς εφαρμογής είναι η αρτιότητα των P-cord και S-Cord και η ηλεκτρική αγωγιμότητα των συνδέσεων. Σε πολλές περιπτώσεις οι διαρρήξεις των καλωδίων και οι φτωχές συνδέσεις δεν γίνονται αντιληπτές με οπτικό έλεγχο. Με τον ηχητικό συναγερό και την αναστολή της εξόδου, οι πιθανές επικίνδυνες καταστάσεις αποφεύγονται.

Προφυλάξεις

Για την αποφυγή πιθανών κινδύνων, πρέπει να λαμβάνονται ορισμένες βασικές προφυλάξεις.

ΕΕ **Ενδοσκοπιο**

- Χρήση ενδοσκοπίου σχεδιασμένου για ηλεκτροχειρουργική με ειδική υποδοχή για το S-cord.
- Ο σωλήνας εισαγωγής δεν πρέπει να έχει εκτεθειμένες μεταλλικές επιφάνειες.
- Η εξωτερική επιφάνεια του σωλήνα εισαγωγής δεν πρέπει να έχει ραγίσματα ή εκτεθειμένες μεταλλικές επιφάνειες (προεγχειρητικός έλεγχος).

ΕΕ **Ενδοσκοπικά εξαρτήματα**

- Το καλώδιο του ηλεκτροδίου δεν πρέπει να παραμορφώνεται, να τρίβεται ή να είναι σπασμένο (προεγχειρητικός έλεγχος).
- Η μόνωση πρέπει να είναι άρρηκτη και ομοιόμορφη (προεγχειρητικός έλεγχος).

ΕΕ **Ουδέτερο ηλεκτρόδιο – Πλάκα ασθενούς (P-plate)**

- Προληπτικός έλεγχος.
- Πλήρης επαφή με το σώμα του ασθενούς.
- Εξασφάλιση αγωγιμότητας με χρήση αλατούχου διαλύματος ή αγωγικής πάστας.
- Αποφυγή περιοχών με έντονη τριχοφυΐα ή ουλές.

ΕΕ **Καλώδια ενεργού και ουδέτερου ηλεκτροδίου και S-cord**

- Προεγχειρητικός έλεγχος για πιθανά γδαρσίματα.

- Προεγχειρητικός έλεγχος για ομοιομορφία της μεταλλικής επιφάνειας της μόνωσης.

▬▬ Τροφοδοσία υψίσυχνου ρεύματος

- Έλεγχος της φυσιολογικής λειτουργίας σύμφωνα με τον κατασκευαστή
- Έλεγχος της δυνατότητας επιλογής μεταξύ τομής, αιμόστασης ή μίξης αυτών.
- Έλεγχος ανταπόκρισης επιλεγόμενων τιμών των ρυθμίσεων σε σχέση με τις τιμές εξόδου.
- Έλεγχος λειτουργίας ποδοδιακόπτη.

▬▬ Συμβατότητα με άλλο εξοπλισμό (π.χ χρήση monitor)

- Προεγχειρητικός έλεγχος των συσκευών μεμονωμένα και στο σύνολο.
- Το ηλεκτρόδιο ασθενούς είναι προτιμότερο να είναι μονωμένο από τον εξοπλισμό παρακολούθησης.

▬▬ Καύσιμα αέρια

- Ο χώρος της επέμβασης πρέπει να είναι καθαρός από πιθανά καύσιμα αέρια.

▬▬ Προστασία επιφάνειας σώματος

- Έλεγχος ώστε το σώμα του ασθενή να μην έρχεται σε επαφή με μεταλλικά αντικείμενα.
- Είναι προτιμότερη η μικρότερη δυνατή έκθεση του σώματος του ασθενούς.
- Εξοπλισμός με εκτιθέμενα μεταλλικά εξαρτήματα δεν πρέπει να τοποθετείται κοντά στον ασθενή.
- Χρήση λαστιχένιων γαντιών από τον χειρουργό και τον βοηθό του.

▬▬ Εφαρμογές

- Πιστή τήρηση των ασφαλών τεχνικών επέμβασης.

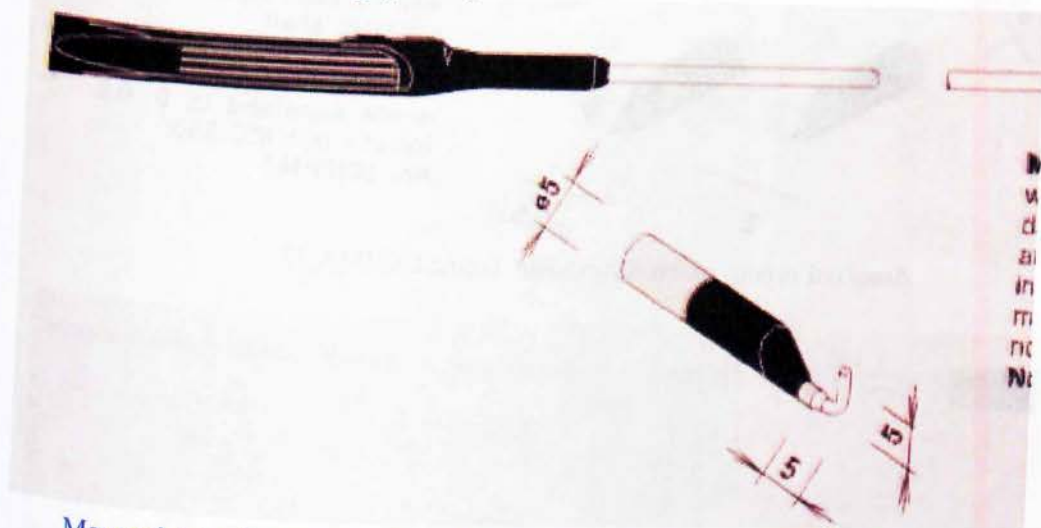
▬▬ Άλλοι παράγοντες

- Καθώς η αντίδραση του ασθενή σε εγκαύματα καλύπτεται με τη χρήση γενικής αναισθησίας, πρέπει να λαμβάνονται επιπλέον προφυλάξεις.
- Χρήση εφεδρικής πηγής τροφοδοσίας υψίσυχνου ρεύματος.
- Χρήση εφεδρικής πηγής ψυχρού φωτός.

Τεχνικές Προδιαγραφές

Τα ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια χαρακτηρίζονται από μεγάλο εύρος

γεωμετρικών χαρακτηριστικών ανάλογα με την επιθυμητή δράση,
(Σχήμα 76, Σχήμα 77, Σχήμα 78).



Μονοπολικά ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια Τομής / Αιμόστασης. ΣΧΗΜΑ 76α



Monopolar Needle Electrode
dark-colored ceramic tip
irrigation channel
insulated metal tube
max. line voltage: 500 Vp
Non-reflecting shaft 320 mm, $\phi 5$
needle adjustable to : 0 0.8 1.6
for Erbotom ACC / ICG
No. 20191-164

Μονοπολικά ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια Τομής / Αιμόστασης. ΣΧΗΜΑ 76β



Monopolar Needle Electrode
with protective tube
insulated shaft 320 mm long
shaft $\phi 5$ mm
No. 20191-152

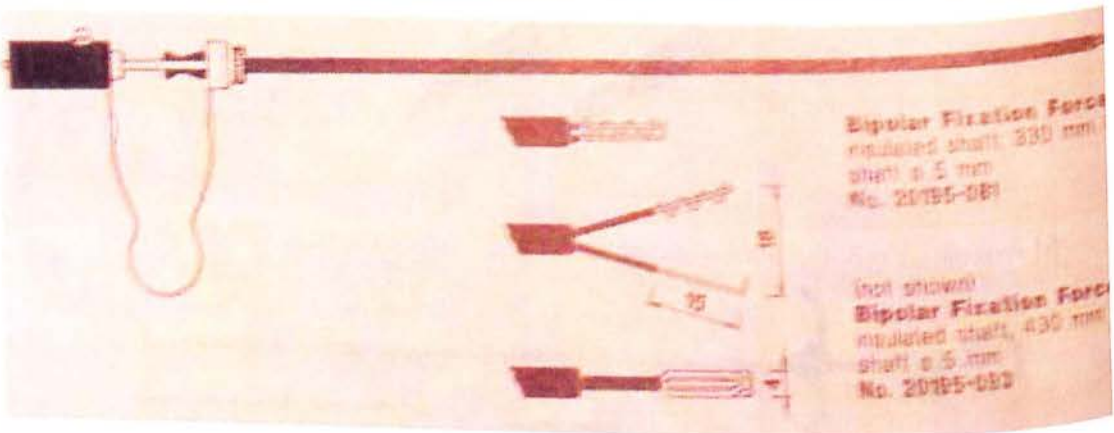
Monopolar Hook Electrode
with suction tube
insulated shaft 320 mm long
shaft $\phi 5$ mm
No. 20191-153

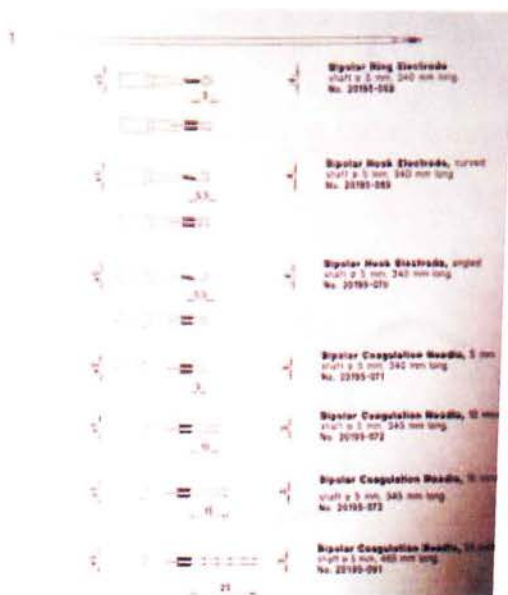
Bipolar Needle Electrode, straight
irrigation canal,
anti-adhesive layer,
insulated shaft,
shaft length 320 mm $\phi 5$ mm
max. line voltage: 500 Vp
needle adjustable to : 0 0.8 1.6 2.5 mm.
for use with ICG 350
No. 20191-158



Bipolar Needle Electrode, a
 irrigation canal,
 anti-adhesive layer,
 insulated shaft
 shaft length 320 mm, ϕ 5 mm,
 max. line voltage: 500 Vp,
 needle adjustable to: 0 0,8 1,6
 for use with ICC 350.
 No. 20191-143

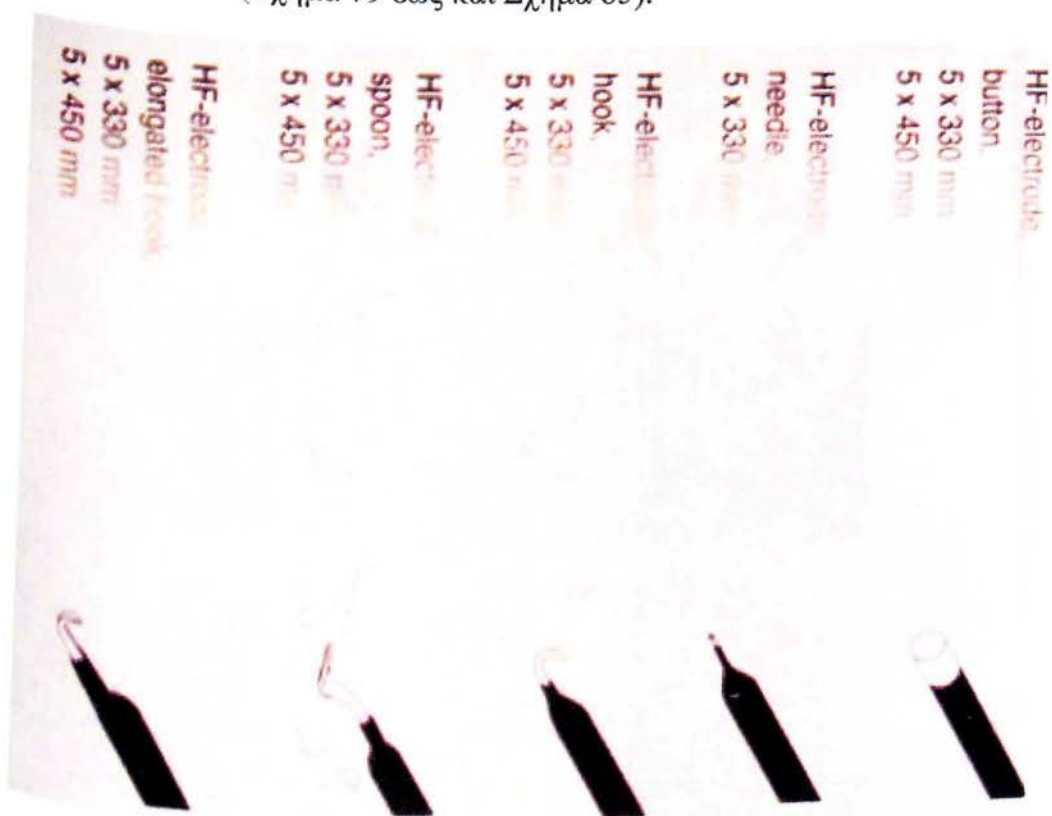
Διπολικά ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια Τομήσ.ΣΧΗΜΑ 77





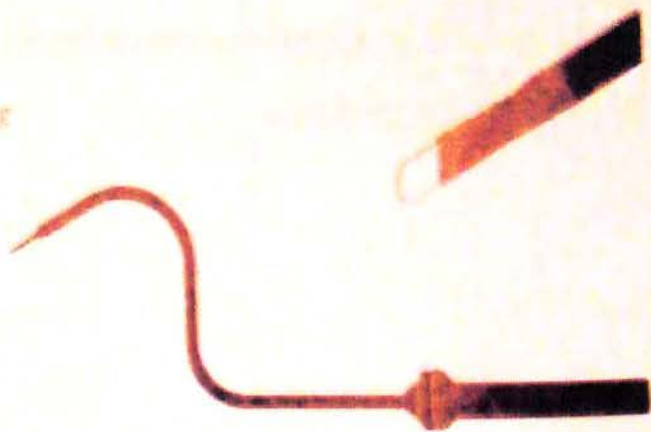
Διπολικά ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια. Αιμόσταση ΣΧΗΜΑ 78

Υπάρχει εξειδίκευση των προδιαγραφών τους ανάλογα με την εφαρμογή (Σχήμα 79 έως και Σχήμα 85).



Μονοπολικά ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια. ΣΧΗΜΑ 79

HF-electrode
 spatula.
 5 mm, unipolar
 curved twice



Broad spatula for adhesiolysis.
 Narrow tip for utmost precision.
 Double-curve electrode for better access
 around the entry site

Bipolar
 spoon tip
 5 x 3 mm
 3 mm shaft
 shaft curved left



Grasper
 6 x 3 mm
 wide
 2 mm shaft
 shaft curved left
 shaft curved right



Hook
 5 x 3 mm
 3 mm shaft
 shaft curved left
 shaft curved right





Bipolar forceps,
for grasping,
5.5 x 330 mm,
Maxwell, 30/0/3rd



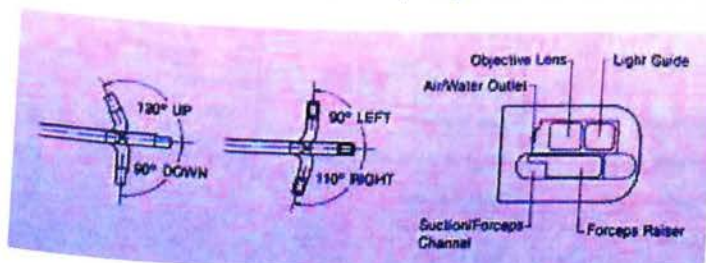
Bipolar forceps,
for grasping,
5.5 x 330 mm,
with lumen



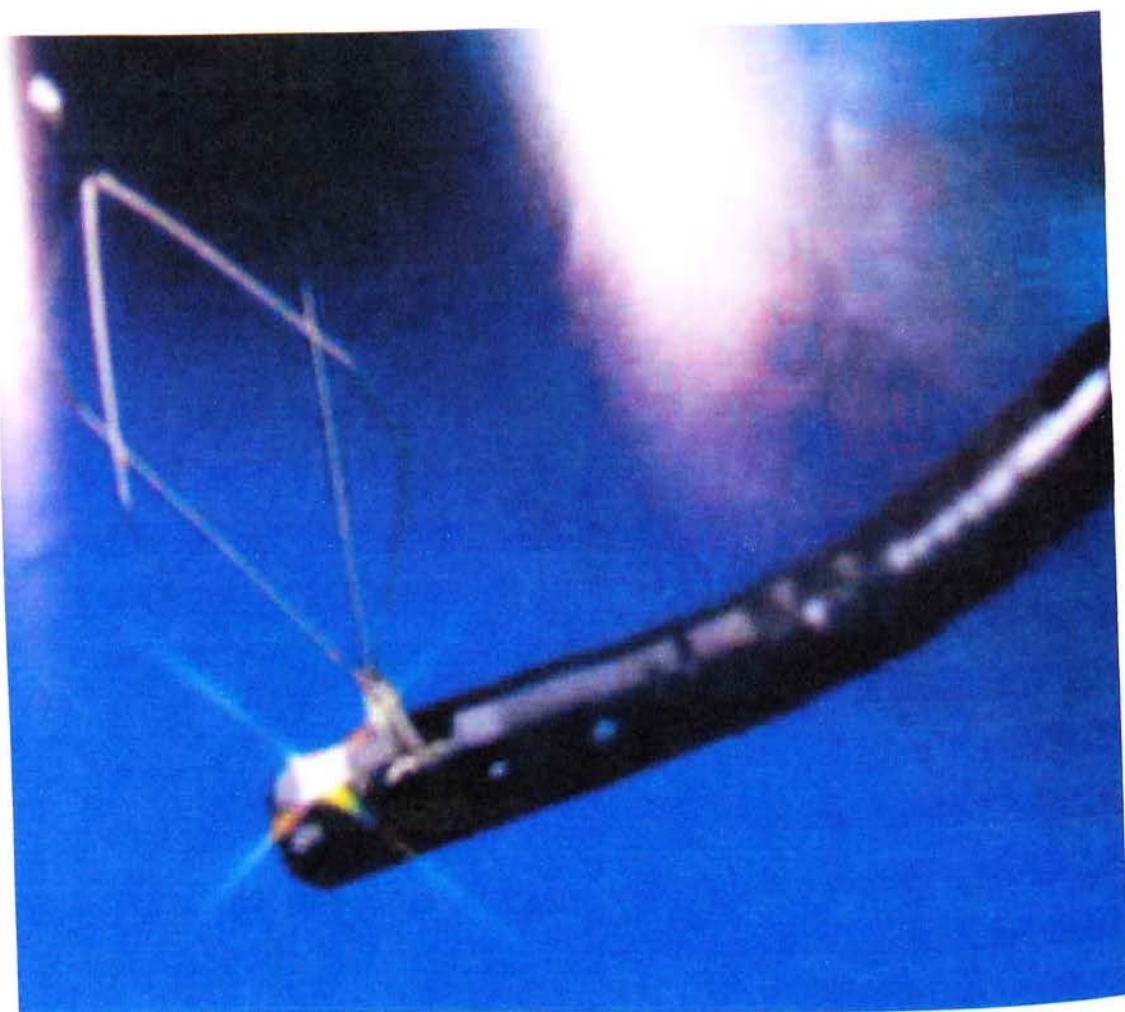
Bipolar forceps,
for dissection,
5.5 x 330 mm,
straight



Διπολικά ενδοσκοπικά ηλεκτρόδια. ΣΧΗΜΑ 80

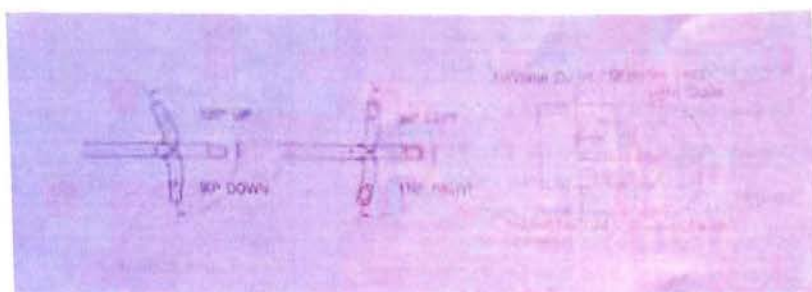


Optical System	Field of view	80°
	Direction of view	Side viewing (5° retro)
Distal End	Depth of field	5-60mm
	Outer diameter	13mm
Bending Section	Range of distal end bending	Up 120°, Down 90°, Right 110°, Left 90°
Insertion Tube	Outer diameter	12.5mm
Length	Working Length	1,240mm
	Total Length	1,555mm
Instrument Channel	Inner diameter	4.2mm
Biopsy Forceps	Minimum visible distance	10mm from distal end



Δωδεκαδακτυλοσκόπιο Ενδοσκοπικό ηλεκτρόδιο/ προδιαγραφές / εύρος κίνησης
ΣΧΗΜΑ 81

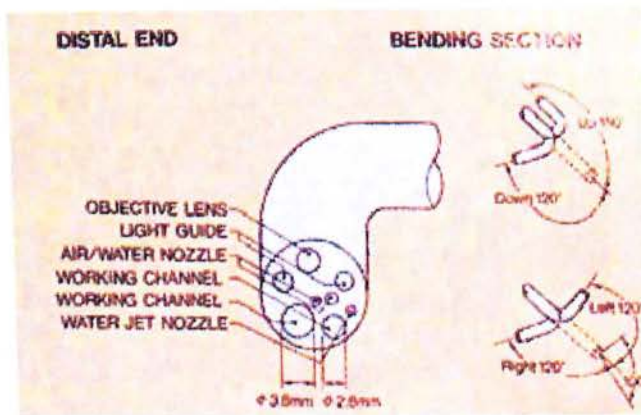
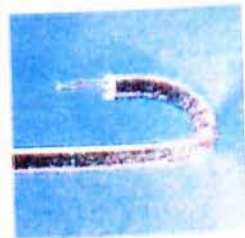
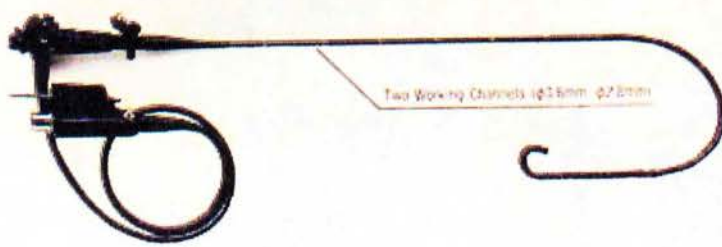
Optical System	Field of view	80°
	Direction of view	Side viewing (5° retro)
	Depth of field	5--60mm
Distal End	Outer diameter	13mm
Bending Section	Range of distal end bending	Up 120°, Down 90°, Right 110°, Left 90°
Insertion Tube	Outer diameter	12.5mm
	Working Length	1,240mm
Length	Total Length	1,555mm
	Instrument Channel	Inner diameter
Biopsy Forceps	Minimum visible distance	10mm from distal end



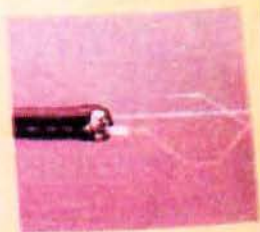


Δωδεκαδακτυλοσκόπιο Ενδοσκοπικό ηλεκτρόδιο/ προδιαγραφές / εύρος κίνησης.
ΣΧΗΜΑ 82

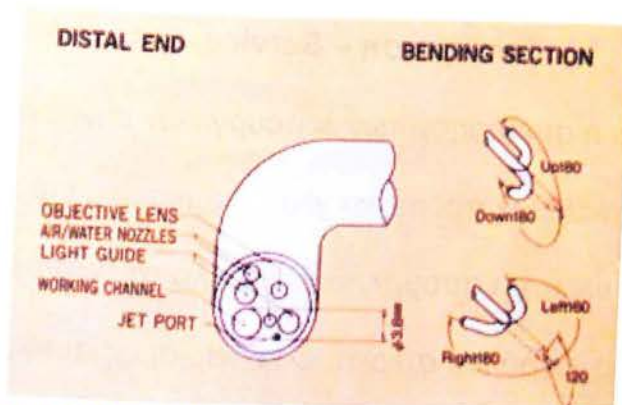
Angle of Viewing Field	100°
Depth of Viewing Field	5 ~ 100mm
Tip Deflection	Up 180° · Down 120° , Right · Left
Distal Rigid Portion Diameter	φ12.8mm
Insertion Tube Diameter	φ12.8mm
Diameter of Working Channel	φ3.8mm · φ2.8mm
Insertion Tube Working Length	1,050mm
Total Length	1,375mm



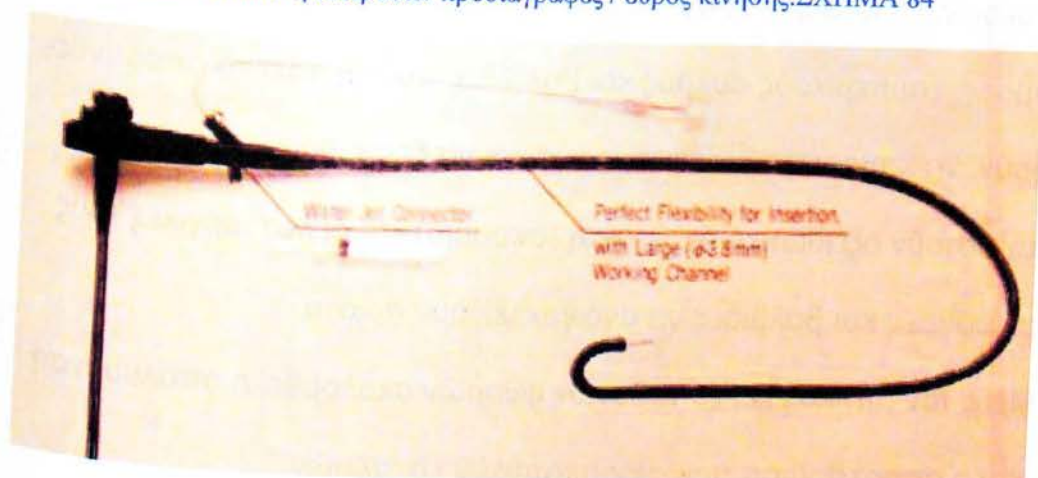
Γαστροσκόπιο Ενδοσκοπικό ηλεκτρόδιο/ προδιαγραφές / εύρος κίνησης ΣΧΗΜΑ 83



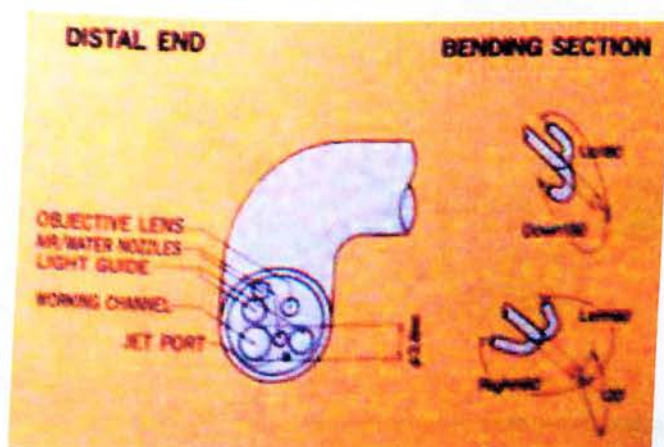
Angle of Viewing Field	120°
Depth of Viewing Field	5~100mm
Tip Deflection	Up·Down 180° , Right·Left 160°
Distal Rigid Portion Diameter	14.8mm (With hood)
Insertion Tube Diameter	φ12.8mm
Diameter of Working Channel	φ3.8mm
Insertion Tube Working Length	700mm
Total Length	1,020mm



Ενδοσκοπικό ηλεκτρόδιο/ προδιαγραφές / εύρος κίνησης. ΣΧΗΜΑ 84



	EC-3801M	EC-3801F	EC-3801L
Insertion Tube Working Length	1,300mm	1,500mm	1,700mm
Total Length	1,620mm	1,820mm	2,020mm
Angle of Viewing Field	120°		
Depth of Viewing Field	5~100mm		
Tip Deflection	Up-Down 180°, Right-Left 160°		
Distal Rigid Portion Diameter	φ14.8mm (With hood)		
Insertion Tube Diameter	φ12.8mm		
Diameter of Working Channel	φ3.8mm		



Κολονοσκόπιο Ενδοσκοπικό ηλεκτρόδιο/ προδιαγραφές / εύρος κίνησης ΣΧΗΜΑ 85

Συντήρηση – Service

Ο καθαρισμός και η συντήρηση των λειτουργικών επιφανειών των ενδοσκοπικών εργαλείων πρέπει να γίνεται αμέσως μετά το τέλος κάθε επέμβασης ώστε να απομακρύνονται όλα τα εναπομείναντα βιολογικά στοιχεία, υγρά και στερεά. Ο καθαρισμός αυτός είναι επί-προνος γιατί τα περισσότερα εργαλεία έχουν πολλαπλούς συνδέ-σμούς, εσωτερικούς αυλούς και βαλβίδες που πρέπει να αποσυνδε-θούν, να καθαριστούν λεπτομερώς και να ξεπλυθούν ώστε να μην υποστούν οξειδωτική διάβρωση (σκουριά) και οι λειτουργικές τους επιφάνειες και βαλβίδες να ανοιγοκλείνουν άριστα.

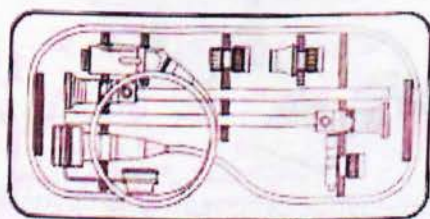
Μετά τον οπτικό έλεγχο πιθανών φθορών ακολουθεί η απολύμανση και η αποστείρωση των ενδοσκοπικών εργαλείων.

Τα ενδοσκόπια τοποθετούνται κατάλληλα σε ειδικό σύστημα για την πλύση και την απολύμανση τους (Σχήμα 86, Σχήμα 87).



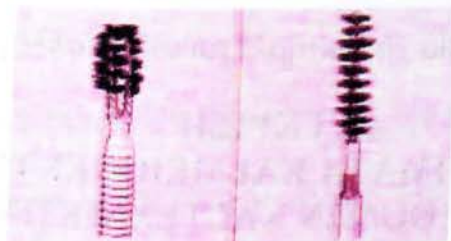


Σύστημα πλύσης-απολύμανσης άκαμπτου ενδοσκοπίου. ΣΧΗΜΑ 86



Σύστημα πλύσης-απολύμανσης εύκαμπτου ενδοσκοπίου. ΣΧΗΜΑ 87

Τα κανάλια των εύκαμπτων ενδοσκοπίων συντηρούνται με ειδικά εργαλεία αφαίρεσης ξένων ιστικών στοιχείων (Σχήμα 88).



Εργαλεία συντήρησης ενδοσκοπικών καναλιών. ΣΧΗΜΑ 88

Γίνεται έλεγχος διαρροής νερού με κατάλληλα όργανα (Σχήμα 89).



Συσκευή ελέγχου διαρροής. ΣΧΗΜΑ 89

Η συντήρηση, η απολύμανση και η αποστείρωση των ενδοσκοπικών ηλεκτροδίων γίνονται ανάλογα με εκείνες των ηλεκτροδίων ηλεκτροχειρουργικής διαθερμίας.

Επιπρόσθετα, τα ενδοσκοπικά εργαλεία, συμπεριλαμβανομένων και των ενδοσκοπικών ηλεκτροδίων, τοποθετούνται για πλύση, απολύμανση και αποστείρωση σε ειδικό σύστημα που λειτουργεί με υπερήχους σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (Σχήμα 90).



Σύστημα πλύσης-απολύμανσης ενδοσκοπικών εργαλείων. ΣΧΗΜΑ 90

Ο υπερηχητικός καθαριστής, στον οποίο τοποθετείται απολυμαντικό υγρό θερμαινόμενο στους 40-60 0C , είναι απαραίτητος και συνιστάται ανεπιφύλακτα γιατί καθαρίζει αποτελεσματικά το εσωτερικό των ενδοσκοπίων, το οποίο χαρακτηρίζεται από πολλές κοιλότητες.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

1. Ηλεκτροχειρουργική Διαθερμία

Η κλασσική ηλεκτροχειρουργική διαθερμία χρησιμοποιείται ευρέως περίπου περισσότερο από εβδομήντα χρόνια. Στηρίζεται στη χρήση εναλλασσομένου ρεύματος υψηλής συχνότητας για την επιθυμητή δράση,

τομή ή/και αιμόσταση.

Αποτελεί τον εξελιγμένο απόγονο της ηλεκτροκαυτηρίασης αφού το εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής συχνότητας προσφέρει σημαντικές δυνατότητες, όπως :

- Τομή ιστού
- Αποτελεσματικότερη αιμόσταση
- Μεγάλη ευχέρεια μέσω των πολλών τύπων ενεργού ηλεκτροδίου

Η επαφή του ενεργού ηλεκτροδίου, του φορέα του ηλεκτρικού ρεύματος, με τον ιστό είναι άμεση, γιατί ο αέρας έχει χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (Σχήμα 1).



Εφαρμογή ηλεκτροχειρουργικής διαθερμίας. ΣΧΗΜΑ 1

Το βάθος δράσης είναι ανάλογο με την τάση λειτουργίας.

Η σχέση μεταξύ ταχύτητας τομής και αιμόστασης είναι αντιστρόφως ανάλογη. Επηρεάζεται ουσιαστικά από τον τύπο διαμόρφωσης του υψίσυχνου ρεύματος.

Η ισχύς των εφαρμογών ποικίλλει ανάλογα με το είδος της τεχνικής.

Γενικά σε διπολικές εφαρμογές η μέγιστη ισχύς δεν υπερβαίνει τα 100

Watt ενώ σε μονοπολικές εφαρμογές μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερη ισχύς, έως και 400 Watt.

Τα ιατρικά πεδία εφαρμογής είναι πολλά και καθορίζονται από την επιθυμητή θεραπευτική δράση που είναι συνισταμένη των παραγόντων επίδρασης της τεχνικής (κυματομορφή και ισχύς ρεύματος, χρόνος και ταχύτητα εφαρμογής, σχήμα ενεργού ηλεκτροδίου και σύνθεση ιστών).

Είναι λογικά αναμενόμενο στα χρόνια εφαρμογής της, εκτός από τα πλεονεκτήματα να ανακύπτουν και μειονεκτήματα στη χρήση ρεύματος υψηλής συχνότητας, όπως :

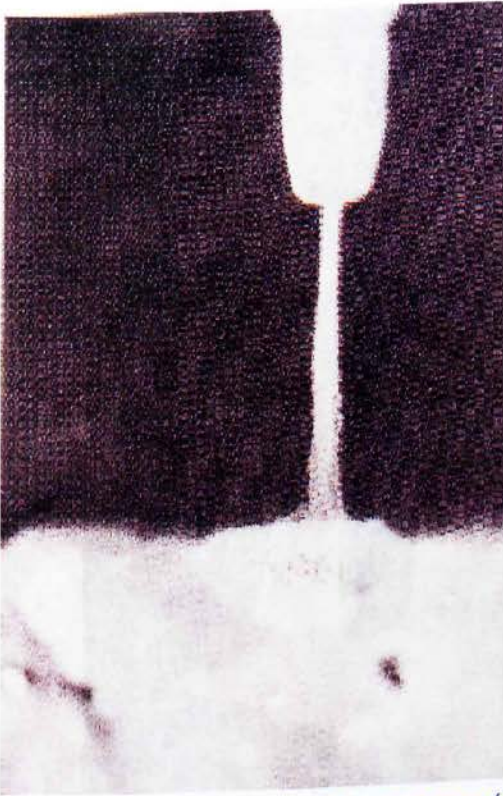
- Προσκόλληση αιμοστατούμενου ιστού στο ενεργό ηλεκτρόδιο.
- Έλλειψη ελέγχου κατευθυντικότητας της δράσης.
- Επανάληψη της δράσης.
- Αθέλητη τομή ιστού στην προσπάθεια πάυσης της αιμορραγίας.
- Πιθανότητα έλξης από το ενεργό ηλεκτρόδιο με επαπτόμενο τμήμα ιστού.
- Εκτενής ιστική απανθράκωση.
- Ανάπτυξη τοξόλης καπνού.
- Μειωμένη ορατότητα περιοχής της εφαρμογής.
- Αναποτελεσματικότητα δράσης στο οστό ή σε ιστούς υψηλής εμπέδησης.
- Έλλειψη ταχύτητας και αποτελεσματικότητας σε ιδιαίτερες περιπτώσεις ιατρικής εφαρμογής (τραύμα, μόσχευμα, κ.λ.π.).

II. Ηλεκτροχειρουργική Πλάσματος Αργού

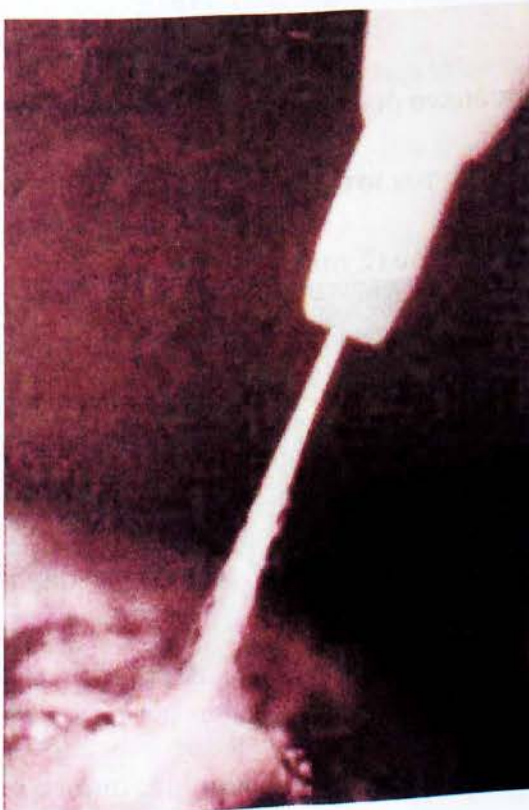
Η ηλεκτροχειρουργική πλάσματος αργού αναπτύχθηκε για να αποδοθεί σωστά πιθανώς αβέβαιη αιμόσταση και για να βελτιστοποιηθεί η κλινική αποτελεσματικότητα της κλασσικής ηλεκτροχειρουργικής διαθερμίας υπερνικώντας τα μειονεκτήματα της.

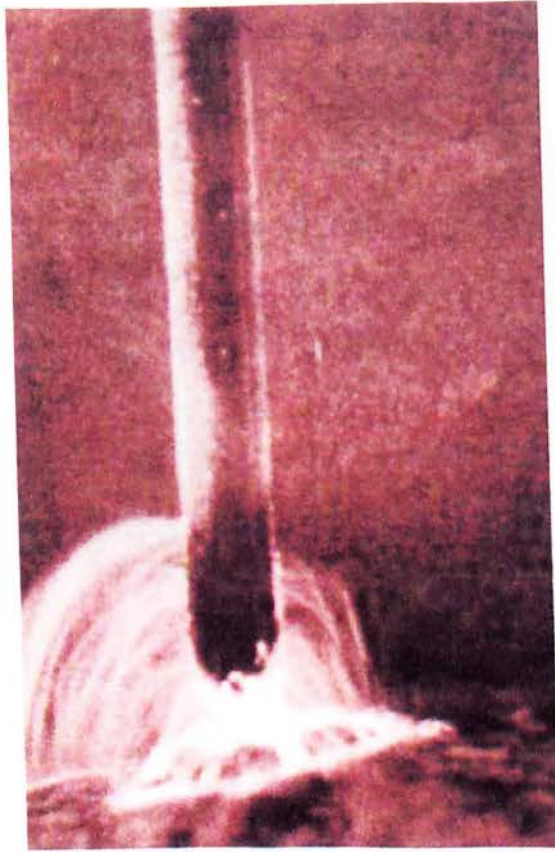
Χρησιμοποιεί ομοαξονική, επικεντρωμένη ροή αερίου αργού, στη θερμοκρασία σώματος, μέσω μονοπολικού ρεύματος και προκαλείται αιμόσταση εξ' αποστάσεως (Σχήμα 2).

Παρά το γεγονός πως η ηλεκτροχειρουργική διαθερμία και η ηλεκτροχειρουργική πλάσματος αργού στηρίζονται στην ίδια βάση, η τελική αποτίμηση τους διαφέρει και μάλιστα περισσότερο πλεονεκτικά έναντι της τελευταίας (Σχήμα 3).



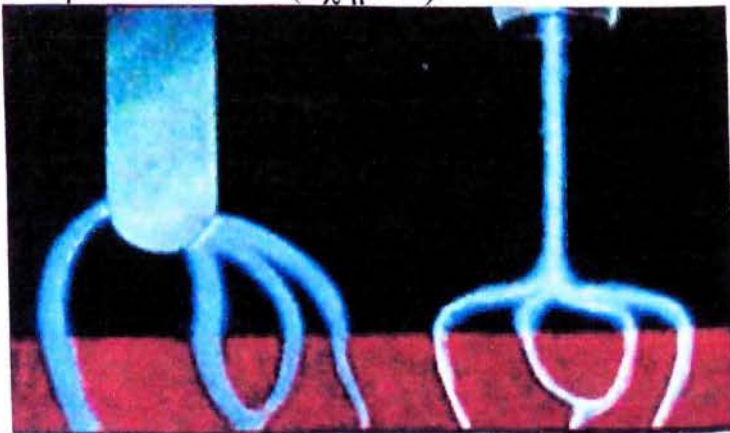
Εφαρμογή ηλεκτροχειρουργικής πλάσματος αργού. ΣΧΗΜΑ 2





Ηλεκτροχειρουργική διαθερμία (πάνω) και
ηλεκτροχειρουργική πλάσματος αργού (προηγούμενη σελίδα)
ΣΧΗΜΑ 3

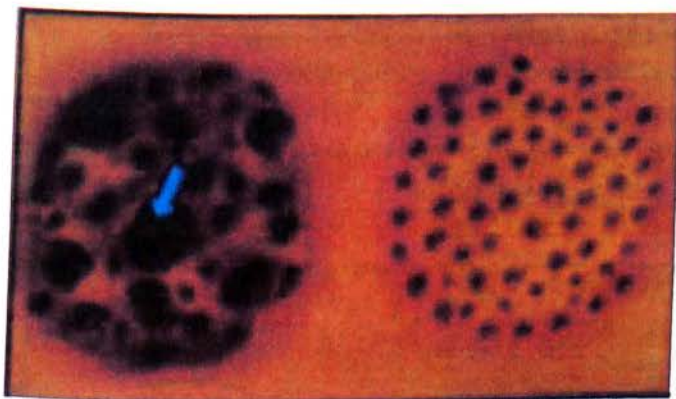
Το υψίσυχο εναλλασσόμενο ρεύμα προκαλεί το φαινόμενο μεμονωμένων «τόξων» χτυπώντας τον ιστό και διαμορφώνοντας «σήραγγες τόξων» στο εσωτερικό του ιστού (Σχήμα 4).



Σήραγγες τόξων Αριστερά : ηλεκτροχειρουργική διαθερμία
Δεξιά : ηλεκτροχειρουργική πλάσματος αργού. ΣΧΗΜΑ 4

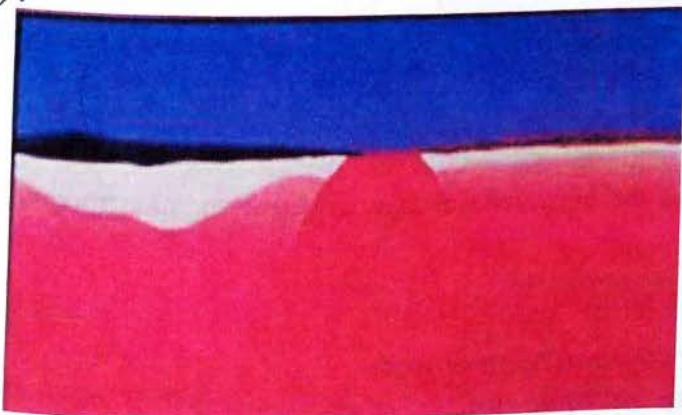
Κατά την εξέλιξη της επέμβασης, οι πολυάριθμες σήραγγες τόξων αλληλοσυνδέονται διαμορφώνοντας μια δικτυωτή ή τύπου σπόγγου δομή.

Με την ηλεκτροχειρουργική πλάσματος αργού, το ηλεκτροχειρουργικό ρεύμα ακολουθεί ένα πιο στενό, επικεντρωμένο μονοπάτι κατά μήκος της ροής του αερίου αργού από το ενεργό ηλεκτρόδιο προς τον ιστό. Το αποτέλεσμα είναι σήραγγες τόξων μικρότερες, περισσότερες, πιο ομοιόμορφες σε διάμετρο και σε βάθος, με ομογενή κατανομή στον ιστό (Σχήμα 5).



Δικτυωτή δομή Αριστερά : ηλεκτροχειρουργική διαθερμία
Δεξιά : ηλεκτροχειρουργική πλάσματος αργού. ΣΧΗΜΑ 5

Το θεραπευτικό αποτέλεσμα είναι γρήγορη αιμόσταση ευρείας επιφάνειας με μικρό βάθος διείσδυσης (~ 1 έως 2 mm) από το αντίστοιχο στην κλασσική ηλεκτροχειρουργική διαθερμία με αποτέλεσμα να παρατηρείται μικρότερη ιστική καταστροφή και γρηγορότερη ανάρρωση (Σχήμα 6).



Ιστική επίδραση Αριστερά : ηλεκτροχειρουργική διαθερμία
Δεξιά : ηλεκτροχειρουργική πλάσματος αργού. ΣΧΗΜΑ 6

Γενικά το βάθος διείσδυσης στην ηλεκτροχειρουργική πλάσματος αργού εξαρτάται από την ισχύ και τη διάρκεια της εφαρμογής καθώς και από τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του ιστού.

Η ροή του αερίου αργού απομακρύνει το αίμα και τα βιολογικά υγρά από την επιφάνεια εφαρμογής, με αποτέλεσμα :

- ☞ ☞ Καλύτερη ορατότητα στην περιοχή εφαρμογής.*
- ☞ ☞ Μικρότερη απαιτούμενη υψίσυχη ενέργεια.*
- ☞ ☞ Λιγότερη απανθράκωση.*
- ☞ ☞ Μικρότερη έκταση ιστικής καταστροφής.*
- ☞ ☞ Λιγότερος καπνός και οσμές.*

Όταν χρησιμοποιείται για καυτηρίαση του ιστού, η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει ποτέ τους 110°C (230°F) λόγω του φαινομένου ψύξης από το αέριο αργό και επιπλέον δεν γίνεται πρόσθετη αγωγή υψίσυχνης ενέργειας στον ιστό. Για αυτό δεν απαιτείται επανάληψη της εφαρμογής με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση της καταστροφής και νέκρωσης του περιβάλλοντος ιστού. Χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη ασφάλεια.

Λόγω της θερμοκρασίας δωματίου που έχει το αέριο αργό δεν πυροδοτούνται εύφλεκτα υλικά (π.χ. ρούχα και γάντια χειρουργού, χειρουργικές γάζες). Λόγω της συγκεντρωτικότητας της δράσης, ο κίνδυνος μόλυνσης είναι μικρότερος.

Συμπερασματικά, τα σημαντικά πλεονεκτήματα της ηλεκτροχειρουργικής πλάσματος αργού είναι :

- ☞ ☞ Μικρότερη απαιτούμενη ισχύς.*
- ☞ ☞ Επικεντρωμένη δράση.*
- ☞ ☞ Έλεγχος κατευθυντικότητας.*
- ☞ ☞ Πιο γρήγορη και πιο αξιόπιστη εφαρμογή.*

- Λιγότερη απώλεια αίματος.
- Μικρότερη πιθανότητα επανα-αιμορραγίας.
- Αποτελεσματικότερη δράση στο οστό και σε ιστούς υψηλής εμπέδωσης.
- Υψηλή ταχύτητα και αποτελεσματικότητα εφαρμογής σε ιστούς μεγάλης αγγείωσης.
- Δυνατότητα εφαρμογής σε ευαίσθητες δομές.
- Μεγαλύτερη ασφάλεια.
- Μικρότερο βάθος διείσδυσης.
- Μειωμένος κίνδυνος διάτρησης και μόλυνσης.
- Μικρότερη ιστική απανθράκωση.
- Μείωση παραγωγής καπνού.
- Απουσία δυσάρεστων οσμών.
- Καλύτερη ορατότητα.
- Μικρότερος χρόνος θεραπείας.
- Μικρότερος χρόνος ανάρρωσης.
- Καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα.

Σαν μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής αναφέρονται :

- Εφαρμογή, μέχρι σήμερα, με μονοπολική τεχνική.
- Εφαρμογή ως επί το πλείστον για αιμόσταση με ελάχιστη δράση τομής.
- Αντενδείκνυται η εφαρμογή της σε ορισμένες ειδικές παθήσεις.

III. Ενδοσκοπική Ηλεκτροχειρουργική

Η εφαρμογή της ηλεκτροχειρουργικής, ηλεκτροχειρουργική διαθερμία και ηλεκτροχειρουργική πλάσματος αργού, όχι μόνο στο ανοικτό αλλά και στο κλειστό πια χειρουργικό πεδίο, προσέφερε νέες δυνατότητες στη χειρουργική. Μεμονωμένα η ενδοσκόπηση αποτελεί επανάσταση για την χειρουργική αυτού του αιώνα, όσο ήταν η αναισθησία για τον προηγούμενο.

Η χειρουργική είναι μια ειδικότητα που βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη με στόχο την καλύτερη αντιμετώπιση των χειρουργικών παθήσεων. Ειδικά η μικροεπεμβατική χειρουργική ξεκίνησε με κύριο μέλημα τη βελτίωση της

φροντίδας του ασθενή, ακολουθώντας μια ανθρωπιστική άποψη. Στην εξέλιξη της και με εφιαλτήριο την ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη και υποστήριξη, έχει φθάσει όχι μόνο να βελτιώσει τις συνθήκες για το χειρουργικό ασθενή, αλλά και να δώσει λύσεις σε μακροχρόνια προβλήματα (ενδοαυλιακή αγγειοχειρουργική σε υψηλού κινδύνου ασθενείς, σταδιοποίηση κακοηθειών). Έχουν ήδη πραγματοποιηθεί bypass στεφανιαίων αγγείων σε παλλόμενη καρδιά με ρομποτική υποστήριξη, που δεν αντικαθιστά, αλλά αυξάνει τις τεχνικές δυνατότητες του χειρουργού. Έχουν γίνει ενδοσκοπικές επεμβάσεις με ρομποτική υποστήριξη, με τον εξειδικευμένο χειρουργό σε άλλο μέρος και σε συνεργασία βέβαια με ιατρική ομάδα στον τόπο του χειρουργείου. Η ανάπτυξη της τηλεϊατρικής βοηθά στην γρήγορη μετάδοση αυτής της γνώσης με τηλεσεμινάρια, παρακολούθηση ζωντανών ενδοσκοπικών επεμβάσεων για εκπαιδευτικούς σκοπούς και *telementoring*, δηλαδή καθοδήγηση ενός χειρουργού σε μια καινούργια τεχνική κατά την διάρκεια της επέμβασης από έναν ειδικό εκ του μακρόθεν (Σχήμα 7).



Τηλεχειρουργική. ΣΧΗΜΑ 7

Η ενσωμάτωση της ηλεκτροχειρουργικής στην ενδοσκόπηση, προσφέρει ένα κράμα πλεονεκτημάτων κυρίως για τον ασθενή, όπως :

- ✂✂Ελαχιστοποίηση του τραύματος.
- ✂✂Ταχύτερη ανάρρωση.
- ✂✂Λιγότερος πόνος.
- ✂✂Γρηγορότερη κινητοποίηση.
- ✂✂Γρήγορη επιστροφή σε κανονική διατροφή.
- ✂✂Αποφυγή πνευμονικών λοιμώξεων και διαπύησης του τραύματος
- ✂✂Μειωμένος κίνδυνος φλεβοθρόμβωσης και εμβολής.

Η ισχύς που χρησιμοποιείται στις εφαρμογές της ενδοσκοπικής ηλεκτροχειρουργικής είναι μικρότερη από εκείνη της ηλεκτροχειρουργικής ανοιχτού τύπου. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ενεργών ηλεκτροδίων ανάλογα με το είδος της εφαρμογής, τον τύπο πρόσβασης, την επιθυμητή δράση.

Είναι σίγουρο πως η ενδοσκοπική ηλεκτροχειρουργική θα συνεχίσει να εξελίσσεται καθώς η επιδεξιότητα των χειρουργών θα αυξάνεται και η τεχνολογία θα δίνει καινούργιες λύσεις. Είναι όμως σημαντικό να τονιστεί ότι απαιτείται ειδική εκπαίδευση από την οποία πρέπει να περάσει ο χειρουργός προκειμένου να μπορεί να πραγματοποιεί τις επεμβάσεις αυτές με ασφάλεια. Και αυτό γιατί από το γνωστό τρισδιάστατο χειρουργικό πεδίο πρέπει να μεταφερθεί στο χώρο της επίπεδης οθόνης και στα μακριά ενδοσκοπικά εργαλεία που απαιτούν διαφορετικούς λεπτούς χειρισμούς.

IV. Κρυοχειρουργική

Η τεχνική της κρυοχειρουργικής στηρίζεται στην ψύξη για την καταστροφή ανεπιθύμητων ιστών. Σε αντίθεση με τις άλλες ηλεκτροχειρου-

ργικές τεχνικές, η κρυοχειρουργική δεν χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα. Μέσω της ψύξης, με τη βοήθεια κατάλληλου ψυχρού αερίου, στοχεύει στη δημιουργία ψυχρού εγκαύματος ώστε να επιτευχθεί κυτταρική απονέκρωση. Δεν χρησιμοποιείται για τομή ή αιμόσταση ούτε και ενδοσκοπικά. Το εύρος των εφαρμογών είναι διαφορετικό. Εκείνο που ενδιαφέρει είναι η μέγιστη ψύξη που μπορεί να επιτευχθεί με το ψυχρό αέριο και ο ρυθμός ψύξης.

Η κρυοχειρουργική παρουσιάζει ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά:

- Ιδανική αποδοχή από τον ασθενή.**
- Αποφυγή ηλεκτρικού ρεύματος στην ευαίσθητη περιοχή της καρδιάς.**
- Εφαρμογή σε περιοχές όπου η ύπαρξη βιολογικών υγρών είναι αναπόφευκτη (π.χ μήτρα).**
- Κύρια εφαρμογή σε γυναικολογία και δερματολογία.**
- Καλά αισθητικά αποτελέσματα.**
- Μικρή ή καθόλου αιμορραγία.**
- Μεγάλη θεραπευτική αποτελεσματικότητα.**
- Ελάχιστος πόνος.**
- Μικρές απαιτήσεις αναισθησίας.**
- Επαναλήψιμη θεραπεία.**
- Μικρό κόστος.**

V. Συμπέρασμα

Στη σύγχρονη χειρουργική σταχυολογούνται αξιόλογες και σχεδόν εξειδικευμένες τεχνικές για την αντιμετώπιση των παθήσεων. Η κάθε μία χαρακτηρίζεται από τα δικά της ιδιαίτερα στοιχεία που αφορούν το θεωρητικό υπόβαθρο, το θεραπευτικό αποτέλεσμα και τους περιορισμούς εφαρμογής. Στο σύνολο τους ενισχύουν τη φαρέτρα του θεράποντα γιατρού στο έργο του. Με δεδομένα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
ΛΕΙΖΕΡ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

τους, η επιλογή προσδιορίζεται από :

- Της απαιτήσεις της ιατρικής ανάγκης
- Τον τύπο πρόσβασης
- Το ζητούμενο βέλτιστο θεραπευτικό αποτέλεσμα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα προσπαθήσω όσο μπορώ να παρουσιάσω και να εξηγήσω στους αναγνώστες τι σημαίνουν οι όροι λέιζερ και αισθητήρες που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Τις αρχές λειτουργίας τους και κάποια άλλα πράγματα που έχουν σχέση με αυτούς τους όρους.

LASER

Ο όρος **λέιζερ** προέρχεται από το αγγλικό ακρωνύμιο **Laser** : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) που αποδίδεται στα ελληνικά ως ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας και καλύπτει τόσο τις συσκευές που την παράγουν όσο και την αντίστοιχη ακτινοβολία. Τα λέιζερ παράγουν σύμφωνο, μονοχρωματικό φως (δηλαδή φως με συγκεκριμένο μήκος κύματος-χρώμα) το οποίο διαδίδεται σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, σχηματίζοντας στενές δέσμες. Αντίθετα, οι συνηθισμένες πηγές φωτός, όπως οι λαμπτήρες πυρακτώσεως, παράγουν μη-σύμφωνο φως προς όλες τις διευθύνσεις και επιπλέον, έχουν μεγάλο φασματικό εύρος. Η λειτουργία των λέιζερ ερμηνεύεται από την θεωρία της κβαντικής μηχανικής και της θερμοδυναμικής. Πολλά υλικά έχουν βρεθεί ότι έχουν τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για να αποτελέσουν ενεργό υλικό των λέιζερ, με αποτέλεσμα την δημιουργία πολλών τύπων λέιζερ με διαφο-

ρετικά χαρακτηριστικά, που χρησιμοποιούνται σε μεγάλο εύρος εφαρμογών. Η εφεύρεση των λέιζερ στηρίχθηκε στην κατασκευή των μείζερ στην δεκαετία του 1950. Το πρώτο λέιζερ κατασκευάστηκε το [1960](#), από τότε όμως τα λέιζερ βρήκαν εφαρμογή στις [θετικές επιστήμες](#), στην [βιομηχανία](#), στην [ιατρική](#) και στην [ηλεκτρονική](#).

Αρχή λειτουργίας

Τα λέιζερ αποτελούνται από το [ενεργό υλικό](#), και την [οπτική κοιλότητα](#). Το [ενεργό υλικό](#) μετατρέπει την εξωτερική ενέργεια σε δέσμη [φωτός](#). Συνήθως είναι υλικό με συγκεκριμένο μέγεθος, σύσταση, καθαρότητα και μορφή, που παράγει φως μέσω [εξαναγκασμένης εκπομπής](#), η οποία αποτελεί [κβαντομηχανική](#) διαδικασία που προτάθηκε από τον [Αλβέρτο Αϊνστάιν](#) για να ερμηνεύσει το [φωτοηλεκτρικό φαινόμενο](#). Το ενεργό υλικό αντλείται από μία εξωτερική πηγή ενέργειας. Τέτοιες πηγές μπορεί να είναι ηλεκτρικές ή φωτεινές, όπως η [λυχνία έκλαμψης](#) (flash lamp) ή κάποια άλλη πηγή λέιζερ. Η ενέργεια που απορροφάται αποτίθεται στα σωματίδια του ενεργού υλικού έτσι, ώστε αυτά να οδηγηθούν σε μια [διεγερμένη κβαντική κατάσταση](#). Όταν ο αριθμός των σωματιδίων που βρίσκονται στην διεγερμένη κατάσταση είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των ατόμων που βρίσκεται στην βασική κατάσταση, επιτυγχάνεται [αντιστροφή πληθυσμού](#). Έτσι λοιπόν, μία δέσμη φωτός που περνάει μέσα από το υλικό έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να οδηγήσει σε εξαναγκασμένη εκπομπή φωτονίων από ότι σε εξαναγκασμένη απορρόφηση, με αποτέλε-

σμα να επιτυγχάνεται ενίσχυση της δέσμης. Ένα διεγερμένο ενεργό υλικό μπορεί να λειτουργήσει επίσης και σαν [οπτικός ενισχυτής](#). Τα χαρακτηριστικά του φωτός που παράγονται από εξαναγκασμένη εκπομπή είναι παρόμοια με αυτά του αρχικού φωτός, ως προς το μήκος κύματος, την [πόλωση](#) και την [φάση](#). Έτσι λοιπόν, το φως του λέιζερ που παράγεται είναι σύμφωνο, ενώ η σταθερότητα της πόλωσης και η μονοχρωματικότητα εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά της [οπτικής κοιλότητας](#). Η οπτική κοιλότητα αποτελεί παράδειγμα κοιλότητας ταλάντωσης και περιέχει μια σύμφωνη δέσμη φωτός μεταξύ δύο ανακλαστικών επιφανειών, έτσι ώστε κάθε φωτόνιο να περνά τουλάχιστον δύο φορές από το ενεργό υλικό προτού φύγει από την οπή εξόδου της πηγής λέιζερ ή χαθεί λόγω απορρόφησης ή [περίθλασης](#). Αν η ενίσχυση που προέρχεται από την επαναλαμβανόμενη διέλευση του φωτός μέσα από το ενεργό υλικό είναι μεγαλύτερη από τις απώλειες της κοιλότητας, τότε εμφανίζεται [εκθετική](#) αύξηση της ισχύς του φωτός μέσα στην κοιλότητα. Όμως, κάθε εξαναγκασμένη εκπομπή αναγκάζει ένα σωματίδιο να επιστρέψει από την διεγερμένη κατάσταση στην βασική, μειώνοντας έτσι την ικανότητα του ενεργού υλικού για επιπλέον ενίσχυση. Όταν αυτό το φαινόμενο μεγιστοποιείται τότε λέμε ότι η ενίσχυση έχει φτάσει σε *κορεσμό*. Η συνθήκη όπου η ισχύς άντλησης γίνεται περίπου ίση με την τιμή κορεσμού της ενίσχυσης και με τις απώλειες της κοιλότητας οδηγεί σε κατάσταση ισορροπίας της ισχύς του λέιζερ μέσα στην κοιλότητα. Αυτή η τιμή ισορροπίας καθορίζει και το σημείο λειτουργίας του

λείζερ. Αν η ισχύς άντλησης είναι πολύ μικρή, η ενίσχυση δεν είναι αρκετή ώστε να καλυφθούν οι απώλειες του ταλαντωτή, με αποτέλεσμα να εκπέμπεται πολύ μικρή ένταση λείζερ. Η ελάχιστη τιμή ισχύς άντλησης που απαιτείται για την παραγωγή λείζερ ονομάζεται *κατώφλι λείζερ*. Το ενεργό υλικό ενισχύει οποιοδήποτε φωτόνιο περάσει μέσα από αυτό, αλλά μόνο αυτά που είναι ευθυγραμμισμένα με την κοιλότητα μπορεί να περάσουν περισσότερο από μια φορά μέσα από το ενεργό υλικό για να επιτευχθεί σημαντική ενίσχυση. Αν η δέσμη δημιουργείται και διαδίδεται σε ελεύθερο περιβάλλον και όχι μέσα σε κυματοδηγούς (όπως στην περίπτωση των [οπτικών ινών](#)), τότε η ένταση του φωτός εμφανίζει κανονική (Γκαουσιανή) κατάσταση, κάθετα στην διεύθυνση διάδοσής της. Η δέσμη του λείζερ είναι σχεδόν απόλυτα ευθυγραμμισμένη, δηλαδή δεν αποκλίνει. Παρόλα αυτά, τέλεια ευθυγραμμισμένη δέσμη δεν μπορεί να υπάρξει λόγω περιθλασης. Για παράδειγμα, μια δέσμη με αρχική διάμετρο 2 mm, που δημιουργείται από ένα μικρό εργαστηριακό λείζερ (όπως ένα [λείζερ Ηλίου-Νέου](#)), αποκλίνει αποκτώντας διάμετρο 1,6 χιλιόμετρα, όταν διανύσει απόσταση ίση με αυτή της [γης-σελήνης](#).

Κύριοι τύποι λείζερ

Υπάρχουν διάφοροι κύριοι τύποι λείζερ, που διακρίνονται ανάλογα με το υλικό το οποίο παράγει την ακτινοβολία. Οι τύποι αυτοί είναι:

Στερεάς κατάστασης

Διακρίνονται σε *κρυστάλλου*, π.χ. YAG, Ruby, YVO, κ.τ.λ, τα οποία βρίσκονται σε μορφή δίσκου, ράβδου ή πλάκας και σε *υάλου*, π.χ. BK7, πυρι-

-τίου κ.τ.λ, τα οποία βρίσκονται σε μορφή ίνας ή ράβδου.

Υγρών χρωστικών

Για παράδειγμα: Ροδαμίνης 6G, Φλουορεσκεΐνης, Κουμαρίνης, Στιλβενίνου, Σκιαδοφερόνης, Τετρακαΐνης, Πράσινου του [μαλαχίτη](#) κ.τ.λ.

Αερίων χρωστικών

Διακρίνονται σε *ηλεκτρικά*: CO₂, N, Cu, Au και σε *χημικά*: O₂, I, H₂F. Μια συνήθης σύνθεση αερίων ενός ηλεκτρικού λέιζερ είναι: 10% CO₂, 10% N, 80% He.

Λέιζερ ημιαγωγών

Θέματα υγείας

Σύμφωνα με τα πρότυπα [EN 60825-1](#) και [ANSI Z136.1](#), τα λέιζερ μπορούν

να καταταχθούν ανάλογα με τη βλαπτικότητα τους ως εξής:

Κλ άσ η	Περιγραφή
I	Η ακτίνα δεν βλάπτει τα μάτια ή το δέρμα.
IM	Η ακτίνα δεν βλάπτει τα μάτια ή το δέρμα, όταν δεν παρεμβάλλεται συγκεντρωτικός φακός ή άλλα οπτικά είδη.
II	Η ακτίνα δεν βλάπτει τα μάτια ή το δέρμα, όταν η έκθεση δεν ξεπερνάει τα 0,25 sec. Η ακτίνα είναι ορατή στο γυμνό μάτι από τα 400 nm μέχρι τα 700 nm.
II M	Όπως η Σειρά 2, όταν δεν παρεμβάλλεται συγκεντρωτικός φακός ή άλλα οπτικά είδη.
III R	Η ακτίνα βλάπτει τα μάτια.
III B	Η ακτίνα βλάπτει τα μάτια και μπορεί να βλάψει και το δέρμα.
IV	Η ακτίνα είναι πολύ επικίνδυνη για τα μάτια και για το δέρμα, ακόμη και έπειτα από διάχυση σε επιφάνειες.

Κατασκευή λέιζερ

το λέιζερ κατασκευάζεται από τρία κύρια μέρη:

- Μια πηγή ενέργειας (συνήθως καλούμενη [αντλία](#) ή πηγή αντλιών),
- μέσο κέρδους ή [μέσο λέιζερ](#), και
- Δύο ή περισσότεροι καθρέφτες που διαμορφώνουν [οπτικό αντηχείο](#).

Πηγή αντλιών

πηγή αντλιών είναι το μέρος που παρέχει την ενέργεια [λέιζερ](#) σύστημα. Τα παραδείγματα των πηγών αντλιών περιλαμβάνουν τις ηλεκτρικές απαλλαγές, flashlamps, τους λαμπτήρες τόξων, το φως από ένα άλλο λέιζερ, τις χημικές αντιδράσεις και ακόμη και τις εκρηκτικές συσκευές. Ο τύπος πηγής αντλιών χρησιμοποιούμενος κυρίως εξαρτάται από μέσο κέρδους, και αυτό καθορίζει επίσης πώς η ενέργεια διαβιβάζεται στο μέσο.

[ήλιο-νέο \(HeNe\) λέιζερ](#) χρησιμοποιεί μια ηλεκτρική απαλλαγή στο μίγμα αερίου ήλιο-νέου, ένα ND: Το λέιζερ YAG χρησιμοποιεί καθένα φως στράφηκε από το [xenon λαμπτήρας λάμψης](#) ή [λέιζερ διόδων](#), και excimer τα λέιζερ χρησιμοποιούν μια χημική αντίδραση.

Μέσο κέρδους

μέσο κέρδους είναι ο σημαντικότερος καθοριστικός παράγοντας του μήκους κύματος της λειτουργίας, και άλλες ιδιότητες, [λέιζερ](#). Υπάρχουν εκατοντάδες εάν όχι χιλιάδες διαφορετικά μέσα κέρδους στα οποία η λειτουργία λέιζερ έχει επιτευχθεί. Το μέσο κέρδους διεγείρεται από την πηγή αντλιών για να παραγάγει το [αντιστροφή πληθυσμών](#), και είναι στο μέσο κέρδους που αυθόρμητος και [υποκινήμενη εκπομπή](#) από τα φωτόνια πραγματοποιείται, οδηγώντας στο φαινόμενο του οπτικού κέρδους, ή την ενίσχυση. Τα παραδείγματα των διαφορετικών μέσων κέρδους περιλαμβάνουν:

- Υγρά, όπως τα λέιζερ χρωστικών ουσιών. Αυτοί είναι συνήθως [οργανικός χημικός διαλύτες](#), όπως η μεθανόλη, γλυκόλη αιθανόλης ή αιθυλενίου, στην οποία είναι προστιθέμενες χημικές χρωστικές

ουσίες όπως [κουμαρίνη](#), [rhodamine](#) και [fluorescein](#). Η ακριβής χημική διαμόρφωση των μορίων χρωστικών ουσιών καθορίζει το μήκος κύματος λειτουργίας [λέιζερ χρωστικών ουσιών](#).

- Αέρια, όπως [διοξείδιο του άνθρακα](#), [αργό](#), [κρυπτό](#) και μίγματα όπως [ήλιο-νέο](#). Αυτά τα λέιζερ αντλούνται συχνά από την ηλεκτρική απαλλαγή.
- Στερεά, όπως [κρύσταλλα](#) και [γυαλιά](#). Στο στερεό *οικοδεσπότης* τα υλικά ναρκώνονται συνήθως με μια ακαθαρσία όπως [χρώμιο](#), [neodymium](#), [έρβιο](#) ή [τιτάνιο ιόντα](#). Οι χαρακτηριστικοί οικοδεσπότες περιλαμβάνουν [YAG \(yttrium αλουμίνιο γρανάτης\)](#), [YLF \(yttrium λίθιο φθορίδιο\)](#), [σάπφειρος](#) (οξειδίο αλουμινίου) και διάφορα γυαλιά. Τα παραδείγματα των μέσων στερεάς κατάστασης λέιζερ περιλαμβάνουν το [ND:YAG,Tj: σάπφειρος](#), Χρώμιο: σάπφειρος (συνήθως γνωστός όπως [ρουμπίνι](#)), χρώμιο: [LiSAF](#) (χρώμιο-ναρκωμένο λίθιο [στρόντιο](#) φθορίδιο αλουμινίου), [ER: YLF](#), [ND: γυαλί](#), και [ER: γυαλί](#). Τα στερεάς κατάστασης λέιζερ αντλούνται συνήθως από τα flashlamps ή το φως από ένα άλλο λέιζερ.
- [Ημιαγωγοί](#), ένας τύπος στερεού, στον οποίο η μετακίνηση [ηλεκτρόνια](#) μεταξύ του υλικού με το διαφορετικό υλικό πρόσμιξης τα επίπεδα μπορούν να προκαλέσουν τη δράση λέιζερ. Τα λέιζερ ημιαγωγών είναι χαρακτηριστικά πολύ μικρά, και μπορούν να αντληθούν με ένα απλό ηλεκτρικό ρεύμα, που επιτρέπει σε αυτούς να χρησιμοποιηθούν στις καταναλωτικές συσκευές όπως [compact disc](#) φορείς. Δείτε [δίοδος λέιζερ](#).

Οπτικό αντηχείο

οπτικό αντηχείο, ή [οπτική κοιλότητα](#), με απλούστερη μορφή του είναι δύο παράλληλοι καθρέφτες που τοποθετούνται γύρω από το μέσο κέρδους που παρέχουν [ανατροφοδοτήστε](#) από το φως. Οι καθρέφτες δίνονται [οπτικά επιστρώματα](#) όποιοι καθορίζουν τις αντανακλαστικές ιδιότητές τους. Χαρακτηριστικά κάποιο θα είναι [υψηλός ανακλαστήρας](#), και άλλο θα είναι [μερικός ανακλαστήρας](#). Ο πίο πρόσφατος καλείται συζευκτήρας παραγωγής, επειδή επιτρέπει σε μερικά από το φως για να αφήσει την κοιλότητα για να παραγάγει την ακτίνα παραγωγής του λέιζερ. Φως από το

παραχθέν κοντά [αυθόρμητη εκπομπή](#), απεικονίζεται από τους καθρέφτες πίσω στο μέσο, όπου μπορεί να ενισχυθεί κοντά [υποκινημένη εκπομπή](#). Το φως μπορεί να απεικονίσει από τους καθρέφτες και να περάσει έτσι μέσω του μέσου κέρδους πολλές εκατοντάδες των χρόνων πρίν βγαίνει την κοιλότητα. Στα πιά σύνθετα λέιζερ, οι διαμορφώσεις με τέσσερις ή περισσότερους καθρέφτες που διαμορφώνουν την κοιλότητα χρησιμοποιούνται. Το σχέδιο και η ευθυγράμμιση των καθρεφτών όσον αφορά το μέσο είναι κρίσιμα για τον καθορισμό του ακριβούς λειτουργούντος μήκους κύματος και άλλων ιδιοτήτων του συστήματος λέιζερ. Άλλες οπτικές συσκευές, όπως η περιστροφή των καθρεφτών, των διαμορφωτών, των φίλτρων και των απορροφητών μπορούν να τοποθετηθούν μέσα στο οπτικό αντηχείο, για να παραγάγουν ποικίλα αποτελέσματα στην παραγωγή λέιζερ, όπως η αλλαγή του μήκους κύματος της λειτουργίας ή της παραγωγής των σφυγμών του φωτός λέιζερ. Μερικά λέιζερ δεν χρησιμοποιούν μια οπτική κοιλότητα, αλλά αντ' αυτού στηρίζονται στο πολύ υψηλό οπτικό κέρδος για να παραγάγουν σημαντική [ενισχυμένη αυθόρμητη εκπομπή](#) (ASE) χωρίς ανάγκη ανατροφοδότησης του φωτός πίσω στο μέσο κέρδους. Τέτοια λέιζερ θεωρούνται [superluminescent](#), και εκπέμπουν το φως με χαμηλή [συνοχή](#) αλλά υψηλός [εύρος ζώνης](#). Δεδομένου ότι δεν χρησιμοποιούν οπτικό ανατροφοδοτήσης, αυτές οι συσκευές δεν είναι συχνά ταξινομημένες ως λέιζερ.

Παρακάτω παραθέτω κάποιες πληροφορίες σχετικές με τα λέιζερ

1. Το πρώτο λειτουργικό λέιζερ ήταν το λέιζερ από ρουμπίνι που ανακαλύφθηκε το 1960 και κλήθηκε αρχικά οπτικό κάτοπτρο.
2. Το ορατό οπτικό φάσμα βρίσκεται σε μήκος κύματος από 400 - 700 nm. Το φως διαβιβάζεται μέσω του διαστήματος υπό μορφή κυμάτων και αποτελείται από φωτόνια που εκπέμπονται σε διάφορα ενεργειακά επίπεδα.
3. Ένα άτομο ευρίσκεται υπό μορφή διέγερσης όταν η ενέργεια δρώντας βάζει ένα ηλεκτρόνιο σε μια υψηλότερη τροχιά. Όταν το ηλεκτρόνιο επιστρέφει στην αρχική του τροχιά, απελευθερώνει ενέργεια υπό μορφή φωτονίου, μια διαδικασία που καλείται "αυθόρμητος εκπομπή".
4. Η υποκινούμενη εκπομπή εμφανίζεται όταν στο άτομο ρίξουμε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (π.χ. φώς) οπότε το ηλεκτρόνιο προσλαμβάνει φωτόνια αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο την ενέργεια του. Προσλαμβάνοντας ενέργεια το ηλεκτρόνιο μεταπίπτει σε υψηλότερη ενεργειακά τροχιά.
5. Τα λέιζερ για να λειτουργήσουν, απαιτείται ένα μέσο παραγωγής διεγερμένων ατόμων. Αυτό καλείται αντιστροφή και παράγεται όταν μια εξωτερική πηγή ενέργειας (συσκευή αντλίας) εφαρμόζεται στο μέσο παραγωγής.
6. Τα χαρακτηριστικά της φωτεινής δέσμης λέιζερ ποικίλλουν εξαρτώμενα από τις συνήθεις πηγές φωτός, διακρινόμενα με τρεις τρόπους:
 - στη μονοχρωματική εκπομπή λέιζερ
 - στα λέιζερ συνέχειας
 - τα λέιζερ σύγκρουσης
7. Το λέιζερ μπορεί να είναι θερμικό ή μη-θερμικό (χαμηλής ισχύος, μαλακό ή κρύο). Οι κατηγορίες των λέιζερ περιλαμβάνουν τα στερεάς κατάστασης (κρύσταλλο ή γυαλί), αέριας κατάστασης, ημιαγωγούς, τα χρωματικά, ή χημικά. 8. Τα Νέον-Ηλίου, HeNe (αέριο) και γάλλιο-αρσενικό, GaAs (ημιαγωγός) λέιζερ είναι δύο χαμηλής ισχύος λέιζερ με εφαρμογή στη φυσικοθεραπεία. Αυτά τα χαμηλής ισχύος λέιζερ είναι αυτά που κυρίως χρησιμοποιούνται στις Ηνωμένες Πολιτείες και τις άλλες χώρες για την επούλωση των πληγών, των ανοικτών τραυμάτων και την θεραπεία των κακώσεων του μυϊκού ιστού.
9. Τα λέιζερ HeNe παράγουν μια χαρακτηριστική κόκκινη ακτίνα με μήκος κύματος 632,8 nm. Είναι συνεχούς εκπομπής με διείδυση 2 έως 5 χιλ. και έμμεση διείδυση 10 έως 15 χιλ.
10. Τα λέιζερ GaAs είναι αόρατα και έχουν μήκος κύματος 904 nm. Είναι διακεκομμένης εκπομπής με μέση ισχύ εκπομπής 0,4 milliwatts. Παρουσιάζουν διείδυση 1 έως 2 εκατ. και έμμεσα 5 εκατ.
11. Οι προτεινόμενες θεραπευτικές εφαρμογές των λέιζερ στη φυσική ιατρική περιλαμβάνουν την επιτάχυνση της σύνθεσης κολλαγόνων, την μείωση των μικροοργανισμών, αύξηση στην αιμάτωση των ιστών και μείωση του πόνου και της φλεγμονής.

12. Η τεχνική εφαρμογής λέιζερ γίνεται με άμεση επαφή με την επιφάνεια του δέρματος και σε κάθετη διεύθυνση στην επιφάνεια επαφής. Η δόση είναι ο κρίσιμος παράγοντας ως αναφορά τα αποτελέσματα, αλλά η ακριβής δοσιμετρία δεν έχει καθορισθεί επακριβώς, εξαρτώμενη από την συχνότητα και την ποσότητα των θεραπειών.
13. Το λέιζερ εφαρμόζεται και με μορφή scanning. Η περιοχή "βομβαρδισμού" αποτελείται από τετράγωνα 1 εκατ. και το λέιζερ εφαρμόζεται για προκαθορισμένο χρόνο. Χρησιμοποιείται επίσης στα trigger points και τα σημεία βελονισμού.
14. Για τη χρήση των λέιζερ στις Ηνωμένες Πολιτείες, απαιτείται ειδική έγκριση IRB και ενημερωμένη συγκατάθεση πριν από τη χρήση τους.
15. Αν και δεν αναφέρεται κανένα επιβλαβές αποτέλεσμα από την χρήση των λέιζερ λαμβάνονται ορισμένες προφυλάξεις και αναφέρονται κάποιες αντενδείξεις. Οι αντενδείξεις περιλαμβάνουν τον καρκινώδη ιστό, άμεση εκπομπή στα μάτια, και κατά τη διάρκεια του πρώτου τριμήνου της εγκυμοσύνης. Σημειώνεται ότι ο πόνος μπορεί αρχικά να αυξηθεί όταν εφαρμοσθούν τα λέιζερ χωρίς όμως αυτό να αποτελεί λόγω διακοπής της θεραπείας.
16. Απαιτείται μελλοντική έρευνα για τον καθορισμό της αποτελεσματικότητας και των παραμέτρων εφαρμογής των χαμηλής ισχύος λέιζερ στη φυσικοθεραπεία.

ΣΥΝΟΨΗ

Το Laser αποτελεί μία ειδική δέσμη φωτεινής ακτινοβολίας, η οποία δεν υπάρχει σε φυσικές συνθήκες, αλλά παράγεται στο εργαστήριο με ειδικό τεχνολογικό εξοπλισμό. Η ακτινοβολία αυτή χρειάζεται μία πηγή ενέργειας (πχ. Ηλεκτρικό ρεύμα) και ένα φυσικό "μέσο" για να παραχθεί (κρύσταλλος, αέριο κλπ). Ανάλογα με το "μέσο" που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της δέσμης, η ακτινοβολία παρουσιάζει τις εκάστοτε "ιδιαιτερότητες" που την χαρακτηρίζουν και καθορίζουν την δράση της στο περιβάλλον. Οι γενικές ιδιότητες της ακτινοβολίας Laser είναι: Συγκεντρωμένη ενέργεια σε σταθερή δέσμη φωτός η οποία δεν διαχέεται και δεν αποκλίνει στην πορεία της και μονοχρωματικότητα ως προς το φάσμα. Δηλαδή με

λίγα λόγια, η δέσμη φωτός ξεκινάει από την πηγή της και καταλήγει στον στόχο έχοντας την ίδια διάμετρο και το ίδιο χρώμα. Η δέσμη των laser μπορεί να μεταφερθεί είτε άμεσα στον αέρα όπως το κοινό φως είτε μέσω ειδικών μεταφορέων δέσμης όπως οι αρθρωτοί βραχίονες και οι οπτικές ίνες. Η σημαντική ιδιότητα αυτή των Laser έχει χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία, στις μεταφορές στην πολεμική βιομηχανία και στην Ιατρική. Η ειδική δράση που έχει το Laser στον ανθρώπινο ιστό έχει μελετηθεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, και έχουν αναπτυχθεί διάφορα είδη Laser ανάλογα με την δράση που επιθυμούμε να έχουν. Ανάλογα με το "μέσο" που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του laser έχουν κατασκευασθεί οι κάτωθι τύποι Laser που χρησιμοποιούνται στην ιατρική και ειδικότερα στην χειρουργική:

1. *Laser διοξειδίου του άνθρακος (CO₂), που αποτελεί το πιο σύνηθες Laser στην χειρουργική.*
2. *Laser NdYag, χρησιμοποιούμενο συχνά στην χειρουργική, την ενδοσκοπική επεμβατική χειρουργική και γαστρεντερολογία.*
3. *Laser αργού, χρησιμοποιούμενο στην αγγειολογία, λόγω της ειδικής δράσης στα τριχοειδή αγγεία.*
4. *Laser Excimer χρησιμοποιούμενο στην οφθαλμολογία.*
5. *Διάφοροι άλλοι τύποι Laser, με ειδικότερες εφαρμογές (φωτοδυναμικές θεραπείες κλπ).*

Σήμερα, οι εφαρμογές των Laser στην Ιατρική και ειδικότερα στον τομέα της Χειρουργικής είναι πολλαπλές και συνεχώς εξελισσόμενες, βασιζόμενες στην συνεχόμενη μελέτη, έρευνα και τεχνολογική ανάπτυξη. Η βασική

επίδραση της δέσμης Laser σε ανθρώπινο ιστό εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, μεταξύ των κυριωτέρων είναι το είδος του ιστού, η περιεκτικότητα του σε νερό, αίμα κλπ, το μήκος κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας και η ισχύς της δέσμης (Watt). Οι πολυποικίλλοι συνδυασμοί που προκύπτουν δημιουργούν ένα ευρύτατο φάσμα διακυμάνσεων και επομένως εφαρμογών, τις οποίες ο ειδικευμένος στα Laser χειρουργός καλείται να γνωρίζει, γιά να εφαρμόσει με ασφάλεια την εμπειρία του πάνω στο ανθρώπινο πρόβλημα. Οι κίνδυνοι επό την εφαρμογή Laser είναι υπαρκτοί, αλλά όχι τεράστιοι, όπως τυχόν φήμες να έχουν διαρεύσει, βασιζόμενες σε σενάρια επιστημονικής φαντασίας. Αυτοί, στην χειρουργική πράξη, είναι μικροί λόγω της χαμηλής ισχύος των ιατρικών Laser, και αφορούν το θερμικό έγκαυμα, τις βλάβες οφθαλμών και την εισρόφηση σωματιδίων καπνού δυνητικά μολυσμένων. Η εκπαίδευση-στελέχωση οργανωμένου τμήματος Laser, και η βασική εμπειρία του θεράποντος ιατρού, είναι βασική προϋπόθεση γιά την ασφαλή διενέργεια των εφαρμογών, γεγονός που στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια είναι δεδομένο και έχει εξασφαλίσει την διενέργεια πλήθος επεμβάσεων με Laser, χωρίς επιπλοκές. Οι κλινικές εφαρμογές που έρχονται στα εδάφια της Γενικής Χειρουργικής αφορούν:

1. Χειρουργικές παθήσεις δέρματος και μαλακών μορίων. Τέτοιες είναι οι σπίλοι (κοινώς "ελιές") διαφόρων ειδών, οι μυρμηγκίες, οι κάλοι, οι εισφρύσεις όνυχος, τα ποικίλλα θηλώματα και επιπλέον κύστεις, λιπώματα και κάθε είδους όγκοι του δέρματος και των μαλακών μορίων όπως το μελάνωμα, το επιθηλίωμα κλπ. Το Laser CO2, αποτελεί το βασικό μηχάνημα που χρησιμοποιείται με ταχύτατη δράση, αναίμακτη, ελάχιστη ουλή και άριστη επούλωση.

2. Χειρουργικές παθήσεις πρωκτού. Αφορούν τις αιμορροΐδες, τα περιεδρικά συρίγγια και αποστήματα, τις κύστες κόκκυγος, τα κονδύλωματα της περιοχής κλπ. Χρησιμοποιείται το ίδιο μηχάνημα με άριστα αποτελέσματα. Σε μερικές περιπτώσεις απαιτείται νοσηλεία 24ωρος (μεγάλες αιμορροΐδες κλπ), αλλά βασικά οι επεμβάσεις συνοδεύονται πάντα από μετεγχειρητικά γρήγορη ανάρρωση και λιγότερο πόνο.
3. Ενδοσκοπική-λαπαροσκοπική χειρουργική. Αποτελούν τελείως εξειδικευμένες επεμβάσεις, διαδραματιζόμενες σε πλέον οργανωμένα τμήματα επανδρωμένα με τον κατάλληλο εξοπλισμό, και εφαρμόζονται σε επεμβάσεις όπως χολοκυστεκτομή, λύση συμφύσεων, γυναικολογικές επεμβάσεις, όπου το NdYag-Laser μέσω οπτικής ίνας, αποτελεί το ιδανικό μέσο παραγωγής δέσμης. Το ίδιο όργανο, χρησιμοποιείται στην ενδοσκοπική γαστρεντερολογία-ουρολογία-πνευμονολογία με σκοπό την ελάχιστη επεμβατική αντιμετώπιση όγκων-στενώσεων των διαφόρων αυλών, και παρηγορητική θεραπεία καρκινοπαθών σε προχωρημένο στάδιο.

Γενικά το Laser σήμερα αποτελεί ένα "όπλο"-επίτευγμα της τεχνολογίας που σε έμπειρα εξειδικευμένα χειρουργικά χέρια μπορεί να δώσει θεραπευτικές λύσεις σε πλείστα όσα χειρουργικά προβλήματα, με σκοπό την ελαχιστοποίηση της επεμβατικότητας, των επιπλοκών και του πόνου.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ

Αισθητήρας ονομάζεται μία συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος

και παράγει από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο. Για παράδειγμα, το

υδραργυρικό θερμομέτρο μετατρέπει τη μετρούμενη θερμοκρασία σε

διαστολή, η οποία μπορεί να αναγνωστεί από ένα βαθμονομημένο σωλήνα.

Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε καθημερινά αντικείμενα, όπως κουμπιά ανεγκυστήρων ευαίσθητα στην αφή και λάμπες φωτισμού που εκπέμπουν λαμπρότερα ή απαλότερα αγγίζοντας τη βάση τους. Υπάρχουν αναρίθμητες ακόμη χρήσεις που οι περισσότεροι άνθρωποι δεν αντιλαμβάνονται. Εφαρμογές τους συναντούμε στα αυτοκίνητα, σε μηχανές, στην αεροναυπηγική, την ιατρική, τη βιομηχανία και τη ρομποτική.

Χαρακτηριστικά αισθητήρων

Εύρος

Τα όρια στα οποία η συσκευή λειτουργεί αξιόπιστα.

Ακρίβεια

Η εγγύτητα της τιμής εξόδου προς τη τιμή εισόδου.

Σφάλμα

Η διαφορά ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή και τη πραγματική τιμή.

Ανοχή

Το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να δημιουργήσει ο αισθητήρας.

Διακριτική ικανότητα

Η μικρότερη αλλαγή τιμής εισόδου που μπορεί να ανιχνεύσει.

Ευαισθησία

Η σχέση της αλλαγής εξόδου προς τη αλλαγή εισόδου, είναι ίση με τη διαφορά των τιμών της εξόδου προς τη διαφορά των αντίστοιχων τιμών εισόδου.

Βαθμονόμηση

Η βαθμολόγηση της κλίμακας σε μονάδες.

Νεκρή ζώνη

Το μέγιστο ποσό αλλαγής της εισόδου που δεν επιφέρει αλλαγή στην έξοδο.

Γραμμικότητα

Ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου προσεγγίζει ευθεία ως προς την είσοδο του αισθητήρα.

Απόρροια που απαιτείται για να λάβει τη τελική τιμή η έξοδος.

Αποστέρευση

Αποστέρευση της αλλαγής της εξόδου ως προς την είσοδο.

Αστάθεια

Αναβολή της εξόδου σε μεγάλη χρονική περίοδο, χωρίς μεταβολή της εισόδου και των συνθηκών.

Αντιστέρευση

Αντιστροφή στην έξοδο όταν η κατεύθυνση της μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί.

Αναληψιμότητα

Αναγωγή του ίδιου αποτελέσματος, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, με την ίδια είσοδο.

Αισθησιμότητα

Αναβολή των χαρακτηριστικών του αισθητήρα με το χρόνο και το περιβάλλον.

Αποσβεστικό σφάλμα

Αποσβεστικό σφάλμα σε όλο το εύρος λειτουργίας, το οποίο μπορεί να αντισταθμιστεί.

Απόλυτος χρόνος λειτουργίας

Απόλυτος χρόνος λειτουργίας στα πλαίσια των προδιαγραφών του.

ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Χαρακτηριστική μεταφοράς

Είναι η ιδανική σχέση, μεταξύ του σήματος εισόδου (διέγερση) και του σήματος εξόδου του αισθητήρα.

$$y(t) = f[x(t)]$$

Η εξίσωση αυτή μπορεί να είναι γραμμική, λογαριθμική, εκθετική ή πολυωνυμική. Στους αισθητήρες επιδιώκεται να είναι γραμμική, δηλαδή της μορφής,

$$y(t) = S \cdot x(t),$$

όπου $y(t)$ = σήμα εξόδου, $x(t)$ = σήμα εισόδου (διέγερση), S = κλίση, ονομάζεται και ευαισθησία του αισθητήρα

Σφάλμα

Η διαφορά ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή X και τη πραγματική τιμή X_0 . Η διαφορά $\Delta X = X - X_0$ ονομάζεται σαν απόλυτο "σφάλμα" της μέτρησης. Αν αναγάγουμε το απόλυτο σφάλμα ΔX στη πραγματική τιμή X_0 προκύπτει το σχετικό σφάλμα της μέτρησης που συνήθως εκφράζεται επί τοις % σχετικό σφάλμα μέτρησης:

$$F = \frac{\Delta X}{X} = \frac{X - X_0}{X_0} = 100 \cdot \frac{\Delta X}{X} \%$$

Ευαισθησία = Μέγιστη τιμή εξόδου - Ελάχιστη τιμή εξόδου / Μέγιστη τιμή εισόδου - Ελάχιστη τιμή εισόδου

Ολίσθηση

Η μεταβολή των χαρακτηριστικών του αισθητήρα με το χρόνο και λόγο περιβαλλοντικών μεταβολών. (π.χ. Θερμοκρασία). Η ολίσθηση αυτή ονομάζεται θερμική ολίσθηση. Η θερμοκρασία επιδρά π.χ. ομοιόμορφα π'άνω στην χαρακτηριστική καμπύλη ή πάνω στην ευαισθησία.

Σχετική περιοχή ανοχής: $g_x = [(\pm)\Delta x]/X$,

όπου $(\pm)\Delta x$ = Μέγιστη απόκλιση από την πραγματική τιμή του μεγέθους αισθητήρα, X = Ονομαστικό μέγεθος αισθητήρα ή οριακή τιμή περιοχής μέτρησης

Συνάρτηση μετάθεσης (transfer function)

συνδέει την έξοδο του αισθητήρα με το μετρούμενο μέγεθος

Μαθηματική σχέση που εκφράζει την εξάρτηση του ηλεκτρικού σήματος εξόδου (T) από το ερέθισμα (s): $T=f(s)$

Ευαισθησία (sensitivity)

Το μέτρο της μεταβολής εξόδου για μια δεδομένη μεταβολή του μεγέθους υπό μέτρηση

$$S = dT/ds \quad s=s_0$$

Εμπεριέχει τη συνάρτηση μετάθεσης, $T = f(s)$

Για γραμμική συνάρτηση μετάθεσης: $T = a + b \cdot s$, $S = b$

Ανάλυση (resolution) / διακριτική ικανότητα (discrimination)

ελάχιστη ποσότητα μετρούμενου μεγέθους που δύναται να μετρηθεί, R

Μετρητικό πεδίο (measurement range)

ορίζεται από την ελάχιστη έως την μέγιστη τιμή του μετρούμενου

$$R = nL/s$$

nL : το επίπεδο θορύβου - ελάχιστη δυνατή ανιχνεύσιμη μεταβολή στο μετρούμενο μέγεθος S : η ευαισθησία μεγέθους που είναι σε θέση να καταγραφεί με αποδεκτή ακρίβεια

Θόρυβος (noise)

ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό όλων των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων η βασική κατηγοριοποίηση των ειδών θορύβου γίνεται με βάση την προέλευσή τους:

- έμφυτος θόρυβος (inherent noise) - προκύπτει εντός του κυκλώματος
- μεταδιδόμενος θόρυβος (transmitted noise) - μεταδίδεται στο κύκλωμα από εξωτερικές πηγές

Λόγος σήματος προς θόρυβο, N_r – (Signal to Noise Ratio)

$$N_r = 20 \log_{10}(V_m/V_n)$$

V_m : το μέσο επίπεδο της τιμής της τάσης του σήματος

V_n : το μέσο επίπεδο της τιμής θορύβου

Γενική κατηγοριοποίηση ως παθητικοί ή ενεργοί (passive – active)

• **παθητικοί** αισθητήρες : δεν απαιτείται εξωτερική πηγή ενέργειας για την λειτουργία τους και παράγουν ένα ηλεκτρικό σήμα σε ανταπόκριση του εξωτερικού ερεθίσματος. Έχουν μια είσοδο και μία έξοδο και η ενέργεια που απορροφάται απο το μετρούμενο σύστημα μετατρέπεται σε ενέργεια εξόδου. Συνήθως σε αυτούς τους αισθητήρες απαιτείται ενίσχυση του σήματος γιατί παράγουν σήματα χαμηλής ισχύος.

• **ενεργοί** αισθητήρες : απαιτείται εξωτερική πηγή ενέργειας για τη λειτουργία τους. Έχουν δύο εισόδους και μία έξοδο. Η μία είσοδος είναι η είσοδος του μετρούμενου μεγέθους και η άλλη είναι η είσοδος της εξωτερικής πηγής ή της λεγόμενης διέγερσης. Η έξοδος είναι η έξοδος του σήματος που είναι το αποτέλεσμα που δημιουργείται απο το μετρούμενο μέγεθος.

Αρχές λειτουργίας των ενεργητικών αισθητήρων

Νόμος Ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής

Ο Νόμος της Ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής ή νόμος του Faraday αναφέρει ότι όταν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή στο εσωτερικό πλαίσιο N σπειρών ,στα άκρα του αναπτύσσεται τάση από επαγωγή.

$$e = -N \cdot (d\phi/dt)$$

Φαινόμενο Ηλεκτρομαγνητικής Επαγωγής

Όταν αγωγός ενεργού μήκους l ,κινείται με ταχύτητα v μέσα σε μαγνητικό πεδίο ,μαγνητικής επαγωγής B ,τότε στα άκρα του αγωγού εμφανίζεται ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ)

$$e = (v \cdot B) \cdot l = B \cdot v \cdot l \cdot \sin\alpha$$

Θερμοηλεκτρικό φαινόμενο

Στο θερμοηλεκτρικό φαινόμενο στηρίζεται η λειτουργία του θερμοζεύγους το οποίο αποτελείται από δύο διαφορετικά μέταλλα των οποίων το ένα άκρο είναι κοινό ενώ τα άλλα δύο είναι ελεύθερα. Αν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του κοινού άκρου και των ελεύθερων άκρων αναπτύσσεται μια θερμοηλεκτρική τάση μεταξύ των ελεύθερων άκρων που εξαρτάται απο τη διαφορά θερμοκρασίας.

Η θερμοηλεκτρική τάση ορίζεται απο τη σχέση $e = \theta_A \cdot (T_0 - T_1)$, όπου θ_A είναι η θερμοηλεκτρική δύναμη του αγωγού.

Η θερμοηλεκτρική τάση που παράγει το θερμοζεύγος είναι:

$$e = \theta_A \cdot (T_0 - T_1) - \theta_B \cdot (T_0 - T_1) = (\theta_A - \theta_B) \cdot (T_0 - T_1) = \theta_{A-B} \cdot (T_0 - T_1).$$

Η μετρούμενη από το όργανο τάση σε θερμοκρασία T_2 είναι:

$$u = \theta_B \cdot (T_2 - T_0) + \theta_A \cdot (T_0 - T_1) - \theta_B \cdot (T_0 - T_1) - \theta_{\Delta} \cdot (T_2 - T_0) = (\theta_A - \theta_B) \cdot (T_0 - T_1) + (\theta_B - \theta_{\Delta}) \cdot (T_2 - T_0) = \theta_{A-B} \cdot (T_0 - T_1) + \theta_{\Gamma-\Delta} \cdot (T_2 - T_0)$$

Αρχές λειτουργίας των παθητικών αισθητήρων

Η λειτουργία των παθητικών αισθητήρων στηρίζεται στη μεταβολή της ωμικής αντίστασης, της αυτεπαγωγής ή της χωρητικότητας, από την επίδραση του φυσικού μεγέθους είτε στις διαστάσεις του υλικού είτε απευθείας στις ηλεκτρικές ιδιότητες του.

Αισθητήρια με Μεταβολή της Ειδικής Αντίστασης.

Η μεταβολή της ειδικής αντίστασης μπορεί να οφείλεται στη θερμοκρασία, στη φωτεινή ακτινοβολία, στην υγρασία και στη μεταβολή των γεωμετρικών διαστάσεων του υλικού. Η μεταβολή της ειδικής αντίστασης με τη θερμοκρασία ορίζεται από τη σχέση:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(\theta - \theta_0)], \text{όπου } \alpha \text{ θερμοκός συντελεστής } [1 + \alpha C]$$

Αισθητήρια θερμοκρασίας με αντίσταση (RTD), Αισθητήρια θερμοκρασίας με αντίσταση από ημιαγωγό (Thermistors)

Αισθητήρια με Μεταβολή της Διηλεκτρικής Σταθεράς ϵ

α) με τροποποίηση της θέσης του διηλεκτρικού στο εσωτερικό των οπλισμών του πυκνωτή όπου το διηλεκτρικό μπορεί να είναι υγρό ή στερεό.

$$C1 = [(\epsilon r * \epsilon_0) / d] * (a * x), C2 = (\epsilon_0 / d) * a * (L - x), C = C1 + C2 = [(\epsilon_0 / d) * a] * [(\epsilon r - 1) * x] + L]$$

Για μετατόπιση dx : $dC = \epsilon_0 / d * a * (\epsilon r - 1) * dx$

β) από την επίδραση εξωτερικών παραμέτρων

θερμοκρασία (δύσκολη εφαρμογή, απαιτεί πηγή διέγερσης που να λειτουργεί σε πολύ υψηλές συχνότητες).

Υγρασία (χρησιμοποιείται αρκετά, χρειάζεται υδρόφιλο διηλεκτρικό)

ομαδοποίηση με βάση τη φύση του μετρούμενου μεγέθους

(π.χ. αισθητήρες μετατόπισης / displacement sensors)

ομαδοποίηση με βάση την **αρχή λειτουργίας** τους

(π.χ. χωρητικοί αισθητήρες / capacitive sensors)

Αισθητήρες προσέγγισης

Οι περισσότεροι αισθητήρες μαγνητικού πεδίου εκμεταλλεύονται κατά τη λειτουργία τους ένα φαινόμενο που πρωτοπαρατηρήθηκε από τον Edwin Hall το 1879. Παρατήρησε ότι όταν ένα εγκάρσιο μαγνητικό πεδίο εφαρμόζεται σε έναν αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα, αναπτύσσεται ένα ηλεκτρικό πεδίο κάθετο στο ρεύμα και στο μαγνητικό πεδίο. Η προκαλούμενη τάση Hall αναπτύσσεται λόγω της δύναμης Lorentz που ενεργεί σ' ένα φορτίο που κινείται εντός μαγνητικού πεδίου. Το φαινόμενο Hall στα μέταλλα είναι σαφώς μικρότερο από αυτό των ημιαγωγών υλικών. Ένα άλλο φαινόμενο που εκμεταλλεύονται οι επαγωγικοί αισθητήρες είναι το φαινόμενο της επαγωγικής αντίστασης που αναπτύσσεται στους ημιαγωγούς στα μέταλλα και στα σιδηρομαγνητικά υλικά. Όταν μαγνητικό πεδίο εφαρμόζεται κατά μήκος μιας επαγωγικής αντίστασης μπορούμε να μετρήσουμε μια μεταβολή στη τιμή της αντίστασης. Τα τεχνολογικά επιτεύγματα τις δεκαετίας του 1990 στον τομέα της μικροηλεκτρονικής μας επιτρέπουν την ανάπτυξη των επαγωγικών αισθητήρων οι οποίοι είναι κατάλληλοι για μεγάλο εύρος εφαρμογών λόγω του μικρού κόστους, της υψηλής ακρίβειας που παρουσιάζουν και των χαμηλών σε ενεργειακές απαιτήσεων.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ HALL: Αν ρεύμα I_x διέρχεται μέσω μιας μικρής ημιαγωγικής ή μεταλλικής πλάκας μήκους l , πλάτους w , πάχους t και μαγνητική ροή πυκνότητας B_z εφαρμόζεται κάθετα στη τριγωνική επιφάνεια του ρεύματος, τότε η προκαλούμενη τάση Hall V_H μπορεί να μετρηθεί κατά μήκος της πλάκας. Αυτή η τάση προκύπτει ανάλογη του ρεύματος και του μαγνητικού πεδίου και δίδεται από τη σχέση:

$$V_H = (R_H * I_x * B_z) / t \quad (1) \quad R_H: \text{Ο συντελεστής Hall}$$

Η δύναμη Lorentz ενός ηλεκτρονίου με φορτίο $(-e)$ που κινείται με μέση ταχύτητα v σε έναν μαγνητικό πεδίο B δίδεται από τη σχέση: $F = -e * (v * B) \quad (2)$

Η επίδραση της δύναμης Lorentz είναι να εκτρέπει τα ηλεκτρόνια σε διεύθυνση κάθετη στο ρεύμα και το μαγνητικό πεδίο. Το προκαλούμενο ηλεκτρικό πεδίο αντιτίθεται στη δύναμη Lorentz και τελικά επικρατεί ισορροπία και το ρεύμα ρέει προς την αρχική διεύθυνση. Ο χρόνος που απαιτείται για να φθάσει αυτή τη θέση είναι της τάξης των 10^{-4} s. Το πεδίο Hall που αντισταθμίζει τη δύναμη Lorentz δίδεται από τη σχέση: $\mathbf{E}_{Hw} = +\mathbf{v}_x \mathbf{B}_z$ (3). Η πυκνότητα ρεύματος \mathbf{J}_x είναι $\mathbf{J}_x = -ne\mathbf{v}_x$, όπου n είναι η πυκνότητα των ηλεκτρονίων και ως εκ τούτου το πεδίο Hall είναι

$$\mathbf{E}_{Hw} = -(\mathbf{J}_x \mathbf{B}_z / n * e) \quad (4) \text{ το οποίο μπορεί να γραφεί και με τη μορφή } \mathbf{E}_{Hw} = -(\mathbf{J}_x \mathbf{w}_t \mathbf{B}_z / n * e * t) \quad (5)$$

και έτσι $\mathbf{V}_{Hw} = -(\mathbf{I}_x \mathbf{B}_z / n * e * t)$ (6). Ο συντελεστής Hall δίδεται $\mathbf{R}_{Hw} = -(1/n * e)$ (7). Ο συντελεστής Hall είναι αντιστρόφως αναλογος της πυκνότητας φορτίου και αυτό εξηγεί γιατί το φαινόμενο Hall είναι πιο έντονο στους ημιαγωγούς παρά στα μέταλλα. Το αρνητικό πρόσημο στην σχέση (7) υπάρχει γιατί τα φορτία είναι ηλεκτρόνια στα μέταλλα και n -τύπου στους ημιαγωγούς. Για ημιαγωγούς τύπου $-p$ ο συντελεστής Hall είναι $\mathbf{R}_H = 1/\rho q$ όπου ρ είναι η πυκνότητα των σπών και q το φορτίο.

1. Επαγωγικοί αισθητήρες

Επαγωγικοί αισθητήρες είναι σήμερα αναντικατάστατοι για τις βιομηχανικές χρήσεις. Προσφέρουν σε σύγκριση με μηχανικούς διακόπτες σχεδόν ιδανικές προϋποθέσεις: Λειτουργία εξ αποστάσεως χωρίς φθορές καθώς και υψηλή συχνότητα και ακρίβεια ενεργοποίησης. Εκτός αυτού είναι ανθεκτικοί σε δονήσεις, σκόνη και υγρασία. Επαγωγικοί αισθητήρες ανιχνεύουν εξ αποστάσεως όλα τα μέταλλα.

Επαγωγικοί αισθητήρες προσέγγισης για όλες τις βιομηχανίες.

Πολύ μεγάλη επιλογή στύλ σχήματος / μεγέθους και τάσεων λειτουργίας.

Καινοτομίες: αυξημένη εμβέλεια, ανίχνευση μη σιδηρούχων υλικών.

Αισθητήρες βελτιστοποιημένοι για ειδι- κές και δύσκολες συνθήκες λειτουργίας.

Μεγάλη ποικιλία υποστηριζόμενων εξαρ- τημάτων τοποθέτησης και σύνδεσης.

Εισαγωγή

Σε όλες τις σύγχρονες αυτοματοποιημένες διεργασίες, οι αισθητήρες είναι απολύτως απαραίτητοι για να παρέχουν στο PLC τις απαιτούμενες πληροφορίες. Παρέχουν τα απαραίτητα σήματα θέσης ορίων ή λειτουργούν ως παλμοδότες για εργασίες μέτρησης ή για επιτήρηση ταχύτητας περιστροφής. Οι επαγωγικοί και χωρητικοί αισθητήρες είναι σήμερα είδος πρώτης ανάγκης για τις βιομηχανίες. Συ- γκρινιζόμενοι με τους μηχανικούς τερματοδιακόπτες, παρέχουν ιδανικές συνθήκες: λειτουργία χωρίς επαφή με το στόχο και χωρίς φθορά λόγω χρήσης, υψηλές συ- χνότητες μεταγωγής και υψηλή ακρίβεια. Επιπρόσθετα, είναι ανθεκτικοί σε κρα- δασμούς, σκόνη και υγρασία. Οι επαγωγικοί αισθητήρες ανιχνεύουν όλα τα μέταλλα χωρίς επαφή, ενώ οι χωρητι- κοί σχεδόν όλα τα στερεά και υγρά όπως μέταλλα, γυαλί, ξύλο, πλαστικό, νερό, λάδι κλπ.

Αρχή λειτουργίας επαγωγικών αισθητήρων

Οι επαγωγικοί αισθητήρες εκμεταλλεύονται το πλεονέκτημα του φυσικού φαινομένου της μεταβολής του συντελεστή ποιότητας σε συντονισμένο κύκλωμα, που οφείλεται στις απώλειες δινορρευμάτων σε αγωγή υλικά. Λειτουργεί έτσι: ένα συντονισμένο κύκλωμα LC παράγει υψηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Το πεδίο εκπέμπεται από την εμπρόσθια επιφάνεια του αισθητήρα. Εάν ένα αγωγίμο υλικό εισέλθει στο πεδίο, δινορρεύματα δημιουργούνται σύμφωνα με το νόμο της επαγωγής, τα οποία αντλούν ενέργεια από τον ταλαντωτή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του πλάτους ταλάντωσης. Αυτή η αλλαγή μεταφράζεται σε σήμα μεταγωγής. Αυτή η αρχή λειτουργίας επιτρέπει την ανίχνευση όλων των μετάλλων ανεξάρτητα αν κινούνται ή όχι. Η απόσταση από την ενεργό επιφάνεια στην οποία ηλεκτρικά αγωγίμο υλικό

προκαλεί μεταβολή στο σήμα του αισθητήρα, ονομάζεται απόσταση ανίχνευσης. Η απόσταση ανίχνευσης ενός επαγωγικού αισθητήρα καθορίζεται με χρήση στόχου από μαλακό σίδηρο (Fe 360). Αν ο διακόπτης φμωθεί από άλλα υλικά, πχ αλουμίνιο ή χαλκό, η απόσταση μειώνεται. Χρησιμοποιώντας συντελεστές διόρθωσης, ο χρήστης μπορεί να υπολογίσει τις επιτεύξιμες αποστάσεις ανίχνευσης.

Βαθμωτοί αισθητήρες

Μια ειδική σειρά επαγωγικών αισθητήρων, είναι οι αισθητήρες εφαρμογών "efector m". Το κοινό χαρακτηριστικό αυτών των αισθητήρων προσέγγισης είναι η αυξημένη απόσταση ανίχνευσης. Λόγω της καθολικής τεχνολογίας συνδέσεων, οι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μονάδες 3-αγωγών και 2-αγωγών. Το ενσωματωμένο LED ένδειξης ρύθμισης μειώνει το χρόνο τοποθέτησης και εξασφαλίζει πλήρη εκμετάλλευση της αυξημένης απόστασης ανίχνευσης. Όλοι οι αισθητήρες έχουν μόνιμα χαραγμένη με λέιζερ ετικέτα σήμανσης. Έτσι εξασφαλίζεται η εύκολη αναγνώριση των αισθητήρων ακόμα και μετά από πολλά χρόνια.

2. Μαγνητικοί αισθητήρες

Οι μαγνητικοί διακόπτες χρησιμεύουν στα συστήματα ελέγχου για την ανίχνευση της θέσης εξ αποστάσεως και χωρίς φθορές. Χρησιμοποιούνται εκεί όπου δεν αντέχουν οι επαγωγικοί διακόπτες προσέγγισης. Καθώς τα μαγνητικά πεδία διαπερνούν και όλα τα μη μαγνητιζόμενα υλικά, οι αισθητήρες μπορούν να αναγνωρίζουν μαγνήτες διαμέσου τοιχωμάτων π.χ. από μη σιδηρούχα μέταλλα, χάλυβα, αλουμίνιο, πλαστικό ή ξύλο. Οι μαγνητικοί διακόπτες χρησιμεύουν στα συστήματα ελέγχου για την ανίχνευση της θέσης εξ αποστάσεως και χωρίς φθορές. Χρησιμοποιούνται εκεί όπου δεν αντέχουν οι επαγωγικοί διακόπτες προσέγγισης. Το πλεονέκτημα: Μαγνητικοί αισθητήρες χαρακτηρίζονται απέναντι στους επαγωγικούς διακόπτες από μια μεγαλύτερη απόσταση ενεργοποίησης με ταυτόχρονα μικρότερο σχήμα. Μόνη προϋπόθεση: Το προς αναγνώριση αντικείμενο πρέπει να είναι εξοπλισμένο με ένα μαγνήτη, διότι μόνο έτσι μπορεί ο διακόπτης να αντιδράσει.

Οι ανιχνευτές κίνησης είναι μία κατηγορία των αισθητήριων κίνησης η θέσης, αφού ενεργοποιούνται όταν ένα αντικείμενο κινείται. Έχουν μεγάλη εφαρμογή κυρίως στα συστήματα ασφαλείας. Οι χωρητικοί ανιχνευτές είναι μία κατηγορία των αισθητήριων αυτών. Αποτελούν συνήθως ειδικές κατασκευές. Ο πιο συνηθισμένος τύπος είναι εκείνος που χρησιμοποιεί ένα πυκνωτή με παράλληλους οπλισμούς. Η χωρητικότητα του πυκνωτή μετριέται σε Farad και δίδεται από τη σχέση: $C = \epsilon_0 \epsilon_r \cdot (S/d)$, όπου: $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{F/m}$, η απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του ελεύθερου χώρου, $\epsilon_r = \eta$ σχετική διηλεκτρική σταθερά του διηλεκτρικού, $S = \eta$ επιφάνεια των οπλισμών του πυκνωτή, $D [\text{m}^2] = \eta$ απόσταση μεταξύ των οπλισμών, $[m]$

3. Χωρητικοί αισθητήρες

Οι χωρητικοί διακόπτες προσέγγισης χρησιμεύουν για την ανίχνευση αντικειμένων εξ αποστάσεως. Αντίθετα από τους επαγωγικούς, που αναγνωρίζουν μόνο μεταλλικά αντικείμενα, οι χωρητικοί αισθητήρες ανιχνεύουν και τα μη μεταλλικά. Οι τυπικοί τομείς χρήσης βρίσκονται στη βιομηχανία ξύλου, χαρτιού, γυαλιού, πλαστικού, τροφίμων και χημικών προϊόντων.

Αισθητήρες για ενεργοποιητές

1. Ηλεκτρονικοί αισθητήρες για έμβολα

Οι αισθητήρες εξ αποστάσεως εργάζονται ουσιαστικά χωρίς φθορές και έχουν έτσι πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από ότι οι διακόπτες Reed. Αυτό ελαττώνει τα πολυέξοδα διαστήματα συντήρησης και διακοπής. Οι κυλινδρικοί διακόπτες εξυπηρετούν στον εντοπισμό της θέσης των εμβόλων σε πνευματικούς κυλίνδρους. Μοντάρονται κατευθείαν επάνω στον κύλινδρο. Διαμέσου του τοιχώματος του περιβλήματος που δεν αποτελείται από μαγνητιζόμενο υλικό (για παράδειγμα αλουμίνιο, ορείχαλκο ή ανοξείδωτο χάλυβα), αναγνωρίζουν το μαγνητικό δακτύλιο επάνω στο έμβολο.

2.Επαγωγικοί αισθητήρες βαλβίδων

Το φάσμα των διαθέσιμων αισθητήρων συμπεριλαμβάνει από αισθητήρες για τη μετάδοση σήματος θέσης στους μηχανισμούς στρέψης, αισθητήρες με ενσωματωμένη επαφή για μαγνητικές βαλβίδες, αισθητήρες με ενσωματωμένη επαφή διαύλου AS-i και παραλλαγές για περιοχή εκρήξεων Ex, έως και αισθητήρες για τη συνεχή μέτρηση των θέσεων για γραμμικές βαλβίδες.

Παρελκόμενα για αισθητήρες βαλβίδων

Τα έκκεντρα ενεργοποίησης για διπλούς αισθητήρες που ονομάζονται και ruck, τοποθετούνται κατευθείαν πάνω στον άξονα του μηχανισμού στρέψης.

Ο άξονας πρέπει να αντιστοιχεί στο πρότυπο VDI/VDE 3845. Ένα στρογγυλό έκκεντρο με δύο βίδες σε γωνία 90° σε διαφορετικό ύψος αποσβένει το διπλό αισθητήρα IND ή τη μονάδα σύνδεσης Tx.

Φωτοκύτταρα

1.Αισθητήρες υπέρυθρων/ερυθρού φωτός

Τα φωτοκύτταρα χρησιμοποιούνται παντού εκεί όπου η ακριβής θέση των αντικειμένων πρέπει να προσδιοριστεί με ακρίβεια και εξ αποστάσεως. Δεν παίζει ρόλο από ποιό υλικό είναι τα αντικείμενα αυτά. Σε σύγκριση με τους διακόπτες προσέγγισης, τα φωτοκύτταρα διαθέτουν μια πολύ μεγαλύτερη περιοχή ανίχνευσης.

Φωτοκύτταρα γενικής χρήσης και για σκληρές συνθήκες λειτουργίας.

- Υπέρυθρα και ορατού κόκκινου φωτός.
- Μεγάλες εμβέλειες και ακριβής καταστολή φόντου.
- Κωδικοί: για συνήθη βιομηχανική χρήση, αλλά και υψηλής απόδοσης.
- Παρελκόμενα: εύκολης τοποθέτησης, αλλά και επιπλέον μηχανική προστασία.

Εισαγωγή

Δε νοείται πλέον τεχνολογία αυτοματισμού, χωρίς την ύπαρξη φωτοκυττάρων ως "τεχνητά μάτια". Χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται ασφαλής και χωρίς επαφή ανίχνευση με ακρίβεια της θέσης αντικειμένων. Το υλικό των υπό ανίχνευση αντικειμένων είναι άνευ σημασίας. Συγκριτικά με τους επαγωγικούς διακόπτες, τα φωτοκύτταρα έχουν πολύ μεγαλύτερη εμβέλεια.

Αισθητήρες πομπού-δέκτη

Ο αισθητήρας πομπού-δέκτη διακρίνεται για την πολύ μεγάλη εμβέλειά του. Το σύστημα αποτελείται από δύο ανεξάρτητα εξαρτήματα: ένα πομπό και ένα δέκτη. Το φως ταξιδεύει μόνο προς μια κατεύθυνση (από τον πομπό προς το δέκτη). Δυσμενείς συνθήκες λειτουργίας στις εφαρμογές, όπως σκόνη στον αέρα, ρύποι στους φακούς, ατμός ή υγρασία δεν παρεμποδίζουν άμεσα το σύστημα. Αυτό ονομάζεται μεγάλη αναισθησία σε λέρωμα ή υψηλό κέρδος απολαβής.

Αισθητήρες ανάκλασης

Σε ένα φωτοκύτταρο ανάκλασης, ο πομπός και ο δέκτης είναι ενσωματωμένοι σε ένα περίβλημα. Το εκπεμπόμενο φως επιστρέφει στο δέκτη με χρήση ανακλαστήρα. Ένα αντικείμενο που διακόπτει τη δέσμη, ενεργοποιεί τη λειτουργία μεταγωγής. Αισθητήρες ανάκλασης χωρίς φίλτρο πόλωσης λειτουργούν στην υπέρυθη περιοχή, ενώ εκείνοι που διαθέτουν φίλτρο πόλωσης, στο κόκκινο ορατό φως αντίστοιχα. Συγκριτικά με τους αισθητήρες πομπού-δέκτη, οι αισθητήρες ανάκλασης έχουν μεσαία εμβέλεια.

Αισθητήρες διάχυσης

Ο αισθητήρας διάχυσης χρησιμοποιείται για την απευθείας ανίχνευση αντικειμένων. Ο πομπός και ο δέκτης είναι ενσωματωμένοι σε ένα περίβλημα. Ο πομπός εκπέμπει φως, το οποίο ανακλάται στο υπό ανίχνευση αντικείμενο και συλλέγεται από το δέκτη. Το σύστημα αξιολογεί το ανακλώμενο φως του αντικειμένου. Δεν απαιτείται χρήση ανακλαστήρα.

Επιλογές τοποθέτησης

παρέχεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα παρελκομένων, αποτελούμενο από εύχρηστα σετ. Η καρδιά του συστήματος περιλαμβάνει σφικτήρα που στερεώνεται μόνο με μια βίδα και κρατάει τους αισθητήρες με ασφάλεια στη θέση τους, ενώ ταυτόχρονα εγγυάται ελεύθερη κίνηση σε όλους τους άξονες.

Φωτοκύτταρο πομπού - δέκτη

Το σύστημα αποτελείται από δύο ξεχωριστές μονάδες: Έναν πομπό και ένα δέκτη. Ο πομπός εκπέμπει φως παλμών στην περιοχή μήκους κύματος υπέρυθρου ή κόκκινου φωτός. Ο δέκτης αναγνωρίζει την ακτίνα φωτός και εφόσον υπάρχει κάποιο αντικείμενο στην περιοχή ανίχνευσης, μετατρέπει τη διακοπή της ακτίνας σε ένα σήμα ενεργοποίησης.

Φωτοκύτταρο ανάκλασης

Το φωτοκύτταρο ανάκλασης περιλαμβάνει τη μονάδα του πομπού και του δέκτη μέσα σε ένα περίβλημα. Με τη βοήθεια ενός καθρέφτη στέλνεται η εκπεμπόμενη ακτίνα φωτός ξανά πίσω στον δέκτη. Κάποιο τυχόν αντικείμενο μέσα στη διαδρομή του φωτός δημιουργεί μια διακοπή της ακτίνας και διεγείρει έτσι μια διαδικασία ενεργοποίησης. Φωτοκύτταρα χωρίς φίλτρα πόλωσης λειτουργούν στην υπέρυθη περιοχή, συστήματα με φίλτρα πόλωσης στην περιοχή του ορατού κόκκινου φωτός.

Φωτοκύτταρο διάχυσης

Το φωτοκύτταρο διάχυσης χρησιμεύει για την απευθείας ανίχνευση αντικειμένων. Όπως και στο φωτοκύτταρο ανάκλασης, η μονάδα του πομπού και του δέκτη βρίσκονται μέσα σε ένα περίβλημα. Ο πομπός εκπέμπει φως το οποίο ανακλάται από το προς αναγνώριση αντικείμενο και ο δέκτης το αναγνωρίζει. Η αξιολόγηση σε αυτό λοιπόν το σύστημα, δε γίνεται με βάση τη διακοπή της ακτίνας του φωτός, αλλά με βάση την ανάκλαση του φωτός από το αντικείμενο. Ιδιαίτερης σημασίας: Η λειτουργία ενεργοποίησης αντιστρέφεται, όσον αφορά την φωτεινή/σκοτεινή ενεργοποίηση. Και σε αυτό το σύστημα το εκπεμπόμενο φως είναι παλμικό.

Πεταλοειδή και γωνιακά φωτοκύτταρα

Όπως και στα φωτοκύτταρα πομπού-δέκτη, είναι τοποθετημένα απέναντι ο πομπός από το δέκτη. Τα δύο στοιχεία είναι ενσωματωμένα σε ένα πέταλο ή σε μία γωνία, δεν χρειάζεται δηλαδή να ευθυγραμμιστούν απέναντι.

Σε περίπτωση όπου κάποιο αντικείμενο εισέλθει στη περιοχή ανίχνευσης, διακόπτεται η φωτεινή δέσμη και παράγεται ένα σήμα. Τα πεταλοειδή και τα γωνιακά φωτοκύτταρα διαθέτουν μία ιδιαίτερα στενή φωτεινή δέσμη και χρησιμοποιούνται κυρίως για ανίχνευση μικρών αντικειμένων.

Αισθητήρες υπέρυθρου φωτός

Αισθητήρες υπέρυθρου φωτός ανιχνεύουν την ακτινοβολία θερμότητας αντικειμένων στην περιοχή μη και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρικά σήματα. Οι αισθητήρες εργάζονται ως απλοί δέκτες υπέρυθρου φωτός. Το ίδιο το αντικείμενο επιδρά λοιπόν ως πομπός για τον αισθητήρα. Το φάσμα της εκπεμπόμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία του αντικειμένου. Το αποφασιστικό πλεονέκτημα αυτών των αισθητήρων σε σύγκριση με τους αισθητήρες θερμοκρασίας (όπως οι Pt 100) είναι ότι δε δημιουργείται καμία μηχανική επαφή ανάμεσα στο αντικείμενο και τον αισθητήρα.

2. Αισθητήρες λέιζερ

Συστήματα λέιζερ χρησιμοποιούνται παντού όπου πρέπει να αναγνωριστούν μικρά αντικείμενα ή όπου πρέπει να γίνει πολύ ακριβής προσδιορισμός της θέσης τους. Χάρη στη μικρή γωνία απόκλισης μπορεί να επιτευχθεί μια μεγάλη εμβέλεια έως και 60 μέτρων.

Φωτοκύτταρα πομπού - δέκτη

Το σύστημα αποτελείται από δύο ξεχωριστές μονάδες: Έναν πομπό και ένα δέκτη. Ο πομπός εκπέμπει μια λεπτή ακτίνα λέιζερ, η οποία λαμβάνεται από το δέκτη. Γίνεται αξιολόγηση της διακοπής της ακτινοβολίας λέιζερ. Χάρη στη μικρή διάμετρο φωτοδέσμης είναι δυνατή η ανίχνευση πολύ μικρών αντικειμένων ή ο ακριβής υπολογισμός της θέσης τους.

Φωτοκύτταρα ανάκλασης

Το φωτοκύτταρο ανάκλασης λέιζερ περιλαμβάνει τη μονάδα του πομπού και του δέκτη μέσα σε ένα περίβλημα. Ο πομπός εκπέμπει μια λεπτή ακτίνα λέιζερ, η οποία αντανακλάται από έναν τριπλό ανακλαστήρα ειδικά προσαρμοσμένο για αισθητήρες λέιζερ πίσω προς τη μονάδα δέκτη. Γίνεται αξιολόγηση της διακοπής της ακτινοβολίας λέιζερ. Χάρη στη μικρή διάμετρο φωτοδέσμης είναι δυνατή η ανίχνευση πολύ μικρών αντικειμένων ή ο ακριβής υπολογισμός της θέσης τους.

Φωτοκύτταρα διάχυσης

Το φωτοκύτταρο διάχυσης λέιζερ χρησιμεύει για τον απευθείας εντοπισμό αντικειμένων. Ο πομπός και ο δέκτης ακτίνων λέιζερ βρίσκονται μαζί μέσα σε ένα περίβλημα. Ο πομπός εκπέμπει μια λεπτή ακτίνα λέιζερ, η οποία αντανακλάται από το προς ανίχνευση αντικείμενο. Χάρη στη μικρή διάμετρο φωτοδέσμης είναι δυνατή η ανίχνευση πολύ μικρών αντικειμένων ή ο ακριβής υπολογισμός της θέσης τους.

3. Οπτικές ίνες και ενισχυτές

Εκεί όπου υπάρχει λίγος μόνο χώρος για μοντάρισμα στάνταρ οπτικών αισθητήρων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αγωγοί φωτός, γνωστοί ως οπτικές ίνες. Πλεονεκτήματα αυτών των συστημάτων: Το σύστημα αξιολόγησης και οι οπτοηλεκτρικές βαθμίδες είναι τοποθετημένα ξεχωριστά από τα ανοίγματα εισόδου και εξόδου φωτός του συστήματος. Γι' αυτό η διαδρομή οπτικής μέτρησης μπορεί να προσαρμοστεί και σε δυσπρόσιτα σημεία.

Ενισχυτής οπτικών ινών

Σε έναν ενισχυτή οπτικών ινών, η μονάδα του πομπού και του δέκτη βρίσκονται μαζί μέσα σε ένα περίβλημα. Ανάλογα με τον τύπο κατασκευής η μονάδα πομπού εκπέμπει μια υπέρυθρη ή κόκκινη ακτίνα φωτός. Ένας φακός δε φέρει ενισχυτή οπτικών ινών, γιατί πρέπει να προσαρμοστούν επάνω του οπτικές ίνες.

Οπτικές ίνες

Οπτικές ίνες χρησιμεύουν ως επέκταση των οπτικών βαθμίδων των ενισχυτών των συστημάτων οπτικών ινών. Νάλογα με την εργασία ανίχνευσης υπάρχουν τύποι πομπού-δέκτη και διάχυσης. Συστήματα οπτικών ινών με ίνες γυαλιού και επένδυση μετάλλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιοχές υψηλής θερμοκρασίας. Για στάνταρ εφαρμογές διατίθενται μικρού κόστους οπτικές ίνες με ίνες γυαλιού.

4. Συστήματα για ειδικές εφαρμογές

Οι ιδιαίτερες εργασίες απαιτούν και ιδιαίτερες λύσεις. Παρέχεται γι' αυτό παράλληλα με τους οπτοηλεκτρικούς αισθητήρες και τα συστήματα οπτικών ινών και τους λεγόμενους ειδικευμένους αισθητήρες για συγκεκριμένες εφαρμογές.

Αισθητήρες για την αναγνώριση αντίθεσης

Οι αισθητήρες αντίθεσης ανιχνεύουν σημάδια που μέσω της αντίθεσης των χρωμάτων τους διαφοροποιούνται από το φόντο. Αποφασιστικής σημασίας για την ασφάλεια λειτουργίας είναι η διαφορά αντίθεσης μεταξύ του σημαδιού και του φόντου και η σταθερή απόσταση μεταξύ του αισθητήρα και του έγχρωμου σημαδιού. Το υλικό στο φόντο δεν παίζει κανένα ρόλο.

Αισθητήρες για την αναγνώριση γυαλιού και λεπτού φιλμ

Τα φωτοκύτταρα ανάκλσης για την αναγνώριση γυαλιού και λεπτού φιλμ περιλαμβάνουν τη μονάδα του πομπού και του δέκτη μέσα σε ένα περίβλημα. Ο πομπός εκπέμπει μια ακτίνα φωτός, η οποία αντανακλάται από έναν τριπλό ανακλαστήρα πίσω προς το δέκτη. Διαφορετικά από το κανονικό φωτοκύτταρο, τα φωτοκύτταρα αυτά παρουσιάζουν μια μικρή υστέρηση ενεργοποίησης. Έτσι είναι δυνατόν να διεγερθεί μια διαδικασία ενεργοποίησης ακόμη και με την παραμικρή απόσβεση μέσα σε διαφανή υλικά.

Αισθητήρες για μέτρηση αποστάσεων

Οι αισθητήρες για τη μέτρηση αποστάσεων,εργάζονται με τη μέθοδο του χρόνου διαδρομής του φωτός.Μια ακτίνα φωτός εκπέμπεται και αντανακλάται από ένα αντικείμενο.Μετρίεται ο χρόνος, που χρειάζεται η ακτίνα φωτός για τη διαδρομή από τη συσκευή στο αντικείμενο και από το αντικείμενο πίσω στη συσκευή.Επειδή η ταχύτητα του φωτός είναι σταθερή, μπορεί από το χρόνο διαδρομής να υπολογιστεί η απόσταση.

Αισθητήρες για εξ' αποστάσεως ανίχνευση στάθμης

Αισθητήρες για εξ' αποστάσεως ανίχνευσης στάθμης, ανιχνεύουν χύδην υλικά και αδιαφανή υγρά χωρίς επαφή,βασιζόμενοι σε αρχή μέτρησης χρόνου τροχιάς δέσμης λέιζερ.

5.Αισθητήρες αναγνώρισης χρωμάτων

Τα συστήματα αναγνώρισης χρωμάτων είναι πιο αξιόπιστα και αποδοτικά από το ανθρώπινο μάτι, αφού δεν κάνουν λάθη λόγω κόπωσης, υποκειμενικής αξιολόγησης αποχρώσεων και αργού χρόνου αντίδρασης.Οι αισθητήρες χρώματος εργάζονται με την ενεργή μέθοδο. Τα υλικά φωτίζονται από τον πομπού με ακτίνες φωτός διαφορετικής φασματικής σύστασης. Δεν χρειάζεται έτσι οποιοδήποτε φίλτράρισμα από την πλευρά του δέκτη.

Αισθητήρες για την αναγνώριση χρώματος

Οι αισθητήρες χρώματος χρησιμεύουν στην εξ αποστάσεως αναγνώριση μη διαπερατών από το φως καθώς και διαφανών αντικειμένων με βάση το χρώμα τους.Οι πομποί στέλνουν παλμούς φωτός στα τρία βασικά χρώματα,κόκκινο, πράσινο και μπλε που αντανακλώνται από ένα αντικείμενο.Το φως που λαμβάνεται μέσω του δέκτη ενισχύεται, ψηφιοποιείται και αξιολογείται από ένα μικροεπεξεργαστή.Αν η τιμή του σήματος συμφωνεί με την τιμή αναφοράς που καταχωρήθηκε προηγουμένως,ενεργοποιείται η έξοδος ενεργοποίησης.

Αισθητήρες θερμοκρασίας

Τα πιο συνηθισμένα αισθητήρια θερμοκρασίας είναι:1) *μεταβλητής αντίστασης* 2)*τα θερμοστοιχεία* 3)*το διμεταλλικό στοιχείο* 4) *τα ημιαγωγά αισθητήρια θερμοκρασίας* και 5) *τα θερμίστορ*

1)**Αισθητήρια θερμοκρασίας μεταβλητής αντίστασης** Πρόκειται για αισθητήρια στα οποία εκμεταλλευόμαστε την μεταβολή της ηλεκτρικής αντίστασης ενός υλικού,καθώς αλλάζει η θερμοκρασία του.Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι: **α)τα αισθητήρια αντίστασης (RTD-Register Temperature Detector)** και **β)τα θερμίστορ**.Τα θερμίστορ χρησιμοποιούνται όπως και τα σε σειρά με πηγή ρεύματος ή σε γέφυρα.

α) Αισθητήρια αντίστασης RTD Με την επίδραση της θερμοκρασίας μεταβάλλεται η αντίσταση των μετάλλων και των ημιαγωγών. Με τη μέτρηση της αντίστασης καθορίζεται η ανιχνεύσιμη θερμοκρασία. $R = R_0(1 + \alpha \Delta\theta)$ όπου R_0 = αντίσταση στους 0°C , $\Delta\theta$ = διαφορά θερμοκρασίας σε 0°C α = συντελεστής θερμοκρασίας ($\alpha_{\text{Ni}} = 6,17 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$, $\alpha_{\text{Pt}} = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$) Συνήθως η $R_0 = 100\Omega$ (τύπος Pt100, Ni100) ή $R_0 = 500\Omega$ (τύπος Pt500, Ni500). Η σχέση της αντίστασης από τη θερμοκρασία, είναι $R_{\text{Pt100}}(\theta) = 0,38 \cdot \Omega/\text{K} \cdot \theta$ και $R_{\text{Ni100}}(\theta) = 0,62 \cdot \Omega/\text{K} \cdot \theta$

Τα RTD έχουν συνήθως ένα τύλιγμα μέτρησης από σύρμα πλατίνας (Pt) ή σύρμα νικελίου (Ni). Σήμερα οι αισθητήρες RTD κατασκευάζονται από διάφορα μέταλλα, σε σχήμα σύρματος ή λεπτού φιλμ. Όλα τα μέταλλα μπορούν να ανταποκριθούν σε μεταβολή της θερμοκρασίας, όμως σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιείται η πλατίνα, λόγω γραμμικής συμπεριφοράς και σταθερότητας της λειτουργίας της. Όλοι πάντως οι RTD παρουσιάζουν **θετικό θερμοκτικό συντελεστή αντίστασης**. Επίσης η αντίσταση αυξάνει όταν αυξάνει η θερμοκρασία και παρουσιάζει καλύτερη γραμμικότητα σε σχέση με τα θερμίστορ που έχουν θετικό συντελεστή θερμοκρασίας.

β) Θερμίστορ Η αντίσταση ενός θερμίστορ μειώνεται καθώς η θερμοκρασία αυξάνει αντίθετα από ότι συμβαίνει στην περίπτωση των RTD. Τα θερμίστορ είναι πολύ ευαίσθητα αλλά και πολύ μη γραμμικά. Ανάλογα με τη συμπεριφορά τους στις μεταβολές της θερμοκρασίας τα διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες: **Αρνητικού συντελεστή θερμοκρασίας (NTC - Negative Temperature Coefficient)**. Η αντίσταση μειώνεται όταν αυξάνει η θερμοκρασία **Θετικού συντελεστή θερμοκρασίας (PTC - Positive Temperature Coefficient)** Η αντίσταση αυξάνει όταν αυξάνει η θερμοκρασία. Επίσης κατά την εκλογή θερμίστορ πρέπει να δίνεται προσοχή στην αντίσταση του στις διάφορες θερμοκρασίες. Η αντίσταση αυτή πρέπει να έχει τιμές που προσαρμόζονται στις αντιστάσεις των συστημάτων προσαρμογής (ενισχυτές, βολτόμετρα, αμπερόμετρα κλπ.) Η αντίσταση του θερμίστορ δεν πρέπει να είναι πολύ μικρή αν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν μεγάλοι αγωγοί σύνδεσης. Επιπλέον πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη η έκκληση θερμότητας Joule.

Η αντίσταση κατά της χαρακτηριστικής θερμοκρασίας είναι μη γραμμική και της μορφής $R = R_0 \exp\{\beta(1/T - 1/T_0)\}$, όπου R και R_0 είναι οι τιμές της αντίστασης T και T_0 αντίστοιχα και β η χαρακτηριστική σταθερά του ημιαγωγικού υλικού. Εκφράζοντας ως διαφορική την παραπάνω εξίσωση $dR/R/dT = \alpha = -\beta/T^2$. Αυτή η σχέση αποδεικνύει ότι ο συντελεστής TCR είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας. Ο TCR έχει αρνητική πολικότητα και εδώ η συσκευή αναφέρεται ως NTC.

Η κατασκευαστική ανοχή κατ' απόλυτη τιμή είναι μεγαλύτερου εύρους για τα θερμίστορ (+-10%) σε σύγκριση με τις αντιστάσεις μεταλλικών στοιχείων (+-1%). Η αύξηση της θερμοκρασίας του αισθητήρα πέρα από τα οριά του μπορεί να υπολογιστεί με την εξής φόρμουλα $\Delta T = V^2 / (\xi \rho c + \alpha) * R$, όπου c είναι η δεδομένη θερμότητα, R είναι η ηλεκτρική αντίσταση, V είναι η επιδρούσα τάση κατά μήκος της αντίστασης ρ είναι η ένταση του αισθητήρα, α είναι ο συντελεστής της θερμικής σύζευξης ανάμεσα στον αισθητήρα και τον εξωτερικό χώρο (θερμική αγωγιμότητα) και ξ είναι η μαζική πυκνότητα του αισθητήρα. Επίσης για να υπολογίσουμε τον αριθμό των κύκλων ελέγχου (n), η ακόλουθη εμπειρική φόρμουλα μπορεί να είναι χρήσιμη:

$n = N * (\Delta T_{max} / \Delta T_{test})^{2.5}$, όπου N είναι ο δεδομένος αριθμός των κύκλων ανά διάρκεια ζωής, ΔT_{max} είναι η μέγιστη διακύμανση της θερμοκρασίας και ΔT_{test} είναι η μέγιστη διακύμανση των κύκλων θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του τεστ.

Εφαρμογή. Οι αισθητήρες από αντιστάσεις **NTC** κατασκευάζονται σαν μικρά δομικά στοιχεία με διαφορετικό κέλυφος π.χ. σε μεταλλικό κέλυφος για την ανίχνευση θερμοκρασίας επιθετικών υγρών ή σε πλαστικό κέλυφος για την ανίχνευση της θερμοκρασίας τυλιγμάτων του κινητήρα.

2) Θερμοηλεκτρικά αισθητήρια (Θερμοζεύγη)

Τα αισθητήρια αυτά παράγουν κατ' ευθείαν ηλεκτρικό σήμα ανάλογο με τη θερμοκρασία του χώρου στον οποίο βρίσκονται. Συνήθως αναφέρονται με τη λέξη θερμοζεύγος, γιατί απαιτούνται τουλάχιστον δύο διαφορετικά υλικά για τη δημιουργία τους. Η τάση στην έξοδο εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο επαφών. Η τάση που αναπτύσσεται στα ελεύθερα άκρα είναι: $U = K * \Delta \theta = K * (\theta_2 - \theta_1)$, όπου K = συντελεστής αναλογίας, θ_2 = η θερμοκρασία της επαφής μέτρησης, θ_1 = η θερμοκρασία της επαφής αναφοράς. Από την σχέση φαίνεται ότι η εξίσωση απλοποιείται όταν η θερμοκρασία αναφοράς θ_1 είναι $0^\circ C$. Για να γίνεται αυτό θα πρέπει η επαφή να βρίσκεται διαρκώς σε μισολειωμένο πάγο. Επειδή αυτό είναι προφανώς αδύνατο, η θερμοκρασία αναφοράς είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, οπότε πρέπει να προσθέσουμε μια τάση ίση με την τάση που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία αυτή (Τάση αντιστάθμισης)

3) Ημιαγώγιμοι αισθητήρες

Η τάση στην έξοδο είναι ανάλογη της θερμοκρασίας στην οποία βρίσκεται η επαφή. Καλύτερη γραμμικότητα απ' όλα. Μικρό εύρος θερμοκρασιών μέτρησης. Οι πιο σημαντικοί ημιαγώγιμοι μετατροπείς θερμοκρασίας είναι οι αντιστάσεις, η δίοδος και τα ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Εφαρμογή. Οι ημιαγώγιμοι αισθητήρες θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται για την ένδειξη θερμο-

κρασίας, την παρακολούθηση θερμοκρασίας και τη ρύθμιση θερμοκρασίας στις εγκαταστάσεις μηχανών.

Διακόπτης και μεταδότης θερμοκρασίας

Στην τεχνολογία αυτοματισμού και παραγωγής, η επιτήρηση και η ρύθμιση της θερμοκρασίας ανήκουν στις σπουδαιότερες εργασίες μέτρησης. Η σωστή θερμοκρασία έχει συχνά επίδραση στην ποιότητα και το κόστος των αντιστοίχων διαδικασιών παραγωγής. Εκτός αυτού πρέπει να επιτηρείται η θερμοκρασία σε πολλές εφαρμογές, για να αποφευχθούν επικίνδυνες καταστάσεις. Γι' αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται συμπαγείς διακόπτες και μεταδότες θερμοκρασίας, αλλά και αισθητήρες καλωδίων και ράβδων που συνδέονται σε ένα εξωτερικό σύστημα αξιολόγησης. Σε μερικούς βιομηχανικούς τομείς γίνεται επίσης χρήση υπέρυθρων (IR) αισθητήρων που μετρούν εξ αποστάσεως.

Αισθητήρες θερμοκρασίας Pt 100 / Pt 1000

Σε καμιά άλλη αρχή λειτουργίας αισθητήρων δε ποικίλει το σχήμα του στελέχους μέτρησης τόσο πολύ, όσο στον τομέα των αισθητήρων θερμοκρασίας. Οι διαφορετικές περιοχές θερμοκρασίας, τα βάθη βύθισης, οι συνθήκες περιβάλλοντος, τα μέσα, κτλ. κάνουν αναγκαία μια μεγάλη ποικιλία αισθητήρων θερμοκρασίας.

Είτε ως αισθητήρας ράβδου (TT, TM) ή καλωδίου (TS), είτε για στερεά, για υγρά ή αέρια, σε σωλήνες ή δεξαμενές, σε εφαρμογές βιομηχανικές ή στον τομέα της υγιεινής.

Ηλεκτρονικά συστήματα αξιολόγησης

Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι η μία εργασία που πρέπει να διεκπεραιωθεί - η άλλη είναι η αξιολόγηση, και αν χρειάζεται η δημιουργία ενός τυποποιημένου σήματος (π.χ. 4...20mA) ή ενός σήματος ενεργοποίησης.

Οι επιδόσεις του τύπου TR κάνουν δυνατή την αξιολόγηση διαφορετικών περιοχών θερμοκρασίας και τη δημιουργία διαφορετικών σημάτων, αναλογικών και ενεργοποίησης, πάντα σε συνδυασμό με μια ευανάγνωστη ένδειξη LED.

Μεταδότης θερμοκρασίας

Όταν η ένδειξη της θερμοκρασίας δε χρειάζεται επί τόπου, χρησιμοποιούνται συνήθως μεταδότες θερμοκρασίας. Η ifm electronic παρέχει για αυτήν την περίπτωση τις αντίστοιχες συσκευές με άριστο χρόνο απόκρισης (σειρά TA), οι οποίες διαθέτουν κατ' επιλογή τυποποιημένα σήματα εξόδου ή μια ενσωματωμένη διεπαφή AS.

Σε εφαρμογές στον τομέα της υγιεινής είναι δυνατή η χρήση ενός αυτοεπιτηρούμενου μεταδότη θερμοκρασίας TAD, που δε χρειάζεται βαθμονόμηση.

Αισθητήρας με ρυθμιζόμενα σημεία ενεργοποίησης

Ο πρώτος μεταγωγικός αισθητήρας θερμοκρασίας με ενορατικό χειρισμό, συνδυασμένο με εξαιρετικό χρόνο απόκρισης και συμπαγές περίβλημα. Ρύθμιση σημείου μεταγωγής μέσω 2 δακτυλιδιών, χωρίς να λειτουργεί υπό θερμοκρασία. Μηχανικό κλείδωμα αποτρέπει ακούσια αλλαγή σημείου μεταγωγής.

Επιτηρητής θερμοκρασίας

Σε πολλές περιπτώσεις, η ένδειξη επί τόπου, απευθείας επάνω στον αισθητήρα, είναι αναγκαία. Σήματα τα οποία παράγονται από τη συσκευή, αξιολογούνται μέσω ενός συστήματος ελέγχου σε ένα ανώτερο επίπεδο.

Οι συμπαγείς συσκευές της σειράς TN χαρακτηρίζονται από έναν εξαιρετικό χρόνο απόκρισης, υψηλή αντοχή σε πιέσεις και μια προσαρμόσιμη σύνδεση στη γραμμή διεργασίας.

Υπέρυθροι αισθητήρες με έξοδο ενεργοποίησης

Αν πρέπει να επιτηρηθούν υψηλές θερμοκρασίες, τα συστήματα που μετρούν εξ επαφής συχνά είναι ακατάλληλα. Σε τέτοιες εφαρμογές μπορεί να γίνει χρήση των υπέρυθρων (IR) αισθητήρων της σειράς OW, που μετρούν εξ αποστάσεως.

Αισθητήρες ροής

Διακόπτης και μεταδότης ροής, συστήματα μέτρησης ροής

Για την επιτήρηση αερίων και υγρών μέσων, οι αισθητήρες που λειτουργούν με τη θερμιδομετρική μέθοδο και με υπέρηχους είναι ιδιαίτερα κατάλληλοι. Τα διάφορα σχήματα, προσαρμοσμένα στις εφαρμογές και τις ανάγκες, προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα επιλογών. Όλα τα συστήματα είναι κατά τέτοιο τρόπο σχεδιασμένα, ώστε να μεταβιβάζουν κατευθείαν τα σήματα στο σύστημα ελέγχου, για την περαιτέρω επεξεργασία.

Διακόπτης ροής

Σε επιτηρητές ροής με συμπαγές σχήμα, ο αισθητήρας και το ηλεκτρονικό σύστημα αξιολόγησης είναι σταθερά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Ρύθμιση και οπτική παρουσίαση της κατάστασης ροής επί τόπου.

Συσκευές τύπου AC, DC καθώς και με επιτήρηση θερμοκρασίας του μέσου, ή επίσης και με δύο σημεία ενεργοποίησης.

Μεταδότης ροής

Οι μεταδότες ροής στέλνουν ένα αναλογικό σήμα εξόδου και παρουσιάζουν την εξέλιξη της ροής επί τόπου, μέσω μιας κλίμακας LED.

Ροή ονομάζεται η κίνηση υγρού, ενώ ο χώρος μέσα στον οποίο έχουμε ροή, ονομάζεται πεδίο ροής. Όπως συμβαίνει σε όλα τα υλικά σώματα, έτσι και στα υγρά, θα πρέπει στη μάζα (m) του υγρού να ασκηθεί δύναμη F , που θα προσδώσει στη μάζα

αυτή επιτάχυνση γ , σύμφωνα με τη θεμελιώδη εξίσωση της δυναμικής: $F=m*\gamma$
 Ο μόνος τρόπος να εφαρμόσουμε δύναμη σε υγρό, είναι να δημιουργήσουμε διαφορά πίεσης, πέραν της οφειλόμενης στην υψομετρική διαφορά. Κάτι τέτοιο μπορεί να γίνει, π.χ με αντλίες ή με το να δώσουμε δίοδο διαφυγής στο υγρό. Φυσικά όπως συμβαίνει σε όλα τα υλικά σώματα, έτσι και στα υγρά, έχουμε τριβή. Αυτή η τριβή είναι χαρακτηριστική ιδιότητα για κάθε ένα υγρό και ονομάζεται ιξώδη ή εσωτερική τριβή. Το ποσοτικό μέτρο αυτής της ιδιότητας, είναι το ιξώδες ή συντελεστής εσωτερικής τριβής. Τα παχύρρευστα υγρά έχουν μεγάλο ιξώδες, ενώ τα περισσότερα ρευστά, όπως το νερό, έχουν μικρό ιξώδες. Το ιξώδες ορίζεται ως εξής: Αν η μία πλάκα έχει εμβαδόν S και υπό την επίδραση της δύναμης F , κινείται με ταχύτητα $v_1=v$, πάνω σε ένα στρώμα υγρού πάχους d ενώ η άλλη πλάκα έχει ταχύτητα $v_2=0$ τότε ισχύει: $F=\mu*(S/d)*v$, όπου: μ =το ιξώδες του υγρού, Ns/m^2 .

A. Μικρομηχανικός Αισθητήρας Ροής Αερίων 200 SLPM

Σε συνεργασία με το Ελληνικό Ερευνητικό Ίδρυμα «Δημόκριτος» έχει αναπτυχθεί ένας αισθητήρας μέτρησης ροής αερίων, για τη μέτρηση ροής από 0 ως 200 SLPM. Ο αισθητήρας αυτός ενσωματώνει τεχνολογία αιχμής και έχει εξαιρετικά χαρακτηριστικά απόδοσης σε συνδυασμό με μικρό μέγεθος. Ο σχεδιασμός του συστήματος βασίζεται σε έναν πατενταρισμένο μικρομηχανικό αισθητήρα (MEMS) ροής αερίων με εξαιρετική απόκριση (1 msec) και πολύ χαμηλή καταπόνηση ενέργειας. Στην παρούσα φάση ο συγκεκριμένος αισθητήρας βρίσκεται σε Β' στάδιο πρωτοτύπησης και αξιολογείται από πελάτη του εξωτερικού. Οι εφαρμογές του αισθητήρα συνοψίζονται στα εξής:

- *Ιατρικά μηχανήματα*
- *Συσκευές αναπνευστικής υποστήριξης*
- *Συστήματα περιβαλλοντικού ελέγχου*
- *Επιστημονικός εξοπλισμός*

Η πίεση είναι μια σημαντική παράμετρος σε πολλά κυκλώματα αυτοματισμού και η μετρησή της τιμής της χρησιμοποιείται στη μέτρηση της ταχύτητας ροής ρευστού και στον υπολογισμό της στάθμης του. Με τον όρο πίεση εννοούμε το πηλίκο της δύναμης που ενεργεί κάθετα και ομοιόμορφα πάνω σε μία επιφάνεια προς το εμβαδόν της επιφάνειας αυτής. $P=F/A$ =δύναμη/επιφάνεια. Ένα σημαντικό πρόβλημα είναι ότι η πίεση δεν μπορεί να μετρηθεί άμεσα. Γενικά ένα μηχανικό κύκλωμα μπορεί να δώσει πληροφορίες μόνο για τη διαφορά πίεσης μεταξύ δύο σημείων. Έτσι, για να έχουμε απόλυτη μέτρηση, πρέπει να υποθέσουμε ένα σημείο αναφοράς, ως προς το οποίο θα γίνεται η μέτρηση. Ανάλογα με τη πίεση αναφοράς τα αισθητήρια πίεσης διακρίνονται στις κατηγορίες Αισθητήρια σχετικής πίεσης ως προς την ατμόσφαιρα, τα οποία συγκρίνουν την μετρούμενη πίεση με την ατμοσφαιρική πίεση. Αισθητήρια σχετικής πίεσης, τα οποία συγκρίνουν την μετρούμενη πίεση με την πίεση που υπάρχει σ' ένα σφραγισμένο χώρο (πίεση αναφοράς) Αισθητήρια απόλυτης πίεσης, τα οποία μετρούν την διαφορά της πίεσης από το μηδέν των πιέσεων που είναι το κενό. Αισθητήρια διαφορικής πίεσης, τα οποία μετρούν την διαφορά πίεσης μεταξύ δύο σημείων (πηγών πίεσης), όπου η πίεση του ενός σημείου θεωρείται σαν αναφορά.

Η σχέση που συνδέει την απόλυτη και την μετρήσιμη πίεση είναι ΑΠΟΛΥΤΗ ΠΙΕΣΗ=ΜΕΤΡΗΣΙΜΗ ΠΙΕΣΗ +ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Γνωστές μέθοδοι μέτρησης της πίεσης είναι: **Μανόμετρο U-tube**. Η συγκεκριμένη τεχνική μπορεί να μετρήσει πίεση από 1 έως 7000. Η έξοδος συνήθως δεν είναι ηλεκτρικής μορφής. Μια γε-

νική έκφραση για τη διαφορά πίεσης προκύπτει από τη σχέση: $(P_1 - P_2) = h \cdot \rho \cdot g$, όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας $h =$ προκύπτει από τη βαθμονομημένη κλίμακα και ρ είναι η πυκνότητα του υγρου

Διαφράγματα πίεσης Ένα ελαστικό κυκλικό διάφραγμα παρέχει τη βάση για τους σύγχρονους αισθητήρες πίεσης. Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος τρόπος για να πάρουμε έξοδο ηλεκτρικής μορφής από το τοποθετημένο διάφραγμα είναι με τη χρήση μετρητών πίεσης αντίστασης. Τα ακτινωτά και εφαλτώμενα τμήματα της πίεσης E_r E_t αντίστοιχα, προκύπτουν από τις σχέσεις:

$$E_t = 3P(1 - \nu^2) / 8E_1^2 \cdot (R_o^2 - r^2) \quad \text{και} \quad E_r = 3P(1 - \nu^2) / 8E_1^2 \cdot (R_o^2 - 3r^2)$$

Όπου P είναι η εφαρμοζόμενη πίεση, κ το πάχος του διαφράγματος, E ο συντελεστής ελαστικότητας του διαφράγματος, r η παράμετρος θέσης, R_o η ακτίνα του διαφράγματος, ν η αναλογία του poisson

Τα χωρητικά αισθητήρια βασίζονται στη μετακίνηση δύο μεταλλικών πλακών, οι οποίες αποτελούν τους οπλισμούς ενός πυκνωτή. Η μεταβολή της χωρητικότητας του πυκνωτή επιφέρει μεταβολή της τάσης εξόδου. Οι χωρητικοί αισθητήρες πίεσης μειονεκτούν λόγω της μη γραμμικής τους συμπεριφοράς και τις ευαισθησίας τους στις μεταβολές της θερμοκρασίας και σε ταλαντώσεις όπως και λόγω της μικρής περιοχής μέτρησης από 2 έως 3 mbar.

Διατάξεις αισθητηρίων πίεσης Στους αισθητήρες πίεσης χρειάζονται καλώδια μεταφοράς των σημάτων. Υπάρχουν κυκλώματα αισθητηρίων πίεσης δύο και τριών αγωγών. Τα αισθητήρια τριών αγωγών μας παρέχουν ως σήμα εξόδου συνήθως τάση 0-10V. Ενώ τα αισθητήρια δύο αγωγών μας δίνουν συνήθως σήμα εξόδου 4-20mA. Τα αισθητήρια δύο αγωγών πλεονεκτούν έναντι των άλλων διότι **α) η αντίσταση της γραμμής δεν αλλοιώνει το σήμα, β) η διακοπή της γραμμής γίνεται αμέσως αντιληπτή, γ) οι εξωτερικές διαταραχές δεν επηρεάζουν το σήμα, δ) η τροφοδοσία και το σήμα μεταφέρονται με δύο συνεστραμμένους αγωγούς.**

Οι αισθητήρες πίεσης χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα γιατί έχουν πλεονεκτήματα απέναντι στους άλλους μετρητές πίεσης. **α) το κόστος τους είναι μικρό, β) έχουν καλή δυναμική συμπεριφορά, γ) η έξοδος τους είναι ένα ηλεκτρικό σήμα. δ) έχουν γενικά καλύτερη ακρίβεια από τους άλλους μετρητές πίεσης κυρίως γιατί η παραμόρφωση του ελαστικού στοιχείου τους είναι μικρή, ε) έχουν μικρό όγκο και βάρος**

Επιλογή του αισθητηρίου πίεσης Στο εμπόριο υπάρχουν πολλά αισθητήρια πίεσης. Η επιλογή του κατάλληλου αισθητηρίου γίνεται με διάφορα κριτήρια. Μερικά από αυτά είναι Είδος πίεσης υπερπίεση, διαφορά πίεσης, απόλυτη πίεση Ύψος πίεσης Χρονική συμπεριφορά της πίεσης στατική, μεταβλητή, δυναμική Σήμα εξόδου αναλογικό, ψηφιακό Είδος υλικού αέριο, υγρό, κ.λ.π. Διάταξη μεταφοράς σήματος σε μεγάλη απόσταση Ακρίβεια Βοηθητικές επαφές και ένδειξη οριακών τιμών κ.λ.π.

B. Χωρητικός Αισθητήρας Πίεσης (SOI)

Παράλληλα η εταιρεία αναπτύσσει εξ ολοκλήρου ένα μικρομηχανικό σύστημα (MEMS) μέτρησης πίεσης. Το σύστημα βασίζεται στη Silicon-on-insulator (SOI) χωρητική τεχνολογία της εταιρείας και ενσωματώνει τον αισθητήρα και τα ηλεκτρονικά συστήματα στην ίδια ψηφίδα πυριτίου. Ο αισθητήρας δύναται να μετρήσει απόλυτη ή διαφορική πίεση με μία μικρή αλλαγή στον σχεδιασμό του περιβλήματος. Στην παρούσα φάση το σύστημα βρίσκεται στο στάδιο αρχικής πρωτοτύπησης. Οι εφαρμογές του αισθητήρα εστιάζονται κυρίως στα ακόλουθα:

- Σφυγμομανόμετρα
- Συσκευές αναπνευστικής υποστήριξης
- Όργανα ελέγχου πτήσης
- Αντλία βενζίνης
- Συστήματα εξαερισμού

Οι τεχνολογικές τάσεις στις μέρες μας δείχνουν ότι οι συμβατικοί μηχανικοί αισθητήρες θα αντικατασταθούν στο προσεχές μέλλον από μικροηλεκτρομηχανικούς αισθητήρες MEMS. Οι λόγοι που επιβάλλουν τη χρησιμοποίηση των αισθητήρων MEMS εντοπίζονται στα εξής:

- Μικρότερο μέγεθος
- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας
- Ικανότητα ασύρματων λειτουργιών εξαιτίας της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας
- Μεγαλύτερη ανθεκτικότητα

Ιατρικές εφαρμογές

Διατάξεις απεικόνισης NMR: συνεχές μαγνητικό πεδίο σε τομογράφους.

Μηχανικές προσθέσεις: βαλβίδες, βοηθητικές αντλίες αίματος, τεχνητά μέλη, οδοντικές προσθέσεις κ.λ.π.

Διαγνωστικά μέσα: καθετήρες, αισθητήρες- μετατροπείς, ακουστικά κ.λ.π.

Χειρουργικά εργαλεία: σφιγκτήρες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Έντυπη Βιβλιογραφία

Οργανολογία Ιατρικών Συστημάτων II, Θεωρία
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ(ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ)
ΗΡΑΚΛΗΣ ΒΥΛΛΙΩΤΗΣ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

Sheldon V.Pollack, M.D
Churchill Livingstone Inc.

Βιοηλεκτρισμός

Argon Beam Coagulation

Kay Matthews, RN

Σύγχρονη γενική χειρουργική, τόμος II

Παπαδημητρίου Ιωάννης, Χειρουργός

Εκδόσεις Παρισιανού

Λαπαροσκοπική Γενική Χειρουργική

Δημήτρης.Α.Λινός, Χειρουργός

Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ.Πασχαλίδης

Η εξέταση του χειρουργικού ασθενούς

Επιθεώρηση ΥΓΕΙΑΣ

Λαπαροσκοπική Χολοκυστεκτομή

Ν.Φινokaλιώτης – Στ.Πιερρακάκης

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

[www. Valleylab.com](http://www.Valleylab.com)

www. Valleylabeducation.org

www. eddesign.com

www. QPMPA.org

www. imedical.com

www. contemporaryurology.com

www. prima-medical.com

www. vitekres.com

www. Berchtold.de

www. dinainternational.com

www. gi.ucsf.edu

www. erbe-med.com

www. electropulse.ru

www. boviemedical.com

www. ebme.co.uk

www. imagines.com

www. elandsvet.co.uk

www. corexcel.com

- www.medlab.cs.uoi.gr
- www.lapsurgery.gr
- www.elmed.com
- www.199.8.232.90
- www.me.berkeley.edu
- www.ucalgary.ca
- www.cancernetwork.com

Τεχνικά Φυλλάδια

- Βιοιατρική Τεχνολογία

Ιατρικά μηχανήματα και συσκευές:

Χειρουργικές διαθερμίες (Electrosurgical Units)

Γκίνης Αντώνης

- Θεραπεία

Διαθερμίες – Πρακτικές Συμβουλές Χρήσης

Σταματόπουλος Ηλίας

- Τεχνική Υποστήριξη

Σημασία Crest Factor

- AESCULAP

High – Frequency Surgical Units

Nerve Stimulator

C- 101

- ERBE, ELECTROSURGERY

HF – Electrosurgical Accessories

85 100-100

- ERBE, ELECTROSURGERY

NESSY the Neutral Electrode Safety System for Increased Safety in Electrosurgery

- ERBE, ELECTROSURGERY

Practical Tips for the Use of High – Frequency Surgical Units

- BERCHTOLD

ELECTROTOM 530

Operators Manual

- Martin

MEDICAL ELECTRONICS

MODUL SYSTEM 2000

ELECTROTOM 170

ELECTROTOM 300

ELECTROTOM 500

Operating Instructions and Technical Data

Martin

Martin ME 400 and ME 200 Electrosurgical Units

ERBE, ELECTROSURGERY

ERBOTOM ICC 200

Monopolar Cutting, Monopolar and Bipolar Coagulation
And Optional ENDOCUT too!

Alsa, Excell 350 MCD – 250 MCD

ELETTROBISTURI PER ALTA CHIRURGIA

Excell, MCDS System

DIATHERMY UNITS FOR MAJOR SURGERY

CONMED CORPORATION

Product Catalog

ERBE, HOCHFREQUENZ CHIRURGIE

Electrosurgical Polypectomy with Software – Controlled Cuts (ENDOCUT)

AESCULAP

TB 50 HF Surgical Unit Bipolar

Current Practice in Bronchoscope Electrocutte

The Discussion Group for Bronchoscope Electrocutte

Θεραπεία

Παρουσίαση νέας διαθερμίας αργού

CONED

ABC Technology, Argon Beam Coagulation

CONED

Technical Report: Argon Beam Coagulator

ERBE, ELECTROSURGERY

APC 300

BIRTCHEER MEDICAL SYSTEMS

Argon Beam Coagulator

OLYMPUS

Radio Frequency Cutting And Coagulation In Endoscopic Use
S7757 03 002

ERBE, Electrosurgery

HF – Electrosurgical Accessories
85 100-100

OLYMPUS, JF/CHF

ENDOSCOPY SYSTEM

OES DUODENOFIBERSCOPES/CHOLEDOCHOFIBERSCOPES

F 380E – 0394T

OLYMPUS

SURGERY: Laparoscopy, Thoracoscopy, Seps
7.030.006

PENTAX

VIDEO ENDOSCOPE SYSTEM

9109 P150

Laparoscopic video cholecystectomy

Ch.Klaiber, M.D

B 612/ VIII.90

CONTEC MEDICAL LTD.

Laparoscopy System

Spemby Medical

Spemby Medical 130 Cruounit

3M/AMSG/785

Spemby Medical

Cardiac Cryosurgery System

CAT.NO.CCI 10

TOITU

Cryosurgery System CR-201

MedGyn

Multi – Tip Cryo – Probe System

Gyne – Tech

Cryoprobe Model GT-1S and GT-2S

Wikipedia.Mikrorobotics <http://en.wikipedia.org/wiki/Mikrorobotics>

Ευχαριστιες

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ.Σινιόρο για την υποστήριξη της εργασίας αυτής σε όλους τους τομείς καθώς και για την άψογη συνεργασία του.Ακόμα ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ.Νικολή για την συνέπεια και την ουσιαστική βοήθεια του.Τέλος ευχαριστώ πολύ τους γονείς μου για την ψυχική τους υποστήριξη.