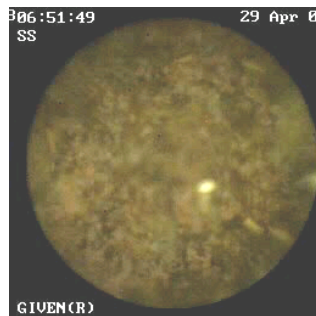
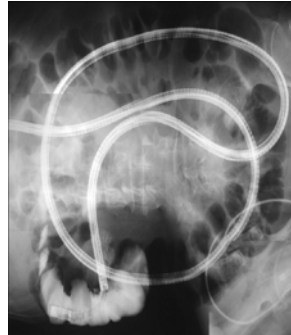


ΟΠΤΙΚΕΣ ΪΝΕΣ ΚΑΙ ΕΝΔΟΣΚΟΠΙΟ



Σοφία Κόττου

Επίκουρη Καθηγήτρια

Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής

Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών

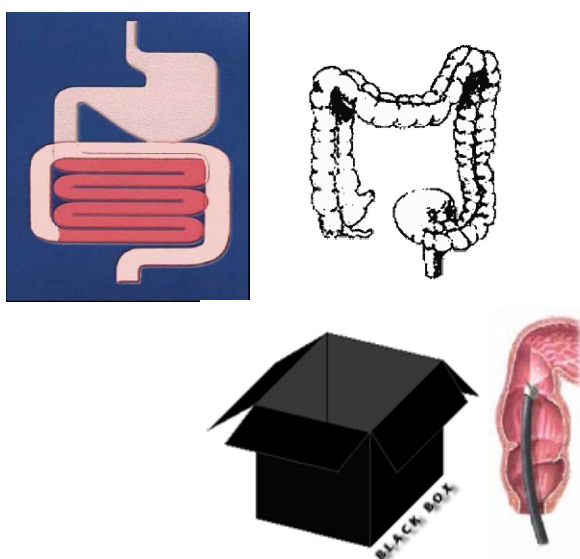
Σεπτέμβριος 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

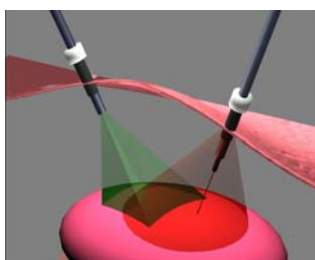
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
1. Γενικά	3
2. Η γεωμετρική οπτική στο ενδοσκόπιο	4
2.1 Ανάκλαση, Διάθλαση και Οριακή γωνία	5
2.2 Οπτική ίνα και οπτικός αγωγός	8
3. Εφαρμογές του οπτικού αγωγού στην ιατρική	9
3.1 Ενδοσκόπιο	10
4. Εικονική πραγματικότητα στο χειρουργείο	14
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	17

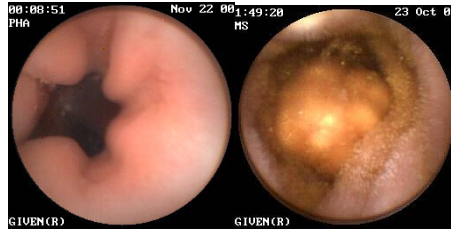
1. Γενικά

Ο καρκίνος του παχέος εντέρου είναι η δεύτερη θανατηφόρα μορφή καρκίνου στις ΗΠΑ, μετά τον καρκίνο των πνευμόνων. Πρώτο μέτρο πρόληψης είναι βέβαια η σωστή διατροφή με έμφαση στην πρόσληψη φυτικών ινών και τροφής με λίγα λιπαρά. Δεύτερο μέτρο είναι η τακτή διερεύνηση-ανίχνευση παρουσίας προκαρκινικών όγκων. Οι όγκοι αυτοί είναι πολύποδες και αδενώματα και συνιστάται η αφαίρεσή τους πριν εξελιχθούν σε κακοήθειες.



Τα ενδοσκόπια κατασκευάστηκαν για να βοηθήσουν την αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων. Είναι λεπτά και εύκαμπτα για να μπορούν να προωθούνται σε στενές διόδους. Έχουν ενσωματωμένες οπτικές ίνες και video camera για να φωτίζεται και να εμφανίζεται σε εξωτερική οθόνη η περιοχή από όπου περνούν. Είναι επίσης εξοπλισμένα με μικροσκοπικά χειρουργικά εργαλεία. Με τα ενδοσκόπια ο γιατρός μπορεί να δει το εσωτερικό οργάνων, να διαγνώσει τυχόν ύπαρξη επικίνδυνων μορφωμάτων και να προβεί σε επέμβαση αφαίρεσής τους επί τόπου.





Πολλές ειδικότητες ιατρικής χρησιμοποιούν ενδοσκόπια. Για το παχύ έντερο υπάρχει το σιγμοειδοσκόπιο και το ορθοσκόπιο, για την κοιλιακή χώρα υπάρχει το λαπαροσκόπιο ή περιτοναιοσκόπιο με το οποίο γίνονται εξετάσεις γυναικολογικής φύσης και εξετάσεις σχετικές με την ουροδόχο κύστη, όπως και επεμβάσεις κήλης (κοιλιοκήλη, ομφαλοκήλη, κυστεοκήλη) και στομάχου. Τέτοιου είδους επεμβάσεις παρουσιάζουν παρόμοιο ποσοστό επιτυχίας με τις κλασικές της «ανοιχτής» χειρουργικής με σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό επιπλοκών.

Τα αρθροσκόπια έχουν ευρύ πεδίο εφαρμογών σε επεμβάσεις στο γόνατο, τον αστράγαλο (ποδοκνημική άρθρωση), τον ώμο και γενικότερα σε προβληματικές αρθρώσεις.

Η επέμβαση με τη βοήθεια ενδοσκοπίου συνεπάγεται συντομότερη παραμονή του ασθενούς στην κλινική και ταχύτερη ανάρρωση. Ουσιαστικά δεν δημιουργείται άνοιγμα στο δέρμα κατά την επέμβαση, παρά μόνο οπές, που επουλώνονται εύκολα.

Η οπτική, η επιστήμη που σχετίζεται με το ορατό φως, είναι το θεωρητικό εργαλείο για τη λειτουργία του ενδοσκοπίου.

2. Η γεωμετρική οπτική στο ενδοσκόπιο

Είναι γνωστό πως το φως έχει ευθύγραμμη πορεία όσο διαδίδεται σε ομοιογενές μέσο. Το φως δεν είναι ρευστό, ούτε μπορεί να ακολουθήσει δρόμο με καμπύλες. Όταν συναντήσει εμπόδιο, είτε το διαπερνά, είτε ανακλάται, είτε απορροφάται από αυτό. Στην πρώτη περίπτωση συνεχίζει την πορεία του, έχοντας αλλάξει διεύθυνση κατά κάποια γωνία. Στη δεύτερη περίπτωση επιστρέφει προς τα πίσω, ενώ στην τρίτη, μέρος της ενέργειάς του μεταφέρεται σταδιακά στο υλικό που συναντά.

Όταν το φως προσπέσει-εισέλθει σε στενό σωλήνα θα εξέλθει μόνο αν το μήκος του σωλήνα διατηρηθεί ευθύγραμμο. Αν ο σωλήνας καμφθεί, οι φωτεινές ακτίνες χτυπούν το τοίχωμα και ένα μέρος τους ανακλάται, ενώ το υπόλοιπο απορροφάται.

Κατά ανάλογο (και αντίστροφο) τρόπο, αν τοποθετήσουμε ένα φωτεινό αντικείμενο στο ένα άκρο του σωλήνα και το μάτι μας στο άλλο άκρο, θα δούμε το αντικείμενο, μόνο αν ο σωλήνας είναι ίσιος.

Είναι γνωστό πως ένα αντικείμενο γίνεται αντιληπτό με την όραση όταν η επιφάνειά του εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία, μέρος της οποίας εισέρχεται στον οφθαλμό μέσα από την κόρη-οπτή πίσω από τον κερατοειδή χιτώνα.

Επιπλέον, για την ολοκληρωμένη λειτουργία της όρασης, δηλαδή για τον σχηματισμό-αντίληψη συγκεκριμένης εικόνας θα πρέπει το σύστημα οφθαλμός-εγκέφαλος να συνθέσει πλήθος ακτίνων προερχόμενων από τα αντικείμενα του περιβάλλοντος. Η σύνθεση όμως δεν θα δώσει το σωστό αποτέλεσμα, αν οι ακτίνες δεν έχουν διατηρήσει αναλλοίωτη τη μεταξύ τους γεωμετρία-θέση στο χώρο.

Αν το εσωτερικό ενός κυρτού σωλήνα είναι από 100% ανακλαστικό υλικό, το φως που εισέρχεται στο ένα άκρο και που αποτελείται από παράλληλες φωτεινές ακτίνες, θα υποστεί αλληπάλληλες ανακλάσεις στο σημείο καμπής του σωλήνα και οι φωτεινές ακτίνες θα χάσουν την πληροφορία της μεταξύ τους θέσης. Εξερχόμενες από το άλλο άκρο του σωλήνα, όχι μόνο θα έχουν πάψει να είναι παράλληλες, αλλά η θέση κάθε μιας, δεν θα έχει καμία σχέση με τη θέση της κατά την είσοδο της δέσμης στο σωλήνα.

2.1 Ανάκλαση, Διάθλαση και Οριακή γωνία

Από τη Γεωμετρική Οπτική είναι γνωστό πως κάθε φωτεινή ακτίνα διαδίδεται ευθύγραμμα στα διαφανή μέσα, δηλαδή στα υλικά μέσα που απορροφούν λίγο ή καθόλου την ενέργεια της φωτεινής ακτινοβολίας.

Όταν η φωτεινή ακτίνα προσπέσει σε διαχωριστική επιφάνεια δύο υλικών, ένα μέρος της θα ανακλασθεί (γωνία ανάκλασης ίση με τη γωνία πρόσπτωσης) και ένα μέρος της θα εισέλθει στο επόμενο υλικό μέσο, αν

βέβαια και αυτό είναι διαφανές. Αν το δεύτερο μέσο δεν είναι διαφανές, τότε η προσπίπτουσα ακτίνα μόνο θα ανακλασθεί.

Η πορεία της φωτεινής ακτίνας στο δεύτερο διαφανές υλικό μέσο εξακολουθεί να είναι ευθύγραμμη, σχηματίζει όμως μία γωνία σε σχέση με την ευθεία της πορείας της ακτίνας στο πρώτο μέσο. Αυτό είναι γνωστό ως το φαινόμενο της διάθλασης, κατά την οποία ο λόγος του ημίτονου της γωνίας διάθλασης ($\eta\mu\theta_2$) ως προς το ημίτονο της γωνίας πρόσπτωσης ($\eta\mu\theta_1$) είναι ίσος με το λόγο της ταχύτητας διάδοσης (u) του φωτός στα αντίστοιχα υλικά και αντιστρόφως ανάλογος με το λόγο των αντιστοίχων δεικτών διάθλασης (n) (νόμος του Snell):

$$\frac{\eta\mu\theta_2}{\eta\mu\theta_1} = \frac{u_2}{u_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

Η αλήθεια είναι ότι η ταχύτητα του φωτός ουσιαστικά παραμένει σταθερή σε κάθε διαφανές μέσο και ίση με τη γνωστή $c = 3 \times 10^8$ m/s. Όμως η φαινομενική ταχύτητα μειώνεται όσο το υλικό γίνεται «οπτικά πυκνότερο», επειδή το φως συνεχώς απορροφάται και επανα-εκπέμπεται από τα άτομα-μόρια του υλικού.

Ο δείκτης διάθλασης n κάθε υλικού (διαφανούς) μέσου είναι (εξ ορισμού) ο λόγος της ταχύτητας του φωτός στο κενό προς την ταχύτητα του φωτός στο συγκεκριμένο υλικό. Δηλαδή έχει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης το «οπτικά πυκνότερο» μέσο.

Ο δείκτης διάθλασης του αέρα θεωρείται πως ισούται με ένα, ενώ σε διάφορους τύπους κοινού γυαλιού κυμαίνεται μεταξύ 1,5 – 1,7.

Στο φαινόμενο της ανάκλασης στηρίζεται η λειτουργία του καθρέφτη, ενώ στο φαινόμενο της διάθλασης στηρίζεται η λειτουργία των φακών (συγκλίνοντες ή αποκλίνοντες).

Ειδική περίπτωση διάθλασης είναι το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης, στο οποίο και βασίζεται η λειτουργία της οπτικής ίνας και του οπτικού αγωγού, δηλαδή του ενδοσκοπίου.

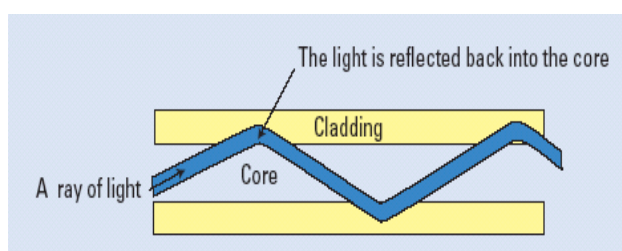
Όταν φωτεινή ακτίνα προσπέσει κάθετα σε διαχωριστική επιφάνεια δύο διαφορετικών υλικών μέσων (γωνία πρόσπτωσης μηδέν) θα συνεχίσει την

πορεία της, στο δεύτερο υλικό, πάνω στην ίδια ευθεία (γωνία διάθλασης μηδέν) (νόμος του Snell).

Αν προσπέσει υπό γωνία θ_1 , θα συνεχίσει σε διαφορετική διεύθυνση (γωνία θ_2). Και θα είναι $\theta_1 > \theta_2$ αν το μέσο 1 είναι οπτικά αραιότερο από το 2, ενώ θα είναι $\theta_2 > \theta_1$ αν το μέσο 1 είναι πυκνότερο. Στη δεύτερη περίπτωση, όταν η φωτεινή ακτίνα βρίσκεται σε πυκνότερο μέσο και «προσπαθήσει να εξέλθει» σε αραιότερο, η γωνία θ_2 μπορεί να λάβει μέγιστη τιμή 90° . Στην εξερχόμενη γωνία $\theta_2 = 90^\circ$ αντιστοιχεί και η μέγιστη τιμή της γωνίας θ_1 που καλείται οριακή και είναι, βέβαια, θ_1 μικρότερη των 90° .

Όταν φωτεινή ακτίνα προσπέσει στη διαχωριστική επιφάνεια (από πυκνότερο προς αραιότερο μέσο) με γωνία μεγαλύτερη της οριακής τιμής, δεν θα παρατηρηθεί εξερχόμενη φωτεινή ακτίνα. Η προσπίπτουσα φωτεινή ακτινοβολία ανακλάται σε ποσοστό 100% και παραμένει στο πυκνότερο υλικό.

Τότε λέμε ότι έχουμε το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης.



Μέσα στην οπτική ίνα, (γυάλινη ή πλαστική ράβδος), το φως «παγιδεύεται» και δεν εξέρχεται από την παράπλευρη επιφάνειά της στις στροφές, επειδή ακριβώς, κατά την πορεία της, όποτε προσκρούει στα τοιχώματα παθαίνει ολική ανάκλαση και παραμένει στο εσωτερικό της. Το αποτέλεσμα είναι ότι, όσο φως εισέλθει στη μία άκρη-στόμιο της οπτικής ίνας μπορεί να διανύει μακρύ δρόμο με στροφές και να φτάσει μέχρι το άλλο άκρο.

Για την οριακή γωνία θ_1 ισχύουν οι σχέσεις (όπου το μέσο 1 είναι πυκνότερο του 2):

$$\theta_2 = 90^\circ \rightarrow \eta\mu\theta_2 = 1$$

και από το νόμο του Snell:

$$\frac{\eta\mu\theta_1}{\eta\mu\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \eta\mu\theta_1 = \frac{n_2}{n_1}$$

δηλαδή, όσο οπτικά πυκνότερο είναι το μέσο 1 από το μέσο 2, τόσο μικρότερη είναι η οριακή γωνία, πάνω από την οποία η προσπίπτουσα

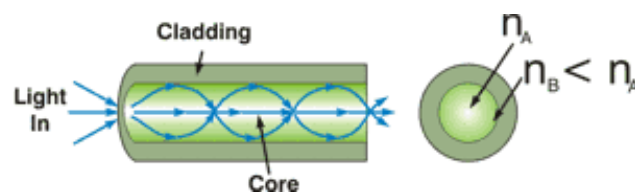
φωτεινή ακτίνα θα υποστεί ολική ανάκλαση. Εξυπακούεται ότι όσο η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη της οριακής, θα παρατηρούνται ταυτόχρονα και ανάκλαση και (κυρίως) διάθλαση, δηλαδή θα διαφεύγει φως στο οπτικά αραιότερο μέσο.

2.2 Οπτική ίνα και οπτικός αγωγός

Μία αντιπροσωπευτική τιμή δείκτη διάθλασης για το γυαλί είναι $n_1=1,5$. Θεωρώντας τον δείκτη διάθλασης του αέρα $n_2=1$, μπορούμε να υπολογίσουμε την οριακή γωνία στη γυάλινη ράβδο, από τη σχέση:

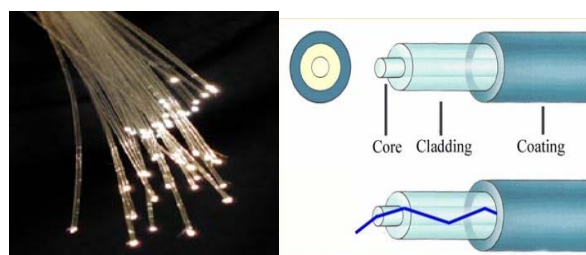
$$\eta\mu\theta_{op} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,0}{1,5} = 0,66 \quad \text{ως} \quad \theta_{op} = 42^\circ$$

Επομένως το φως θα ταξιδεύει μέσα στη γυάλινη ράβδο, χωρίς απώλειες, όσο οι κάμψεις της είναι περιορισμένες για να διατηρούνται οι γωνίες πρόσπτωσης μεγαλύτερες των 42° .



Οι κάμψεις της ράβδου επιτρέπεται να γίνονται εντονότερες όσο μικρότερη είναι η διατομή της ράβδου. Έτσι καταλήγουμε στην πολύ λεπτή οπτική ίνα, που ταυτόχρονα βοηθά στη γεωμετρία αλλά και κατασκευαστικά γίνεται πιο εύκαμπτη, όπως και οι λεπτές ράβδοι μετάλλου.

Επειδή όμως, η οπτική ίνα ουσιαστικά μεταφέρει το φως μίας ακτίνας, για να μεταφέρουμε φωτεινό αντικείμενο χρησιμοποιούμε ομάδα πολυάριθμων οπτικών ινών, τον οπτικό αγωγό.



Ο οπτικός αγωγός είναι ένα σύνολο εκατοντάδων οπτικών ινών, προσεκτικά στοιβαγμένων ώστε να μην χαλά η διάταξή τους σε όλο το μήκος του αγωγού. Κάθε οπτική ίνα κατασκευάζεται από πολύ καθαρό-διαφανές υλικό (γυαλί ή πλαστικό), ώστε να παρουσιάζει τη δυνατόν μικρότερη απορρόφηση στη φωτεινή ακτινοβολία. Και κάθε οπτική ίνα είναι τυλιγμένη με υλικό μικρότερου δείκτη διάθλασης.

Όταν το ένα άκρο του οπτικού αγωγού τοποθετηθεί κοντά σε φωτεινό αντικείμενο, το φωτεινό αντικείμενο «συμπεριφέρεται» ως σύνολο μικρότερων φωτεινών εικόνων, το φως κάθε μίας εκ των οποίων θα μεταφερθεί μέχρι την άλλη άκρη του αγωγού, μέσω οπτικής ίνας. Εφόσον η γεωμετρική διάταξη των ινών διατηρείται αναλλοίωτη, το σύνολο των μικρότερων φωτεινών εικόνων θα ανασυσταθεί στο τέλος του αγωγού, δίνοντας ένα πιστό είδωλο του αρχικού φωτεινού αντικειμένου.

3. Εφαρμογές του οπτικού αγωγού στην ιατρική

Ο ίκτερος προκαλείται από πλεόνασμα χολερυθρίνης (απόβλητο της αποδόμησης ερυθρών αιμοσφαιρίων) στο αίμα.

Κατά τη θεραπεία του ίκτερου, τα νεογνά τυλίγονται με ειδικό φωτεινό κάλυμμα-ύφασμα πλεγμένο με οπτικές ίνες.

Το φως δρα ως καταλύτης της χημικής διάσπασης της χολερυθρίνης, ώστε να αποβληθεί ευκολότερα από τον οργανισμό. Όμως η κλασική μέθοδος απαιτεί μακρόχρονη έκθεση του γυμνού νεογέννητου σε φως μεγάλης έντασης στις θερμοκοιτίδες.

Το ύφασμα των οπτικών ινών επιτρέπει το «τυλιγμένο», με έντονο φως, νεογέννητο να φύγει για το σπίτι και να εξακολουθεί να θεραπεύεται, ενώ παράλληλα οι γονείς του το φροντίζουν.

Όταν ο οπτικός αγωγός μεταφέρει μόνο φως, οι οπτικές του ίνες δεν χρειάζεται να διατηρούν αυστηρή διάταξη και παραλληλία.

Όταν ο οπτικός αγωγός μεταφέρει εικόνες, οι οπτικές του ίνες πρέπει να διατηρούν τη μεταξύ τους διάταξη, όμως είναι δυνατόν, ενώ ξεκινά ως χοντρό «καλώδιο» να διαχωρίζεται στη συνέχεια σε μικρότερα (ώστε να αυξηθεί η

ευλυγισία του κατά μήκος της διαδρομής) και να επανενώνεται στο τέλος για την αναπαραγωγή της εικόνας.

3.1 Ενδοσκόπιο

Με το ενδοσκόπιο ο γιατρός μπορεί να δει (με δυνατότητα και να επέμβει) το εσωτερικό κοιλοτήτων του σώματος. Το βασικό του εξάρτημα είναι ένας οπτικός αγωγός. Επειδή οι κοιλότητες του σώματος είναι σκοτεινές, απαιτείται κατ' αρχήν να οδηγηθεί φως, μέσω των οπτικών ινών, στο εσωτερικό τους.

Συνήθως χρησιμοποιείται λυχνία αερίου ξένου που εκπέμπει φως μεγάλης έντασης. Ο «μισός» οπτικός αγωγός καταλαμβάνεται από τις οπτικές ίνες που οδηγούν το φως μέσα στην κοιλότητα και ο υπόλοιπος από τις οπτικές ίνες που μεταφέρουν την εικόνα του εσωτερικού της κοιλότητας στην ειδική οθόνη της αίθουσας της επέμβασης.

Όταν ο «δρόμος» που θα διανύσει το ενδοσκόπιο είναι σχετικά σύντομος και ευθύς (όπως με το αρθροσκόπιο και το λαπαροσκόπιο) επιλέγεται τύπος με φακούς που παρεμβάλλονται στην πορεία εξόδου της εικόνας, για να την ενισχύσουν, όπως στο τηλεσκόπιο.

Όταν αντίθετα, ο «δρόμος» του ενδοσκοπίου είναι ελικοειδής (όπως του κολονοσκοπίου), υπάρχουν δύο επιλογές για τη μεταφορά της εικόνας. Όταν ο οπτικός αγωγός έχει μεγάλο μήκος συνήθως έχει προσαρμοσμένη στο άκρο του μία μικροσκοπική κάμερα λήψης, εμβαδού λίγων τετραγωνικών χιλιοστομέτρων (άμεση ή τοπική λήψη εικόνας). Το ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα είναι παρεμφερές με αυτό των κλασικών συσκευών τηλεοπτικής λήψης (video camera) του εμπορίου.

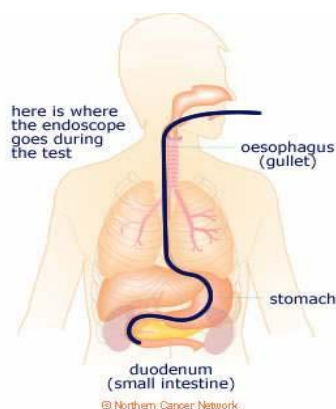
Πρόκειται για συσκευή εξοπλισμένη με τετράγωνο μικρό πλέγμα με χιλιάδες ηλεκτρονικούς αισθητήρες φωτός (συσκευή CCD – charge coupled device) που ανιχνεύουν και αποθηκεύουν την ένταση του φωτός κάθε σημείου του φωτεινού αντικειμένου που «βλέπουν». Σε αυτήν την περίπτωση, οι οπτικές ίνες για τη μεταφορά στην έξοδο της εσωτερικής εικόνας, έχουν αντικατασταθεί από ηλεκτρικά καλώδια. Ως ηλεκτρικό σήμα η εικόνα

παρουσιάζεται σε δέκτη τηλεόρασης ή/και αποθηκεύεται σε μαγνητο-οπτική συσκευή εγγραφής (video recorder).

Η δεύτερη επιλογή είναι ο κλασικός «διπλός» οπτικός αγωγός, δηλαδή ένα μέρος των οπτικών ινών είναι επιφορτισμένο να φωτίσει την εσωτερική κοιλότητα και οι υπόλοιπες ίνες, αυστηρά διατεταγμένες, «οδηγούν» την εικόνα έξω από το σώμα. Στις απλές ιατρικές διαδικασίες, στην έξοδο του οπτικού αγωγού προσαρμόζεται προσοφθάλμιος φακός (όπως στο μικροσκόπιο), όπου ο εξεταστής παρατηρεί την εικόνα.

Σε διαδικασίες πιο πολύπλοκες ή σε επεμβάσεις, στην έξοδο του οπτικού αγωγού προσαρμόζεται CCD camera και η εικόνα μεταφέρεται στην οθόνη τηλεοπτικού δέκτη, τον οποίο μπορεί να παρατηρεί όλη η ιατρική ομάδα και σε πραγματικό χρόνο (on line) να αποφασίζονται τα επόμενα βήματα της επέμβασης.

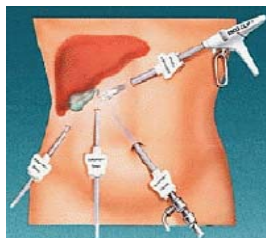
Το μέρος του ενδοσκοπίου που περνά μέσα στο ανθρώπινο σώμα (οισοφάγος, έντερο, κοιλιά) έχει διάμετρο 0,3 ως 15,0 mm περίπου, αναλόγως του τύπου του. Το μήκος του μπορεί να φτάνει το 1,5 μέτρο. Τα υλικά του είναι κατάλληλα για συνεχείς αποστειρώσεις και τα πρόσθετα – βοηθητικά εξαρτήματα – εργαλεία είναι συνήθως μίας χρήσης, για λόγους υγιεινής.



Στα ενδοσκόπια που η εικόνα μεταφέρεται με οπτικές ίνες, η διάμετρος και το πλήθος των ινών θέτει το όριο στη λεπτομέρεια της εικόνας που είναι δυνατόν να γίνει διακριτή, δηλαδή στη διακριτική ικανότητα της συσκευής. Όμως σύγχρονα ενδοσκόπια περιέχουν πλέον δεκάδες χιλιάδες οπτικές ίνες διαμέτρου μικρομέτρων (εκατοστά της ανθρώπινης τρίχας), δίνοντας διακριτική ικανότητα της τάξης δέκατων του χιλιοστού. Πιο λεπτές ίνες δεν θα

βοηθούσαν, επειδή υπάρχει περιορισμός και από το μήκος κύματος του χρησιμοποιούμενου φωτός.

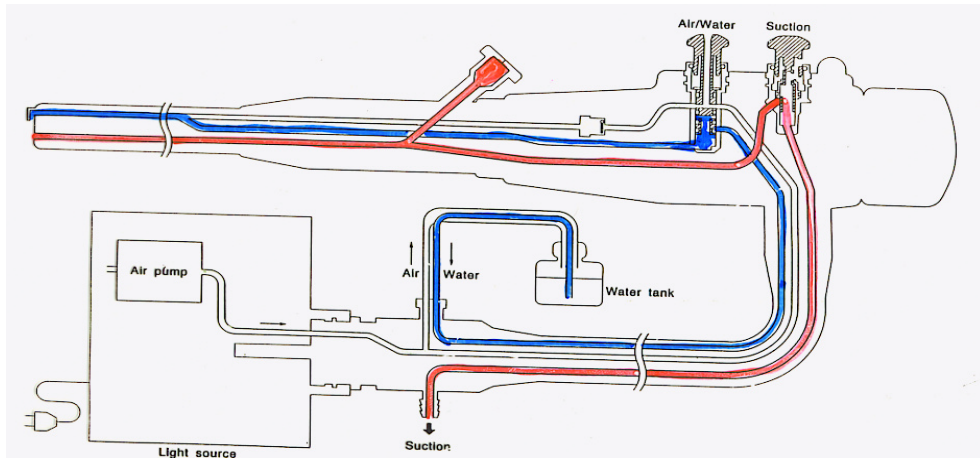
Το ενδοσκόπιο είναι όμως και χειρουργικό εργαλείο, επομένως εκτός από την οπτική διάταξη είναι εξοπλισμένο και με μηχανικά εξαρτήματα. Π.χ. επειδή τα όργανα του ανθρωπίνου σώματος στέκονται, από τη φύση τους, συνωπισμένα, χωρίς ελεύθερο πεδίο γύρω τους για να δράσει ο χειρουργός, υπάρχει ειδικό σωληνάκι εμφύσησης αδρανούς CO₂, που φουσκώνει την περιοχή και διαχωρίζονται οι επιφάνειες των γειτονικών οργάνων μεταξύ τους. Άλλο σωληνάκι χρησιμοποιείται για την έγχυση ύδατος για ξέπλυμα περιοχής, όπως επίσης για την αναρρόφηση περίσσειας υγρών και απόβλητων.



Το ενδοσκόπιο είναι δυνατόν να εμπεριέχει λεπτή χειρουργική λαβίδα για εξέταση-διερεύνηση του είδους των ιστών που φωτίζονται, όπως και μικροσκοπικό νυστέρι για αφαίρεση δειγμάτων ιστών που πρέπει να εξεταστούν στο εργαστήριο. Μικρός βρόχος μπορεί να τυλιχθεί στο «λαιμό» ογκιδίου που κρίνεται σκόπιμο να αφαιρεθεί, ενώ ο βρόχος διαπερνάται με κατάλληλο ηλεκτρικό ρεύμα που τον θερμαίνει για τον ταυτόχρονο καυτηριασμό του πληγωμένου ιστού (βοηθά στο σφράγισμα των αιμοφόρων αγγείων και τον περιορισμό της τοπικής αιμορραγίας).

Το ενδοσκόπιο μπορεί να εμπεριέχει και ειδικό μηχανισμό εκτόξευσης μικροσκοπικών συρραπτικών ελασμάτων ή άλλης διάταξης για συρραφή χειρουργικών τομών.

Στην κεφαλή του ενδοσκοπίου είναι εγκατεστημένη διάταξη πιλοτηρίου, από όπου ο χειριστής μπορεί, αφενός να γυρνά το άκρο και να φωτίζει όλη η γύρω περιοχή, αφετέρου να επεμβαίνει χειρουργικά με όλους τους τρόπους που αναφέρθηκαν, κατά περίπτωση.



Στη λαπαροσκοπική χειρουργική η επέμβαση γίνεται μέσω γειτονικών οπών στην κοιλιακή χώρα. Σε απλή επέμβαση διανοίγονται τρεις ή τέσσερις τομές του ενός εκατοστού, από όπου εισέρχονται αντίστοιχα τρία ή τέσσερα εργαλεία, ένα εκ των οποίων είναι το (απλό και κοντό) ενδοσκόπιο. Τα υπόλοιπα εργαλεία είναι καθαρά χειρουργικά.

Το μεγάλο πλεονέκτημα της λαπαροσκοπικής έναντι της ανοιχτής χειρουργικής είναι οι σημαντικά μικρότερες τομές, για τις οποίες πολλές φορές είναι αρκετή μόνο τοπική αναισθησία.

Η κολονοσκόπηση που πλέον συνιστάται να γίνεται κάθε λίγα χρόνια (για ενήλικες υψηλού κινδύνου), εξακολουθεί να είναι άβολη, αλλά είναι πια μία ταχεία εξέταση και γίνεται σε εξωτερικά ιατρεία, έχοντας χορηγήσει μόνο ένα ηρεμιστικό στον εξεταζόμενο.

Αυτό σημαίνει ότι αυξάνει σημαντικά ο αριθμός των έγκαιρα διαγνωσμένων καρκίνων (επομένως και θεραπεύσιμων) του παχέος εντέρου.

Μειονέκτημα της λαπαροσκοπικής μεθόδου είναι τα πολύ στενά όρια δράσης για τον χειρουργό, αφενός το μικρό και (μόνο) διδιάστατο οπτικό πεδίο, αφετέρου η απαίτηση λεπτεπίλεπτων χειρισμών, χωρίς την αίσθηση της αφής, που σημαίνει ότι ο χειρουργός μόνο εγκεφαλικά μπορεί να εκτιμήσει τη δύναμη που θα απαιτηθεί να εφαρμόσει σε κάποιο στάδιο της διαδικασίας.

4. Εικονική πραγματικότητα στο χειρουργείο

Τα μειονεκτήματα της ενδοσκοπικής (και λαπαροσκοπικής) μεθόδου που αναφέρθηκαν και αφορούν στο περιορισμένο πεδίο δράσης του χειρουργού, δράση που βασίζεται σε μη φυσιολογική σχέση και συνεργασία όρασης (στην οθόνη) και τηλε-χειρισμών, έρχεται να αντιμετωπίσει μία νέα τεχνική, που προσφέρει στον χειρουργό καλύτερη εικόνα του εσωτερικού του σώματος του ασθενή και βελτιωμένη αίσθηση αφής κατά την επέμβαση.

Η εικονική πραγματικότητα εκμεταλλεύεται την τεχνολογία των υπολογιστών και δημιουργεί την εντύπωση ότι ο χρήστης βλέπει και χειρίζεται αληθινά αντικείμενα. Συχνά το αντικείμενο προβάλλεται στο οπτικό πεδίο του χρήστη με τη βοήθεια ειδικών γυαλιών που επιτρέπουν τρισδιάστατη όραση.

Ταυτόχρονα συσκευές ρομπότ, όπως γάντια με ενσωματωμένους ειδικούς αισθητήρες, αναπαράγουν στον φορέα τους την αίσθηση του χειρισμού του αντικειμένου.



Μέσω αυτής της τεχνολογίας ο χειρουργός στέκεται μακριά από τον ασθενή, έχει την αίσθηση ότι εκτελεί αληθινή επέμβαση, ενώ στην πραγματικότητα οι κινήσεις του μεταφέρονται ηλεκτρονικά σε ρομπότ που τις πραγματοποιεί στον ασθενή με πολύ μεγάλη ακρίβεια.

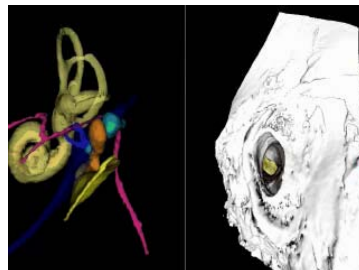
Με τη βοήθεια και των ειδικών γυαλιών ο γιατρός έχει κάθε στιγμή στην οθόνη του την τρισδιάστατη εικόνα της «δουλειάς» που κάνει συγχρόνως ο ίδιος και το απομακρυσμένο ρομπότ.



Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται φυσικά και για την εκπαίδευση των νέων χειρουργών (ή και παλαιότερων σε νέες τεχνικές). Δίνει μοναδική ευκαιρία εξάσκησης μειώνοντας τη χρήση πειραματόζων. Είναι επίσης ένα μέσον για δοκιμές με στόχο τη βελτιστοποίηση χειρουργικών μεθόδων, πχ. αφαίρεσης ενός συγκεκριμένου όγκου.



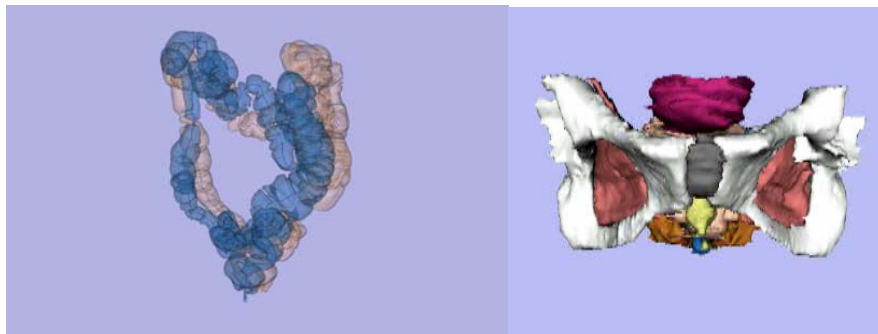
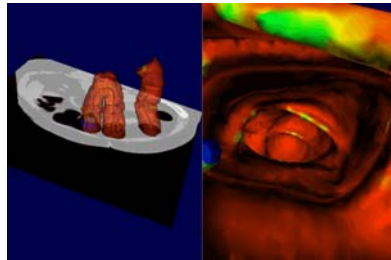
Επειδή η χρήση υπολογιστών έχει απεριόριστες δυνατότητες, ασφαλώς η χειρουργική εικονικής πραγματικότητας βελτιώνεται συνεχώς και ένα παράδειγμα είναι η αξιοποίηση πληροφοριών από κλασικά απεικονιστικά συστήματα, όπως η αξονική και η μαγνητική τομογραφία.



Επεξεργασμένες ψηφιακές εικόνες από αυτά τα συστήματα περνούν στον υπολογιστή της εικονικής πραγματικότητας και επικάθονται στο οπτικό

πεδίο την ώρα της επέμβασης για να χρησιμεύσουν ως ανατομικός οδηγός-χάρτης.

Ο χειριστής χειρουργεί, ελέγχει, επεμβαίνει, διορθώνει, καθόλη τη διάρκεια της επέμβασης καθισμένος σε άλλη αίθουσα, άλλο νοσοκομείο, άλλη πόλη (!!), με τρόπο παρόμοιο όπως αν ήταν πάνω από τον ασθενή.



Η ηλεκτρονική επικοινωνία γίνεται μέσω τηλεφωνικών γραμμών ή δικτύου, ενσύρματο ή ασύρματο.

Γενικότερη μορφή αυτής της επικοινωνίας είναι η Τηλεϊατρική, που καλύπτει από θέματα συμβουλής (γιατρών κεντρικής εξοπλισμένης μονάδας προς γιατρό απομακρυσμένου τοπικού ιατρείου), μέχρι καθεαυτή χειρουργική πράξη σε μάχιμη μονάδα του στρατού ή στο ... διαστημικό σταθμό (με συμμετοχή του Laser) !!!



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- www.laparoscopy.com
- www.alt.mindspring.com/~dmmmd/index.html
- SA Kane. Introduction in Modern Medicine. Taylor and Francis, London and NY 2003
- A Katzir. Optical Fibers in Medicine. Scientific American 120-125, May 1989
- JN Graber, LS Schultz, JJ Pietrafitta, DF Hickock. Laparoscopic Abdominal Surgery. McGraw-Hill, NY 1993
- JB McGinty, RB Caspari, RW Jackson, GG Poehling eds. Operative Arthroscopy. Raven Press, NY 1996
- G Taubes. Surgery in Cyberspace. Discover 85-94, Dec 1994