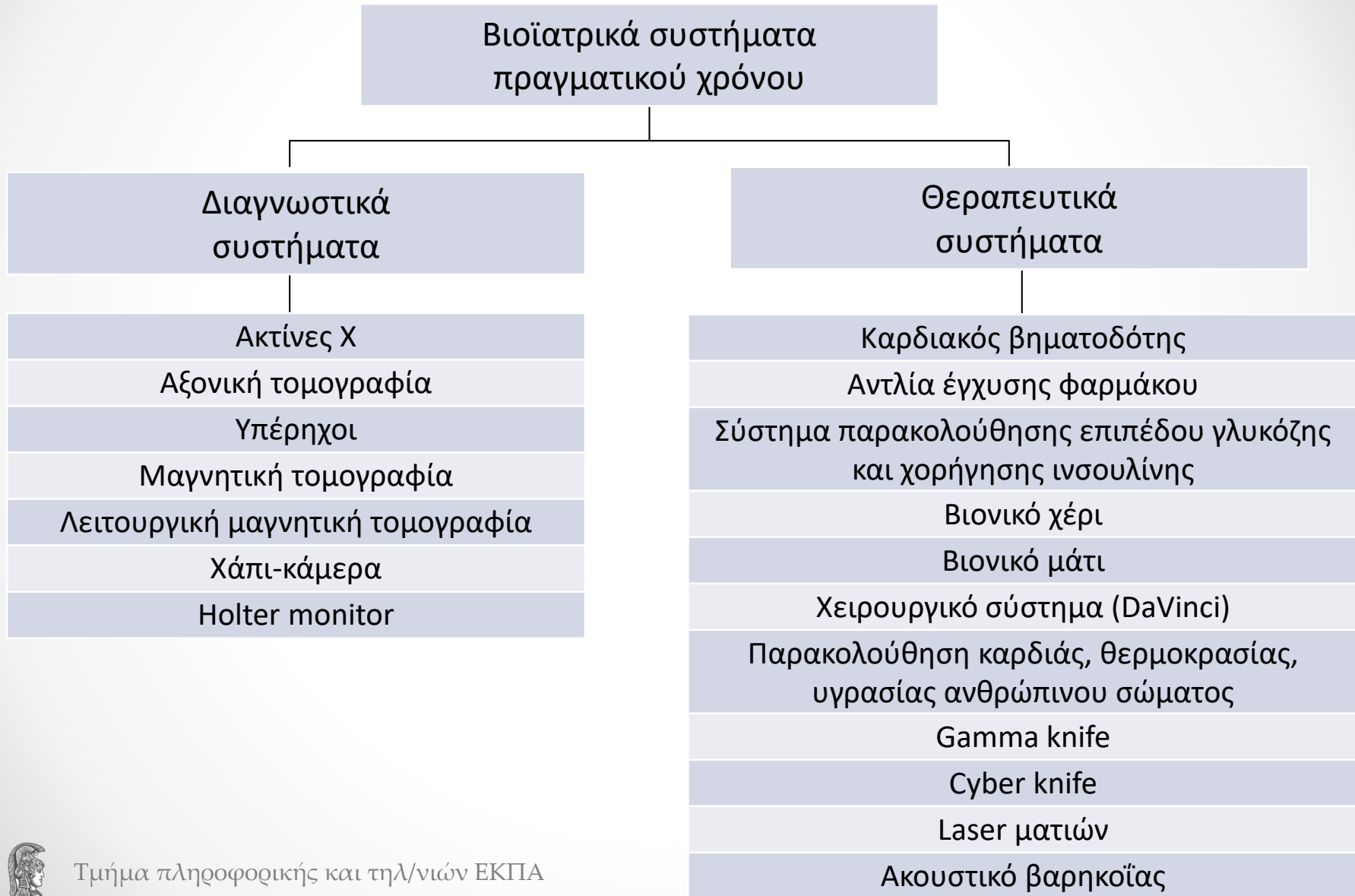


# Βιοϊατρικά Συστήματα Πραγματικού Χρόνου

Κεφάλαιο 7

# Οργάνωση παρουσίασης



# Διαγνωστικά συστήματα

...

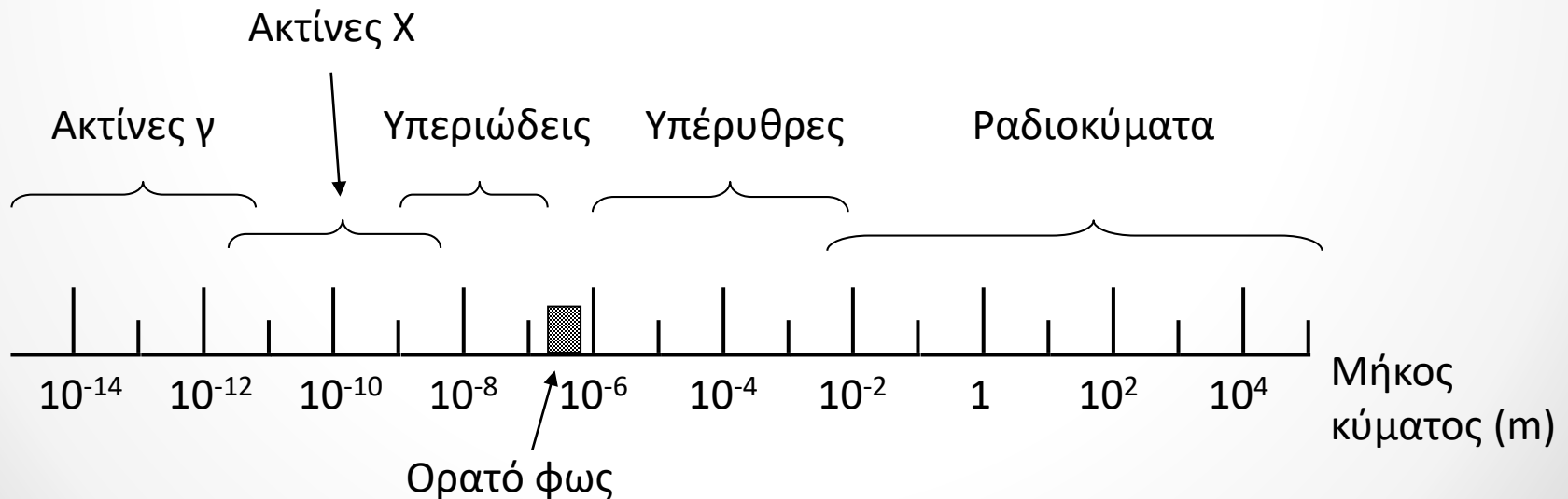
# Διαγνωστικά Συστήματα

- Ακτίνες Χ
- Αξονική τομογραφία
- Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων-αξονική τομογραφία
- Υπέρηχοι
- Μαγνητική τομογραφία
- Λειτουργική μαγνητική απεικόνιση
- Ενδοσκοπική κάψουλα
- Holter monitor



# Ακτίνες Χ (X-Rays)

- Μήκος κύματος ακτίνων Χ:  $10^{-8}$  -  $10^{-12}$  m
- Ιοντίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
- Σκοπός → Σχηματισμός εικόνων της εσωτερικής ανατομικής δομής του ανθρώπινου σώματος



# Ακτίνες Χ στην ιατρική

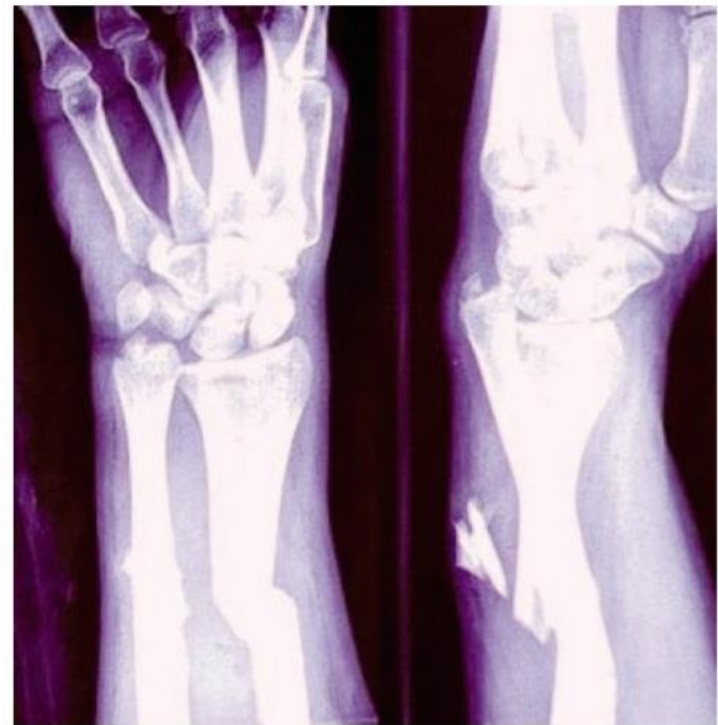
- Απεικόνιση δομών: απορρόφηση ακτινοβολίας Χ από το ακτινοβολούμενο σώμα και αποτύπωση σε σύστημα καταγραφής εικόνας (φιλμ, ενισχυτής εικόνας, κ.λπ.)
- Μεγαλύτερη ποσότητα ακτινοβολίας Χ στο φιλμ → μεγαλύτερη αμαύρωση
- Καταγραφή στο σύστημα σχηματισμού εικόνας της διαφορετικής εξασθένισης ανάλογα με τις ανατομικές δομές
- Προβολή διάφορων ανατομικών δομών στο φιλμ
  - Τα οστά απεικονίζονται «λευκά»: η ακτινοβολία απορροφάται απ' αυτά
  - Ο αέρας στους πνεύμονες απεικονίζεται «μαύρος»: η ακτινοβολία εύκολα τον διαπερνά



# Χρησιμότητα ακτίνων Χ

Χρήσιμες στη διάγνωση:

- Βλαβών του σκελετικού συστήματος
- Πολλών συχνών ασθενειών: πνευμονία, καρκίνος, πνευμονικό οίδημα, κ.ά



# Μειονεκτήματα ακτίνων Χ

- Ιονίζουσα ακτινοβολία
- Διάκριση δύο δομών στην απεικόνιση: απαιτεί να διαφέρουν σε αντίθεση (contrast) κατά 2% τουλάχιστον
  - Αδύνατη απεικόνιση δομών όπως τα αγγεία
  - Αδύνατη απεικόνιση ανατομικών λεπτομερειών οργάνων
- Απώλεια της μίας διάστασης (βάθος) οι δομές του σώματος απεικονίζονται σε επίπεδο (στο φιλμ)





# Ακτίνες Χ ως βιοϊατρικό σύστημα πραγματικού χρόνου (1)

- Τα συστήματα ακτίνων Χ ενσωματώνονται
  - σε διαγνωστικά ή και θεραπευτικά απεικονιστικά συστήματα πραγματικού χρόνου, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για αγγειογραφία (angiography), αγγειοπλαστική (angioplasty), στεφανιογραφία (coronary angiogram), εμβολισμοί (embolisms) κ.ά.
- Χορήγηση ραδιογραφικής ουσίας υψηλής πυκνότητας στον ασθενή, για καλύτερη απεικόνιση του εξεταζόμενου οργάνου στον κατάλληλο αισθητήρα.
- Στις περιπτώσεις διάνοιξης αγγείων σχετιζόμενων με τη λειτουργία της καρδιάς απαιτείται υψηλός ρυθμός καταγραφής και επεξεργασίας των απεικονιστικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, (15-30 εικονοπλαισίων ανά δευτερόλεπτο (frames/sec)).
- Τουλάχιστον τέσσερις αρκετά διαδεδομένες τεχνολογίες συστημάτων με ακτίνες Χ.



# Ακτίνες Χ ως βιοϊατρικό σύστημα πραγματικού χρόνου (2)

- Άλλες τέσσερις τεχνολογίες παρουσιάζουν αυξημένο ενδιαφέρον ως προς τις προοπτικές τους
  - πρβλ: [http://www.rad-icon.com/pdf/Radicon\\_AN02.pdf](http://www.rad-icon.com/pdf/Radicon_AN02.pdf)
- Χαρακτηριστικό παράδειγμα σύγχρονου αισθητήρα αποτελεί ο αισθητήρας LANMIT, με έμφαση στη μείωση του θορύβου που προέρχεται από τις ακτίνες-Χ
  - πρβλ: [http://www.canon.com/technology/canon\\_tech/explanation/medical.html](http://www.canon.com/technology/canon_tech/explanation/medical.html)
- Οι αλγόριθμοι επεξεργασίας των παραπάνω εικονοπλαισίων πρέπει να ταυτοποιούν τις διαφορετικές δομές των αγγείων και να διαχωρίζουν τα οστά που απεικονίζονται στις συγκεκριμένες διαδοχικές ακτινογραφίες.
- Χαρακτηριστική τεχνική αποτελεί η ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία (Digital Subtraction Angiography – DSA) όπως και η τρισδιάστατη ψηφιακή (3D) αφαιρετική αγγειογραφία .
- Απαραίτητη διόρθωση της εικόνας στο χρόνο ώστε να εξαλείφονται οι περιστροφές και οι ολισθήσεις που οφείλονται σε μικρές μετατοπίσεις του ασθενή.



# Αξονική τομογραφία

- Η εξέλιξη της τρισδιάστατης απεικόνισης ήταν επιτακτική δεδομένου ότι στις ακτίνες Χ:
  - για να γίνει διάκριση δύο δομών στην απεικόνιση τους πρέπει να διαφέρουν σε αντίθεση (contrast) κατά 2% τουλάχιστον (αδύνατη απεικόνιση δομών όπως τα αγγεία ή ανατομικών λεπτομερειών οργάνων όπως η καρδιά).
  - υπάρχει απώλεια της μίας διάστασης, δηλαδή του βάθους καθώς ότι οι στερεές (τριών διαστάσεων) δομές του σώματος απεικονίζονται σε επίπεδο (στο φιλμ).
- Τομογραφική απεικόνιση:
  - τομογραφία διέλευσης (transmission tomography) (π.χ. CT)
  - τομογραφία εκπομπής (emission tomography) (π.χ. SPECT, PET)
  - μαγνητική τομογραφία (Magnetic resonance imaging, MRI, εντερογραφία/εντερόκλυση)



# Τομογραφία διέλευσης - Αξονική τομογραφία (1)

- Πηγή ακτίνων Χ περιστρέφεται γύρω από το υπό εξέταση αντικείμενο
- Αντιδιαμετρικά προς την πηγή βρίσκονται αισθητήρες ακτίνων Χ
- Λαμβάνονται εγκάρσιες εικόνες των εσωτερικών δομών του σώματος με υψηλή ποιότητα
- Μεγάλο πλήθος μετρήσεων (>500.000)
- Επεξεργασία από εξειδικευμένο λογισμικό για υπολογισμό των εγκάρσιων τομών που αφορούν διαφορετικά επίπεδα των δομών-στόχων της απεικόνισης
- Επίλυση του προβλήματος της απώλειας της διάστασης του βάθους
- Σοβαρό μειονέκτημα: συνολική ακτινική επιβάρυνση (αντιστοιχεί σε 400 απλές ακτινογραφίες θώρακα)



# Τομογραφία διέλευσης - Αξονική τομογραφία (2)

- Ένα σύστημα τομογραφίας διέλευσης περιλαμβάνει:
  - Ικρίωμα: πηγή και αισθητήρες ακτίνων Χ, σύστημα συλλογής δεδομένων (data acquisition system – DAS)
  - Τραπέζι ασθενούς
  - Κονσόλα ελέγχου
  - Υπολογιστή
- Ο εμπνευστής του (Hounsfield) τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ

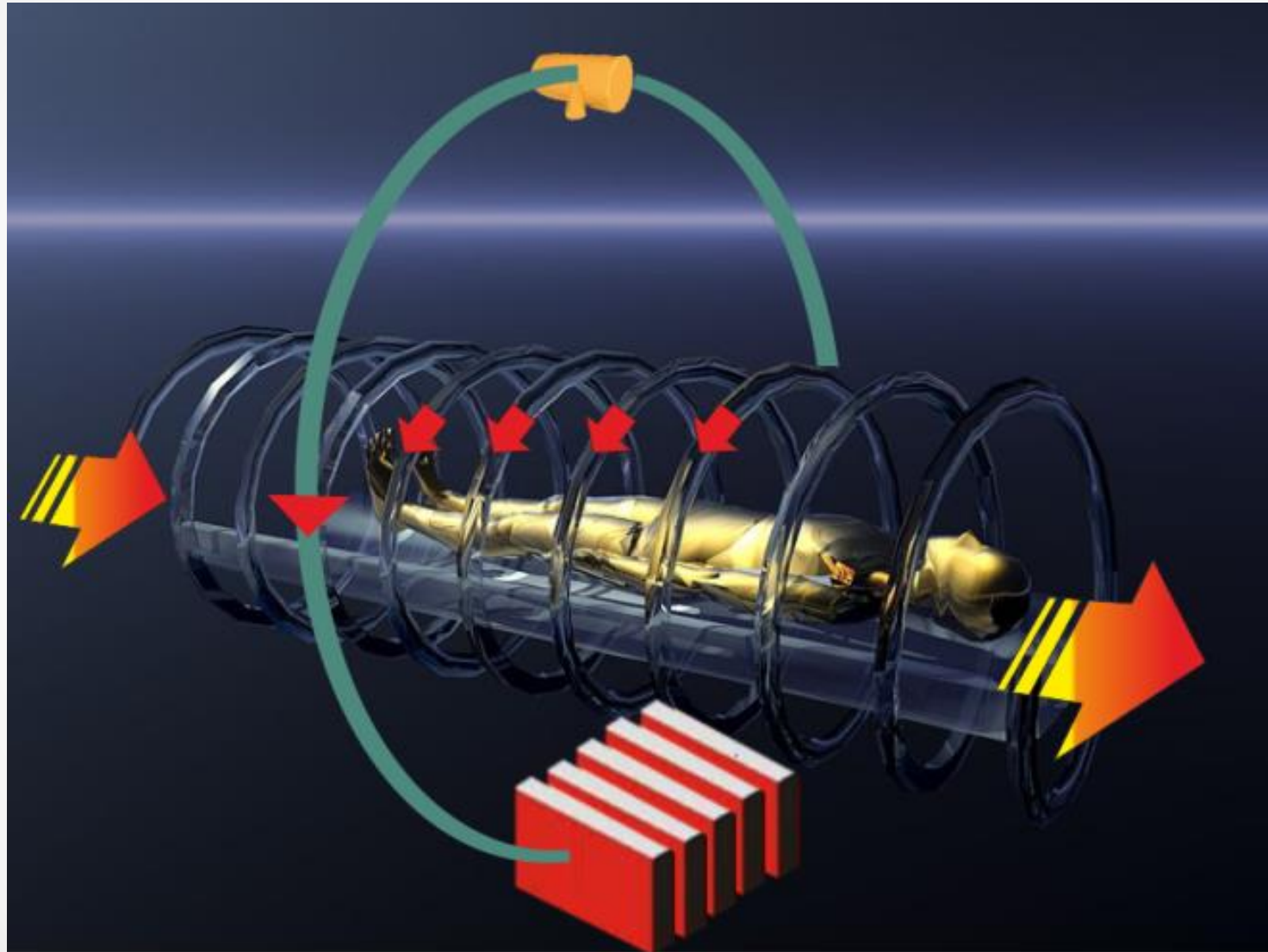


# Τομογραφία διέλευσης - Αξονική τομογραφία (3)

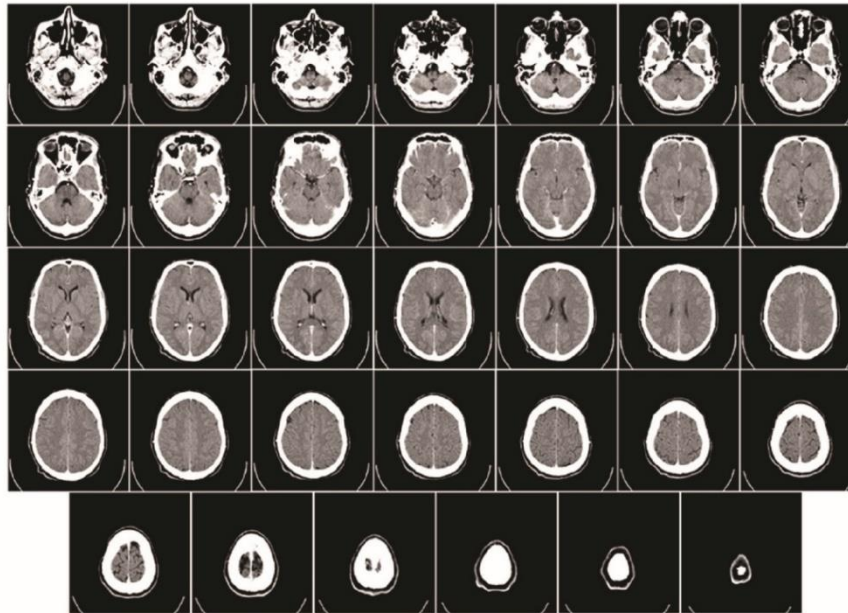
- Στο παρελθόν:
  - Συνδυασμός μίας λυχνίας και ενός αισθητήρα ακτινοβολίας
  - Λήψη των τομών βάσει περιστροφική κίνηση και την παράλληλη μετατόπιση του συνδυασμού λυχνίας-αισθητήρα
  - Διάρκεια εξέτασης: αρκετές ώρες
- Σύγχρονες τεχνικές:
  - Τεχνικές σπειροειδούς-ελικοειδούς σάρωσης (spiral-helical scanning) και πολλαπλών τομών
  - Ταυτόχρονη οριζόντια μετακίνηση του τραπέζιου ασθενούς και περιστροφή της πηγής και των αισθητήρων των ακτίνων X
  - Προσφέρουν:
    - Σημαντική μείωση της διάρκειας της εξέτασης (~15-100 λεπτά)
    - Εικόνες εξαιρετικής ευκρίνειας
    - Συλλογή δεδομένων για ~100 τομές
    - Δυνατότητα σύνθετης τρισδιάστατης εικόνας με επεξεργασία μέσω λογισμικού (χωρίς πρόσθετη ακτινοβολία για τον ασθενή).



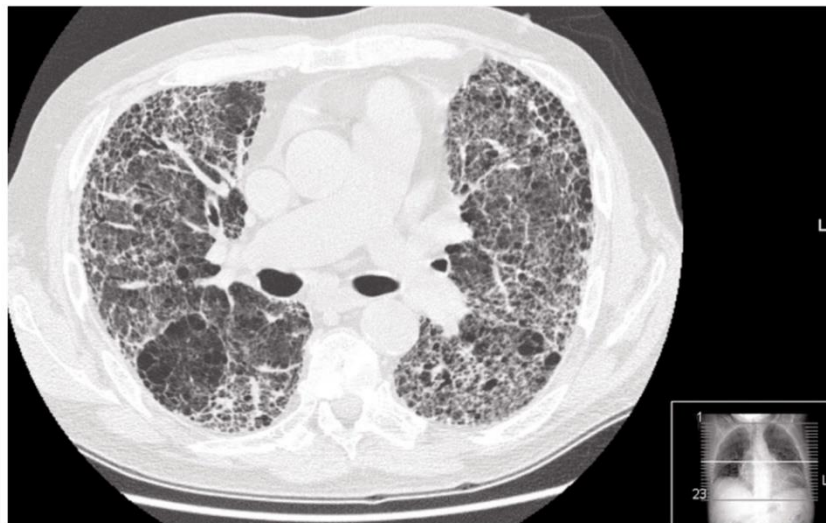
# Νεότερες εξελίξεις – σπειροειδής-ελικοειδής τεχνική



# Παραδείγματα αξονικών τομογραφιών



Αξονική  
τομογραφία  
εγκεφάλου



Αξονική  
τομογραφία  
θώρακος





# Η αξονική τομογραφία ως βιοϊατρικό σύστημα πραγματικού χρόνου

- Ενσωματώνει το σύνολο των λειτουργιών RTS που έχουν υλοποιηθεί στην περίπτωση των κλασικών ακτίνων Χ.
- Επιπλέον, η CT δίνει τη δυνατότητα για την υλοποίηση ελάχιστα παρεμβατικών (minimally invasive) συστημάτων.
- Η ενσωμάτωση ρομποτικών συστημάτων καθώς και η αξιοποίηση της δυνατότητας δημιουργίας 3D απεικονίσεων εισάγει περιορισμούς πραγματικού χρόνου και απαιτεί ταχύτερους αλγορίθμους.



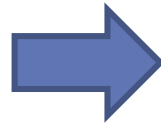
# Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων - αξονική τομογραφία (1)

- Συνδυασμός σε ένα μηχάνημα:
  - Τομογραφίας Εκπομπής Ποζιτρονίων (Positron Emission Tomography, PET) και
  - Αξονικής Τομογραφίας (CT)
- Λήψη εικόνων
  - CT → καταδεικνύουν την ανατομία των οργάνων του οργανισμού
  - PET → αναδεικνύουν τη λειτουργία των οργάνων
- Ρεαλιστική απεικόνιση των ζώντων υγιών και παθολογικών ιστών

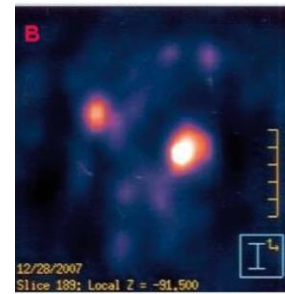


# Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων - αξονική τομογραφία (2)

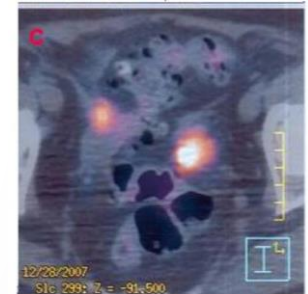
Αξονικός τομογράφος πολυτομικής ελικοειδούς τεχνολογίας και τομογράφος ποζιτρονίων με κρυστάλλους LSO (BIOGRAPH)



Απεικόνιση  
CT



Απεικόνιση  
PET



Συνδυασμένη  
Απεικόνιση  
PET-CT



# Χρήση τομογράφου PET/CT

- Καλύτερη διερεύνηση ογκολογικών και νευρολογικών παθήσεων, διάγνωση βιωσιμότητας του ισχαιμικού μυοκαρδίου
- Καθορισμός σταδίου κακοήθους όγκου σε ογκολογικές παθήσεις
- Αξιολόγηση ανταπόκρισης σεθεραπεία (ακτινοθεραπεία / χημειοθεραπεία) σε ογκολογικές παθήσεις
- Αλλαγή σχεδιασμένης στρατηγικής αντιμετώπισης μετά τα αποτελέσματα της απεικόνισης με τη μέθοδο PET/CT (σε ποσοστό 30%-35% των ασθενών με καρκίνο)
- Διάγνωση διαφόρων τύπων ανοιών και επιληπτικών εστιών:
  - Επιλογή κατάλληλης αγωγής
  - Έγκαιρη έναρξη θεραπείας
- Οφέλη για τους ασθενείς και οικονομικά οφέλη για το σύστημα Υγείας



# Αρχές λειτουργίας τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων

- Χρήση ουσίας Fluorodeoxyglucose (FDG) - περιέχει το ραδιοϊσότοπο «φθόριο 18» → εκπέμπει ποζιτρόνια
- Τα καρκινικά κύτταρα προσλαμβάνουν πολύ έντονα την ουσία FDG
- Η PET μπορεί να απεικονίζει την υψηλή συγκέντρωση FDG στα καρκινικά κύτταρα → συλλαμβάνει τα εκπεμπόμενα ποζιτρόνια



# Η τομογραφία PET/CT ως βιοϊατρικό σύστημα πραγματικού χρόνου

- Ανατομική και λειτουργική πληροφορία για τα εξεταζόμενα όργανα
- Κύριες προκλήσεις για την επέκταση χρήσης της συγκεκριμένης μεθόδου:
  - η δυναμική ανανέωση της εικόνας που προέρχεται από τη σύντηξη των δεδομένων PET και CT
  - η δημιουργία της τρισδιάστατης πληροφορίας για την απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο
- Συνθήκες λειτουργίας πραγματικού χρόνου:
  - αναπνοή, καρδιακός παλμός και μικρομετακινήσεις του ασθενή
- Προκλήσεις: ακρίβεια διάγνωσης, σταδιοποίησης και σχεδιασμού των μελλοντικών παρεμβάσεων στον ασθενή
- Discovery PET/CT 710 της εταιρίας GE: Χαρακτηριστικό σύστημα στο οποίο λαμβάνονται υπόψη οι ανωτέρω παράμετροι.



# Υπέρηχοι (1)

- Μορφή ενέργειας που αποτελείται από μηχανικές ταλαντώσεις, με συχνότητες υψηλότερες από το ακουσικό εύρος
- Εύρος συχνοτήτων διαγνωστικών εφαρμογών: 1 – 15 MHz
- Επιτρέπει την απεικόνιση εσωτερικών δομών του ανθρώπινου ιστού
- Το μέσο διάδοσης για τον υπέρηχο είναι ο ανθρώπινος ιστός
- Ευρέως διαδεδομένη μέθοδος (χρήση εδώ και 50 χρόνια)
- Πολύ οικονομική
- Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία: «ασφαλής μέθοδος»



# Υπέρηχοι (2)



Bundesarchiv, Bild 103-1060-0417-001  
Foto: Grubitzsch (geb. Raphael), Walthaus 17. April 1900

## Εξέταση του υπερηχογραφήματος



Έμβρυο 12 εβδομάδων και 3 ημερών Έμβρυο 14 εβδομάδων





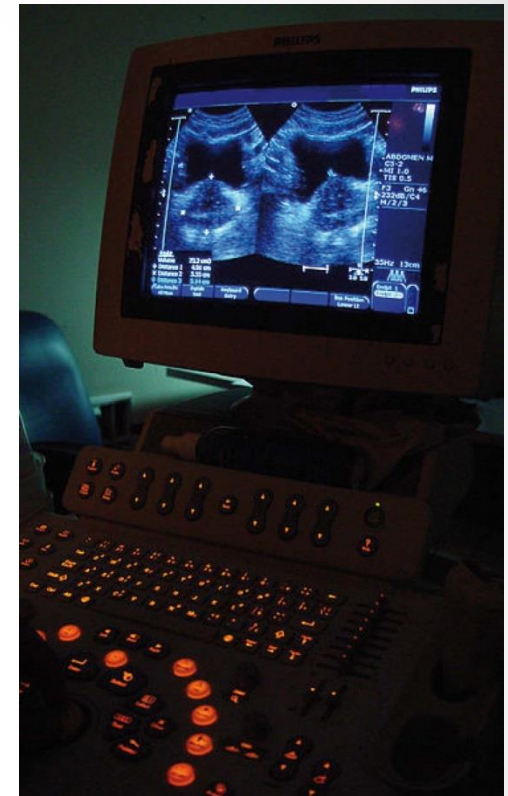
# Εφαρμογές υπερήχων

- Πρόβλεψη ημερομηνίας γέννησης
- Διάγνωση φύλου του εμβρύου
- Προσδιορισμός θέσης εμβρύου
- Έλεγχος πολλαπλής εγκυμοσύνης
- Έλεγχος σοβαρών φυσικών ανωμαλιών
- Έλεγχος καρδιακών παθήσεων (υπερηχοκαρδιογράφημα)
- Αντιμετώπιση εγκεφαλικών επεισοδίων
- Διάγνωση – αντιμετώπιση καρκίνου (π.χ. του μαστού),
- Οφθαλμολογία (μέτρηση μήκους οφθαλμού - διάγνωση πολλών διαταραχών της όρασης, παροχή δεδομένων για εγχειρίσεις καταρράκτη κ.α.)



# Αρχές λειτουργίας εξέτασης υπερήχων

- Συσκευή πομπού-δέκτη παράγει υπερήχους στην περιοχή συχνοτήτων 1-15 MHz
- Οι υπέρηχοι ανακλώνται μερικώς όταν συναντούν αλλαγές πυκνότητας (π.χ. στη σύνδεση μυών με τα οστά, σε μικρές δομές εντός των οργάνων, αιμοσφαίρια εντός του πλάσματος κ.λπ.)
- Μερικές ανακλάσεις επιστρέφουν στη συσκευή πομπού-δέκτη
- Με βάση τη διαφορά χρόνου εκπομπής-λήψης και τη συχνότητα των υπερήχων εντοπίζεται η θέση και η κίνηση των ανακλώντων επιφανειών
- Οι ανακλώμενοι υπέρηχοι οπτικοποιούνται έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία



Απεικονιστικός εξοπλισμός υπερήχων



# Υπέρηχοι Doppler (1)

- Εξειδικευμένη εφαρμογή των υπέρηχων για την εξέταση και απεικόνιση της ροής του αίματος εντός του κυκλοφορικού συστήματος
- Επιτρέπουν την εκτίμηση της ροής του αίματος στις μείζονες αρτηρίες και φλέβες

## Εφαρμογές:

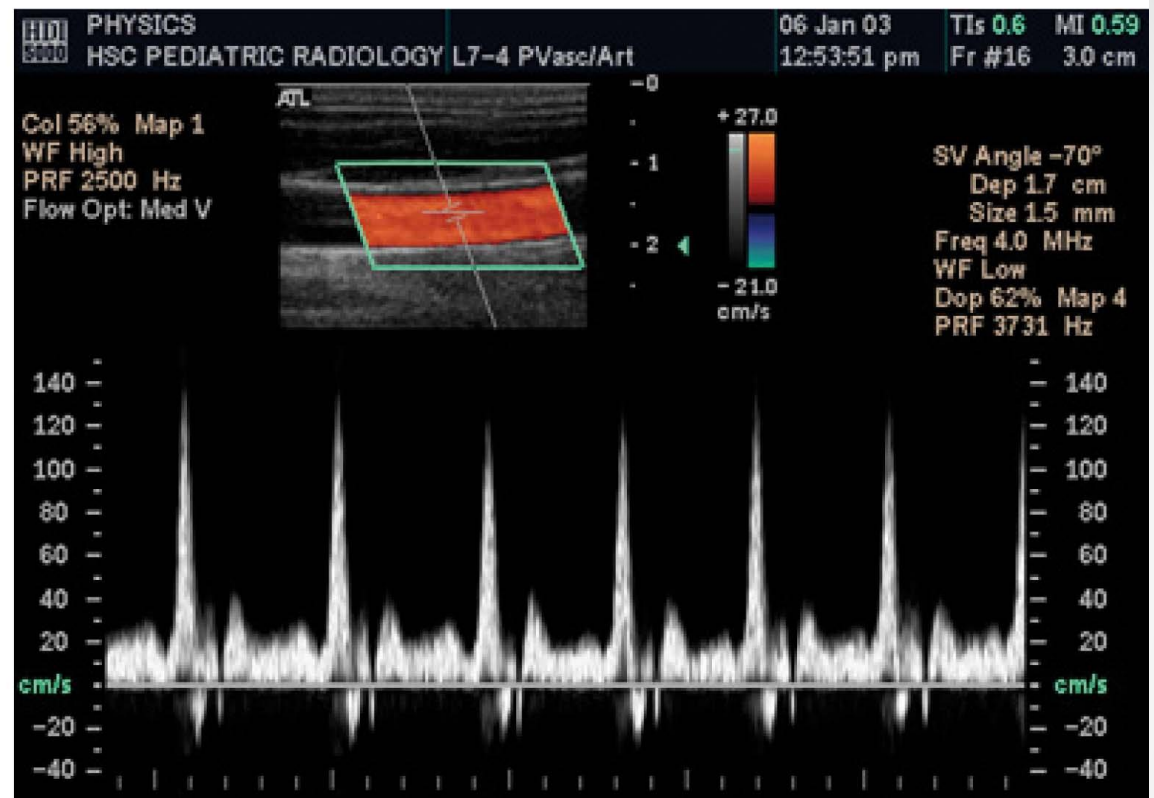
- Αναδεικνύει ελαττωμένη ροή μέσω στενώσεων στις αρτηρίες του λαιμού (κίνδυνος εγκεφαλικού)
- Εντοπίζει θρόμβους σε φλέβες των ποδιών (κίνδυνος πνευμονικής εμβολής)
- Στην εγκυμοσύνη για έλεγχο της ροής του αίματος στο έμβρυο
- Έλεγχος και παρακολούθηση της λειτουργίας της καρδιάς



# Υπέρηχοι Doppler (2)



Υπερηχογράφος Doppler



Ληφθείσα εικόνα με χρωματική κωδικοποίηση



# Τύποι υπερήχων Doppler

- Doppler συνεχούς κυματομορφής (continuous wave Doppler)
  - Ο πομποδέκτης παράγει ακουστικά σήματα με μεταβαλλόμενη τονικότητα
  - Χρησιμοποιείται για ταχείες εκτιμήσεις
- Διπλό (Duplex) Doppler
  - Παράγει εικόνες των αιμοφόρων αγγείων και των οργάνων που τα περιβάλλουν.
  - Παράγει γραφήματα που δίνουν πληροφορίες σχετικά με την ταχύτητα και την κατεύθυνση της ροής του αίματος στα εξεταζόμενα αγγεία
- Doppler με χρωματική κωδικοποίηση
  - Απεικονίζονται τα αγγεία
  - Χρωματική κωδικοποίηση της ταχύτητας και της κατεύθυνσης της ροής μέσω επεξεργασίας των σημάτων σε υπολογιστή
  - Η χρωματική κωδικοποίηση υπερτίθεται στην εικόνα του αγγείου
- Power Doppler
  - Χρησιμοποιείται κυρίως για την εξέταση των αγγείων που βρίσκονται εντός στερεών οργάνων



# Οι υπέρηχοι ως βιοϊατρικό σύστημα πραγματικού χρόνου

- Τα συστήματα υπερήχων και ιδιαίτερα τα συστήματα υπερήχων Doppler, ενσωματώνουν ένα πλήθος από αλγόριθμους αυτόματης επεξεργασίας και ανάλυσης των περιοχών που απεικονίζονται.
- Στα συστήματα Doppler συνήθως απαιτείται η ανάλυση των αιμοδυναμικών και μηχανικών χαρακτηριστικών μιας αρτηρίας ώστε να εκτιμηθεί η αιματική ροή και η κινητικότητα του ιστού.
- Επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο
- Οι συντιθέμενες εικόνες προβάλλονται στην οθόνη του υπερηχογράφου.
- RTS αλγόριθμοι στους υπερήχους που εφαρμόζονται στη φυσικοθεραπεία για την αποκατάσταση ατόμων που πρέπει να ενδυναμώσουν τους μύς της κοιλιακής χώρας, της πλάτης και των γοφών.
- Οι υπέρηχοι σε αυτή την περίπτωση αποτυπώνουν τον φόρτο που εισάγεται στους διάφορους μύς κατά την άσκηση, επιτρέποντας στους ιατρούς να καθοδηγήσουν τους ασθενείς στην εκγύμναση ώστε να εξασκούνται οι σωστοί μύς και με το κατάλληλο κάθε φορά φορτίο.



# Μαγνητική τομογραφία (MRI)

- Magnetic Resonance Imaging, MRI
  - Απεικονιστική τεχνική που παράγει υψηλής ποιότητας εικόνες του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος.
- Βασίζεται στις αρχές του μαγνητικού πυρηνικού συντονισμού
- Αρχικά απεικόνιζε μόνο τομές του ανθρώπινου σώματος
- Έχει εξελιχθεί σημαντικά παρέχοντας τη δυνατότητα να απεικονίζεται και ο όγκος (παραγωγή τρισδιάστατων εικόνων του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος)
- Οι σύγχρονες τεχνικές έχουν μειώσει αισθητά τον χρόνο εξέτασης



# Αρχές λειτουργίας Μαγνητικής Τομογραφίας

- Χρήση των ιδιοτήτων των ατόμων υδρογόνου (H)
  - Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται κυρίως από άτομα υδρογόνου (63%)
- Η εξέταση γίνεται υπό επίδραση μαγνητικού πεδίου 1,5-3 Tesla
- Οι πυρήνες των ατόμων του υδρογόνου στρέφονται είτε:
  - Προς την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου (κατάσταση χαμηλής ενέργειας)
  - Προς την αντίθετη κατεύθυνση (κατάσταση υψηλής ενέργειας)
  - Οι περισσότεροι πυρήνες μεταπίπτουν στην κατάσταση χαμηλής ενέργειας
- Δημιουργία συνολικού μαγνητικού πεδίου το οποίο παρέχει το προς επεξεργασία σήμα
- Κάθε άτομο H δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο λόγω της περιστροφής του πρωτονίου του πυρήνα του γύρω από τον εαυτό του
- Το σήμα συλλέγεται από κατάλληλους αισθητήρες και κατόπιν υπόκειται σε υπολογιστική επεξεργασία
- Ιστοί με μεγαλύτερη συγκέντρωση σε νερό απεικονίζονται με πιο ανοικτό χρώμα → παράγουν μαγνητικό πεδίο μεγαλύτερης έντασης

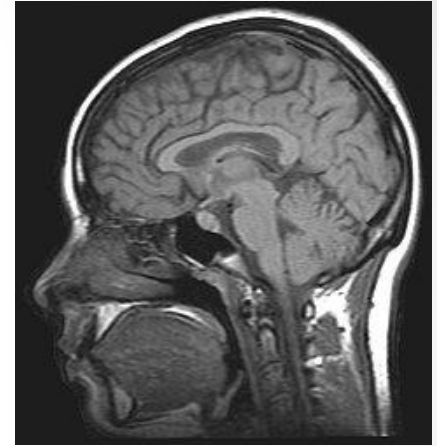




# Διαφορές αξονικής – μαγνητικής τομογραφίας

## MRI

- ✚ Χρησιμοποιεί μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας, σε αντίθεση με την επιβαρυντική για τον οργανισμό ιοντίζουσα ακτινοβολία (CT).
- ✚ Χρησιμοποιείται άφοβα όσο συχνά απαιτείται για την εξέταση του ασθενούς.
- ✚ Προσφέρει καλύτερη απεικόνιση των σπλάχνων, των μυών και όλων των άλλων μαλακών ιστών του οργανισμού.
- ✚ Χρησιμοποιείται σε πληθώρα εξετάσεων όπως εξετάσεις εγκεφάλου, αγγειογραφίες, εξετάσεις σπονδυλικής στήλης, εξετάσεις άνω-κάτω κοιλίας, ορθοπαιδικές εξετάσεις, μυελογραφίες, κ.λπ.
- ✖ Έχει σημαντικά υψηλότερο κόστος σε σχέση με την CT.



Μαγνητική τομογραφία ανθρώπινου εγκεφάλου



Μαγνητική τομογραφία αυχένα



# Λειτουργική μαγνητική απεικόνιση (1)

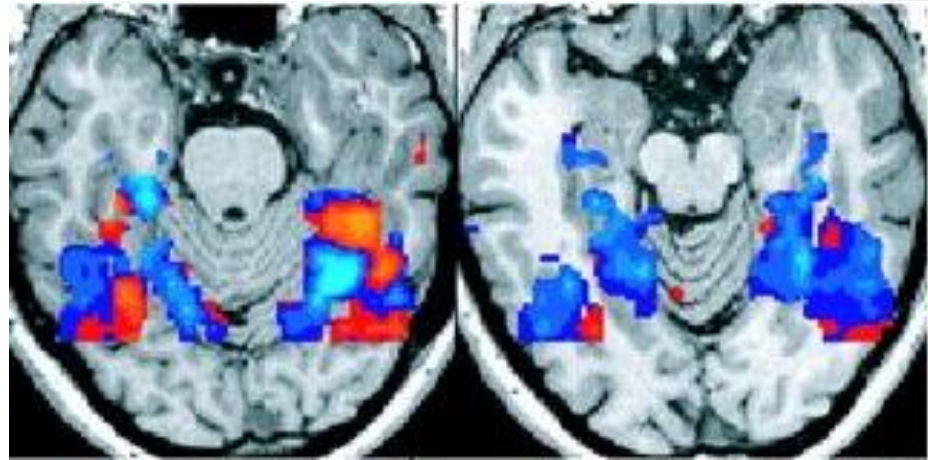
- Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI): Τεχνική για τη μέτρηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας
- Εντοπίζει τις αλλαγές στην οξυγόνωση και τη ροή του αίματος που προκύπτουν ως ανάδραση στη δραστηριότητα των νευρώνων:
  - Πιο ενεργή περιοχή εγκεφάλου ↔ μεγαλύτερη κατανάλωση οξυγόνου ↔ αυξημένη ροή του αίματος προς την περιοχή αυτή
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία χαρτών ενεργοποίησης των τμημάτων του εγκεφάλου
- Σημαντικά πλεονεκτήματα:
  - Μη επεμβατική
  - Δεν περιλαμβάνει ακτινοβολία: ασφαλής για τον εξεταζόμενο.
  - Εξαιρετική χωρική ανάλυση και καλή χρονική ανάλυση
  - Εύκολη στη χρήση για τον εξεταστή



# Λειτουργική μαγνητική απεικόνιση (2)



Συσκευή fMRI



Απεικόνιση fMRI



# Αρχή λειτουργίας fMRI

- Αξιοποιεί τις μαγνητικές ιδιότητες της αιμοσφαιρίνης (Hb)
  - Hb: διαμαγνητική (έχει δηλαδή την ιδιότητα να απωθείται ελαφρώς από εξωτερικά μαγνητικά πεδία) όταν είναι οξυγονωμένη
  - Hb: παραμαγνητική (έχει δηλαδή την ιδιότητα να έλκεται ελαφρώς από εξωτερικά μαγνητικά πεδία) όταν δεν είναι οξυγονωμένη
- Το οξυγόνο μεταφέρεται στους νευρώνες μέσω της Hb στα ερυθρά αιμοσφαίρια
- Αυξημένη δραστηριότητα νευρώνων ↔ αυξημένη ζήτηση για οξυγόνο
  - Αύξηση ροής του αίματος προς τις περιοχές με αυξημένη δραστηριότητα



# Η μαγνητική τομογραφία ως βιοϊατρικό σύστημα πραγματικού χρόνου

- Σύστημα RTS:
  - MRI και κυρίως η fMRI όπου απαιτείται
  - ανίχνευση συγκεκριμένων διεγέρσεων σε πραγματικό χρόνο
  - για τη χαρτογράφηση της λειτουργικότητας περιοχών του εγκεφάλου, αλλά και άλλων περιοχών του σώματος.
- Εξειδικευμένοι αλγόριθμοι στοχεύουν στη ανάλυση και επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο των σημάτων.
- Συστήματα μελέτης της αλληλεπίδρασης εγκεφάλου υπολογιστή (Brain Computer Interaction).



# Ενδοσκοπική κάψουλα (1)

- Ενδοσκοπική κάψουλα (endoscopic capsule) ή κάμερα-χάπι (pill-camera)
- Χρησιμοποιείται για την καταγραφή και μετάδοση εικόνας από το εσωτερικό των ασθενών.
- Μέγεθος περίπου όσο μια πολυβιταμίνη
- Διαθέτει κάμερα με ευρυγώνιο φακό προσανατολισμένο προς το πλαϊνό μέρος της κάψουλας
- Λαμβάνει φωτογραφίες καθώς η κάψουλα κινείται κατά μήκος του πεπτικού συστήματος
- Περιστρέφεται γύρω από τον άξονα περιστροφής της → οι φωτογραφίες αποτυπώνουν όλη την περίμετρο των τοιχωμάτων του γαστρεντερικού συστήματος

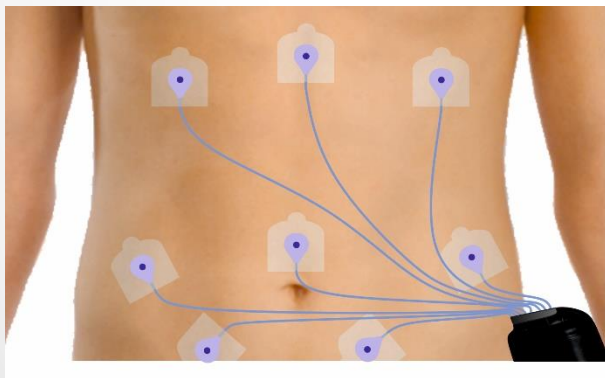
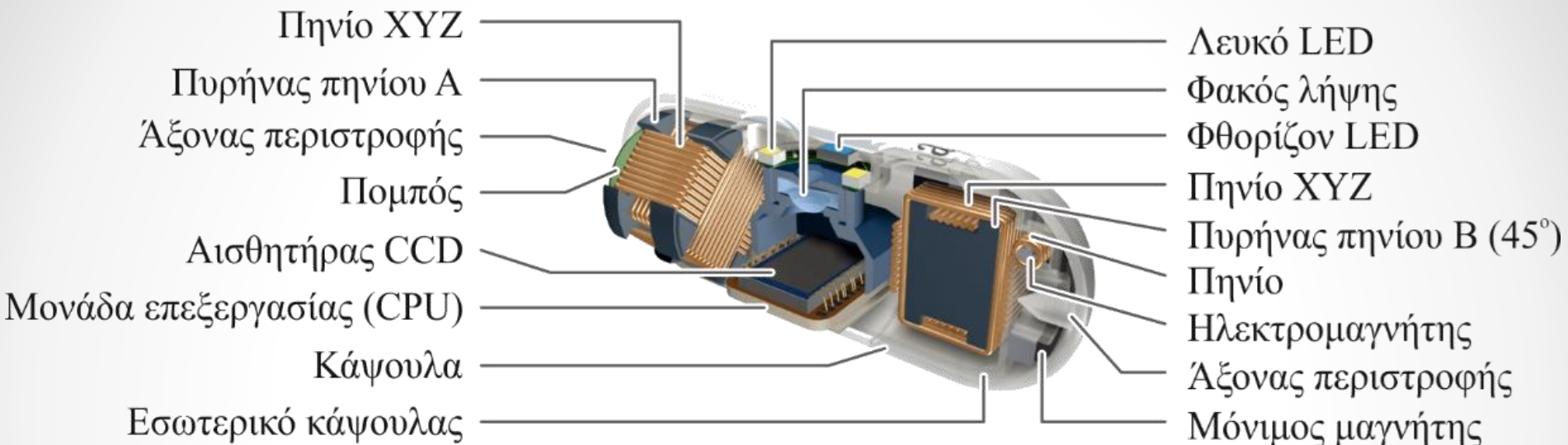


# Ενδοσκοπική κάψουλα (2)

- Οι φωτογραφίες:
  - Αποστέλλονται μέσω ειδικού πομπού
  - Λαμβάνονται από δέκτες σε γιλέκο που φορά ο ασθενής
  - Προωθούνται σε συσκευή καταγραφής
- Επεξεργασία εικόνων από εξειδικευμένο λογισμικό
  - Σύνθεση πλήρους εικόνας των τοιχωμάτων του γαστρεντερικού συστήματος.
- Το λογισμικό «συρράπτει» τις φωτογραφίες (διόρθωση παραμόρφωσης του ευρυγώνιου φακού στα άκρα κάθε φωτογραφίας)



# Ενδοσκοπική κάψουλα (3)



Διάταξη δεκτών τοποθετημένων στο γιλέκο, καθώς και συσκευή καταγραφής



Μέγεθος κάψουλας σε σχέση με μέγεθος των χεριών ενός ενήλικα





# Ενδοσκοπική κάψουλα: Δυνατότητες και χαρακτηριστικά του συστήματος

- Αποστολή φωτογραφιών από ειδικό πομπό που είναι ενσωματωμένος στην κάψουλα στους δέκτες οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε ένα γιλέκο που φορά ο ασθενής.
- Από τους δέκτες οι φωτογραφίες προωθούνται σε μία συσκευή καταγραφής.
- Σύνθεση πλήρους εικόνας των τοιχωμάτων του γαστρεντερικού συστήματος μέσω ειδικού λογισμικού.
- Διόρθωση της παραμόρφωσης που εισάγει ο ευρυγώνιος φακός στα άκρα της κάθε φωτογραφίας.

410.000 εικονοστοιχεία (pixels)  
ανάλυση/φωτογραφίας  
30 φωτογραφίες/δευτερόλεπτο



870.000 φωτογραφίες  
σε διάστημα  
λειτουργίας 8 ωρών



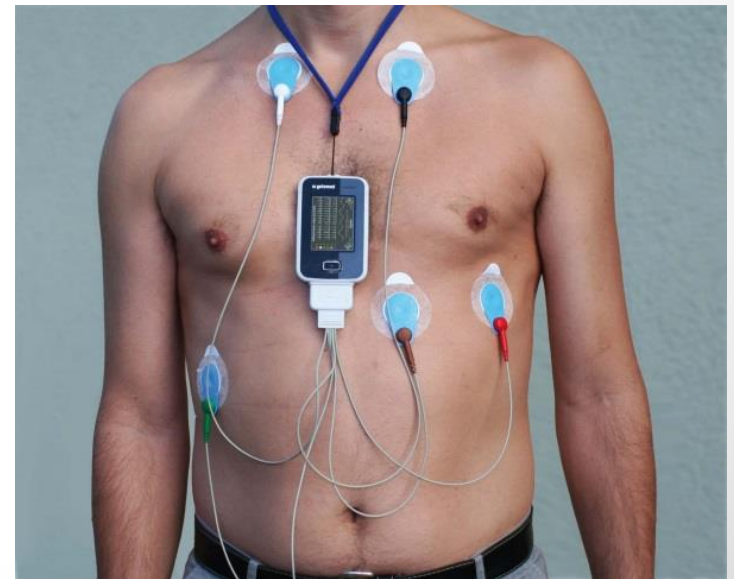
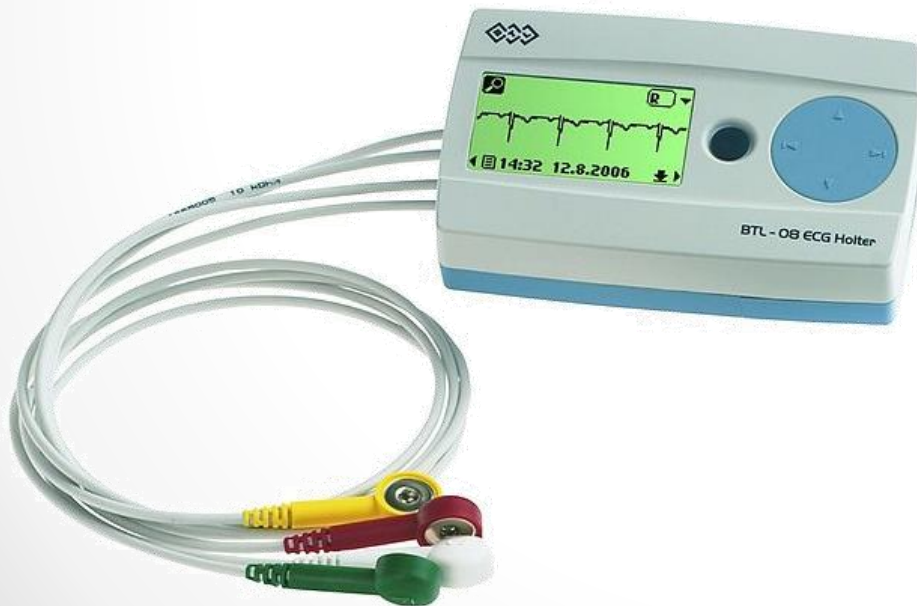
# Πλεονεκτήματα έναντι της συμβατικής ενδοσκοπησης

- Μικρή ταλαιπωρία
- Δεν απαιτεί νάρκωση (αποφυγή πιθανών καρδιοπνευμονικών διαταραχών)
- Απλή, ασφαλή και ελάχιστα παρεμβατική εναλλακτική λύση στις ενδοσκοπήσεις πεπτικού
- Έλεγχος λεπτού εντέρου
- Ικανοποίηση του ασθενή: εύκολη κατάπωση της κάψουλας, άνεση κατά τη διάρκεια της εξέτασης
- Άμεση ανάρρωση του εξεταζόμενου
- Δεν απαιτείται συνεχής παρουσία ιατρού
- Ασύρματη ενδοσκοπηση



# Holter monitor

- Ambulatory electrocardiography device
  - Φορητή συσκευή για συνεχή καταγραφή των ηλεκτρικών σημάτων της καρδιάς
- Πολύωρη χρήση → επιτρέπει την παρατήρηση καρδιακής αρρυθμίας (δύσκολη ανίχνευση με απλό ηλεκτροκαρδιογράφημα)



# Διαγνωστική αξία Holter

- Παρουσία, συχνότητα και χαρακτήρα έκτακτων συστολών
- Παροξυσμικές υπερκοιλιακές ταχυκαρδίες
- Σοβαρότερες κοιλιακές ταχυκαρδίες
- Περιόδους φλεβοκομβικής βραδυκαρδίας ή παύσης
- Παροδικό κολποκοιλιακό αποκλεισμό ποικίλου βαθμού
- Μεταβολές στο ηλεκτροκαρδιογράφημα ενδεικτικές ισχαιμίας
- Τη δραστηριότητα εφαρμοζόμενης φαρμακευτικής αγωγής
  
- Αν αναγνωριστούν οι ανώτερες καταστάσεις μπορεί να:
  - είναι αθώες και να μην απαιτούν ειδική θεραπεία
  - να χρειαστεί φαρμακευτική αγωγή
  - να επιβάλλεται εμφύτευση τεχνητού βηματοδότη ή απινιδωτή



# Αρχή λειτουργίας Holter monitor

- Παρόμοια με αυτή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος
- Καταγράφει τα ηλεκτρικά σήματα της καρδιάς με τη βοήθεια ηλεκτροδίων τα οποία είναι συνδεδεμένα στο στήθος του ασθενή
- Ο αριθμός των ηλεκτροδίων ποικίλει ανάλογα με το μοντέλο
- Σύνδεση ηλεκτροδίων με μια μικρή συσκευή η οποία προσαρμόζεται εύκολα στη ζώνη του ασθενή και είναι υπεύθυνη για την καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας.
- Τα δεδομένα φορτώνονται σε ενσωματωμένο επεξεργαστή → ανάλυση σημάτων εισόδου και υπολογισμός στατιστικών στοιχείων (π.χ. παλμοί)
- Όλα τα δεδομένα είναι διαθέσιμα για περαιτέρω ανάλυση



# Θεραπευτικά συστήματα

...

# Θεραπευτικά Συστήματα

- Καρδιακός βηματοδότης
- Προγραμματιζόμενη αντλία έγχυσης φαρμάκου
- Σύστημα παρακολούθησης επιπέδων γλυκόζης και αυτόματης χορήγησης ινσουλίνης σε πραγματικό χρόνο
- Βιονικό χέρι
- Βιονικό μάτι
- Χειρουργικό σύστημα da Vinci
- Σύστημα παρακολούθησης καρδιάς, θερμοκρασίας και υγρασίας ανθρωπίνου σώματος
- Στερεοτακτική ακτινοχειρουργική
- Χειρουργική ματιών με laser
- Ακουστικό βαρηκοΐας



# Καρδιακός βηματοδότης

- Ιατρική συσκευή που ρυθμίζει την καρδιακή λειτουργία
- Εκπέμπει ηλεκτρικά σήματα, τα οποία οδεύονται στους καρδιακούς μυς μέσω ηλεκτροδίων με στόχο να ρυθμίσει την καρδιακή λειτουργία.
- Ο πρώτος βηματοδότης κατασκευάστηκε ~1930 (από τον Albert Hyman) και ήταν μία **εξωτερική** συσκευή όπου το ρεύμα παραγόταν με χειρωνακτική περιστροφή μιας μανιβέλας.





# Τύποι βηματοδότηων (1)

- **Εξωτερικός ή διαδερμικός βηματοδότης (transcutaneous pacemaker)**
  - Χρησιμοποιείται για την αρχική σταθεροποίηση του ασθενούς
  - Διάταξη με δύο ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στον θώρακα του ασθενούς
  - Το ένα ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο πάνω μέρος του στέρνου και το άλλο ηλεκτρόδιο τοποθετείται κάτω από την αριστερή μασχάλη, πλησίον των κάτω πλευρών
- **Προσωρινός εσωτερικός ή διαφλεβικός βηματοδότης (temporary internal pacing ή transvenous pacemaker)**
  - Εξωτερική γεννήτρια παλμών, ηλεκτρόδιο και καθετήρας
  - Σύνδεση με την καρδιά μέσω καθετήρα
  - Συνήθως ενδιάμεσο στάδιο πριν την τοποθέτηση μόνιμου βηματοδότη
  - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για προσωρινή ρύθμιση
- **Μόνιμος βηματοδότης (permanent pacemaker)**
  - Γεννήτρια:
    - Ερμητικά κλειστή συσκευή
    - Τοποθετείται στο ανθρώπινο στήθος
    - Κατασκευασμένη συνήθως από τιτάνιο
  - Ηλεκτρόδια συνδέονται σε σημεία της καρδιάς

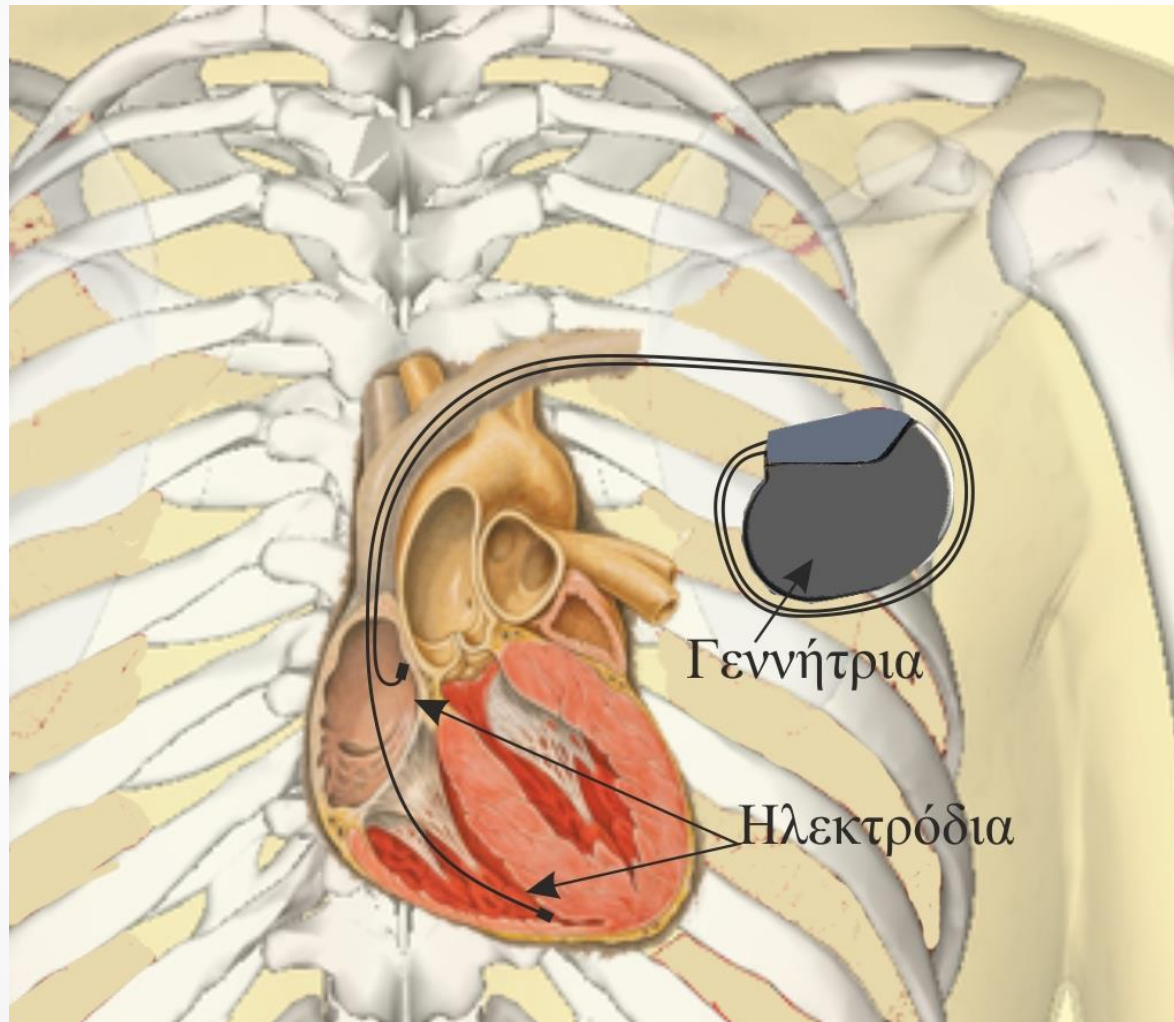


# Τύποι βηματοδότηων (2)

- **Αμφικοιλιακός βηματοδότης**
  - Χρησιμοποιείται για θεραπεία επανασυγχρονισμού καρδιάς
  - Δίνει ρυθμό σε δύο κοιλίες της καρδιάς.
  - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με εμφυτεύσιμους απινιδωτές
- **Καρδιακός απινιδωτής**
  - Ερμητικά κλειστή συσκευή
  - Τοποθετείται στο ανθρώπινο στήθος
  - Παρακολουθεί συνεχώς τον ρυθμό της καρδιάς και θεραπεύει
  - Διαχωρίζει καταστάσεις όπως συνηθισμένη ταχυπαλμία ή προβληματική λειτουργία των κοιλιών της καρδιάς προσφέροντας τους κατάλληλους παλμούς



# Εμφύτευση μόνιμου βηματοδότη



# Προγραμματιζόμενη αντλία έγχυσης φαρμάκου

- Προγραμματιζόμενη αντλία έγχυσης φαρμάκου (Programmable drug infusion pump): Ηλεκτρονική συσκευή για την αυτόματη έγχυση φαρμάκου σε ασθενείς
- Μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να χορηγεί κατάλληλες ποσότητες φαρμάκου στις κατάλληλες χρονικές στιγμές.
- Περιέχει μία δεξαμενή (reservoir) για το προς χορήγηση φάρμακο
- Η δεξαμενή διογκώνεται ή συρρικνώνεται ανάλογα με την ποσότητα φαρμάκου
- Η περιοχή γύρω από τη δεξαμενή φαρμάκου γεμίζεται με αέριο
- Σε κανονικές θερμοκρασίες σώματος το αέριο διογκώνεται και πιέζει το δοχείο φαρμάκου



# Προγραμματιζόμενη αντλία έγχυσης φαρμάκου

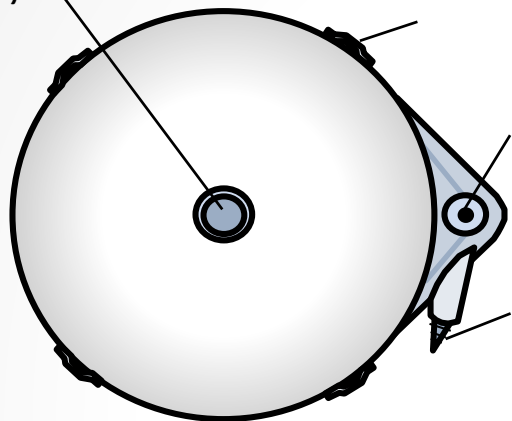
- Η πίεση αυτή προωθεί το φάρμακο στην αντλία
- Χρήση ηλεκτρονικού κυκλώματος και μηχανικού μέρους για ενεργοποίηση των κυλίνδρων της αντλίας και ώθηση συγκεκριμένης ποσότητας φαρμάκου στην έξοδο καθετήρα
- Βαλβίδα υπερχείλισης για προστασία
- Πλήρωση δεξαμενής μέσω εισόδου πρόσβασης καθετήρα με χρήση μικρών βελόνων



# Προγραμματιζόμενη αντλία έγχυσης φαρμάκου

Είσοδος πλήρωσης  
δεξαμενής

Βρόχος συρραφής



Είσοδος πρόσβασης  
καθετήρα

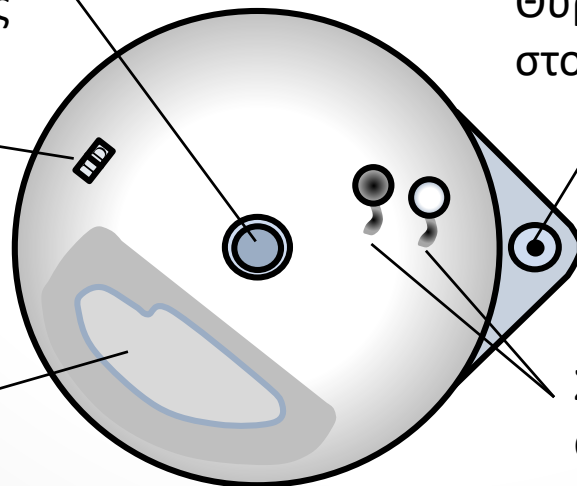
Έξοδος καθετήρα

Εξωτερική όψη  
αντλίας έγχυσης  
φαρμάκου  
SynchroMed II

Είσοδος πλήρωσης  
δεξαμενής

Θύρα πρόσβασης  
στον καθετήρα

Μη ακτινοδιαπερατός  
προσδιοριστής



Δεξαμενή  
φαρμάκου

Σωληνώσεις  
αντλίας

Εσωτερική όψη  
αντλίας έγχυσης  
φαρμάκου  
SynchroMed II



# Σύστημα παρακολούθησης επιπέδων γλυκόζης και αυτόματης χορήγησης ινσουλίνης σε πραγματικό χρόνο

- Χορήγηση ινσουλίνης σε κατάλληλες χρονικές στιγμές
- Το σύστημα προσαρμόζεται στα ρούχα του ασθενή - ο αισθητήρας εφαρμόζεται στο σώμα του
- Ο αισθητήρας γλυκόζης τοποθετείται εξωτερικά στο στομάχι του ασθενή
- Παρακολουθεί συνεχώς τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα
- Αποστέλλει τα αποτελέσματα με ασύρματο τρόπο
- Τα αποτελέσματα υπόκεινται σε επεξεργασία → χορήγηση ινσουλίνης μέσω αντλίας ινσουλίνης (insulin pump) όταν χρειάζεται
- Η δόση καθορίζεται από το χρήστη ανάλογα με τα επίπεδα γλυκόζης



# Σύστημα παρακολούθησης επιπέδων γλυκόζης και αυτόματης χορήγησης ινσουλίνης σε πραγματικό χρόνο (2)

- Πλεονεκτήματα για τον ασθενή
  - Παρακολούθηση των επιπτώσεων διαφόρων τροφών στα επίπεδα γλυκόζης του αίματος
  - Παρακολούθηση των επιπτώσεων διαφόρων ενεργειών, π.χ. γυμναστική.
  - Αποφυγή υπογλυκαιμιών και υπεργλυκαιμιών
  - Ειδοποίηση για τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα καθώς και για απότομες μεταβολές τους
  - Αποθήκευση στατιστικών στοιχείων κάθε τρίωρο και κάθε εικοσιτετράωρο
  - Εύκολος χειρισμός και ασύρματη μετάδοση δεδομένων
- Μειονέκτημα
  - Αλλαγή αισθητήρα γλυκόζης το αργότερο κάθε 3 συνεχόμενες ημέρες χρήσης





# Βιονικό χέρι

- Τα βιονικά μέλη είναι πολύ σημαντικά για τους ανθρώπους που έχουν χάσει κάποιο μέλος τους
- Τα πρώτα βιονικά μέλη παρουσιάζουν χαμηλή λειτουργικότητα:
  - Τα περισσότερα τεχνητά άκρα είναι τροφοδοτούμενα από μυοηλεκτρικά σήματα τα οποία ξεκινούν από ένα ζευγάρι μυών και καταλήγουν στο ακρωτηριασμένο άκρο.
  - Επιτρέπει στο τεχνητό άκρο να πραγματοποιεί μόνο μία κίνηση τη φορά, π.χ. πρώτα κίνηση του αγκώνα και αφού ολοκληρωθεί γίνεται η κίνηση του καρπού.
  - Εξαιρετικά αργή και απογοητευτική μέθοδος για τους χρήστες
  - Συμβατικές μέθοδοι μυοηλεκτρικού ελέγχου υψηλού επιπέδου δεν παρέχουν φυσική αίσθηση
  - Οι κινήσεις δικέφαλων και τρικέφαλων μυών δεν συσχετίζονται άμεσα με την περιστροφή του καρπού και με το άνοιγμα/κλείσιμο του ανθρώπινου χεριού



# Βιονικό χέρι RIC (Rehabilitation Institute of Chicago)

- Τα σήματα που ελέγχουν το χαμένο μέλος παραμένουν προσβάσιμα από τα νεύρα της γειτονικής περιοχής
- Εμφύτευση των νεύρων αυτών σε «πλεονάζοντες» μύες (μύες με περιορισμένη λειτουργικότητα)
  - Δυνατότητα παραγωγής πρόσθετων σημάτων ελέγχου
  - Παράλληλη εκτέλεση πολλαπλών λειτουργιών σε τεχνητά μέλη
- Ανάπτυξη νεύρων που ελήφθησαν από τον ώμο του ασθενή και κατεύθυνση τους στο στήθος του ασθενή
  - Σκέψη της κίνησης χεριού → Παλμοί σε τμήμα του στήθους
  - Χρήση ηλεκτροδίων για εντοπισμό των παλμών και μετάφορά σε επεξεργαστή καθοδήγησης του βιονικού χεριού
- Ενθαρρυντικά αποτελέσματα στους ασθενείς που εφαρμόστηκε



# Βιονικό μάτι

- Εμφύτευμα στον οφθαλμό
  - Χρήση όταν το οπτικό νεύρο, ο βολβός του ματιού και ο αμφιβληστροειδής χιτώνας είναι ανέπαφοι
  - Πιο κοινή περίπτωση: μελαγχρωστική αμφιβληστροειδοπάθεια
- Ενσωματωμένη κάμερα πάνω σε γυαλιά
  - Μετάδοση εικόνας μέσω υψίσυχνων σημάτων σε ολοκληρωμένο εμφυτευμένο στον αμφιβληστροειδή χιτώνα
  - Ηλεκτρόδια μετατρέπουν τα σήματα σε ηλεκτρικούς παλμούς και διεγείρουν τα κύτταρα στον αμφιβληστροειδή χιτώνα που συνδέονται στο οπτικό νεύρο
  - Προϋποθέτει κάποια λειτουργικά κύτταρα στον αμφιβληστροειδή χιτώνα αλλά όχι έναν ανέπαφο βολβό



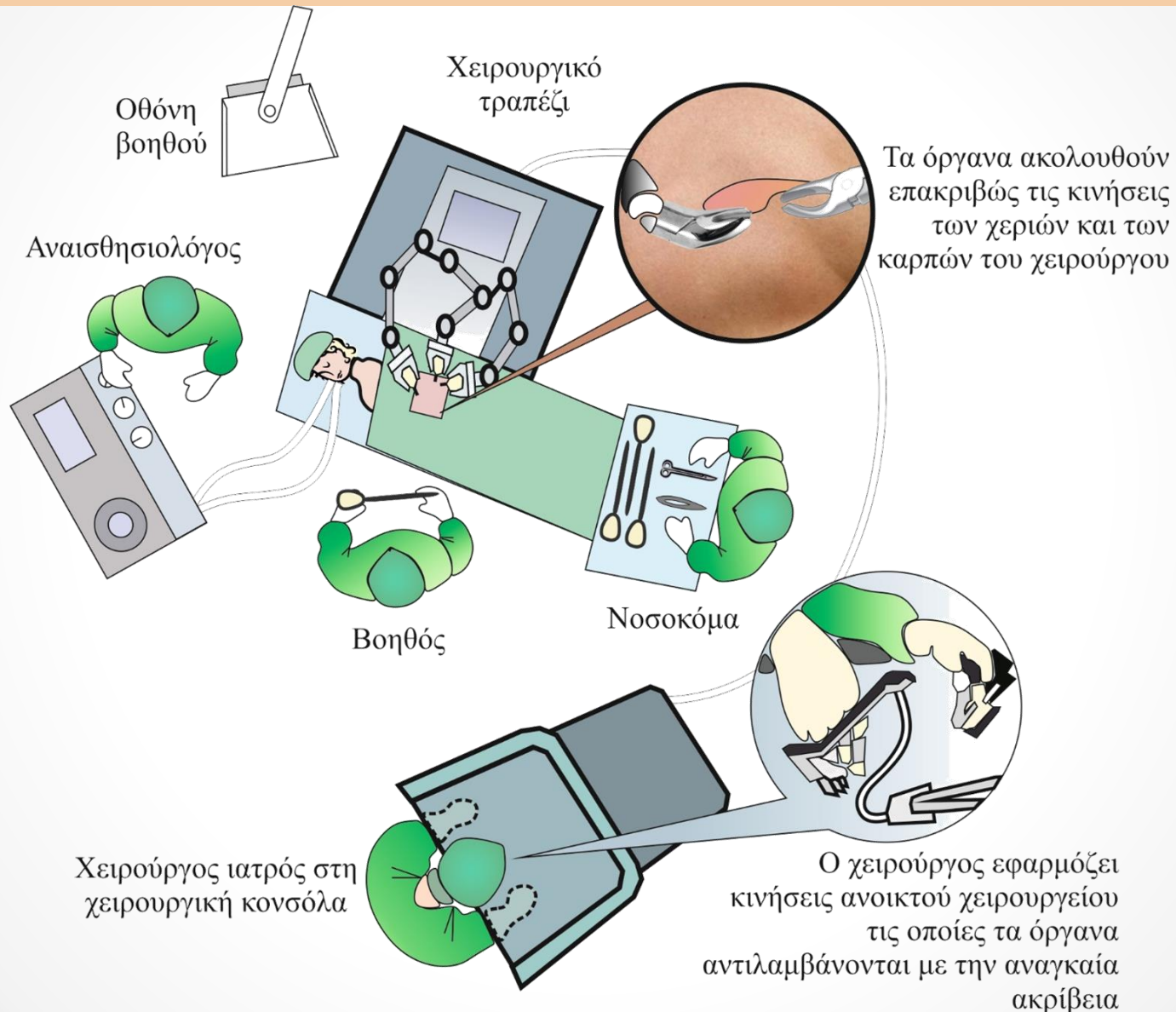
# Χειρουργικό σύστημα da Vinci (1)

Αποτελείται από:

- Χειρουργική κονσόλα (surgeon's console)
- Χειρουργικό τραπέζι (patient-side cart) το οποίο περιέχει τέσσερα μηχανικά χέρια
- Υψηλής απόδοσης σύστημα παρακολούθησης (InSite Vision System)
- Χειρουργικά εργαλεία (EndoWrist Instruments) τα οποία συνδέονται στα μηχανικά χέρια



# Χειρουργικό σύστημα da Vinci (2)



# Χειρουργικό σύστημα da Vinci (3)

- Χειρουργική κονσόλα
  - Ο χειρουργός παρακολουθεί την περιοχή του ασθενή σε 3D απεικόνιση και εκτελεί την εγχείρηση χρησιμοποιώντας μοχλούς ενώ βρίσκεται καθισμένος
  - Οι κινήσεις του μεταφράζονται με ακρίβεια και σε πραγματικό χρόνο σε κινήσεις των χειρουργικών
- Χειρουργικό τραπέζι
  - Περιλαμβάνει 3 ή 4 μηχανικά «χέρια» (το ένα χρησιμοποιείται για ενδοσκόπηση)
    - Τα μηχανικά χέρια εκτελούν τις εντολές του χειρουργού
    - Τα μηχανικά χέρια χρησιμοποιούνται σε λαπαροσκοπικές μεθόδους
    - Τομές διαστάσεων 1-2 cm
    - Δεν τραυματίζονται σε μεγάλο βαθμό οι ιστοί του ασθενή
  - Βοηθητικό προσωπικό
    - Επιβλέπει τη διαδικασία
    - Αλλάζει τα εργαλεία στα μηχανικά «χέρια» ανάλογα με το είδος της χειρουργικής επέμβασης
    - Δημιουργεί την τομή (ή τις τομές) στο σώμα του ασθενή



# Χειρουργικό σύστημα da Vinci (4)

- Χειρουργικά εργαλεία
  - Μεγάλη γκάμα χειρουργικών εργαλείων
  - Διαθέτουν επτά βαθμούς ελευθερίας στην κίνησή τους
  - Παρέχοντας μεγαλύτερο εύρος κινήσεων από αυτό του ανθρώπινου χεριού
  - Προσθαιρούνται από τα μηχανικά χέρια με εύκολο τρόπο
  - Γρήγορη αλλαγή εργαλείων στη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης
- Σύστημα παρακολούθησης
  - Υψηλής τεχνολογίας ενδοσκόπιο το οποίο παρέχει τρισδιάστατες εικόνες
  - Οι εικόνες υπόκεινται σε ψηφιακή επεξεργασία χρησιμοποιώντας διάφορα φίλτρα, ενισχυτές κ.λπ.
  - Προβάλλονται στις οθόνες υψηλής ανάλυσης
  - Παρέχει υψηλής ποιότητας τρισδιάστατες εικόνες στο βοηθητικό προσωπικό και στον χειρουργό



# Πλεονεκτήματα χειρουργικού συστήματος daVinci έναντι ανοιχτού χειρουργείου

- Καλύτερη απεικόνιση, έλεγχος και ακρίβεια
- Υψηλής ανάλυσης ψηφιακές εικόνες
  - Επιτρέπουν τη λεπτομερειακή παρακολούθηση της περιοχής που χειρουργείται
  - Επιτρέπουν την παρακολούθηση της γύρω περιοχής
- Τα μηχανικά «χέρια» μπορούν να χρησιμοποιηθούν έχοντας ακρίβεια και έλεγχο κινήσεων τα οποία υπερβαίνουν εκείνα των ανθρώπινων χεριών
- Μείωση κούρασης του χειρουργού καθώς βρίσκεται καθιστός στην κονσόλα
- Η χειρουργική κονσόλα επιτρέπει τη φυσική ευθυγράμμιση του ανθρωπίνου ματιού-χεριού, προσφέροντας καλύτερη εργονομία
- Το κράτημα και η σταθεροποίηση του ενδοσκοπίου από μηχανικά «χέρια» ενδεχομένως να οδηγεί σε μικρότερης έκτασης καταστροφή ιστών κατά την επέμβαση





# Σύστημα παρακολούθησης καρδιάς, θερμοκρασίας & υγρασίας ανθρωπίνου σώματος

- Απευθύνεται κυρίως σε άτομα που:
  - Έχουν παρουσιάσει κάποιο καρδιακό πρόβλημα
  - Απαιτούν συνεχή παρακολούθηση της καρδιακής λειτουργίας
- Αισθητήρες παρέχουν δεδομένα για τη θερμοκρασία και την υγρασία του σώματος του ασθενή καθώς και ηλεκτροκαρδιογράφημά
- Τα δεδομένα αποστέλλονται ασύρματα σε έναν εξυπηρέτη (server) προς επεξεργασία τους από τον θεράποντα ιατρό του ασθενή



Σύστημα συλλογής δεδομένων ασθενή



# Στερεοτακτική ακτινοχειρουργική (1)

- Μέθοδος ακτινοθεραπείας που:
  - Χρησιμοποιεί εστιασμένες δέσμες ακτινοβολίας που κατευθύνονται σε έναν καλά καθορισμένο όγκο
  - Χρησιμοποιούνται 3D ψηφιακές απεικονίσεις στον σχεδιασμό της θεραπείας
- Στερεοτακτική ακτινοχειρουργική: η θεραπεία εφαρμόζεται στον εγκέφαλο ή στη σπονδυλική στήλη
- Στερεοτακτική ακτινοθεραπεία σώματος: η θεραπεία εφαρμόζεται στο υπόλοιπο σώμα
- Δεν στοχεύει στην άμεση απομάκρυνση του όγκου
- Καταστρέφει το DNA των κύτταρων που τον αποτελούν
- Τα κύτταρα σταματούν να αναπαράγονται και απομακρύνονται από τη φυσιολογική λειτουργία του αμυντικού συστήματος του οργανισμού
- Έχει καλύτερα αποτελέσματα σε πολύ μικρούς όγκους
- Οι ιατροί χρησιμοποιούν εξειδικευμένες εξετάσεις για να εντοπίσουν την επακριβή θέση του όγκου μέσα στο σώμα



# Στερεοτακτική ακτινοχειρουργική (2)

- Κατά τη διάρκεια της ακτινοβόλησης:
  - Χρησιμοποιούνται ειδικές διατάξεις για να παραμένει το σώμα του ασθενούς σε πλήρη ακινησία,
  - Διαφορετικά χρησιμοποιούνται τεχνικές για να αντισταθμίζεται η κίνηση του ασθενούς
- Επιτυγχάνεται να οδηγηθούν στον όγκο μεγάλες δόσεις ακτινοβολίας σε μικρό χρονικό διάστημα
- Η θεραπεία μπορεί να ολοκληρωθεί σε διάστημα 1-5 ημερών αντί για διάστημα εβδομάδων
- Πλεονεκτήματα
  - Ακτινοβόληση με μεγάλες δόσεις ακτινοβολίας σε μικρό χρονικό διάστημα
  - Αυξημένη ακρίβεια στη στόχευση της ακτινοβολίας → ελαχιστοποίηση παρενεργειών σε κοντινά όργανα
- Μειονεκτήματα
  - Κατάλληλη μόνο για μικρούς, καλά καθορισμένους όγκους που μπορούν να ανιχνευθούν με απεικονιστικές τεχνικές
  - Αν ο όγκος βρίσκεται κοντά σε ευαίσθητους υγιείς ιστούς, η ένταση της ακτινοβολίας περιορίζεται



# Συστήματα με βάση το κοβάλτιο (1)

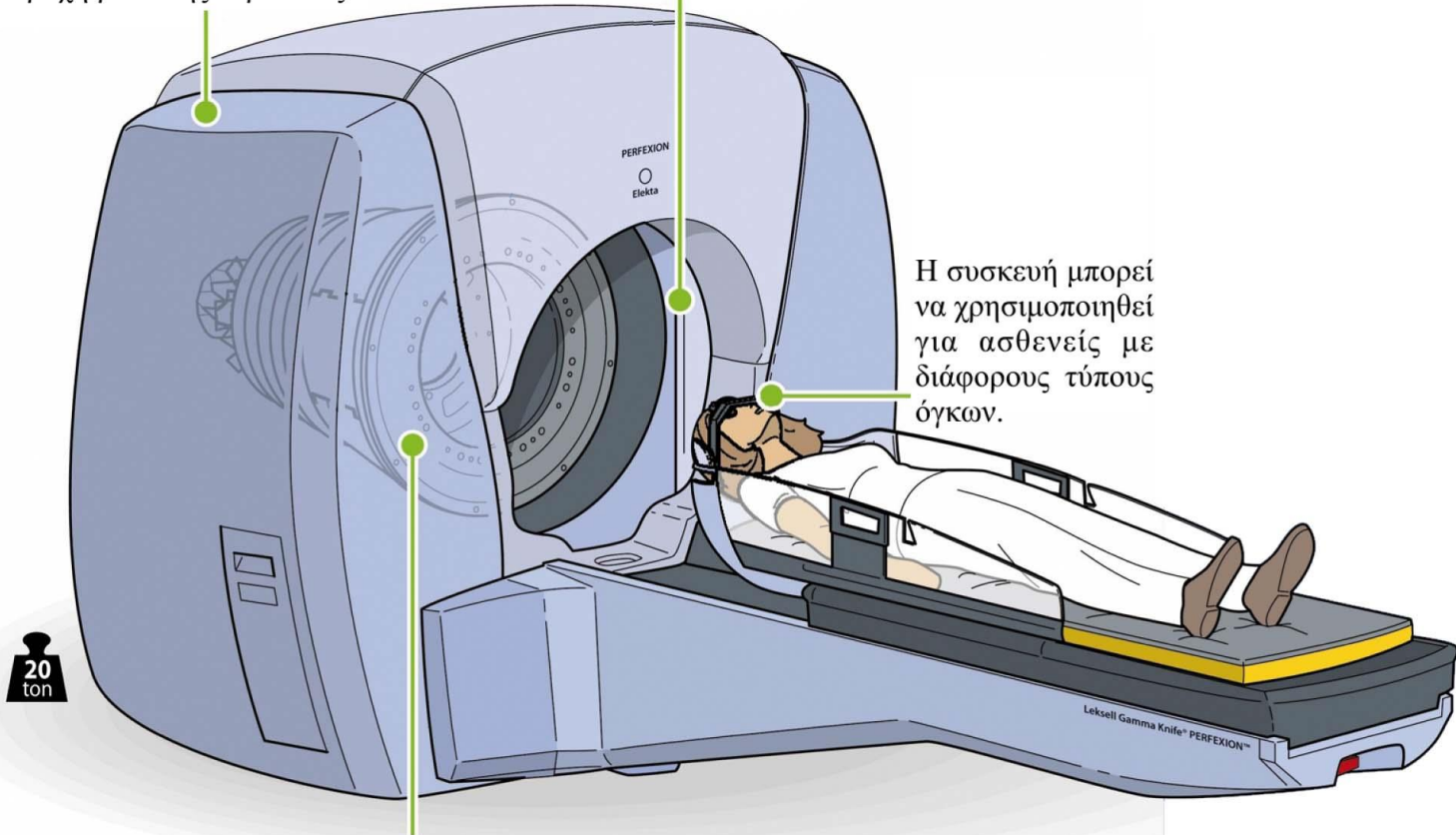
- Χρήση του ισότοπου κοβάλτιο-60 για παραγωγή ακτίνων γ οι οποίες οδηγούνται στον ενδοκρανιακό στόχο
- Κατά τη διάρκεια της θεραπείας, το κεφάλι του ασθενούς παραμένει ακινητοποιημένο μέσω ενός εξωτερικού μεταλλικού πλαισίου
- Πλεονεκτήματα
  - Χρησιμοποιούνται 201 δέσμες ακτίνων γ, οι οποίες εισέρχονται στο κρανίο από διαφορετικά σημεία και συγκλίνουν στον καθορισμένο στόχο
  - Έχει χρησιμοποιηθεί επί μακρόν με ικανοποιητικά αποτελέσματα και έχει μελετηθεί εκτενώς
  - Έχει τη μεγαλύτερη ακρίβεια από όλες τις στερεοτακτικές μεθόδους (της τάξεως των 0.3mm): ιδιαίτερα κατάλληλο για παιδιατρικά περιστατικά
  - Μπορούν να ακτινοβοληθούν πολλοί ενδοκρανιακοί στόχοι σε μία μόνο συνεδρία
- Μειονεκτήματα
  - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για στόχους εντός του εγκεφάλου
  - Τοποθέτηση του πλαισίου ακινητοποίησης του κεφαλιού είναι επώδυνη
  - Δυσκολία στη θεραπεία όγκων σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου (π.χ. στην περιφέρειά)
  - Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θεραπεία με κλασματοποίηση κατά τόπους (staged radiosurgery)



# Συστήματα με βάση το κοβάλτιο (2)

Ο ασθενής μπορεί να επικοινωνήσει μέσω κάμερας ή ενδοεπικοινωνίας ανά πάσα στιγμή. Ο χρόνος θεραπείας κυμαίνεται μεταξύ 20 λεπτών και αρκετών ωρών, ανάλογα με την πολυπλοκότητα της θεραπείας.

Η μορφολογία και η δόση της ακτινοβολίας υπολογίζονται με χρήση ειδικού λογισμικού, για παροχή βέλτιστης θεραπείας.



Η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ασθενείς με διάφορους τύπους όγκων.

Η μονάδα ακτινοβολίας βρίσκεται εντός της μηχανής. Οι ακτίνες κατευθύνονται με ακρίβεια στον όγκο. Είναι δυνατόν να ακτινοβοληθούν πολλοί όγκοι σε μία συνεδρία.



# Συστήματα τροποποιημένου γραμμικού επιταχυντή (1)

- Αναπτύχθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1980
- Αξιοποίησε τους συμβατικούς γραμμικούς επιταχυντές που υπάρχουν στα περισσότερα μεγάλα νοσοκομεία
- Η λειτουργία των γραμμικών επιταχυντών τροποποιήθηκε ελαφρά υπό τον έλεγχο εξειδικευμένου λογισμικού, καθιστώντας δυνατή την πραγματοποίηση πολλών τύπων ακτινοχειρουργικής εγκεφάλου.
- Δύο τύποι συστημάτων ακτινοχειρουργικής τροποποιημένου γραμμικού επιταχυντή:
  - Γραμμικοί επιταχυντές που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για ακτινοχειρουργική (δυνατότητα λεπτομερούς ρύθμισης)
  - Γραμμικοί επιταχυντές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τη συνήθη ακτινοθεραπεία (μικρότερο κόστος)



# Συστήματα τροποποιημένου γραμμικού επιταχυντή (2)

- Δεν απαιτούν και δεν παράγουν ραδιενεργό υλικό σε αντιδιαστολή με τα συστήματα με βάση το κοβάλτιο.
- Κυριότερος εκπρόσωπος το X-knife.
- Θεραπεία όγκων στον εγκέφαλο → τοποθέτηση μεταλικού πλαισίου στο κρανίου του ασθενούς για την επακριβή οδήγηση της δέσμης ακτινοβολίας στον στόχο
- Πλεονεκτήματα
  - Αρκετά νοσοκομεία διαθέτουν ήδη γραμμικούς επιταχυντές → οικονομικά εφικτή μετατροπή σε συστήματα ακτινοχειρουργικής
- Μειονεκτήματα
  - Η καθοδήγηση με το μεταλλικό πλαίσιο λειτουργεί μόνο για όγκους στο κεφάλι
  - Τα συστήματα τροποποιημένου γραμμικού επιταχυντή είναι λιγότερο ακριβή άρα και λιγότερο αποτελεσματικά → απαιτούνται μεγαλύτεροι χρόνοι θεραπείας



# Συστήματα μορφοποίησης δέσμης ακτινοβολίας (1)

- Χρήση πεδίων ακτινοβολίας διαμορφωμένης έντασης (Intensity Modulated Radiation Therapy – IMRT) για θεραπεία με κλασματοποίηση κατά τόπους: πολλαπλή ακτινοβολήση όγκου με σχετικά μικρή δόση ακτινοβολίας.
- Χρησιμοποιούν ελεγχόμενη από υπολογιστές «μορφοποίηση» της δέσμης ακτινοβολίας → παροχή βέλτιστης δόση ακτινοβολίας ανάλογα με το σχήμα του όγκου
- Εφαρμόζεται σε οποιοδήποτε μέρος του σώματος
- Χρησιμοποιείται μια μηχανική διάταξη που καλείται κατευθυντήρας πολλαπλών φύλλων (multi-leaf collimator) προκειμένου να μορφοποιηθεί δυναμικά το φάσμα και η ένταση της δέσμης ακτινοβολίας κατά τη θεραπεία
- Με τη βοήθεια λογισμικού προσαρμόζεται η δόση της ακτινοβολίας πολύ καλύτερα σε σχέση με τη συμβατική ακτινοθεραπεία → ελαχιστοποίηση βλάβης σε γειτονικούς υγιείς ιστούς





# Συστήματα μορφοποίησης δέσμης ακτινοβολίας (2)

- Πλεονεκτήματα
  - Δυνατότητα χρήσης στα περισσότερα μέρη του σώματος
  - Δυνατότητα χρήσης σε πλαίσια θεραπείας με κλασματοποίηση κατά τόπους
- Μειονεκτήματα
  - Η θεραπεία μπορεί να απαιτήσει πολλές συνεδρίες (συνήθως 20-30)
  - Μικρότερη χωρική ακρίβεια σε σχέση με άλλες τεχνικές ακτινοχειρουργικής
  - Αναγκαιότητα για χρήση διεισδυτικών στερεοτακτικών πλαισίων για τη διασφάλιση της ακρίβειας στα πλαίσια μη κλασματοποιημένης θεραπείας
  - Περιορισμένη ακρίβεια όταν χρησιμοποιείται θεραπεία με κλασματοποίηση κατά τόπους (κάτι απαραίτητο για θεραπεία σε περιοχές του εγκεφάλου όπου η χρήση διεισδυτικού στερεοτακτικού πλαισίου είναι δυσχερής)
  - Μείωση της ακρίβειας όταν ο στόχος μετακινείται κατά τη διάρκεια της θεραπείας, είτε λόγω αναπνοής είτε λόγω κινήσεων του ασθενούς

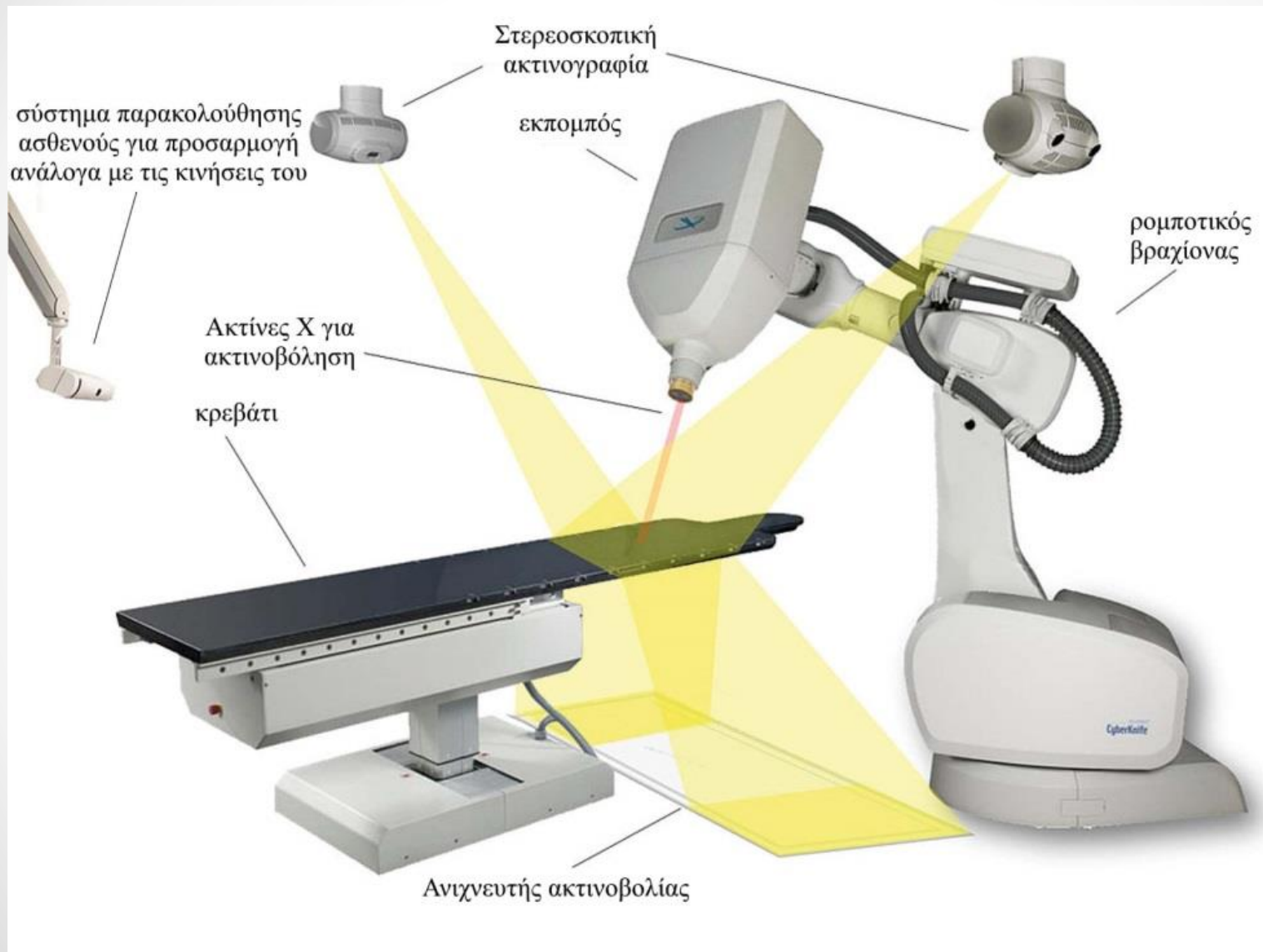


# Το σύστημα CyberKnife (1)

- Χρησιμοποιεί μικρού μεγέθους γραμμικό επιταχυντή που είναι προσαρμοσμένος σε ευέλικτο ρομποτικό βραχίονα
- Πλεονεκτήματα
  - Σύστημα καθοδήγησης μέσω εικόνας παρακολουθεί τη θέση του στόχου κατά τη διάρκεια της θεραπείας → υψηλή ακρίβεια χωρίς τη χρήση διεισδυτικών στερεοτακτικών πλαισίων
  - Μη αναγκαιότητα διεισδυτικού στερεοτακτικού πλαισίου ή άλλης διάταξης ακινητοποίησης του ασθενούς
  - Πραγματοποίηση ακτινοχειρουργικής σε οποιοδήποτε μέρος του σώματος
  - Ακριβής στόχευση (ακρίβεια 1mm)
  - Αντιστάθμιση περιορισμένων μετακινήσεων του στόχου
  - Χρήση στα πλαίσια θεραπείας με κλασματοποίηση κατά τόπους
- Μειονεκτήματα
  - Η ανάγκη για τοποθέτηση μικρών ενδεικτών (markers) με χρήση βελόνας προκειμένου να πραγματοποιηθεί θεραπεία σε περιοχές εκτός του κρανίου
  - Η επιμήκυνση της θεραπείας όταν ακτινοβολούνται πολλαπλοί όγκοι ανά συνεδρία



# Το σύστημα CyberKnife (2)



# Το σύστημα CyberKnife (3)

**Treatment Data**

Name:	Site: TargetVolume1	Site Dose: 2128.88 cGy	Site Total: 601.16 cGy	Pat Pos: HFS
Medical ID:	Plan:	Plan Dose: 2128.88 cGy	Plan Total: 601.16 cGy	Time:
Physicians:	Path: tmt_path2	Path Dose: 335.25 cGy	Fraction: 1/2 : 1064.44 cGy	Collimator: 12.5 mm

**Synthetic Image A**      **Camera Image A**      **Overlay of Images A**      **Couch Corrections**  
Current Node

LFT: 0.0 mm  
ANT: 0.6 mm  
SUP: 0.7 mm

**Synthetic Image B**      **Camera Image B**      **Overlay of Images B**      **Tracking Mode**

6D Skull (3D)

Image Parameters  
Patient Alignment

**Beam Data**

**BEAM ON**

Number of Nodes of Path: 58  
Total MUs of Path: 3248.80  
At Node: 29

Desired: 83.07 mu      2.10 cGy  
Delivered: 33.71 mu      0.85 cGy  
Total: 1413.76 mu      209.77 cGy

Dose Rate: 410.40 Mu/min      404.62 Mu/min

Elapsed Time: 00 hr 06 min 56 sec

Position Delta: 0.89 mm      Monitor Units Delta: 0.02 MU

PAUSE      Controls      Sites      Plans      Paths      EXIT

## Κονσόλα ελέγχου CyberKnife



# Χειρουργική ματιών με laser (1)

- Είδος διαθλαστικής χειρουργικής που χρησιμοποιείται για τη διόρθωση της μυωπίας, της υπερμετρωπίας και του αστιγματισμού
- Χρησιμοποιείται ένας ειδικός τύπος laser που χρησιμοποιεί διηγερμένα διμερή (excited dimers) και συνήθως αναφέρεται ως Excimer laser
- Η επέμβαση μεταβάλλει το σχήμα του κερατοειδούς χιτώνα, τροποποιώντας έτσι τη διαθλαστική του ισχύ με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται βελτίωση της οξύτητας της όρασης.
- Βασικές τεχνικές:
  - LASIK (laser-assisted in situ keratomileusis - Ενδοστρωματική Κερατοσμίλευση)
  - PRK (Photorefractive Keratectomy - Φωτοδιαθλαστική Κερατεκτομή) και
  - LASEK (laser epithelial keratomileusis - Επιφανειακή κερατοσμίλευση με laser)



# Χειρουργική ματιών με laser (2)

Σμίλευση κερατοειδούς με το Excimer laser.



(α) Διαδικασία επέμβασης



(β) λεπτομέρεια από το μάτι του ασθενούς



(γ) η οθόνη ελέγχου του laser



# Η τεχνική LASIK

- Χρησιμοποιείται μαχαιρίδιο μικροκερατόμου προκειμένου να δημιουργηθεί ένας κρημνός (flap) στον κερατοειδή χιτώνα και το επιθήλιο αναδιπλώνεται προκειμένου να αποκαλυφθεί το στρώμα
- Χρησιμοποιείται το Excimer laser για να τροποποιηθεί το σχήμα των ιστών του κερατοειδούς χιτώνα
- Το επιθήλιο που είχε αναδιπλωθεί, επαναφέρεται στη θέση του
- Διάρκεια της επέμβασης < 10 min
- Δυνατή η ταυτόχρονη θεραπεία και των δύο ματιών στην ίδια συνεδρία
- Λιγότερες μετεγχειρητικές ενοχλήσεις σε σύγκριση με τις λοιπές τεχνικές χειρουργικής ματιών με laser



# Η τεχνική PRK

- Μια από τις πρώτες τεχνικές χειρουργικής ματιών με laser που εφαρμόσθηκαν.
- Δεύτερη πιο δημοφιλής τεχνική μετά τη LASIK
- Κατάλληλη και για ασθενείς με ιδιαίτερα λεπτό κερατοειδή χιτώνα
- Το επιθήλιο αφαιρείται συνολικά έτσι ώστε να αποκαλυφθεί το στρώμα
- Χρησιμοποιείται το Excimer laser για να σμιλευτεί ο κερατοειδής χιτώνας. Μετά από την εφαρμογή του Excimer laser ο κερατοειδής καλύπτεται με έναν προστατευτικό φακό επαφής μέχρις ότου να αποκατασταθεί το επιθήλιο
- Μετά από λίγες ημέρες ο προστατευτικός φακός επαφής αφαιρείται





# Η τεχνική LASEK

- Παραλλαγή της μεθόδου PRK
- Δεν αφαιρείται το επιθήλιο αλλά δημιουργείται ένας κρημνός στον κερατοειδή χιτώνα και το επιθήλιο αναδιπλώνεται
- Χρησιμοποιείται το Excimer laser για να τροποποιηθεί το σχήμα των ιστών του κερατοειδούς χιτώνα
- Διαφορά της τεχνικής LASEK από τη LASIK: διαφορετικό εργαλείο για τη δημιουργία του κρημνού:
  - LASEK: χρήση εργαλείου trephine
  - LASIK: χρήση μαχαιρίδιου μικροκερατόμου



# Ακουστικό βαρηκοΐας Pure

- Ηλεκτρονικές συσκευές που εφαρμόζονται στο ανθρώπινο αυτί για την ενίσχυση της έντασης του λαμβανόμενου ηχητικού σήματος
- Σκοπός: καλύτερη μετάδοση του σήματος στο εσωτερικό του αυτιού
- Κύρια μέρη:
  - Μικροσκοπικό μικρόφωνο
  - Ενισχυτής σήματος
- Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη ακουστικών βαρηκοΐας με μικρές διαστάσεις διαδραμάτισε η ανάπτυξη της κρυσταλοτρίοδου (transistor) και των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
- Δυνατότητες σύγχρονων ακουστικών βαρηκοΐας
  - Σύνδεση με κινητό τηλέφωνο
  - Εξομάλυνση ήχου (sound smoothing) μέσω φίλτρων
  - Εκμάθηση Προτιμήσεων

