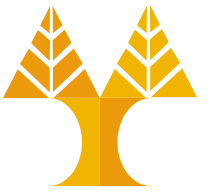


HMY 370

Εισαγωγή στη Βιοϊατρική Μηχανική

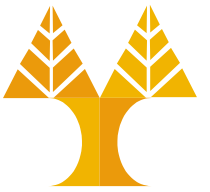
Άλλες Απεικονιστικές Μέθοδοι
(Μαγνητική Τομογραφία και Υπέρηχοι)

Μαγνητική Τομογραφία



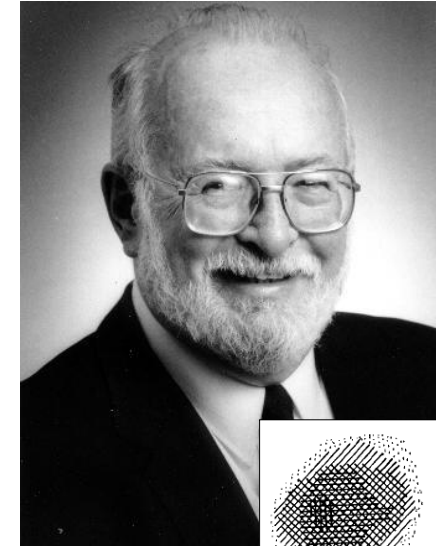
- **Απεικόνιση μέσω μαγνητικού συντονισμού**
 - Τομογραφικές εικόνες υψηλής ευκρίνειας
 - Βασίζεται στην αρχή του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (ΠΜΣ)
 - Μια τεχνική φασματοσκοπίας που χρησιμοποιείται ευρέως στη χημεία
 - Κακός συσχετισμός με τη λέξη “πυρηνικός” στα τέλη του 1970
 - Το όνομα άλλαξε!





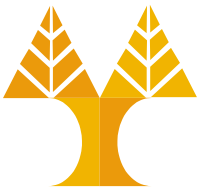
- **Περιοδικό Φύση (Nature) 16 Μαρτίου 1973**

- “Σχηματισμός εικόνας από προσκληθείσα τοπική αλληλεπίδραση, παραδείγματα που υιοθετούν τον μαγνητικό συντονισμό.”
 - Πωλ Λότερμπερ, καθηγητής χημείας στις ΗΠΑ
 - Μέθοδος ανακατασκευής → εικόνα δύο δοκιμαστικών σωλήνων
- Το άρθρο σχεδόν έμεινε αδημοσίευτο μια και απορρίφθηκε αρχικά
- Αποτελεί την βάση της Μαγνητικής Τομογραφίας (MT)



Δευτέρα, 6 Οκτωβρίου 2003
Ο Αμερικανός Πολ Λότερμπερ και ο Βρετανός Πίτερ Μάνσφιλντ κερδίζουν το βραβείο Νόμπελ Ιατρικής-Φυσιολογίας 2003

Μαγνητική Τομογραφία



• Πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (ΠΜΣ)

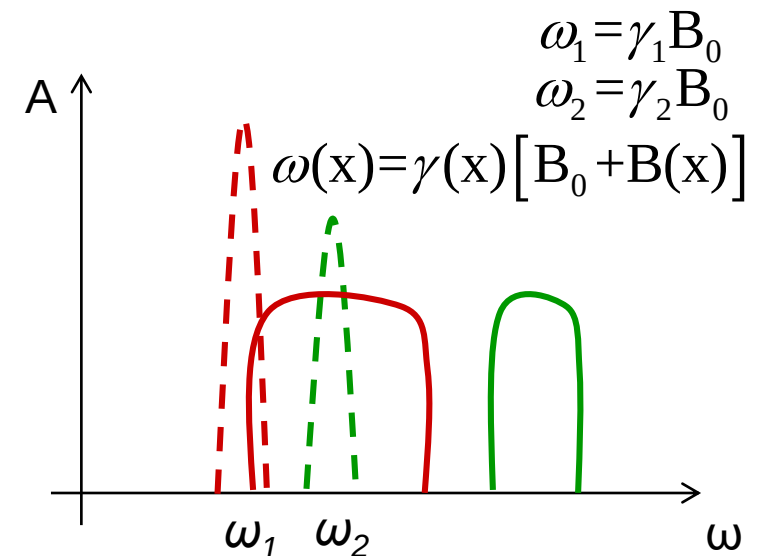
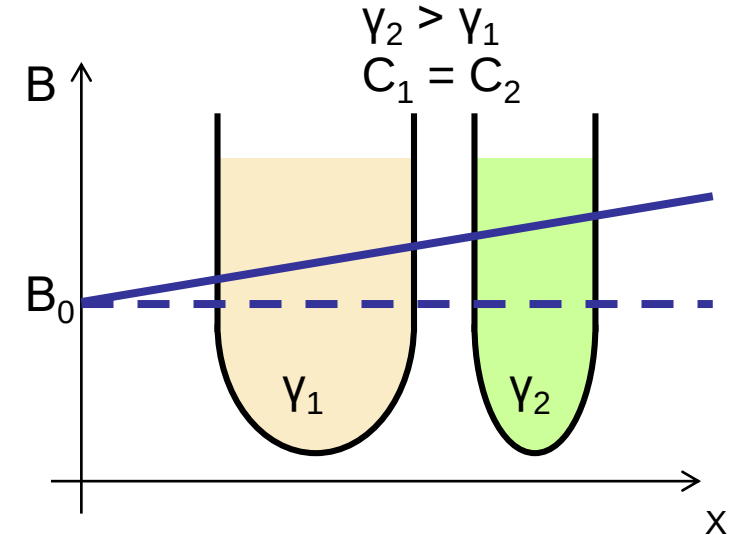
- Μια τεχνική φασματοσκοπίας (χημεία)
- Η συχνότητα συντονισμού είναι ανάλογη του μαγνητικού πεδίου και το υλικού

$$\omega = \gamma B_0$$

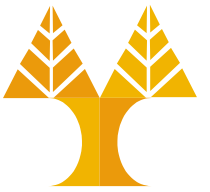
- ω = η συχνότητα περιστροφής
- γ = ο γυρομαγνητικός λόγος, ο οποίος είναι διαφορετικός για διαφορετικά υλικά
- B_0 = η ένταση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου

• Προσδιορισμός της θέσης

- Διαφορετική ένταση μαγνητικού πεδίου B σε διαφορετικά σημεία
→ Διαφορετική συχνότητα συντονισμού σε διαφορετικά σημεία
 - Βαθμιδωτά πεδία (gradients) → προοδευτική μεταβολή της έντασης του μαγνητικού πεδίου x , y και z
- Κάθε συγκεκριμένο σημείο μπορεί να κωδικοποιηθεί
 - Θέση → συχνότητα συντονισμού
 - Συγκέντρωση → ένταση συντονισμού

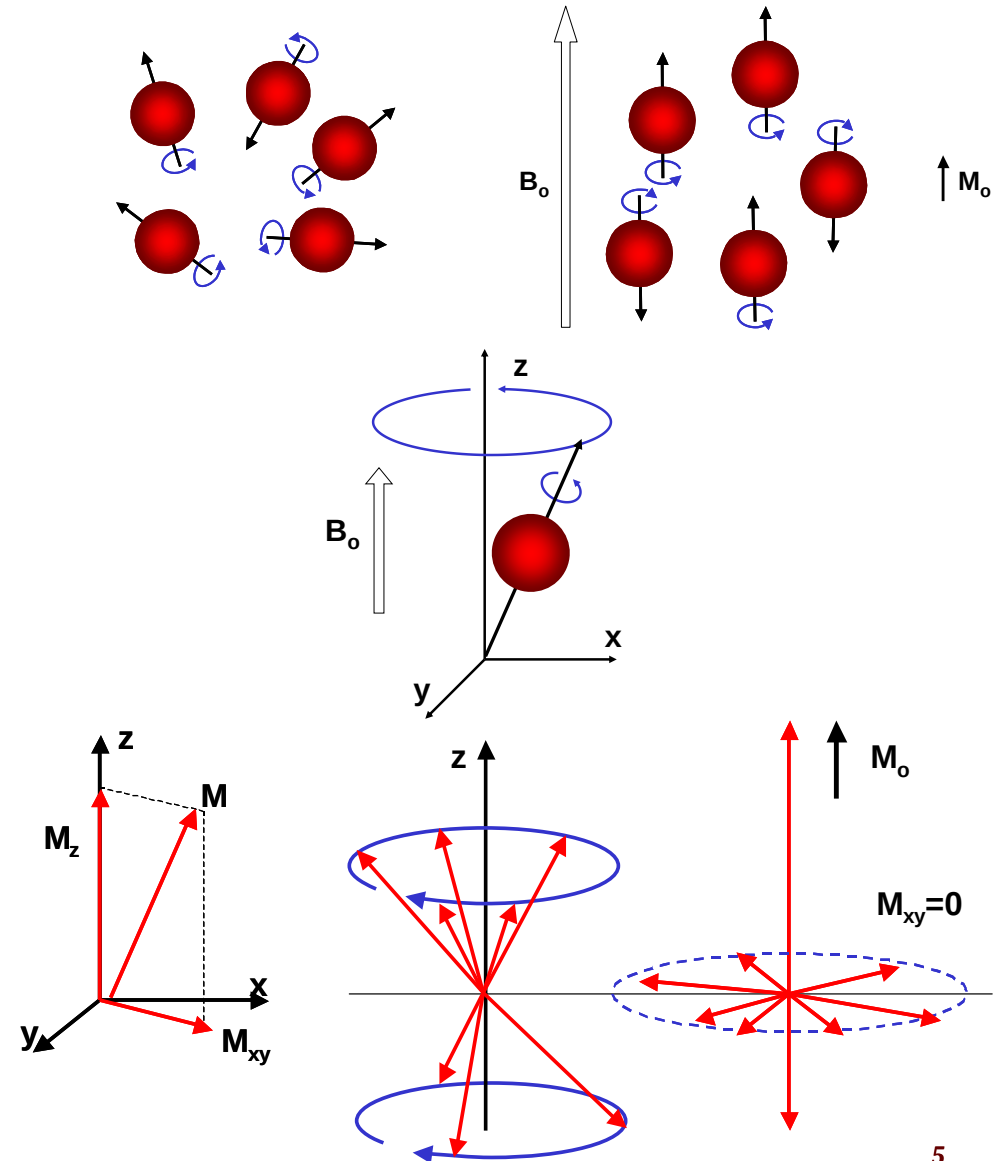


Μαγνητική Τομογραφία

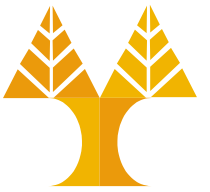


- Σε μεγάλο μαγνητικό πεδίο

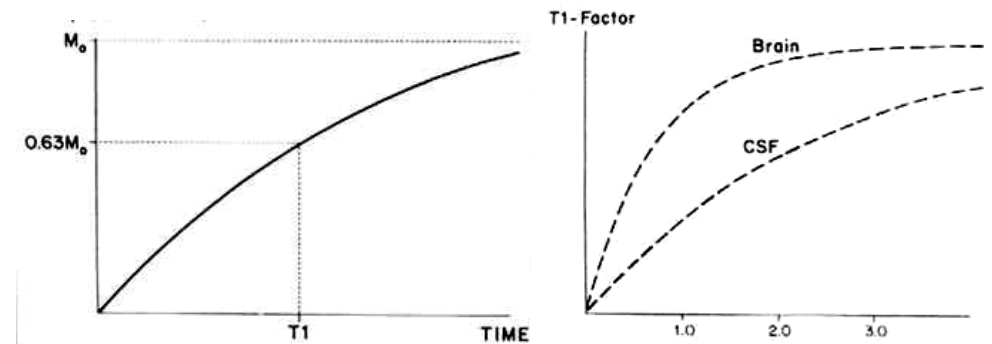
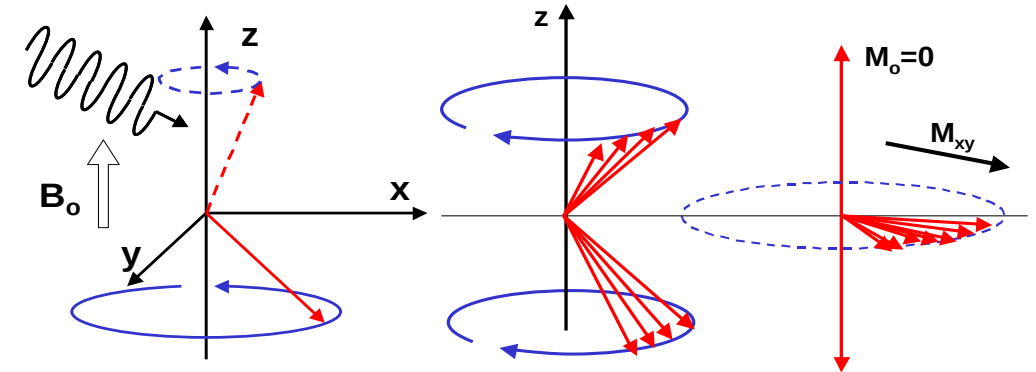
- Οι πυρήνες των μορίων περιστρέφονται
 - Γύρω από τον άξονα τους
 - Υπό γωνία
- Οι περισσότεροι ευθυγραμμίζονται με το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο (B_0)
 - Κυρίως πυρήνες υδρογόνου (δηλ. πρωτόνια) γιατί είναι πιο ελαφριοί
- Δεν υπάρχει μαγνητική ροπή στο επίπεδο xy
→ Κατάσταση χαμηλής ενέργειας



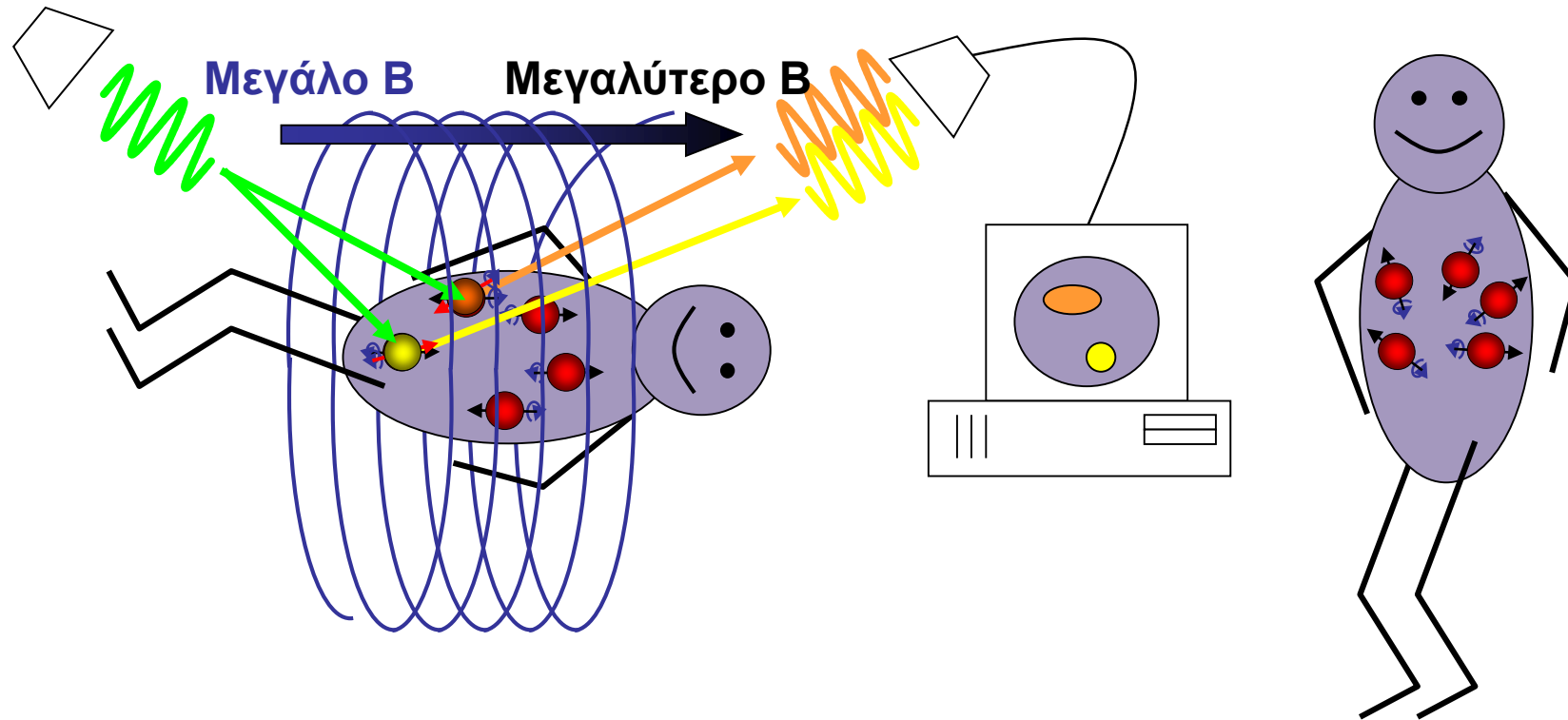
Μαγνητική Τομογραφία



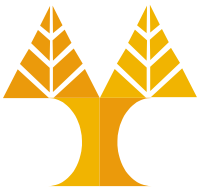
- **Ραδιοπαλμός συχνότητας ω**
 - Αλλάζει τον άξονα περιστροφής των πυρήνων με συχνότητα συντονισμού ω
 - Κατάσταση υψηλής ενέργειας
- **Σταδιακή επιστροφή του πυρήνα από Ψηλή Ενέργεια σε Χαμηλή Ενέργεια**
 - Χρόνος επιστροφής $M_0 = T_1$
 - Χρόνος $M_{xy} \rightarrow 0 = T_2$
 - $T_1 \gg T_2$
- Αλλαγή $M \rightarrow$ εκπομπή ραδιοπαλμού σε συχνότητα ω
 - Ένταση ανάλογη με
 - Συγκέντρωση των πυρήνων
 - Χρόνος ανάλογος με το περιβάλλον
 - Αλληλεπίδραση πυρήνων με άλλα μόρια γύρω τους
- **Ακολουθίες παλμών (π.χ. Spin Echo)**
 - Επιτρέπουν διαφορετική αντίθεση
 - Χρήσιμες για διαφορετικούς ιστούς



Μαγνητική Τομογραφία Με Εικόνες!

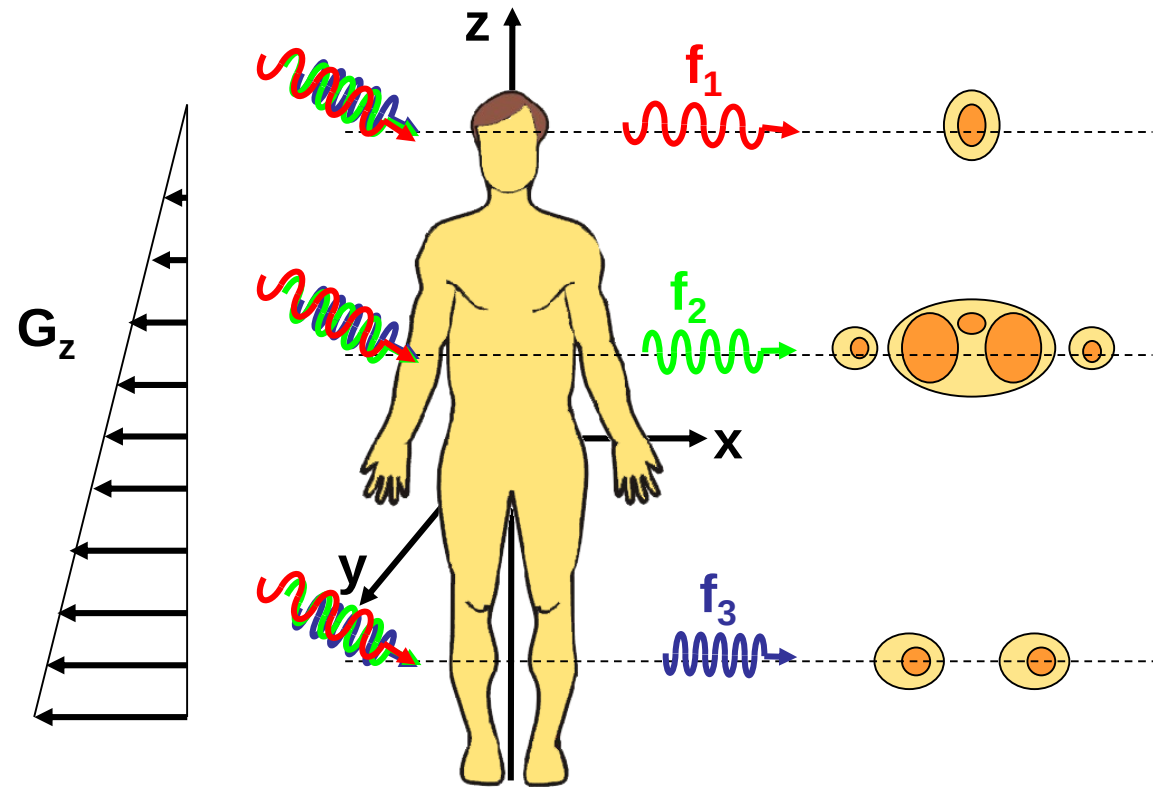


- Στη ΜΤ ανιχνεύονται ραδιοκύματα που επανεκπέμπονται από άτομα (κυρίως υδρογόνου)
 - Ένταση του ραδιοκύματος → Συγκέντρωση ατόμων
 - Συχνότητα του ραδιοκύματος → Θέση των ατόμων

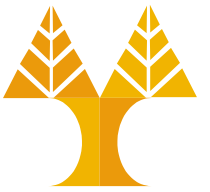


- **Βαθμιδωτό πεδίο στον άξονα z**

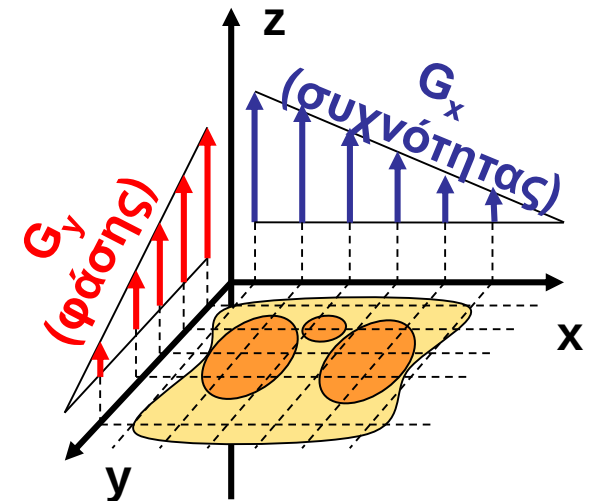
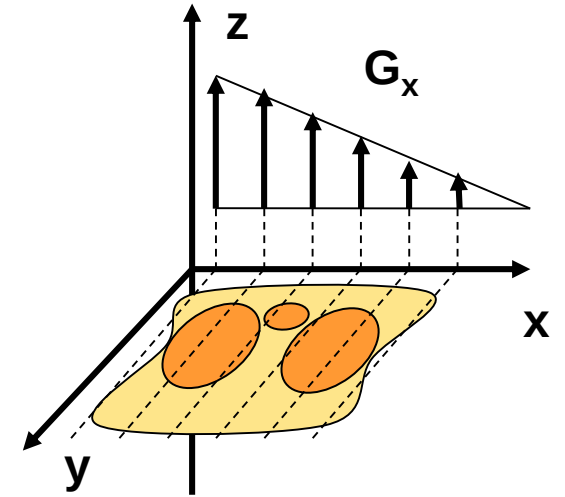
- Ραδιοπαλμοί συγκεκριμένης συχνότητας
- Διεγείρονται και εκπέμπουν μόνο τα πρωτόνια με την ίδια συχνότητα συντονισμού
- Διεγύρεται επιλεκτικά μία περιοχή κάθετη στον άξονα
→ επιλογή της εγκάρσιας περιοχής



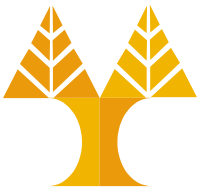
Μαγνητική Τομογραφία



- **Βαθμιδωτό πεδίο συχνότητας, κάθετα στον άξονα της γραμμής**
 - Πρωτόνια της ίδιας γραμμής θα έχουν την ίδια συχνότητα Larmor αλλά διαφορετική από την συχνότητα των παρακειμένων γραμμών
→ Επιλογή μίας γραμμής
 - Εφαρμογή πεδίου σε διαφορετικές γωνίες
→ Ανακατασκευή εικόνας (όπως με την Αξονική Τομογραφία)
- **Δύο βαθμιδωτά πεδία συνδυασμένα και σε άξονες κάθετους μεταξύ τους**
 - Κωδικοποίηση της συχνότητας και της φάσης σε μία επιλεγμένη τομή
 - Κάθε σημείο θα έχει την δική του συχνότητα και την δική του φάση
→ Καθορισμός της θέσης κάθε σημείου στην τομή
 - Δεν χρειάζεται περιστροφή αλλά πιο περίπλοκο το υλικό και το λογισμικό

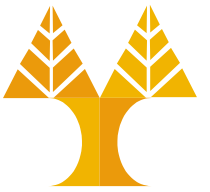


Μαγνητική Τομογραφία



- **Κύριο μαγνητικό πεδίο B_0**
 - Ένταση 0.3 ως και >2 Tesla
 - Ομοιογένεια
 - Σταθερότητα
 - Αύξηση της έντασης του B_0
 - + Αυξάνεται η χωρική ευκρίνεια
 - + Μειώνεται η διάρκεια της απεικόνισης
 - Αυξάνεται η συχνότητα του ραδιοπαλμού και έτσι ελαττώνεται η διεισδυτικότητα του
- **Μαγνήτες**
 - Μαγνήτες ωμικής αντίστασης
 - Μικρό μαγνητικό πεδίο
 - Υπερθερμανση
 - Υπεραγώγιμοι μαγνήτες
 - + Ισχυρό μαγνητικό πεδίο
 - + Μικρή κατανάλωση ρεύματος
 - Χαμηλές θερμοκρασίες ($-70\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - Δεν μπορούν να απενεργοποιούνται και να ενεργοποιούνται εύκολα
 - Μόνιμος μαγνήτης
 - + Χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα και κρυογόνα
 - Μικρό μαγνητικό πεδίο
 - Ογκώδεις





- **Πηνία παραγωγής βαθμιδωτών πεδίων**

- Μικροί ηλεκτρομαγνήτες
- Παράγουν βαθμιδωτά μαγνητικά πεδία (gradient)
- Όταν διατρέχονται από ηλεκτρικό ρεύμα υφίστανται την δράση ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων
 - Τείνουν να τα μετακινήσουν
 - Έντονος θόρυβος που ακούγεται στον χώρο εξέτασης

- **Πηνίο πομπός**

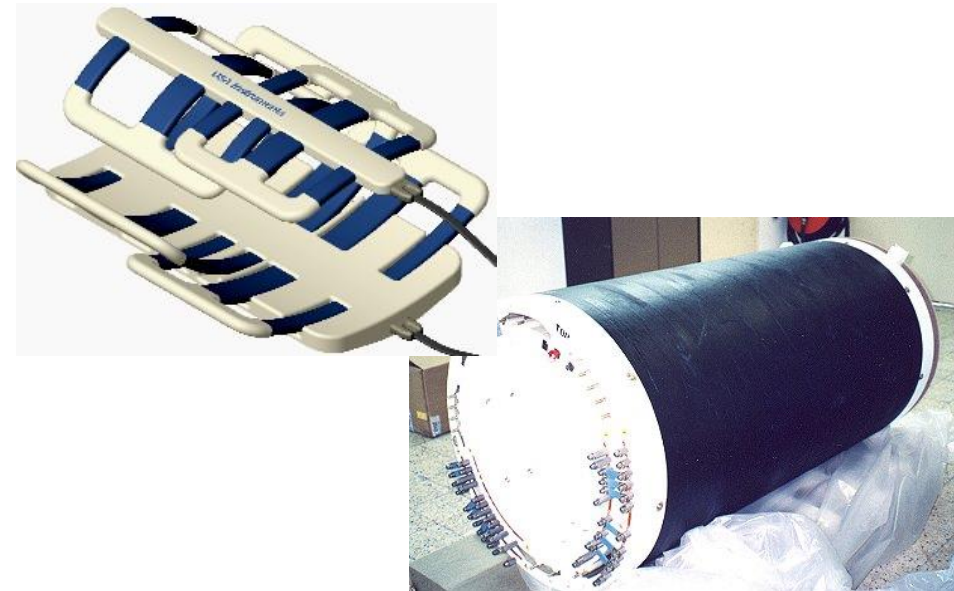
- Περιστρέφεται γύρω από το κύριο μαγνητικό πεδίο B στο επίπεδο xy

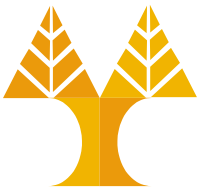
- **Πηνίο δέκτης**

- Κάθετα στο πηνίο πομπός
- Μπορεί και το ίδιο πηνίο να είναι και πομπός και δέκτης
- Προσαρμοσμένο στην ανατομία της ελεγχόμενης περιοχής

- **Ηλεκτρονικά**

- Χρήση ιδιαίτερα ευαίσθητων ενισχυτών
- Σύστημα του ηλεκτρονικού υπολογιστή προσαρμόζει (calibration) τα πηνία
- Δυνατότητα συγχρονισμού των παλμών είτε με τον καρδιακό ρυθμό είτε με τις αναπνευστικές κινήσεις
→ μείωση τεχνικών σφαλμάτων



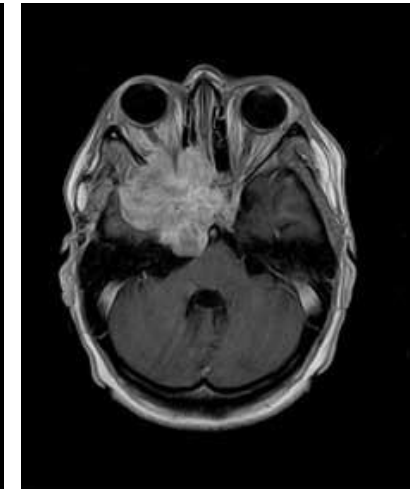
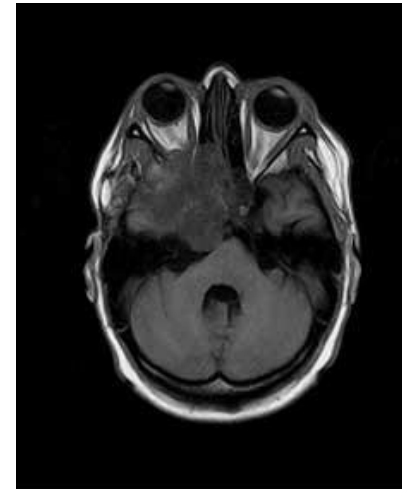
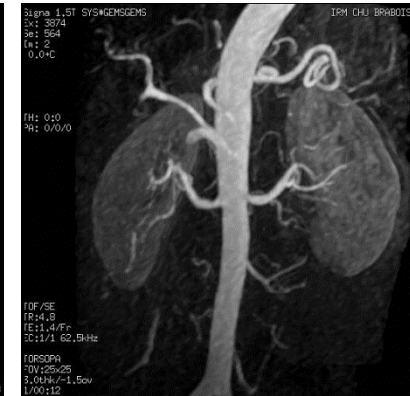
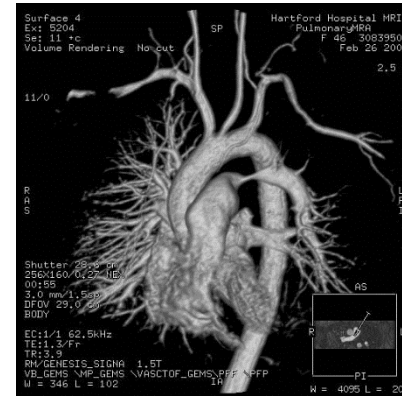


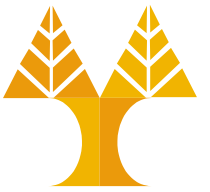
• Μαγνητική Αγγειογραφία

- Χωρίς σκιαγραφικό υλικό!
- Αλλαγές στη συγκέντρωση H^+ λόγω ροής
- Αντίθεση μεταξύ ιστού και αίματος

• Σκιαγραφικά μέσα

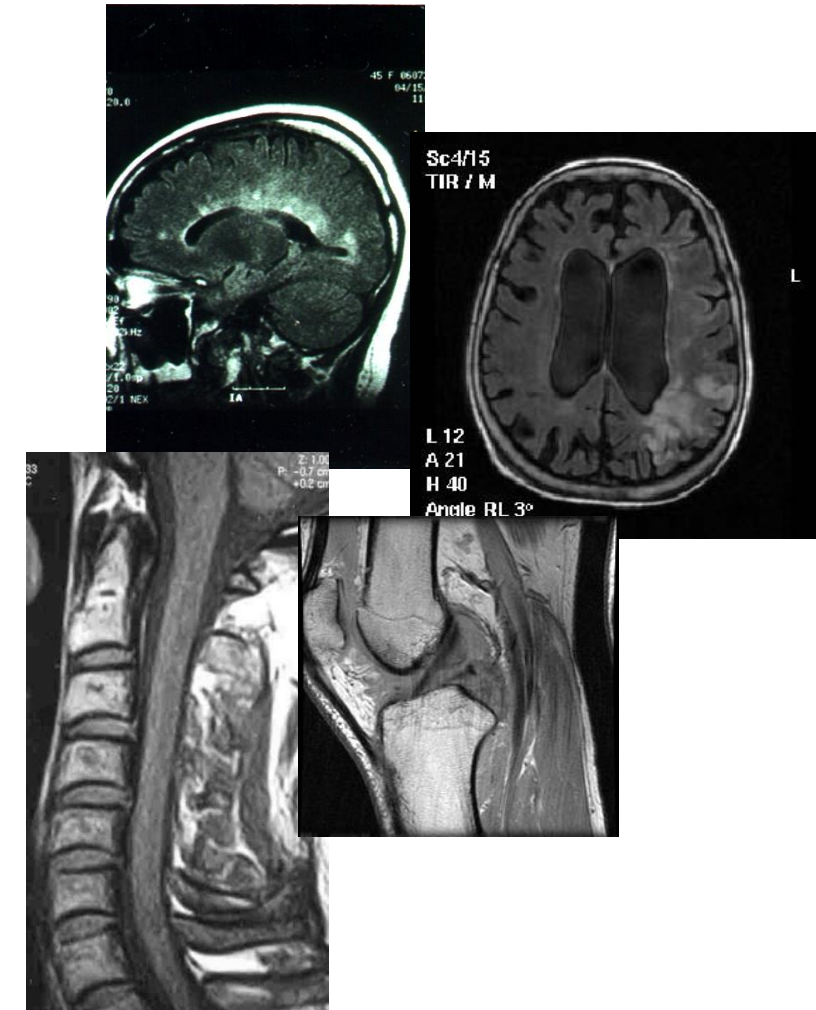
- Παραμαγνητικές ουσίες
- Μικρά τοπικά μαγνητικά πεδία που προκαλούν μια σμίκρυνση των χρόνων χαλάρωσης των τριγύρω πρωτονίων
- Γαδολίνιο
 - π.χ. διαχωρισμός ενός όγκου από το γύρω σε αυτόν οίδημα

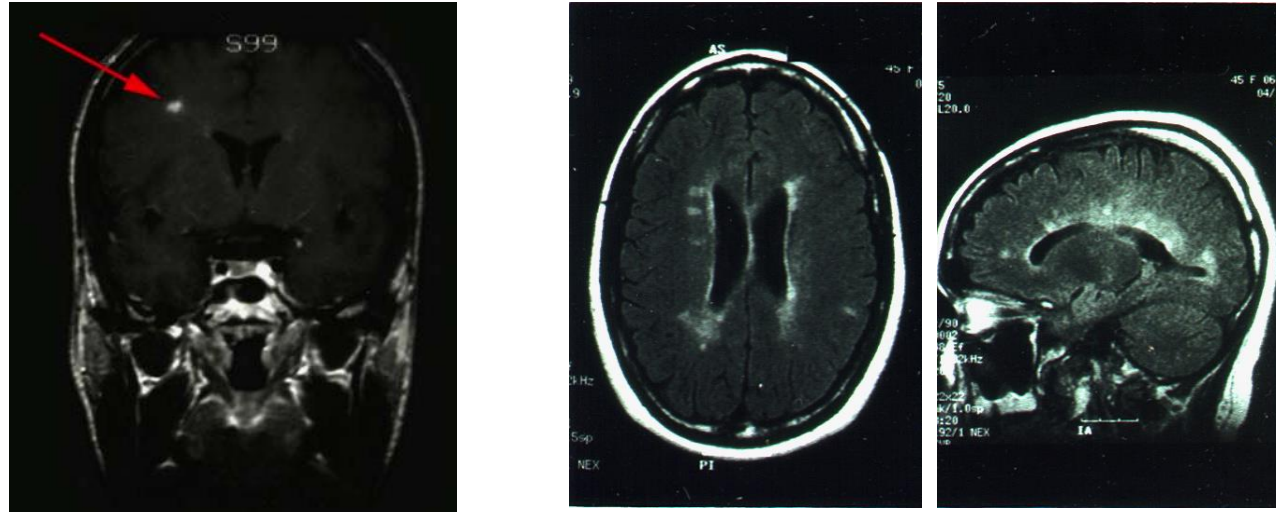




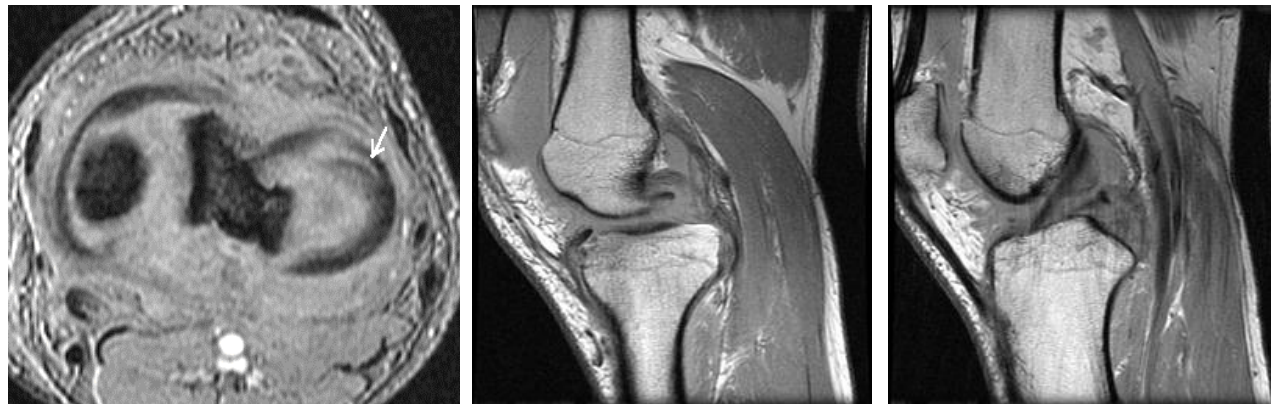
• Χρήσεις

- Απεικόνιση του νευρικού συστήματος
 - Διάγνωση ισχαιμικών εγκεφαλικών επεισοδίων στα αρχικά τους στάδια
 - Διάγνωση Σκλήρυνσης Κατά Πλάκα ή Πολλαπλής Σκλήρυνσης (multiple sclerosis)
 - Διάγνωση καρκίνου της υπόφυσης και του εγκεφάλου
 - Διάγνωση λοιμώξεων του εγκεφάλου, της σπονδυλικής στήλης
- Απεικόνιση κλειδώσεων και μαλακών ιστών
 - Απεικόνιση προβλημάτων με τους τένοντες του καρπού, γονάτου και αγκώνα
 - Απεικόνιση τραυμάτων του ώμου
 - Διάγνωση μόλυνσης κλειδώσεων και τενόντων
 - Εξέταση όγκων στους μαλακούς ιστούς του σώματος
 - Εξέταση καρκίνων των οστών, κύστεων και προβλημάτων των δίσκων της σπονδυλικής στήλης.



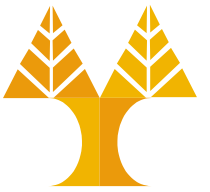


ΜΤ σκλήρυνσης κατά πλάκα (multiple sclerosis.) Μικρή βλάβη (αριστερά) και πιο προχωρημένη ασθένεια (μέση και δεξιά)



Ρήξη του πρόσθιου κέρατος του έξω μηνίσκου, ρήξης του έξω μηνίσκου (αριστερά), ρήξη του πίσω χιαστού συνδέσμου του γόνατος (μέση και δεξιά.)

Μαγνητική Τομογραφία



- **Προτερήματα**

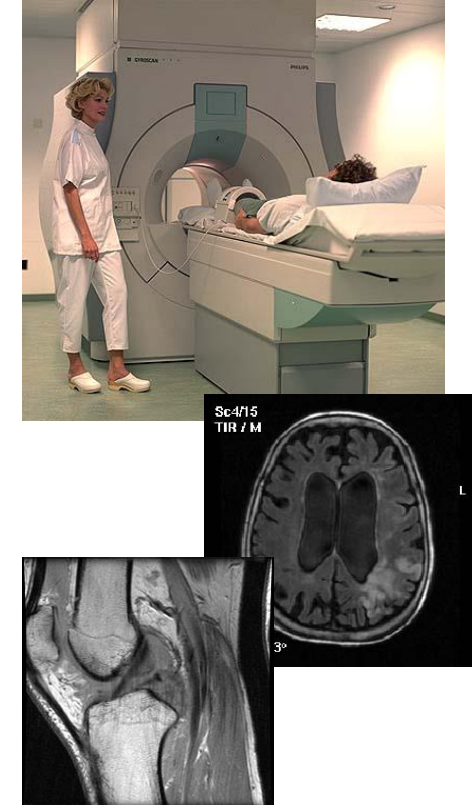
- + Δεν χρησιμοποιεί ακτινοβολία ιονισμού
- + Τα σκιαγραφικά υλικά έχουν πολύ λίγες παρενέργειες
- + Απεικόνιση σε οποιαδήποτε γωνία ή επίπεδο χωρίς να χρειάζεται να μετακινηθεί ο ασθενής (επιλογή συχνοτήτων)

- **Μειονεκτήματα:**

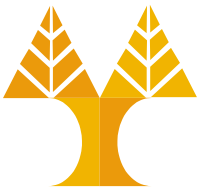
- Παλαιότερες συσκευές (π.χ. βηματοδότες) και ορθοπεδικό υλικό (βίδες, πλάκες, τεχνητές κλειδώσεις) → σοβαρά τεχνητά σφάλματα
- Μικρή διάμετρος (Κάποιοι δεν χωρούν στο μηχάνημα – Κλειστοφοβία)
- Δυνατός θόρυβος κατά τη διάρκεια της απεικόνισης
- Ασθενείς ακίνητοι για πολύ χρόνο (από 10 ως 30 λεπτά)
- **Τιμή** (εξέτασης, τομογράφου, και λειτουργίας)

- **Το μέλλον της MT**

- Μικροί μαγνητικοί τομογράφοι
 - Απεικόνιση συγκεκριμένων μερών του σώματος με πολύ ψηλή ευκρίνεια
- Λειτουργική χαρτογράφηση εγκεφάλου (fMRI)
 - Μέτρηση ροής → απεικόνιση των ενεργοποιημένων περιοχών του εγκεφάλου

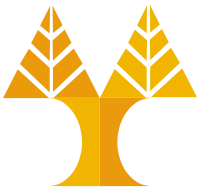


Υπέρηχοι

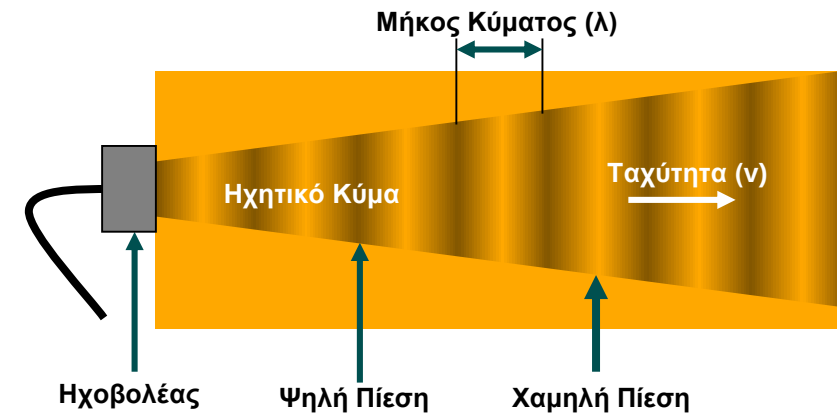


- Δημοφιλής τεχνική ιατρικής απεικόνισης
- Χρησιμοποιεί κύματα ήχων ψηλής συχνότητας και μετρά την ηχώ τους
- Η τεχνική είναι παρόμοια με τον τρόπο που
 - Νυχτερίδες, φάλαινες και δελφίνια βρίσκουν τον δρόμο και την λεία τους
 - Υποβρύχιος ανιχνευτής (sonar) ανιχνεύει τα υποβρύχια
- Απεικόνιση πραγματικού χρόνου (real-time)
 - Δυναμική παρουσίαση τμηματικών εικόνων
- Ψηφιακές τεχνικές και δυνατότητες πλέον και τρισδιάστατης (3D) απεικόνισης





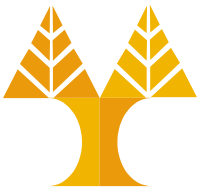
- **Ηχητικά κύματα**
 - Μηχανικές ταλαντώσεις
 - Μεταβολές πίεσης-ώσεως
- **Τα χαρακτηριστικά του κύματος είναι:**
 - Συχνότητα (f)
 - Περίοδος (T)
 - Μήκος κύματος (λ)
- **Περιοχές**
 - Ακουστική ζώνη 16-16.000 Hz
 - Υπόηχοι 1-16 Hz (εξαιρετικά επιβλαβείς)
 - Υπέρηχοι > 20.000 Hz
 - Ιατρική διαγνωστική 1-20 MHz
- **Ταχύτητα Υπερήχων:**
 - Αέρας: 331 m / sec - κακός ηχητικός αγωγός
 - Μαλακά μόρια: 1.500 m / sec
 - Οστά: 4.080 m / sec - καλοί ηχητικοί αγωγοί



$$\lambda f = v$$

Σημείωση: Το λ είναι διαφορετικό σε διαφορετικούς ιστούς

Υπέρηχοι

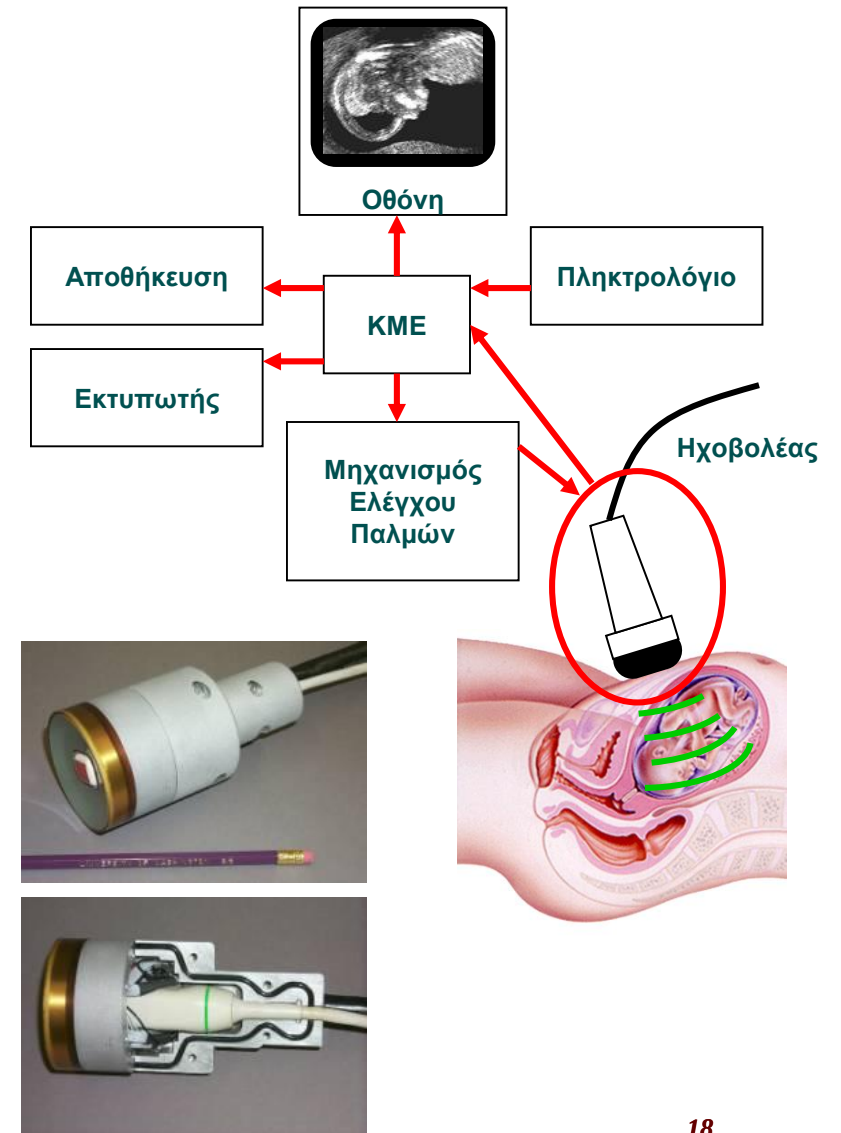


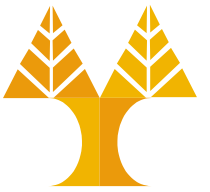
- **Μια βασική μηχανή υπερήχου έχει τα ακόλουθα μέρη:**

- Ηχοβολέας
- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (ΚΜΕ)
- Μηχανισμός ελέγχου παλμών
- Οθόνη
- Πληκτρολόγιο/ποντίκι
- Συσκευή αποθήκευσης των εικόνων
- Εκτυπωτής

- **Ηχοβολέας**

- Κατασκευασμένος από πιεζοηλεκτρικό υλικό
 - Μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανικά ηχοκύματα και το αντίστροφο
- Παλμός διάρκειας 1 μsec μεταδίδεται 1000 φορές/sec
 - Κατά το λοιπό 999/1000 (ή 99,9%) του χρόνου λειτουργεί σαν δέκτης



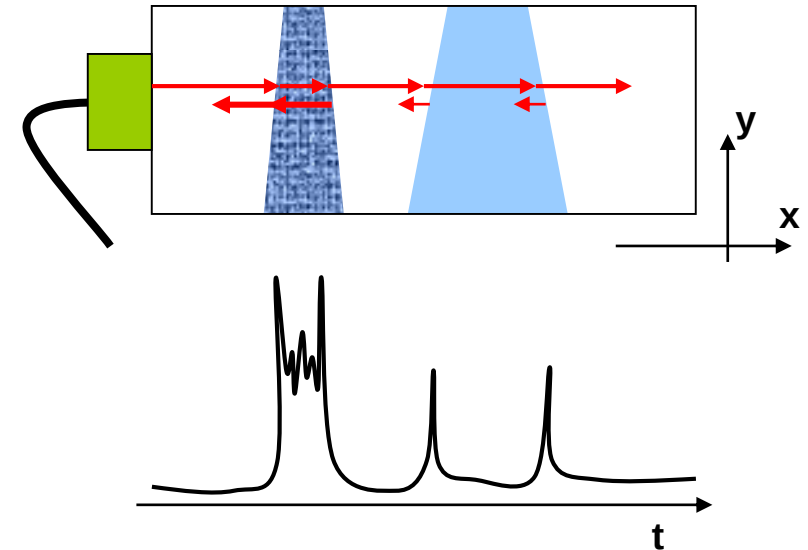


- **Δέσμη υπερήχων**

- Προσπίπτει σε διεπαφή (επιφάνεια οργάνου) ή σκεδαστή (περιοχή με διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες)
- Μετρούμε τον ήχο που επιστρέφει (ηχώ)

- **Ανακλάται όπου υπάρχει μεταβολή στην “εμπέδηση”**

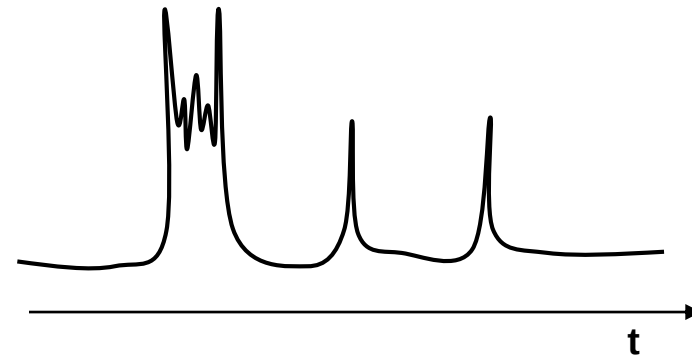
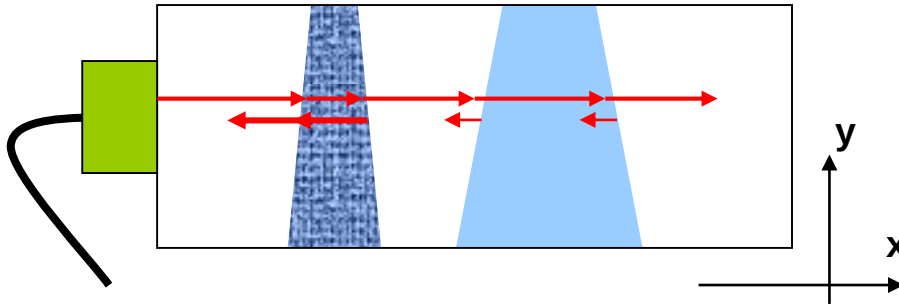
- “Εμπέδηση” $\rightarrow$ ανάλογη της πυκνότητας και ελαστικότητας ενός ιστού
- Μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ιστών $\rightarrow$ μεγαλύτερη ανάκλαση
- Ακραία περίπτωση: αέρας / μαλακά μόρια
 - Σχεδόν το σύνολο της δέσμης ανακλάται
 - Λύση: Παρεμβολή υδατικής κρέμας (gel) μεταξύ ηχοβολέα και δέρματος
- Η υπερηχογραφία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε
 - Όργανα με αέρα (πνεύμονες, εντερικές έλικες)
 - Οστά
- Περιορισμένη χρήση από τις οστικές τομές
 - Ασθενής λαμβάνει διάφορες θέσεις κατά την εξέταση
 - Εξέταση διαμέσου οστών

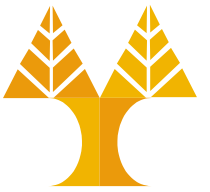




- **A-Mode**

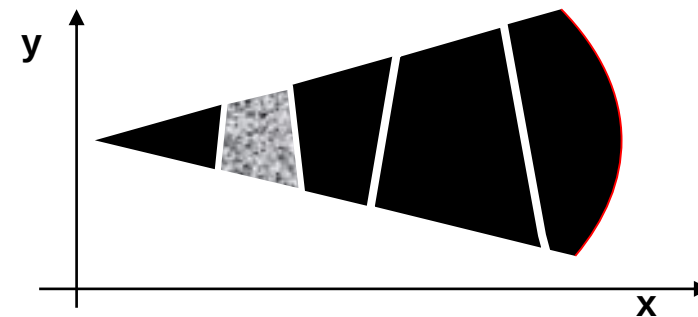
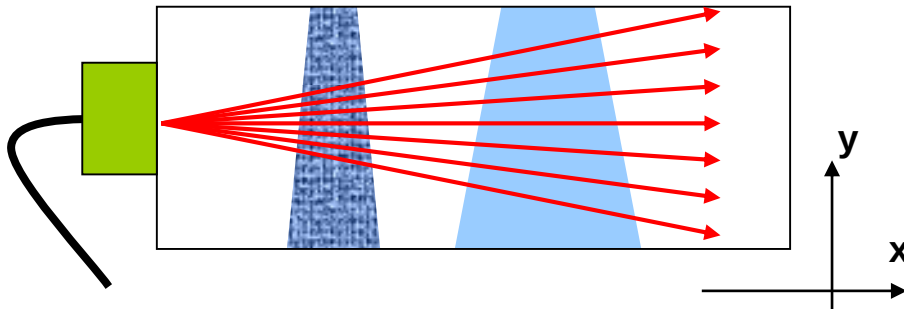
- Μονοδιάστατη μέτρηση
- Ένταση ως προς το βάθος (x)
- Ακίνητη δέσμη, ακίνητο αντικείμενο
- Μέγεθος των ήχων είναι ανάλογο των ακουστικών ιδιοτήτων

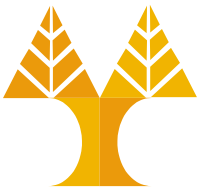




• B - Mode

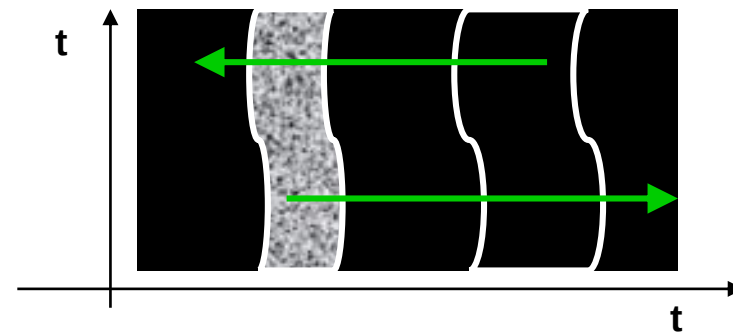
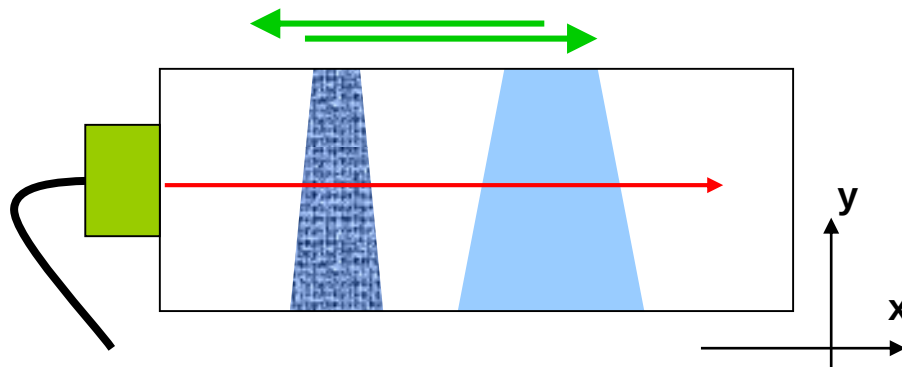
- Δισδιάστατη εικόνα (πολλές γραμμικές μετρήσεις)
- Ένταση στην κλίμακα του γκριζου
 - Διεπαφές και σκέδαση
 - Κόκκωση (συμβολή κυμάτων από πολλούς μικροσκοπικούς σκεδαστές)
- Σαρώνεται η δέσμη, ακίνητο το αντικείμενο
- Η πιο συνηθισμένη μορφή απεικόνισης

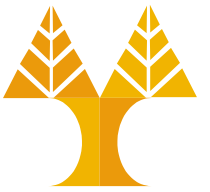




- **M – Mode (M: motion = κίνηση)**

- Δισδιάστατη εικόνα (πολλές γραμμικές μετρήσεις)
- Ακίνητη δέσμη, κινείται το αντικείμενο
- Γραμμικές μετρήσεις σε διαδοχικούς χρόνους $\rightarrow$ κίνηση των σημείων σε χώρο
- Χρησιμοποιείται ευρέως στην ηχοκαρδιολογία



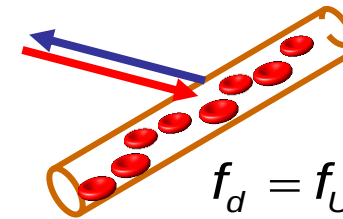
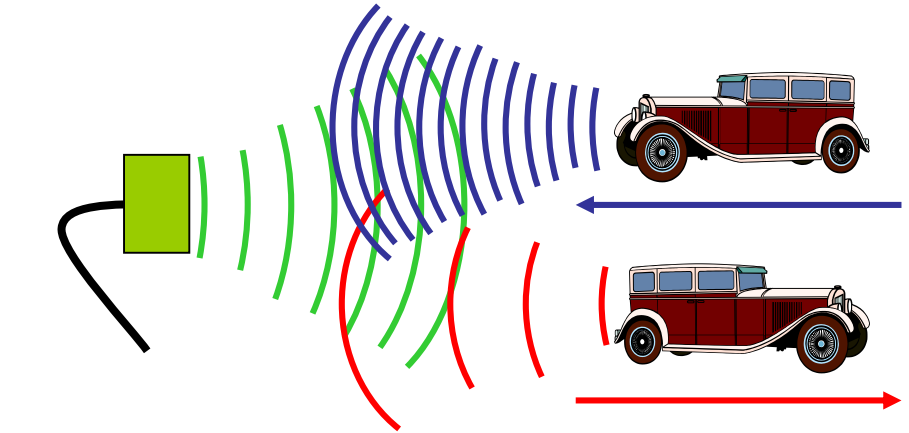


- **Μέτρηση της αιματικής ροής**

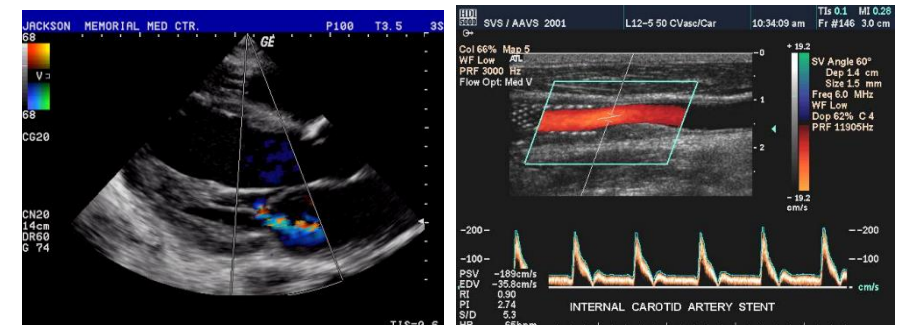
- Φαινόμενο Doppler
- Η συχνότητα εξαρτάται από την σχετική ταχύτητα μεταξύ του πομπού και του δέκτη
- Ροή κινείται προς τον ηχοβολέα → υψηλότερη συχνότητα
- Ροή απομακρύνεται από τον ηχοβολέα → χαμηλότερη συχνότητα

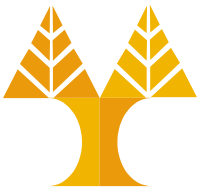
- **Εφαρμογές**

- Απεικόνιση της λειτουργίας των μεγάλων αγγείων και της καρδιάς, π.χ.
 - Ροή μέσα από ένα καρωτιδικό νάρθηκα (stent)
 - Ροή μέσα από την καρδιά και τις βαλβίδες της



$$f_d = f_{US} \pm \frac{2\Delta v}{\lambda} = f_{US} \left(1 \pm \frac{2\Delta v}{v_{US}} \right)$$



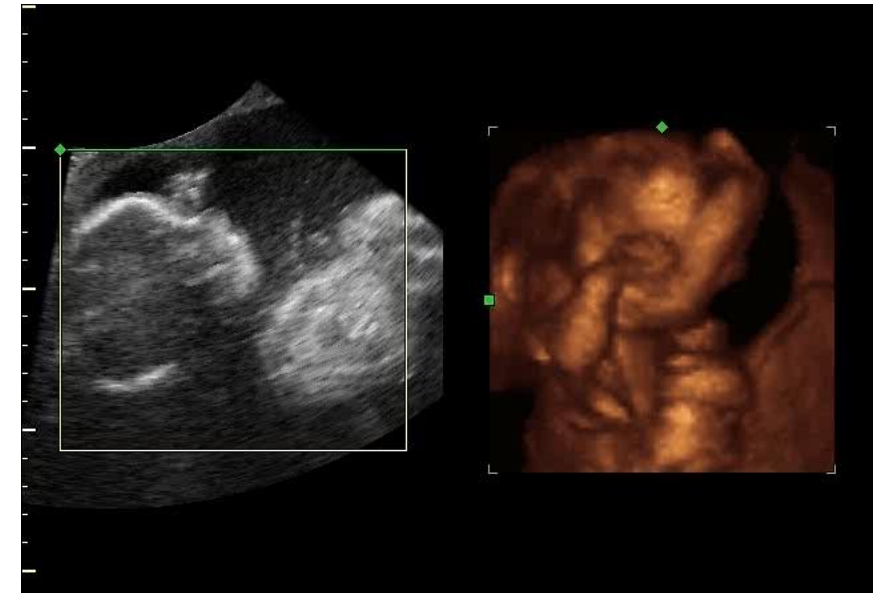


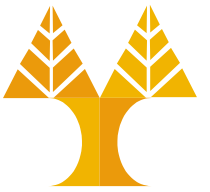
- **Τρισδιάστατη απεικόνιση**

- Καταγράφονται δισδιάστατες εικόνες με σάρωση
- Εξειδικευμένο λογισμικό διαμορφώνει τρισδιάστατες απεικονίσεις

- **Χρησιμοποιείται για:**

- Κυρίως για αισθητικούς λόγους!!!
- Έγκαιρη ανίχνευση των καρκινωδών και καλοηθών όγκων
 - Εξέταση του προστατικού αδένα για την έγκαιρη ανίχνευση καρκίνου
 - Έλεγχος για μάζες στο παχύ έντερο
 - Ανίχνευση κακώσεων των μαστών για τις πιθανές βιοψίες
- Απεικόνιση του εμβρύου για αξιολόγηση της ανάπτυξής του, ειδικά για παρατήρηση ανώμαλης ανάπτυξης του προσώπου και των άκρων





• Μαιευτική και γυναικολογία

- μέγεθος του εμβρύου
- αναμενόμενη ημερομηνία τοκετού
- θέση του εμβρύου
- θέση του πλακούντα
- αριθμός των εμβρύων στη μήτρα
- φύλο του μωρού
- ρυθμός ανάπτυξης του εμβρύου
- ανίχνευση εκτοπικής εγκυμοσύνης
- αμνιακό υγρό
- έλεγχος του εμβρύου κατά τη διάρκεια των εξειδικευμένων επεμβάσεων
- όγκοι των ωοθηκών και μαστών

• Ογκολογία

- Απεικόνιση κύστεων
- Καθοδηγούμενη βιοψία

• Καρδιολογία

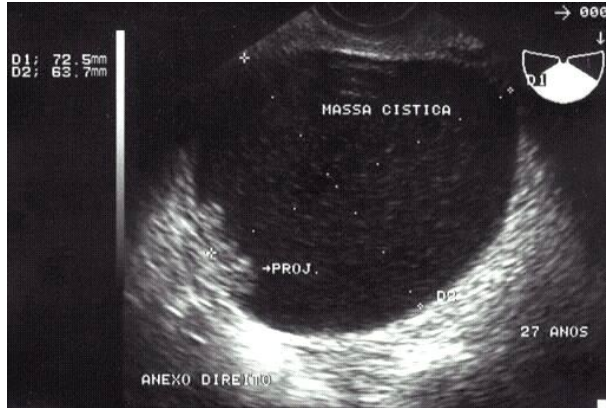
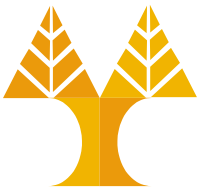
- απεικόνιση του εσωτερικού της καρδιάς για να προσδιοριστούν ανώμαλες δομές ή λειτουργίες
- μέτρηση του αίματος που περνά από την καρδιά και τα σημαντικά αιμοφόρα αγγεία

• Ουρολογία

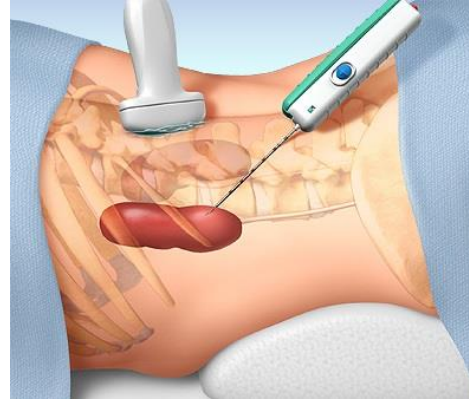
- μέτρηση της ροής του αίματος μέσα από τους νεφρούς
- απεικόνιση πετρών στους νεφρούς και την ουροδόχο κύστη
- έγκαιρη ανίχνευση του καρκίνου του προστάτη

• Γαστρεντερολογία

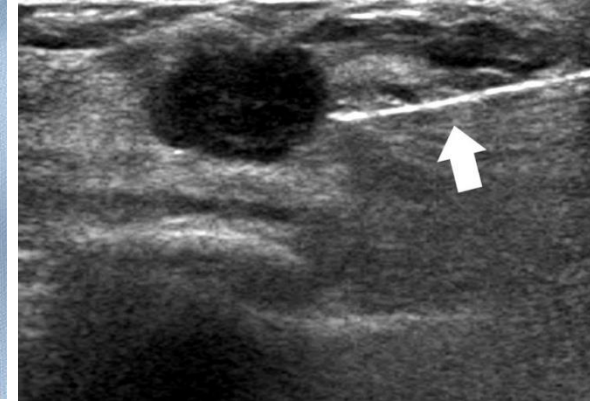
- ανίχνευση όγκων και μαζών στο συκώτι
- αξιολόγηση προβλημάτων της χοληδόχου κύστης



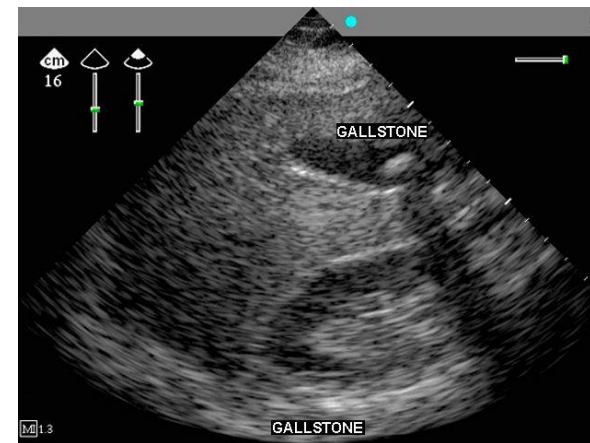
Ενδοκολπική υπερηχογραφία μια μάζας στην πυελική χώρα 27χρονης γυναίκας (κύστη με θηλώδεις προεξοχές, χαρακτηριστική κακοήθους ανάπτυξης)



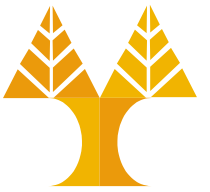
Δειγματοληψία από κύστη στο νεφρό, καθοδηγούμενη από υπερήχους



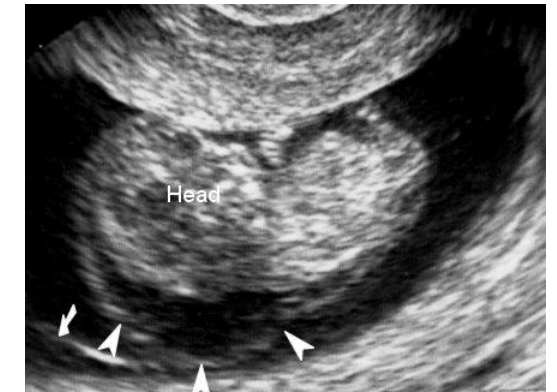
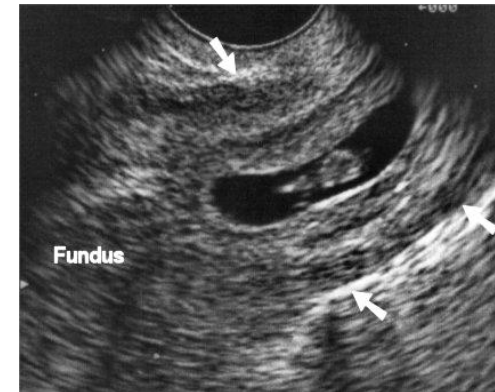
Πολλαπλοί όγκοι στο συκώτι.



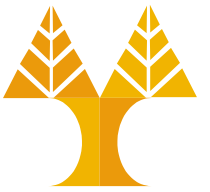
Λίθος της χοληδόχου κύστης – φαίνεται η “σκιά” από τον λίθο



- **Εξέταση 1^{ου} τριμήνου (μεταξύ 6^{ης} και 14^{ης} εβδομάδας)**
 - Ύπαρξη και θέση του κυήματος.
 - Αριθμός των εμβρύων.
 - Ομαλή πορεία της κύησης
 - Σοβαρές ανωμαλίες διαπλάσεως (δυνατότητα έγκαιρης διακοπής)
 - Εξωμήτριος κύηση.
 - Αυχενική διαφάνεια του εμβρύου
 - Χρωσωμικές ανωμαλίες (κυρίως σύνδρομο Down)
 - Με αξιοπιστία 85%
 - Ακριβής ηλικία της κύησης
 - Πιθανή ημερομηνία τοκετού



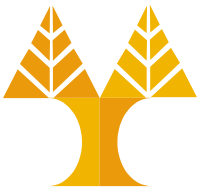
Οβελιαία τομή που δείχνει εξωμήτριο κύηση στο τράχηλο της μήτρας (τόξα) με την μήτρα άδεια (αριστερά.) Αυχενική διαφάνεια (κεφαλές τόξων) σε ένα έμβρυο 10 εβδομάδων. Δεν πρέπει να μπερδεύεται με το άμνιο (μικρά τόξα.)



- Εξέταση 2^{ου} τριμήνου (μεταξύ της 20^{ης} και της 24^{ης} εβδομάδας)
 - Αναλυτικό Προγεννητικό Υπερηχογράφημα (Β' επιπέδου)
 - Ανατομία του εμβρύου,
 - Μπορεί να γίνει έλεγχος Doppler των μητριάων αρτηριών.

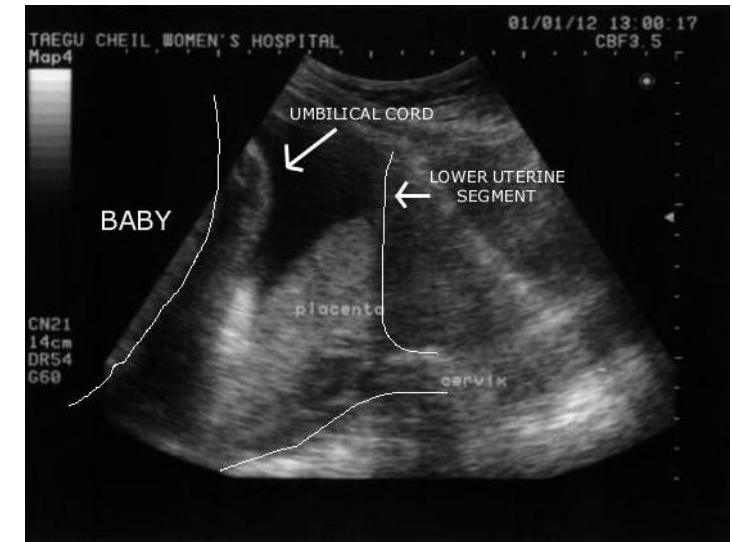


Σύνδρομο Seckel: σπάνιος (< 1:10,000) συνδυασμός δυσμορφιών (πιθανώς αυτοσωματικό υπολειπόμενο γνώρισμα). Χαρακτηριστικά του προσώπου στις 22 εβδομάδες εμβρυϊκής ηλικίας: υπανάπτυκτο μέτωπο και μικρογναθία. (αριστερά) Στις 34 εβδομάδες εμβρυϊκής ηλικίας: προεξέχουσα μύτη, υπανάπτυκτο μέτωπο, μικρογναθία. (δεξιά)



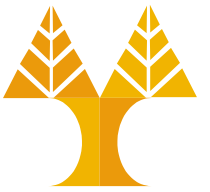
- **Εξέταση 3^{ου} τριμήνου (μετά την 28^η εβδομάδα)**

- Εκτίμηση της ανάπτυξης του εμβρύου
- Γενικός έλεγχος:
 - Θέση και μορφολογία του πλακούντα
 - Θέση του εμβρύου
 - Ποσότητα του αμνιακού υγρού
 - Αδρές σωματικές κινήσεις
 - Αναπνευστικές κινήσεις και μυϊκός τόνος



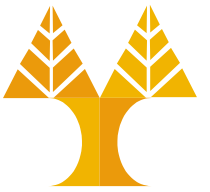
Ένας προγεννητικός υπέρηχος αποκαλύπτει πλήρες πρόδρομο πλακούντα, όπου ο πλακούντας καλύπτει το αυχενικό άνοιγμα, καθιστώντας τον κοιλιακό τοκετό όχι μόνο επικίνδυνο αλλά αδύνατο.

Τι σας λέει η εικόνα;



Αγοράκι ή Κοριτσάκι;





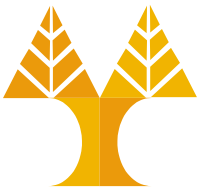
- **Είναι ασφαλείς**

- Για την μητέρα και για το έμβρυο
- 30 περίπου χρόνια χωρίς να εντοπιστούν κάποιες επιπλοκές
- Δεν έχει υπάρξει καμία τεκμηριωμένη επιπλοκή είτε σε ανθρώπους είτε σε ζώα
- Όμως ... Το υπερηχογράφημα πρέπει να γίνεται μόνο όταν είναι αναγκαίο!

- **Χαμηλού κινδύνου κυήσεις**

- Υπέρηχοι είναι αποτελεσματικοί στο να αποκλείουν πιθανά προβλήματα
- Υπάρχει πιθανότητα 0,1% ότι θα διαγνώσουν γενετική ατέλεια όταν στην πραγματικότητα δεν υπάρχει
- Εξετάσεις που ακολουθούν συνήθως ξεκαθαρίζουν το λάθος





- **Το μέλλον**

- Σκιαγραφικά υλικά (microbubbles)
- Οι μηχανές υπερήχων θα γίνουν γρηγορότερες και οι ηχοβολείς θα γίνουν μικρότεροι
 - Υπέρηχοι στο σπίτι!
- Θα αναπτυχθεί περισσότερο η τρισδιάστατη απεικόνιση και η εικονική πραγματικότητα
 - Ο γιατρός θα "βλέπει" μέσα στο σώμα όταν εκτελεί μια επέμβαση όπως αμνιοκέντηση ή βιοψία

