



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗΣ - ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ι. ΦΕΖΟΥΛΙΔΗΣ

Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

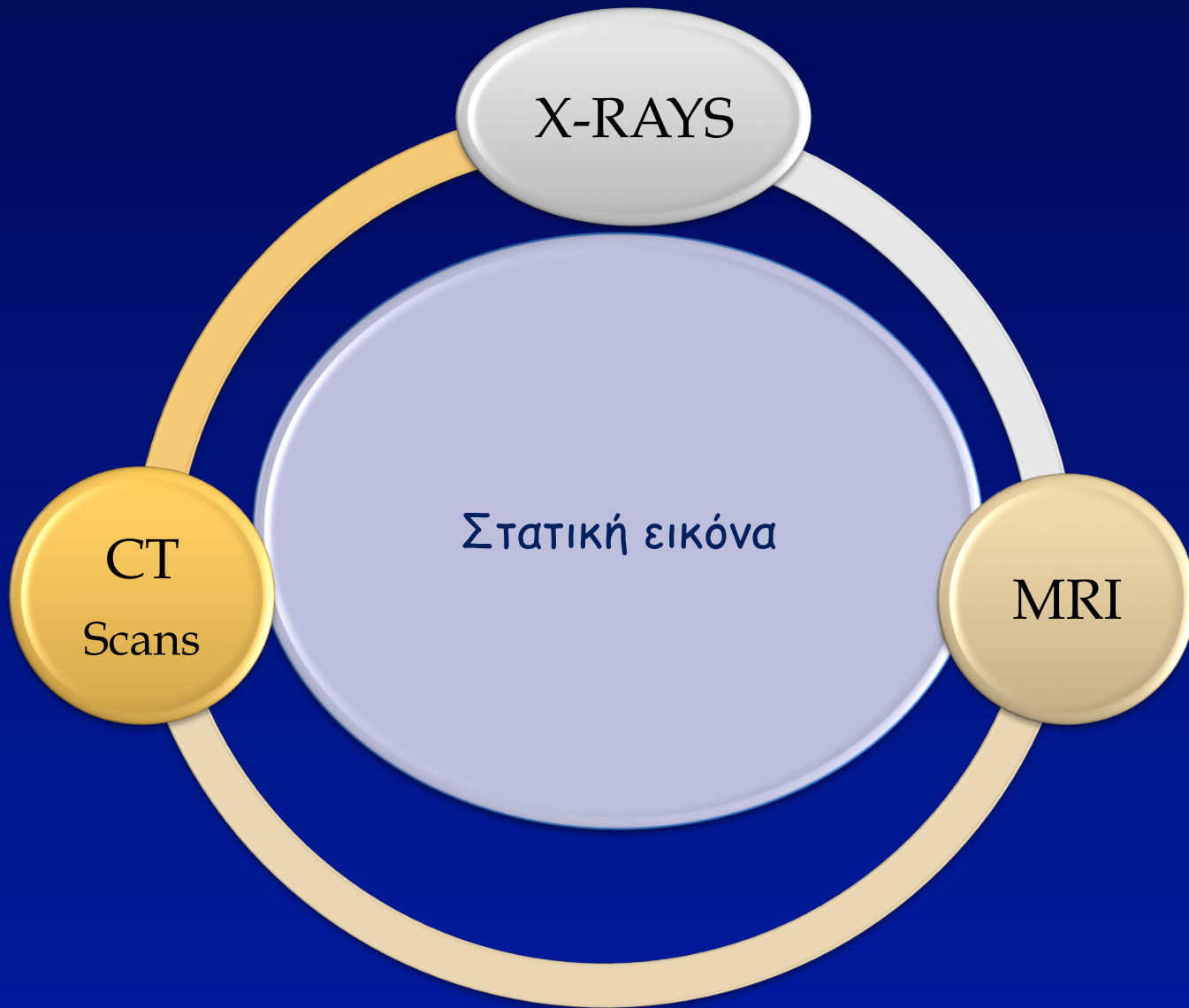
Ευτυχία Καψαλάκη
Αναπλ. Καθ. Ακτινοδιαγνωστικής

Ιστορική αναδρομή

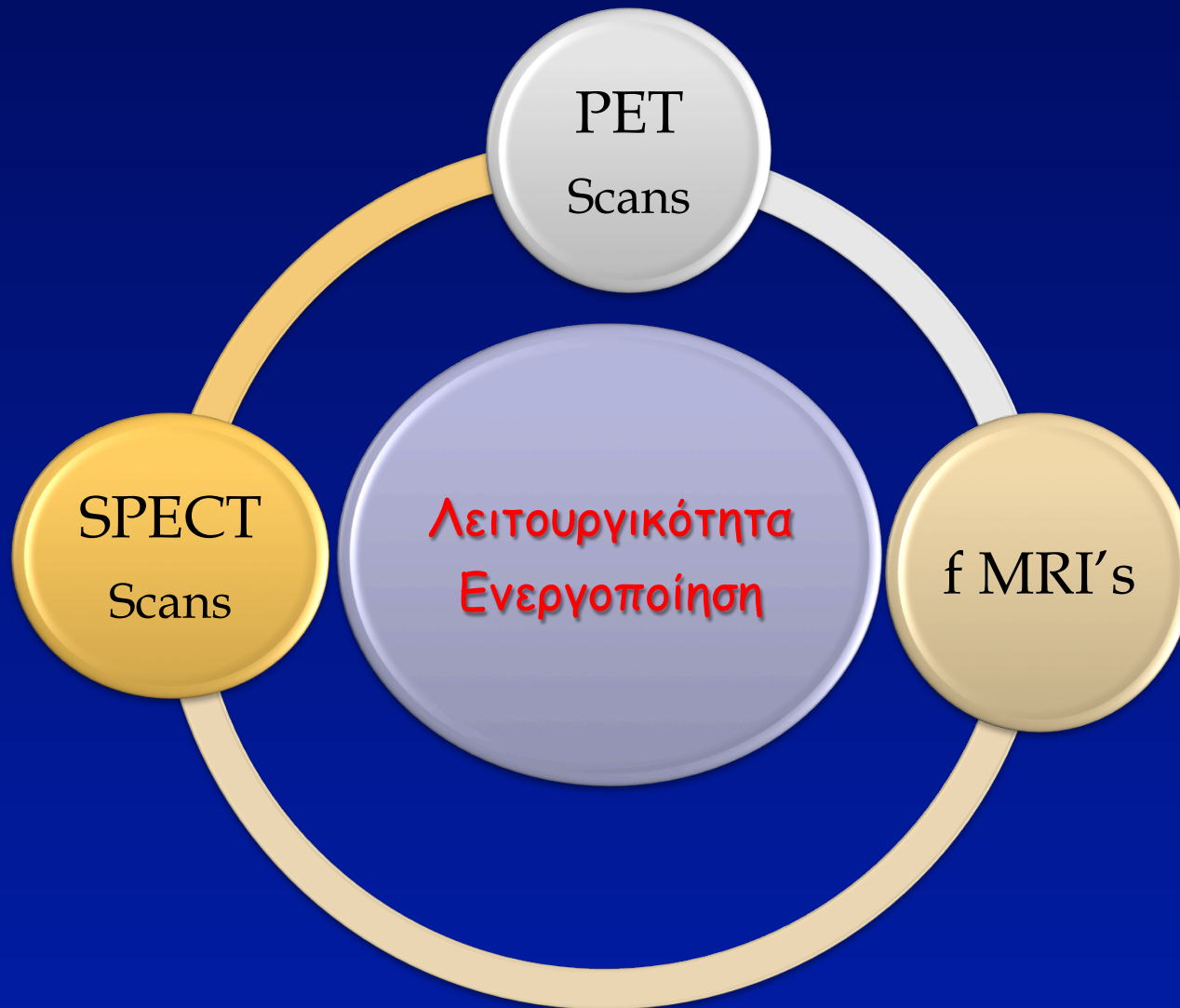
- Απλή ακτινογραφία
- Πνευμοκοιλιογραφία
- 1927 (Moniz) Αγγειογραφία
- Σπινθηρογράφημα με Xe - λειτουργία - (SPECT, PET)
- 1973 (Cormack and Hounsfield) Αξονική Τομογραφία
- 1968 -1980 Μαγνητική Τομογραφία
- Ειδικές τεχνικές απεικόνισης ΜΤ
 - Diffusion, DTI, Perfusion, MR Spectroscopy, Functional MRI



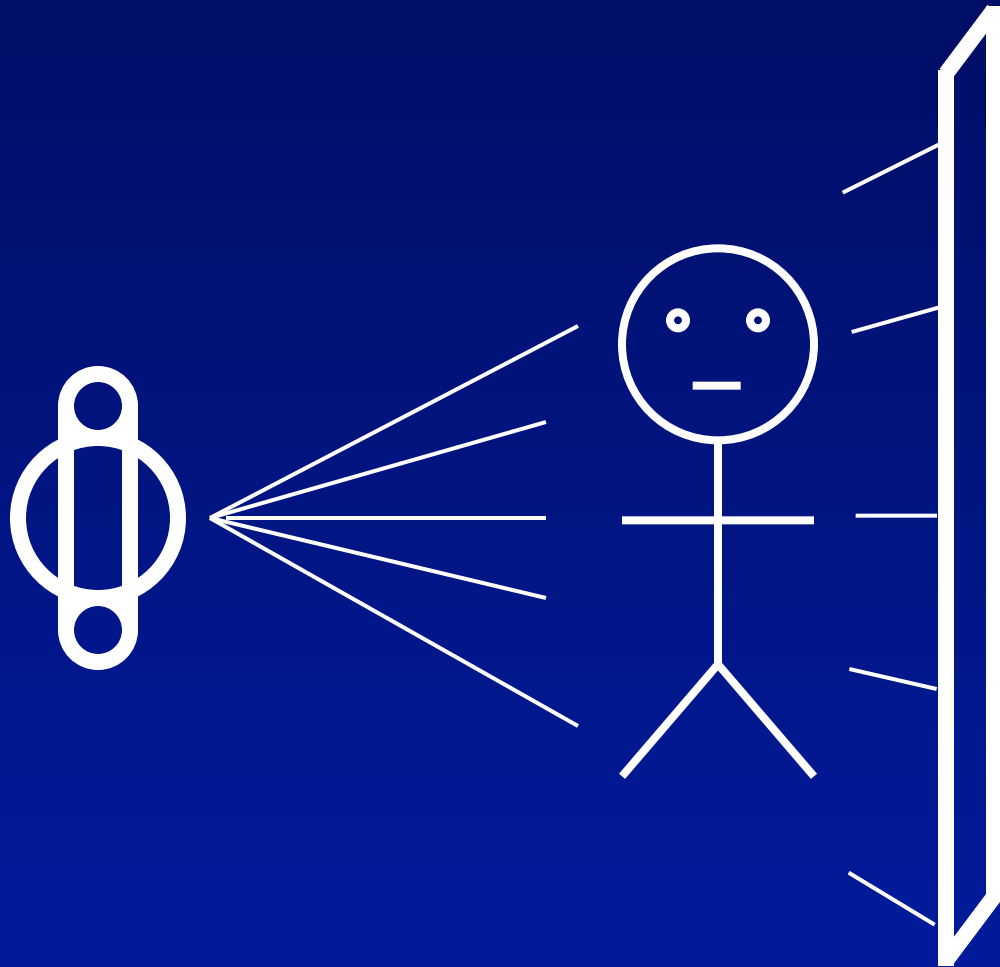
Μικροαρχιτεκτονική
Μεταβολισμό
Λειτουργικότητα



functional Brain Imaging

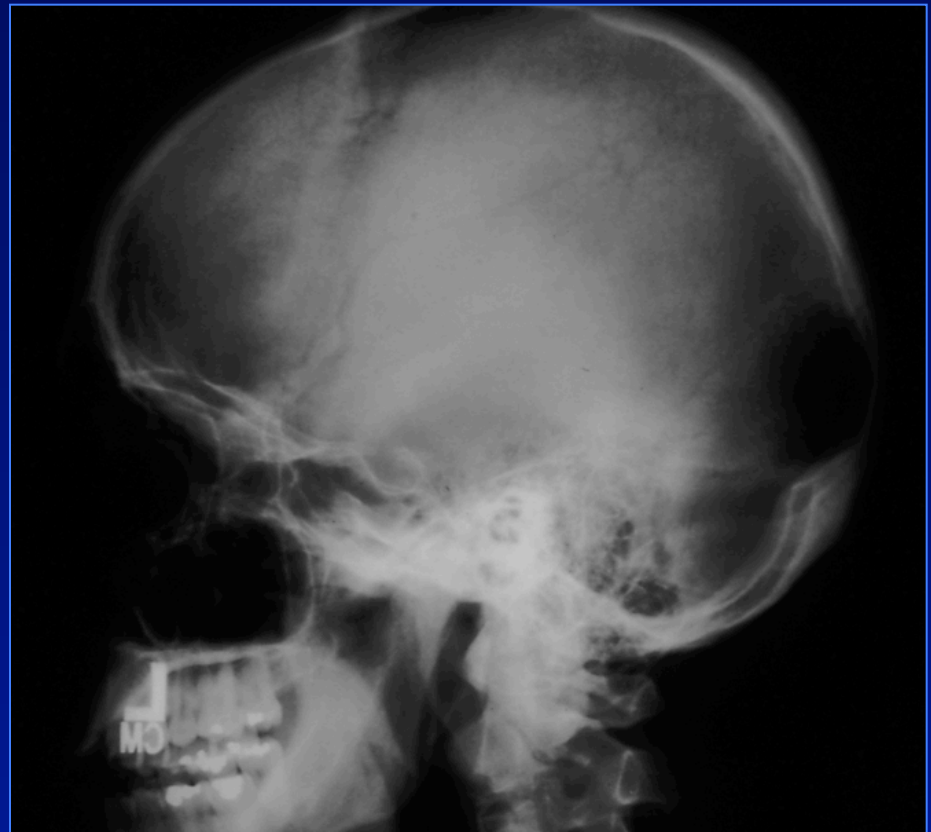


Ακτινογραφία (X-Ray)





Διαύγηση / Σκίαση



Οστά / αέρας

Απλή ακτινογραφία κρανίου

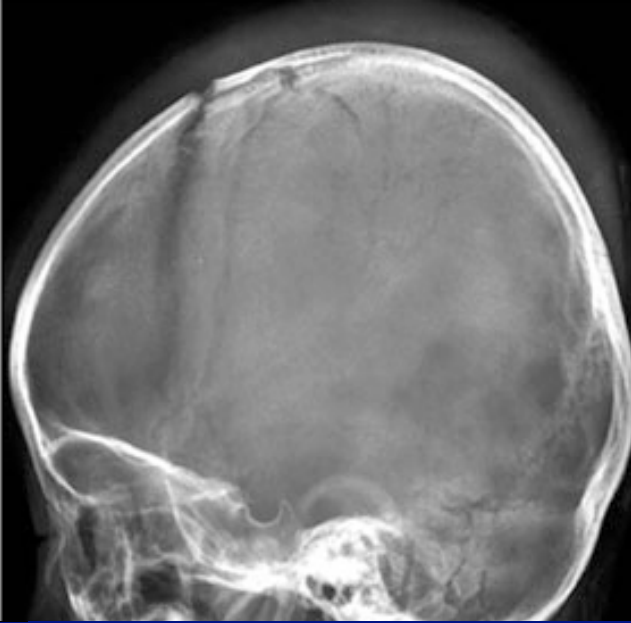
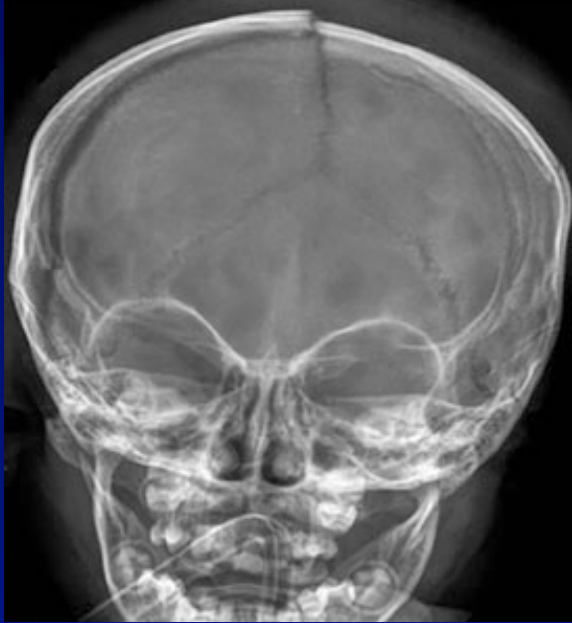
Ανάδειξη:

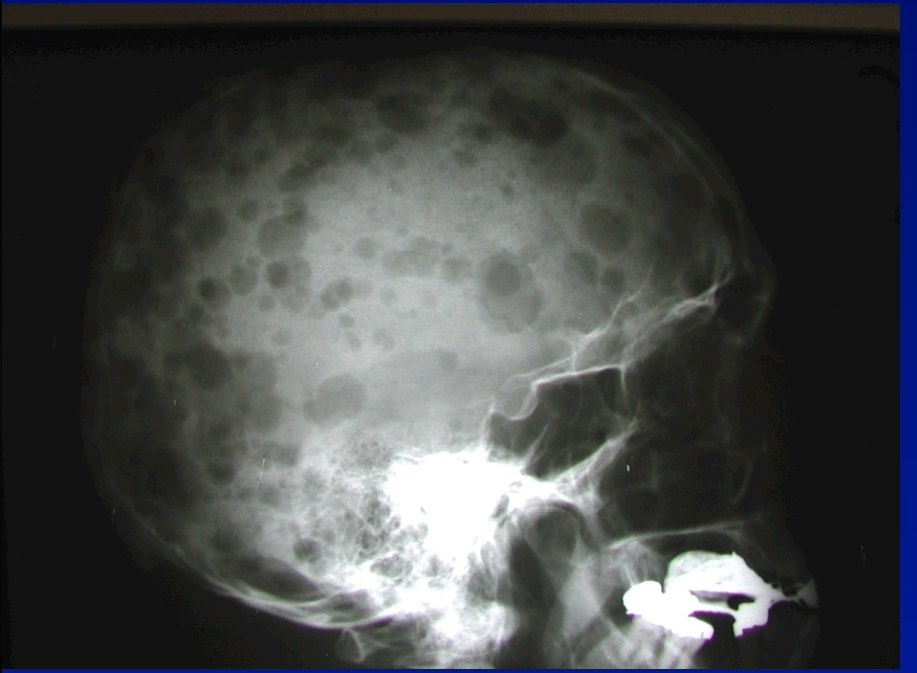
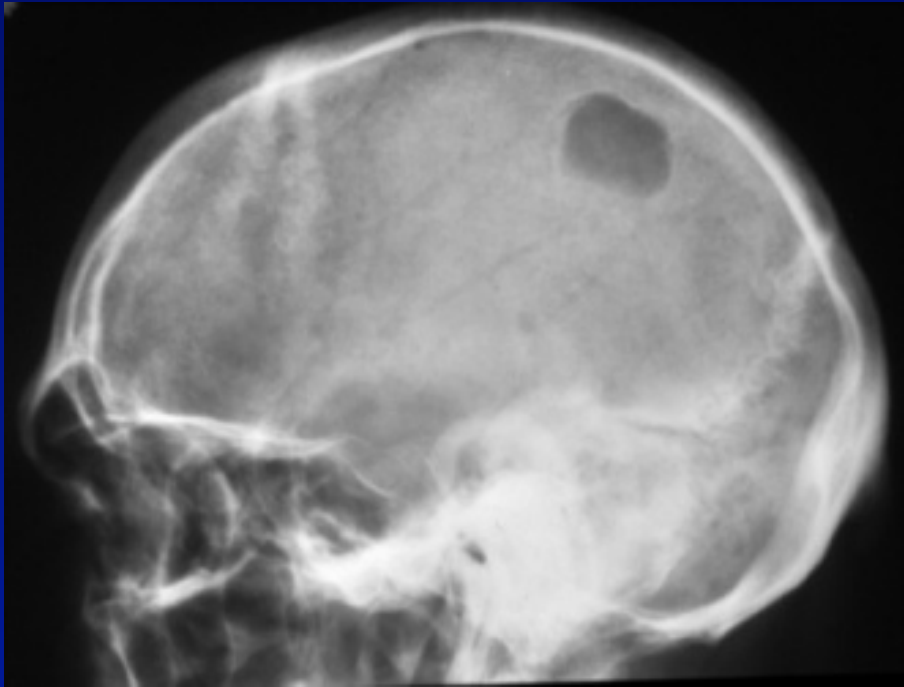
- καταγμάτων κρανίου
- οστικών αλλοιώσεων

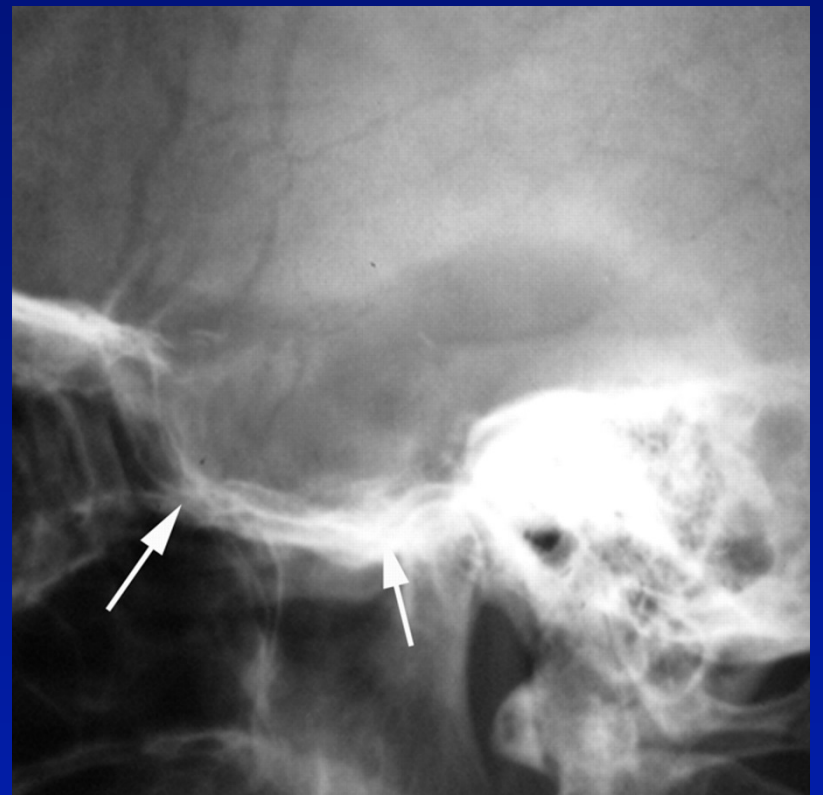
Σε υποψία ενδοεγκεφαλικής βλάβης απαιτείται έλεγχος με ΥΤ και ΜΣ.

Φυσιολογικές αποτιτανώσεις του εγκεφάλου

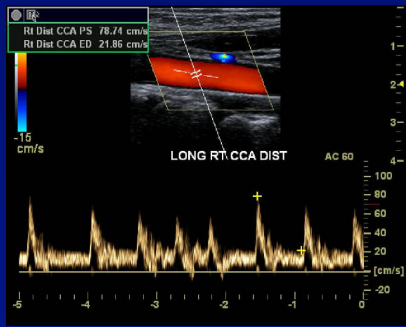
- Κωνάριο
- Χοριοειδή πλέγματα
- Τμήματα της σκληράς μήνιγγας (δρέπανο, σκηνίδιο της παρεγκεφαλίδας, διάφραγμα της υπόφυσης)
- Βασικά γάγγλια



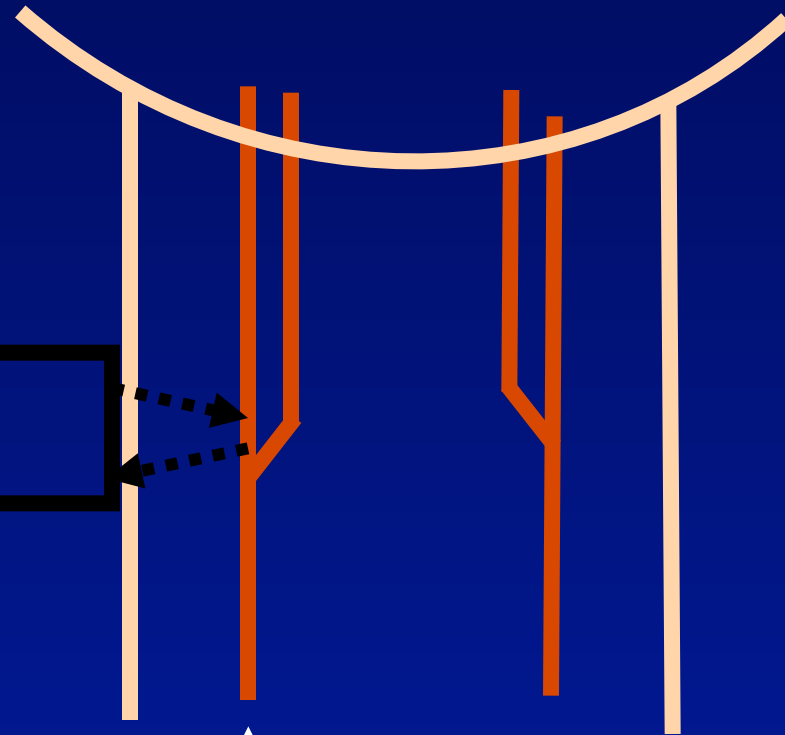




Υπερηχογράφημα

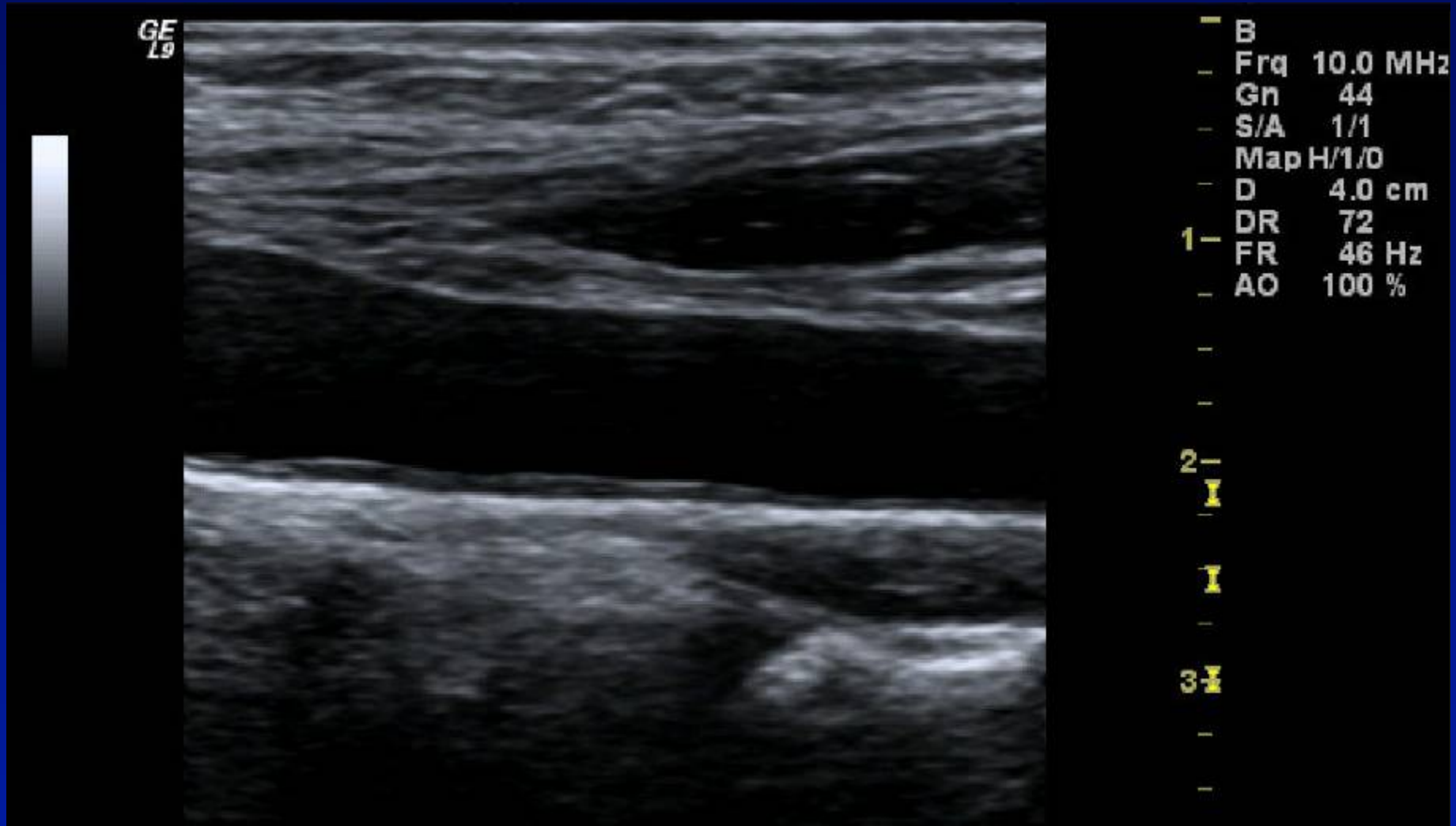


US transducer



carotid

Ultrasound – Gray Scale



Gray-scale image of carotid artery

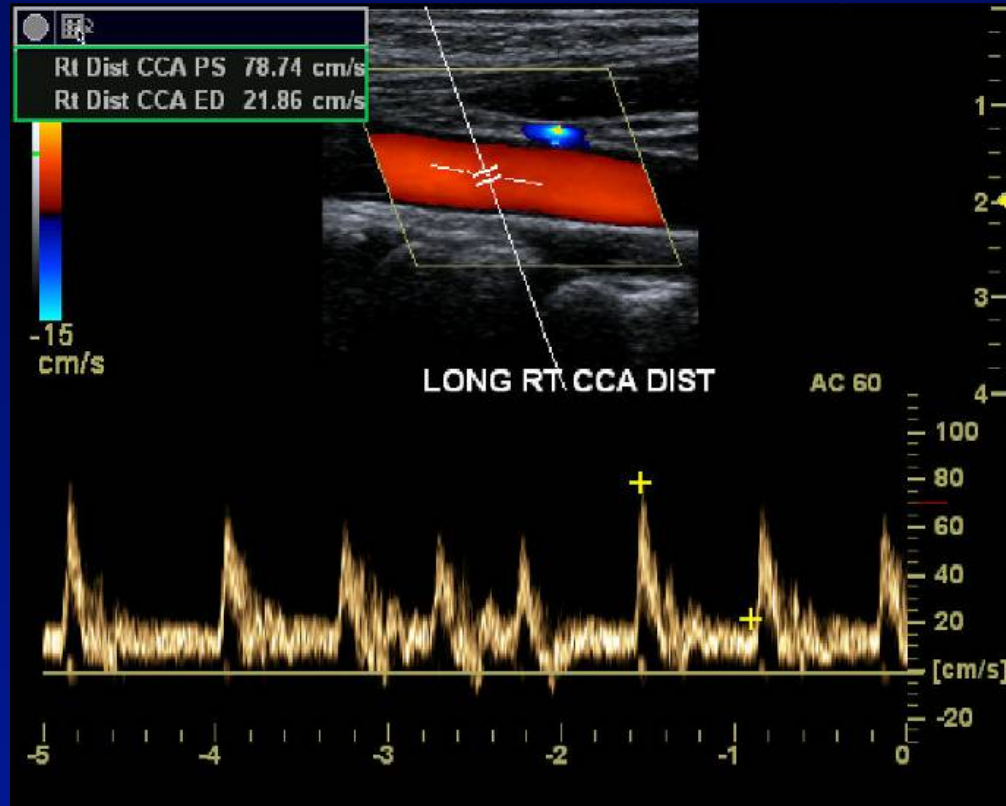
Ultrasound – Gray Scale



Plaque in ICA

Gray-scale image of carotid artery

Ultrasound - Color Doppler



Peak Systolic Velocity (cm/sec)

125 – 225

225 – 350

>350

ICA Stenosis (% diameter)

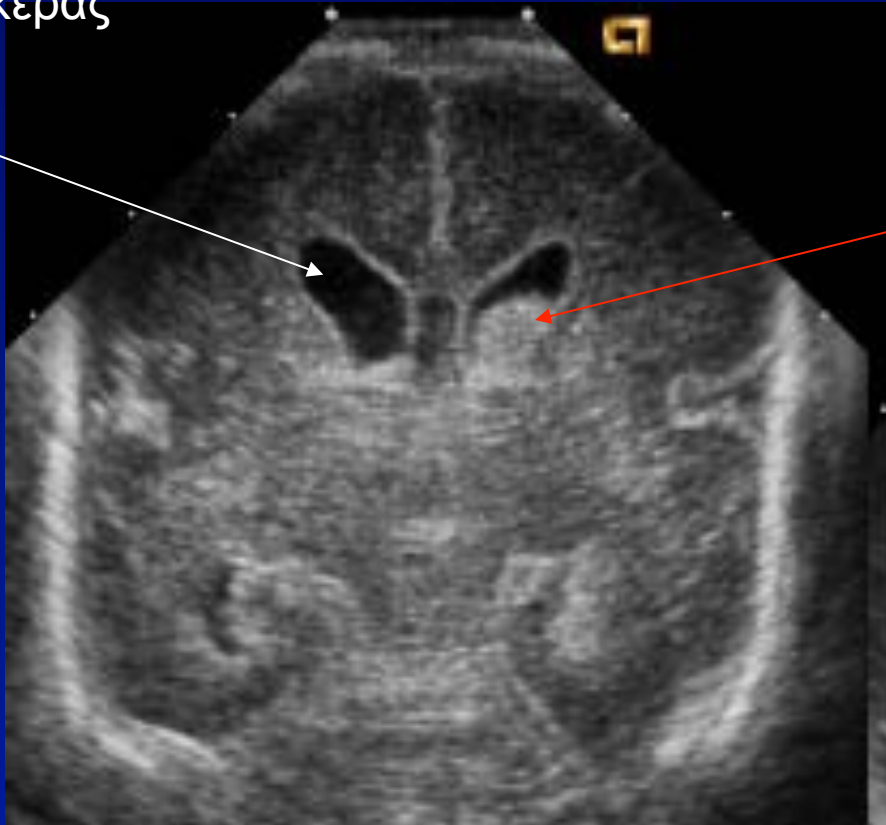
50 – 70

70 – 90

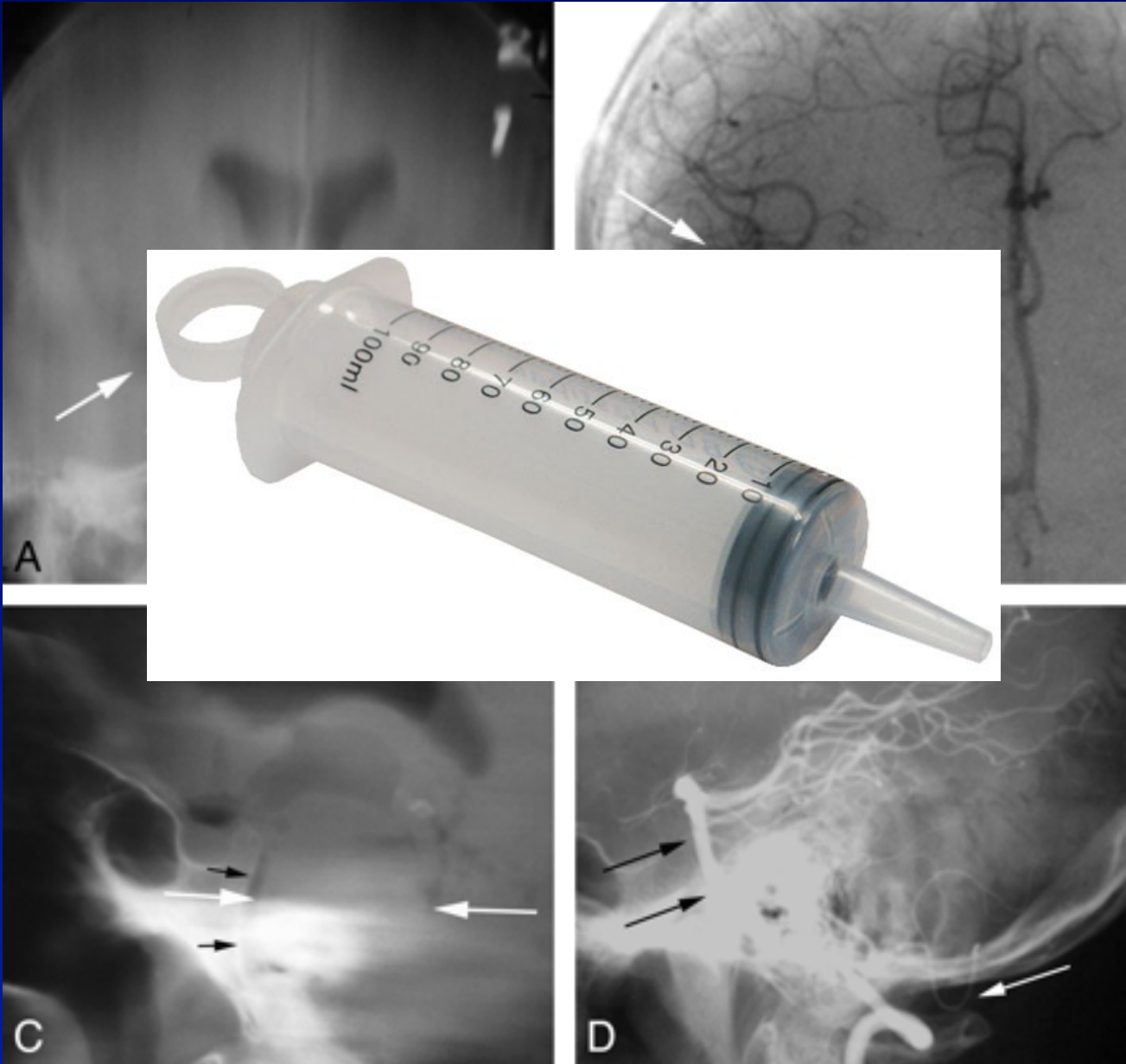
>90

Νεογνά, βρέφη

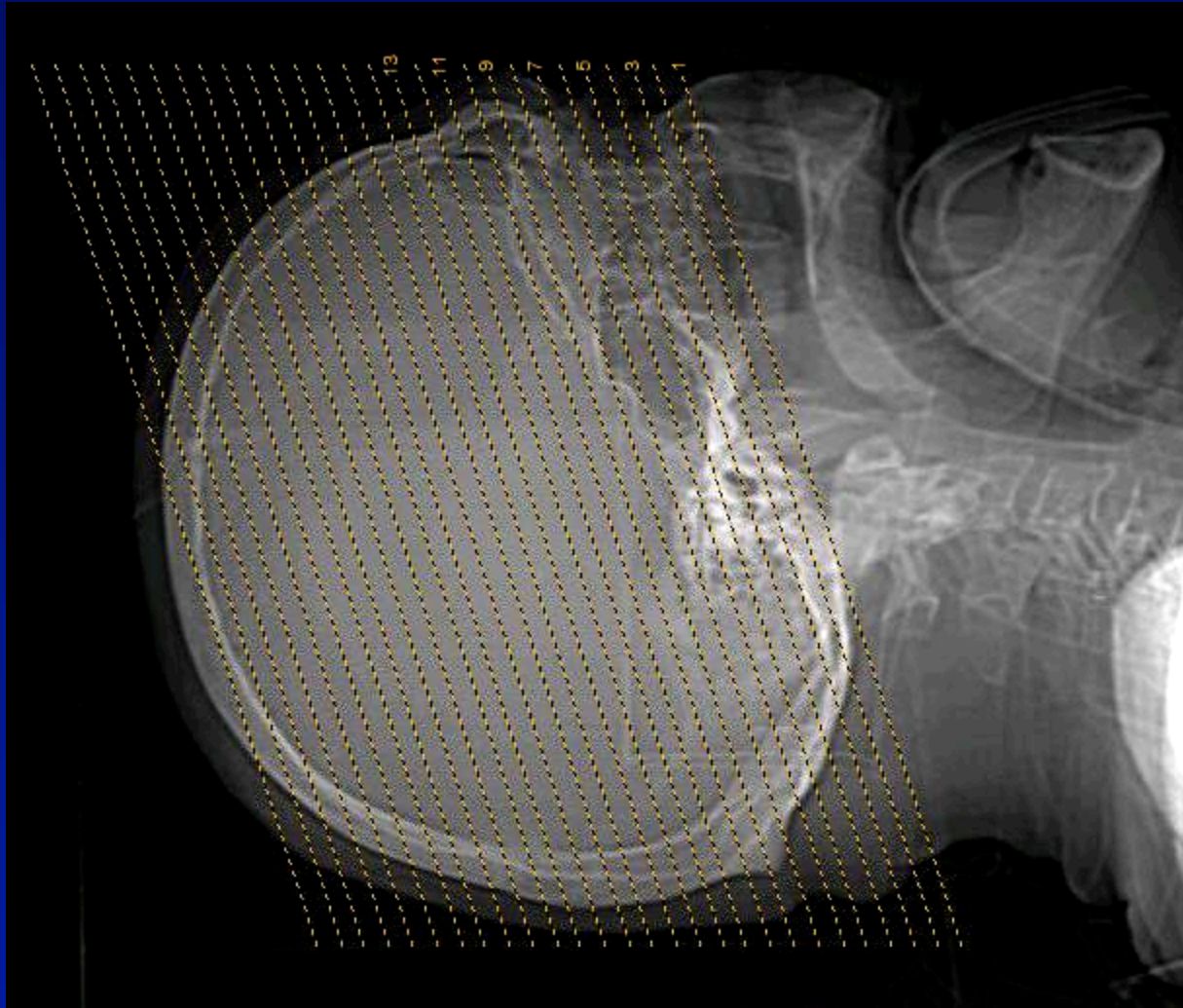
Μετωπιαίο κέρασ



Αιμορραγία

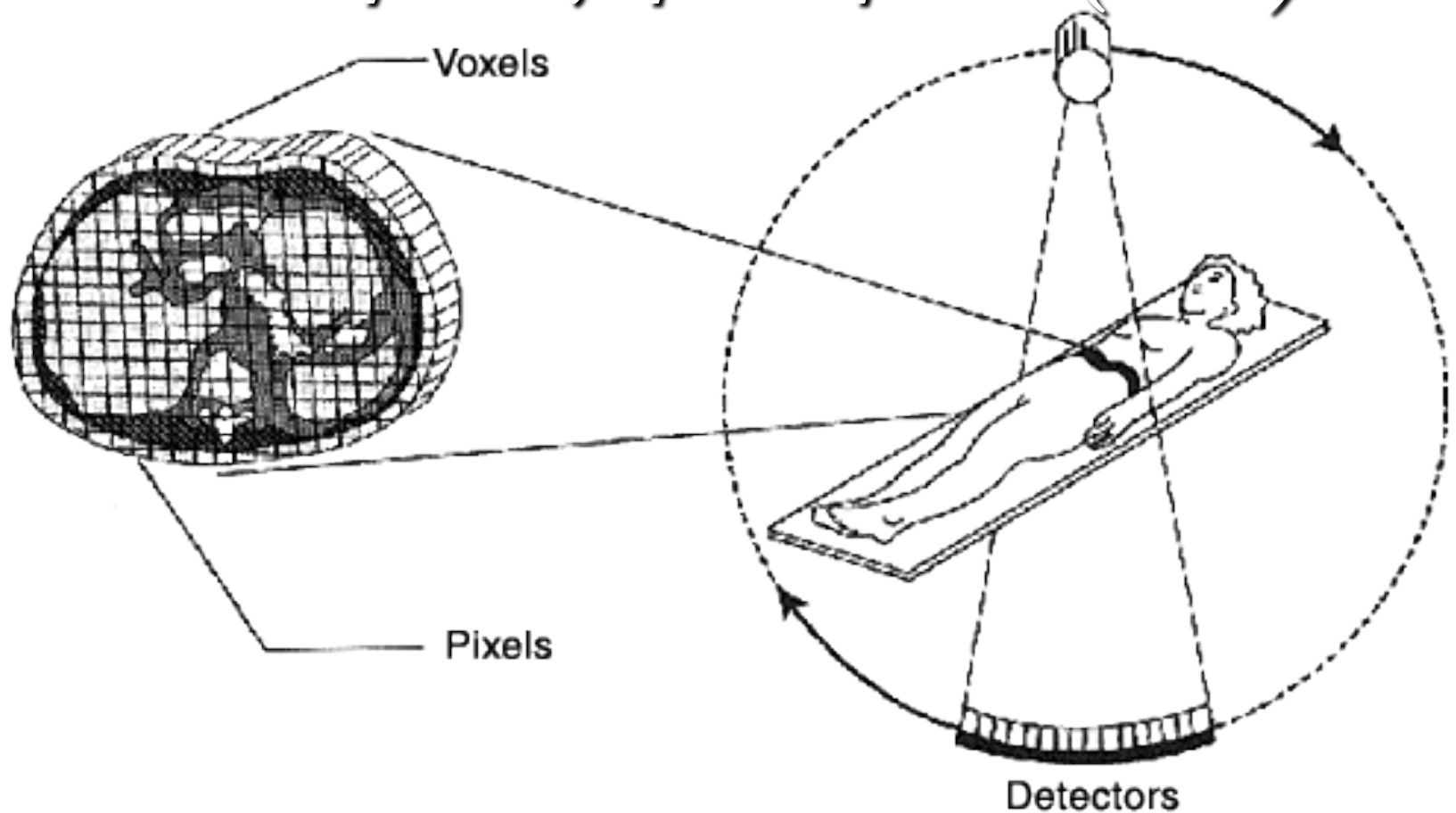


Computed Tomography



Υπολογιστική

τομογραφία (ΥΤ)



Υπολογιστική Τομογραφία

Χάρτης pixel-by-pixel της πρόσληψης ακτινοβολίας από
τους ιστούς

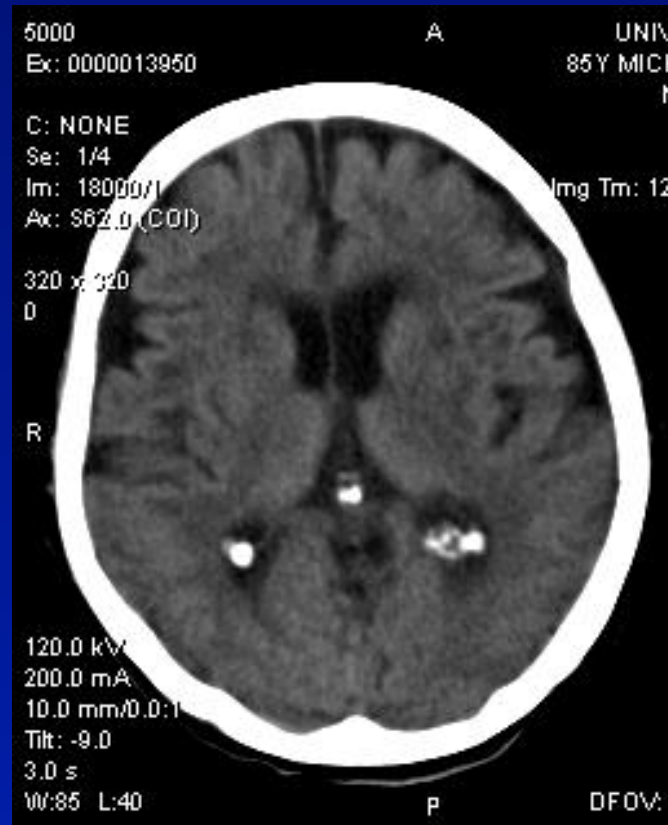
που εκφράζεται με πυκνότητα σε μονάδες **Hounsfield
Units (HU)**

$$HU_{\text{νερό}} = 0$$

Υπόπυκνο (μαύρο) > 0 > υπέρπυκνο (άσπρο)

αέρας	Λίπος	υγρό	Λευκή ουσία	Φαϊά ουσία	μαλακά μόρια	οστό
-1000	-100	0	20-30	30-40	50-80	1000

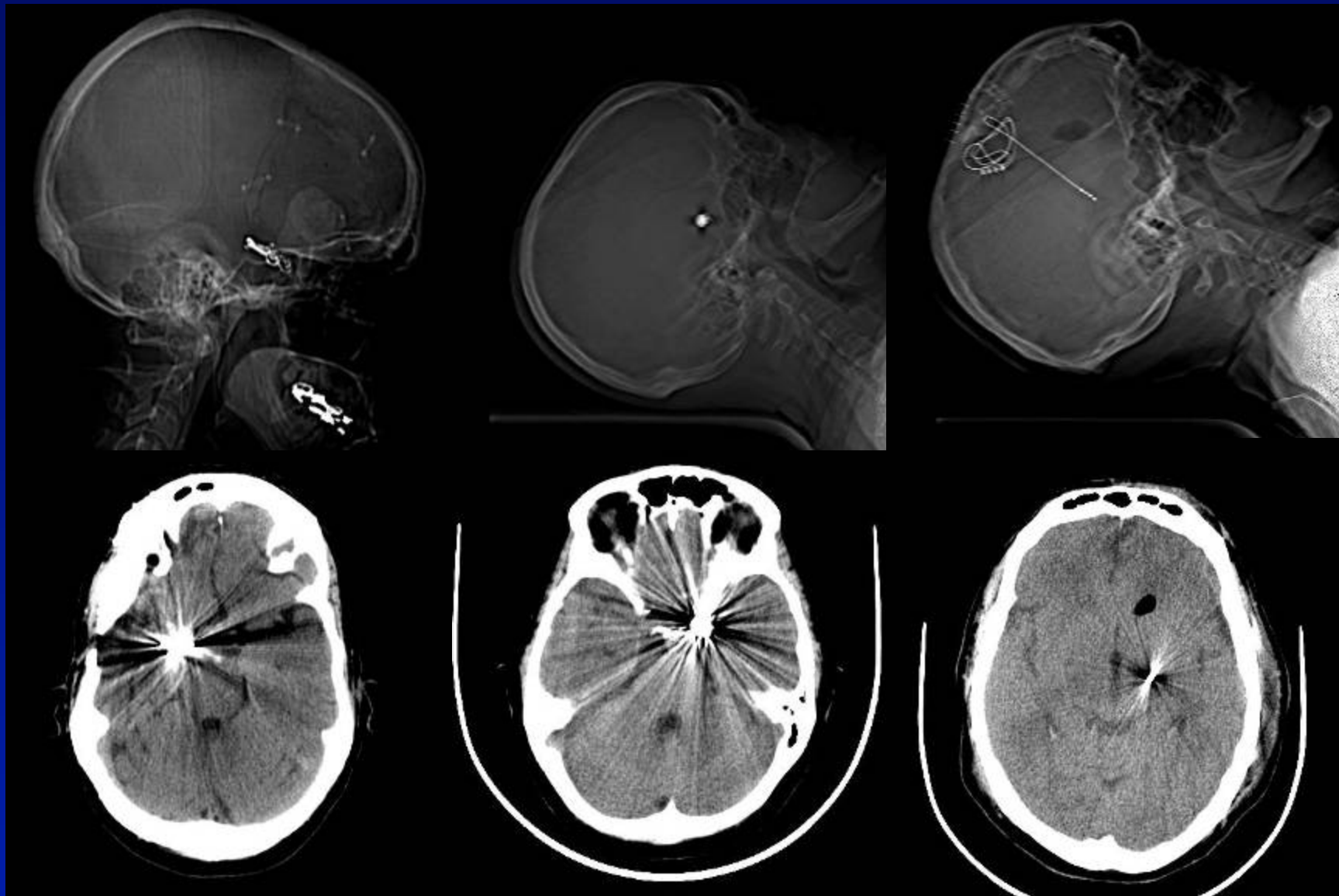
HU



CT

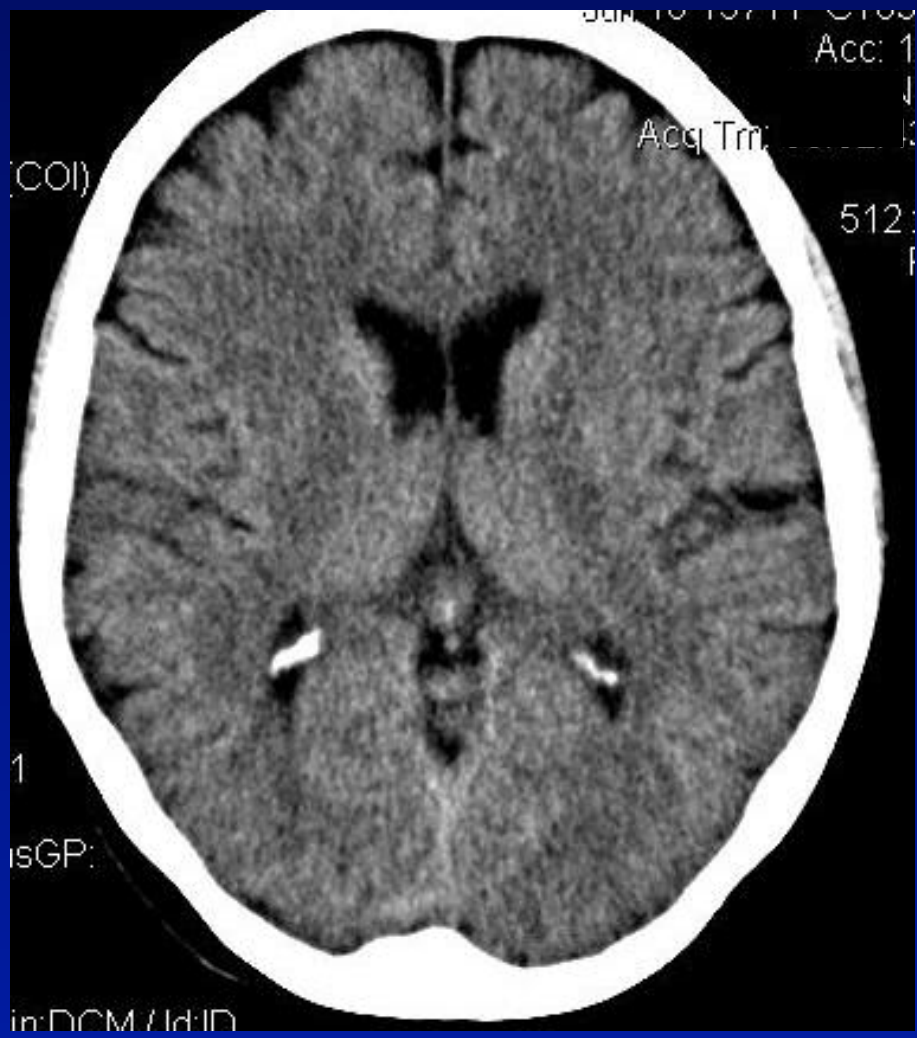
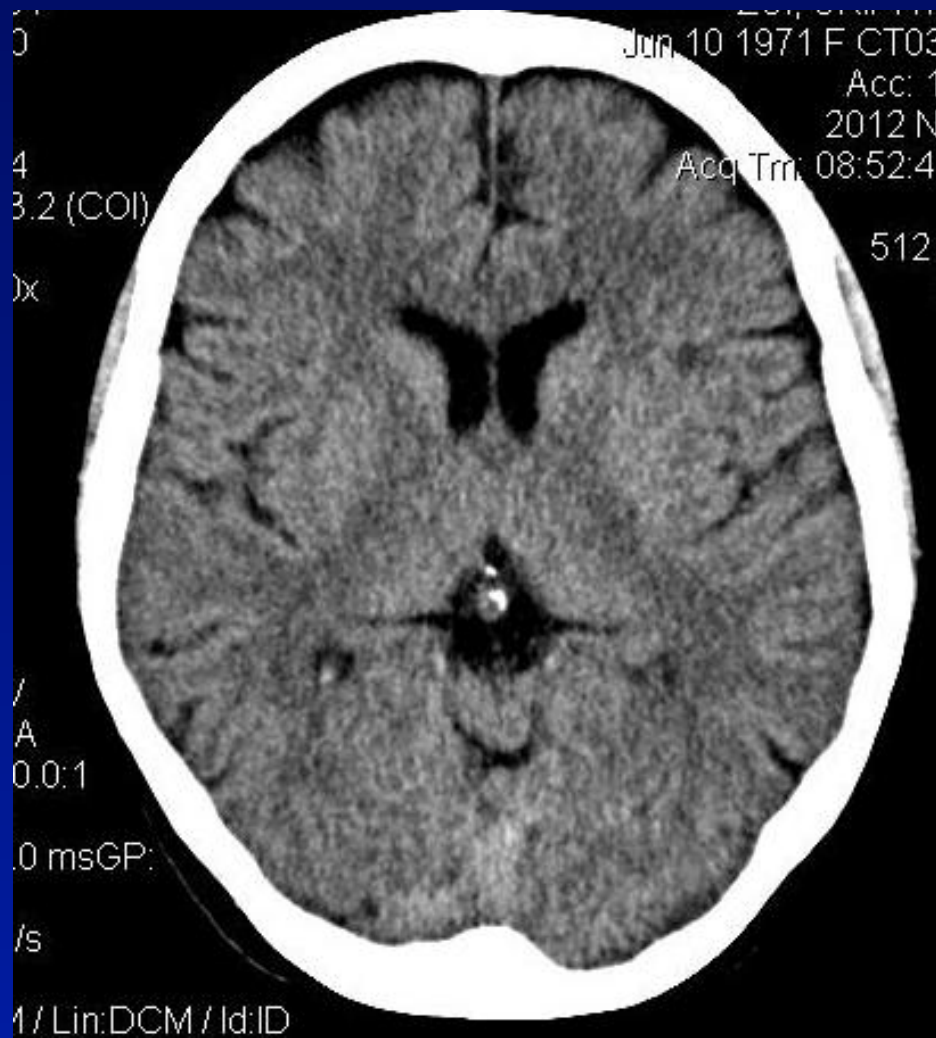
- Τι βλέπουμε?
 - Διαβαθμίσεις του γκρι
 - Λευκή ουσία πιο υπόπυκνη
 - Φαιά ουσία πιο γκρι
 - ΕΝΥ μαύρο
 - Υπέρπυκνο στην CT
 - Οστά αποτιτανώσεις (>300)
 - Σκιαγραφικό
 - Αιμορραγία οξεία (~ 70)
 - Μεγάλης πυκνότητας βλάβες
 - Μεταλλο

CT Artifacts



Υπολογιστική Τομογραφία

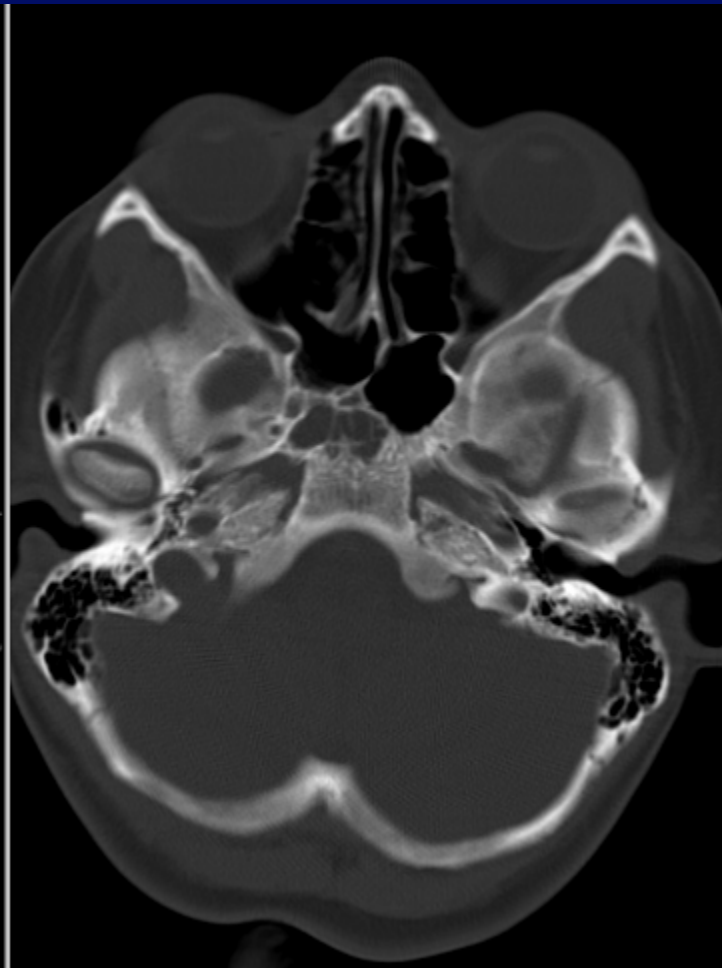
- Λευκή ουσία πιο υπόπυκνη από τη φαιά
 - Μυελίνη - λίπος
- ΕΝΥ- υπόπυκνο - σχεδόν μαύρο
- Οστά , αποτιτανώσεις, πρόσφατο αίμα - υπέρπυκνο
- Ιωδιούχα σκιαγραφικά



Υ Τ

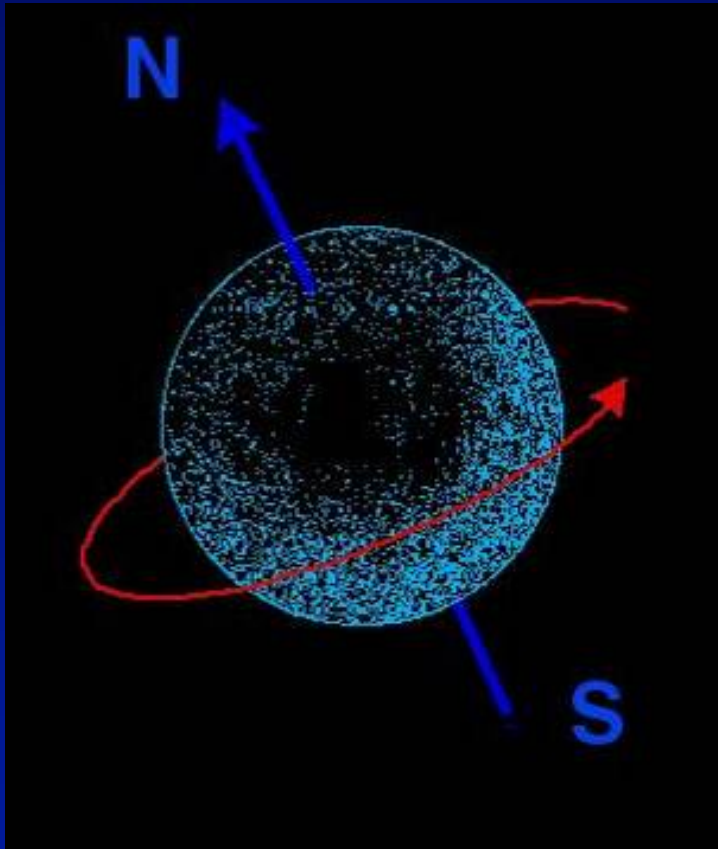


“παράθυρο μαλακών μορίων”

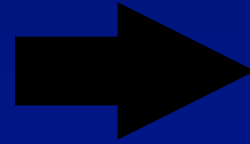


“Οστικό παράθυρο ”

Μαγνητική Τομογραφία (MRI)



Πρωτόνιο
υδρογόνου

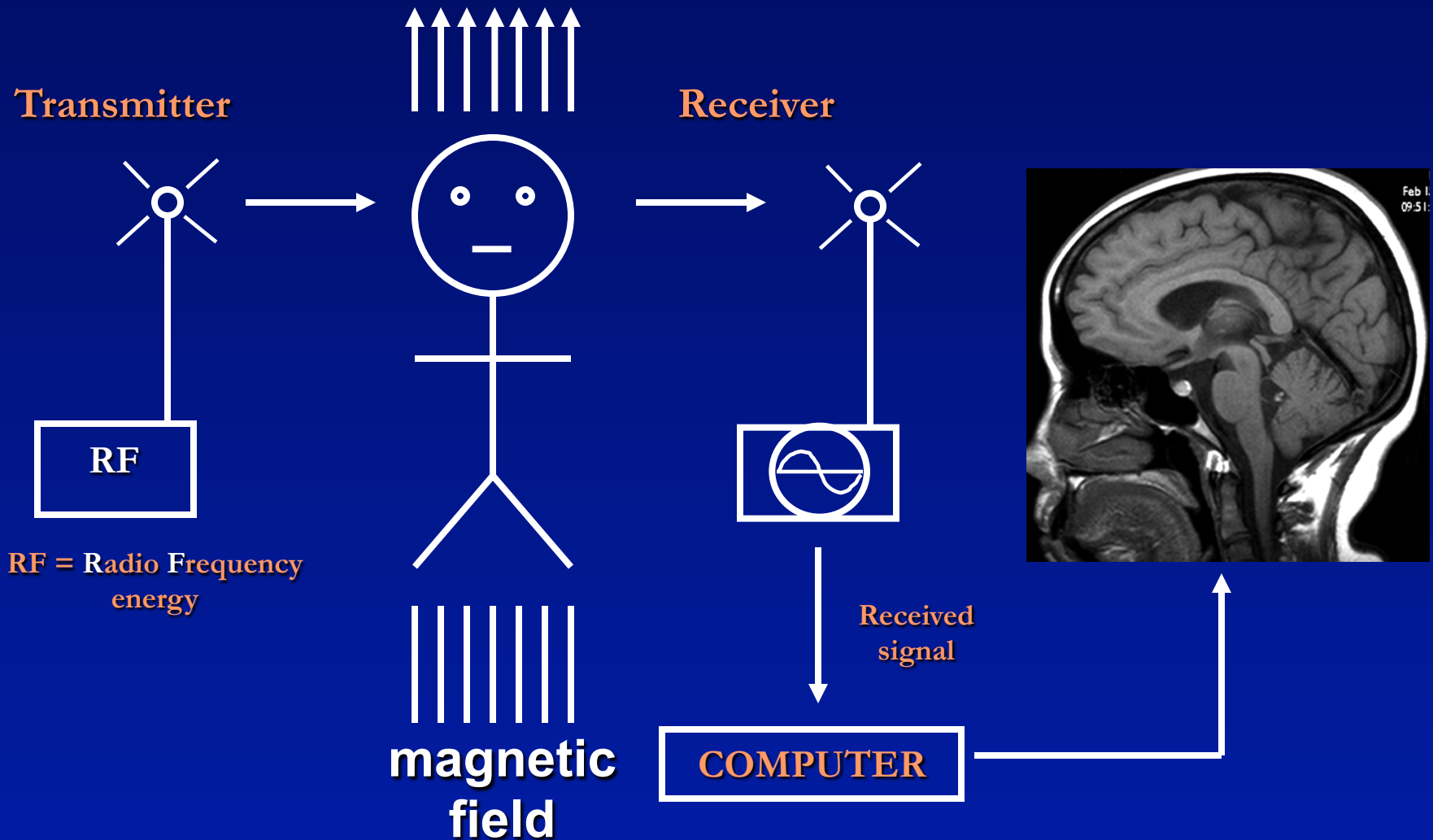


MRI

Μαγνητικός τομογράφος

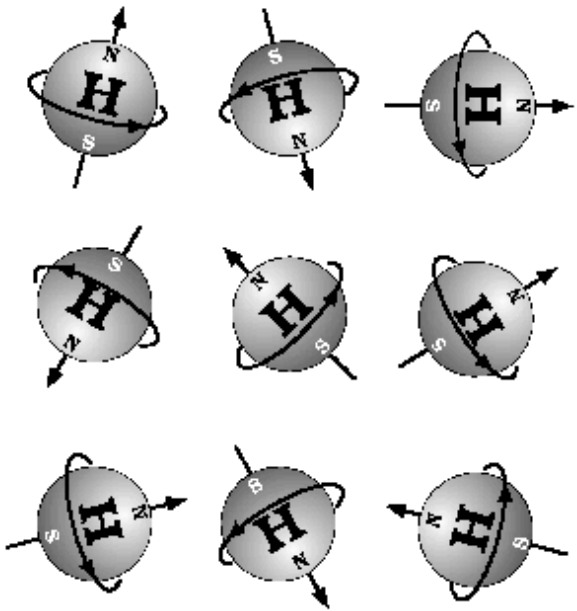
- Μαγνήτης – στατικό μαγνητικό πεδίο
- Βαθμιδωτά πηνία για χωρική κωδικοποίηση του σήματος
- Σύστημα RF ραδιοσυχνότητας – πηνία εκπομπής/διέγερσης και πηνία δέκτες σήματος
- Κονσόλα εργασίας
- Θωράκιση

Magnetic Resonance Imaging

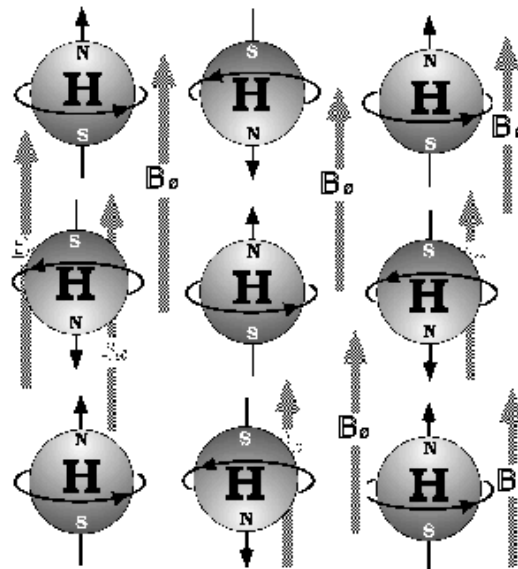


- Κάθε περιστρεφόμενο κινούμενο σωματίδιο δημιουργεί γύρω του ένα μικρό μαγνητικό πεδίο.
 - Τα σωματίδια αυτά θα στοιχιστούν με το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο

Spinning Protons Act Like Little Magnets



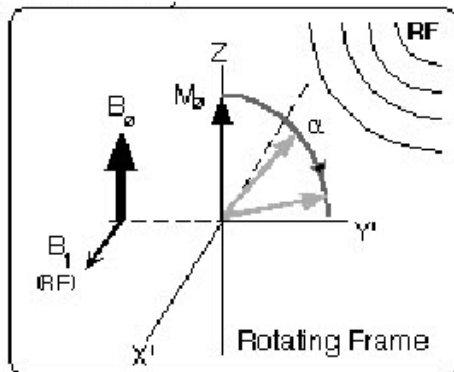
They Align With An External Magnetic Field (B_0)



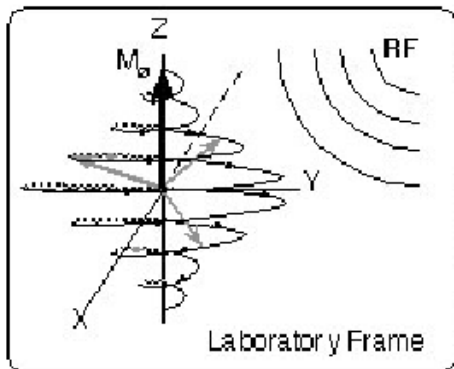
MRI: συνδυασμός μαγνητικού και ηλεκτρομαγνητικού πεδίου

- ΜΤ μετράει την **μαγνήτιση** των πρωτονίων παρουσία μαγνητικού πεδίου
- Η **μαγνήτιση** μπορεί να μεταβληθεί με τη μεταβολή του μαγνητικού περιβάλλοντος (gradients, RF)
- Το **στατικό** μαγνητικό πεδίο δεν αλλάζει. Είναι σταθερό και ομοιογενές
- Το **RF** είναι ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και αλλάζει
- **Gradient (βαθμιδωτά πηνία)** μεταβάλλονται στο χώρο και μπορεί να μεταβληθούν μέχρι και χιλιάδες φορές/sec

Apply an RF Pulse on Resonance



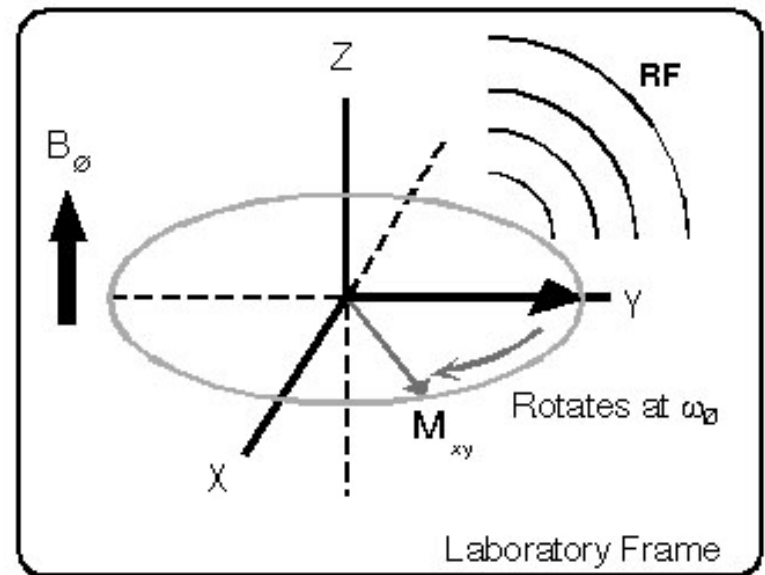
**Proton spins
tip in the B_0
field.**



**Tilted spins
rotate around
the B_0 axis.**

Turn Off the Transmitter What Happens?

- RF energy is retransmitted
- This is the "NMR" signal
- At the resonance frequency
- Signal proportional to Proton Density



- Κατά τη φάση επαναφοράς λαμβάνουμε ένα σήμα
- Ανάλογα με τη σύσταση του ιστού μπορεί να έχουμε γρήγορη επαναφορά άρα μικρό χρόνο T1 (στερεά) ή αργή επαναφορά και μεγάλο χρόνο T1 (υγρά)

Διαφορετικοί ιστοί έχουν διαφορετικούς χρόνους επαναφοράς (relaxation time -TR) .
Οι διαφορετικοί χρόνοι επαναφοράς χρησιμοποιούνται για να σχηματιστεί εικόνα.

Χρόνος T1

μικρό TR

μικρό TE

χρόνος T2

μεγάλο TR

μεγάλο TE

ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

T1 ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ (μικρό TR, TE)

- Χαμηλή ένταση σήματος
- Υγρό
- Αποτιτάνωση
- Ροή

- Υψηλή ένταση σήματος
- Λίπος
- Αιμορραγία
- Μελανίνη
- Πρωτεΐνη
- Αργή ροή αίματος
- Παραμαγνητικές ουσίες (γαδολίνιο)
- Γραμμοειδής νέκρωση μετά εγκεφαλική ισχαιμία

T2 ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ (μεγάλο TR)

- Υψηλή ένταση σήματος
- Υγρό, οίδημα
- Μεθαιμοσφαιρίνη (extracellular) σε υποξεία αιμορραγία.

Χαμηλή ένταση σήματος

- Αποτιτάνωση
- Ινώδης ιστός.
- Παραμαγνητικές ουσίες
- Μελανίνη.
- Πρωτεΐνη
- Ροή

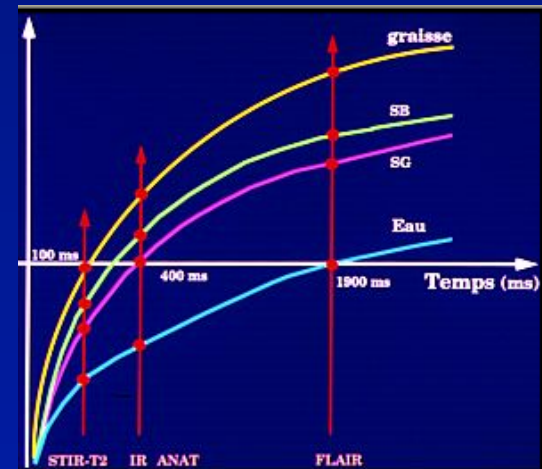
T1

T2

- Νερό χαμηλό ↓ υψηλό ↑
- Μύες ενδιάμεσο → ενδιάμεσο →
- Λίπος υψηλό ↑ υψηλό ↑
- Οστό χαμηλό ↓ χαμηλό ↓

Ακολουθία παλμών ανάκτησης αναστροφής Inversion Recovery

- Εφαρμογή παλμού RF πριν την ολοκλήρωση του χρόνου T1 τέτοιον ώστε να μην λάβουμε σήμα από το συγκεκριμένο ιστό
 - Νερό (FLAIR)
 - Λίπος (STIR)



T1, T2 relaxation times σε 1.5T

	T1(ms)	T2 (ms)
• Φαία ουσία	1000	70
• Λευκή ουσία	750	70
• ΕΝΥ	>2000	>300
• Μύες	600	40
• Λίπος	180	90

Muslim Terrorist
Training School



Pay attention,
because I'm only
going to do this
once, ok?

HUMAN
BOMB
CLASS

Πλεονεκτήματα ΜΤ

- Δεν έχει ακτινοβολία
- Προσφέρει καλύτερο χαρακτηρισμό ιστών και καλύτερη διάκριση φαιάς-λευκής ουσίας
- Πολυεπίπεδη απεικόνιση
- Εξέταση εκλογής για παθήσεις εγκεφάλου και ΝΜ
- Καλύτερη ευκρίνεια στην απεικόνιση οπισθίου βόθρου
- Παραμαγνητικό σκιαγραφικό - λιγότερες αλλεργικές αντιδράσεις

Μειονεκτήματα ΜΤ

- Αντένδειξη : Κλειστοφοβία, βηματοδότης, μεταλλικές προθέσεις, μη συμβατά stent
- Μεγαλύτερο κόστος
- Μεγαλύτερη διάρκεια εξέτασης

Ασφάλεια στη ΜΤ

Ασφαλή υλικά **

- Ορθοπαιδικά υλικά
- Χειρουργικά clips, συνδετήρες, ράματα
- Ενδοαγγειακά stents

** όλα τα υλικά πρέπει να έχουν πιστοποίηση

Μη ασφαλή υλικά

- Βηματοδότες
- Ανευρυσματικά clips
- Μεταλλικά οστικά τεμάχια στο μάτι
- Τσιμπιδάκια μαλλιών, κέρματα, κλειδιά, tattoos
- Μεταλλικά αντικείμενα (καρέκλες, σκαμνάκια, φιάλες οξυγόνου, μαχαίρια)

Ο μαγνήτης είναι ΠΑΝΤΑ σε λειτουργία
Ακόμα και όταν δεν λειτουργεί

MRI Safety: Ο μαγνήτης έρχεται πάντα πεδίο



Πλεονεκτήματα ΥΤ

- Εξέταση διαθέσιμη, γρήγορη, εύκολη, χαμηλό κόστος
- Εξέταση εκλογής για οξείες και επείγουσες καταστάσεις (ΚΕΚ, αιμορραγία, ισχαιμία)

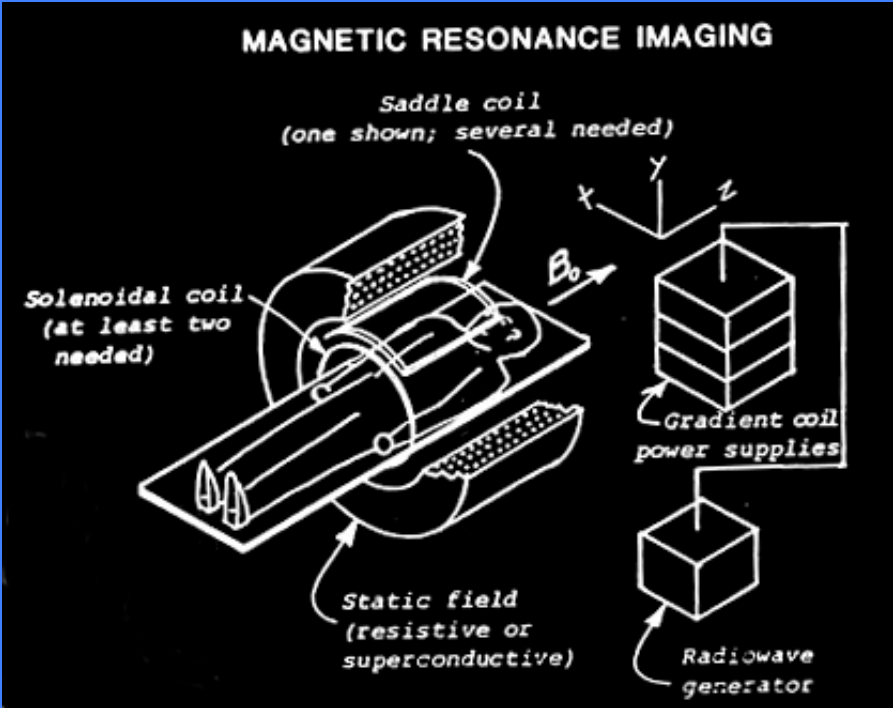
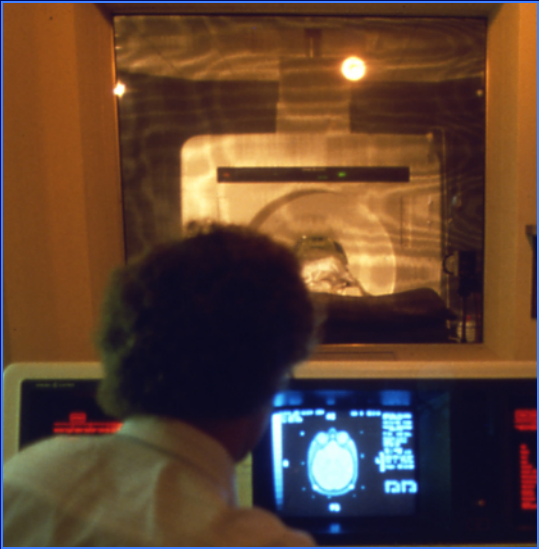
Μαγνητική Τομογραφία

- Άσπρο υγρό = T2 εικόνα
- Μαύρο υγρό = T1 εικόνα

ΜΤ

- Ακολουθίες
 - T1
 - T2
 - FLAIR T2 με καταστολή του νερού
 - Fat Sat καταστολή λίπους
- Ένταση σήματος
 - Υψηλή
 - Χαμηλή
 - Ενδιάμεση

BASIC MRI SEQUENCES



**SPIN
ECHO**

T1

T2

IR

GRADIENT ECHO

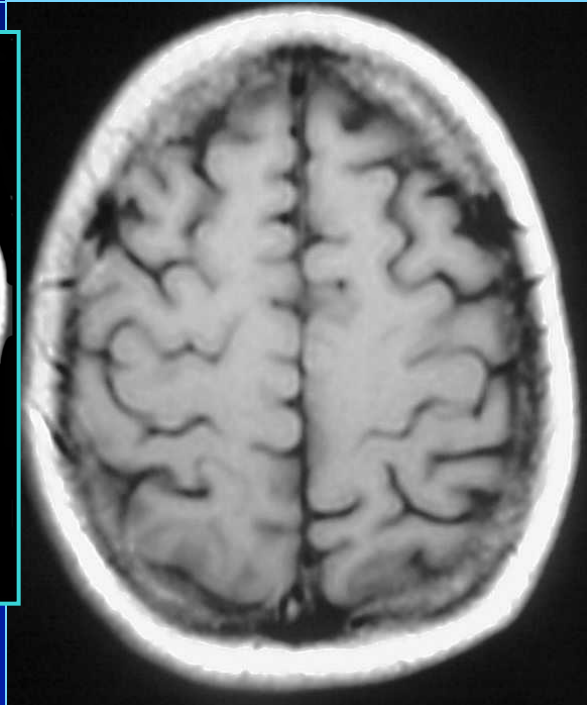
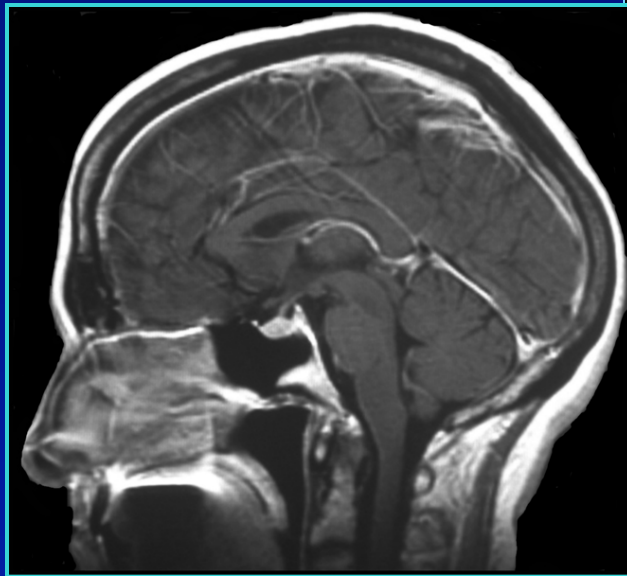
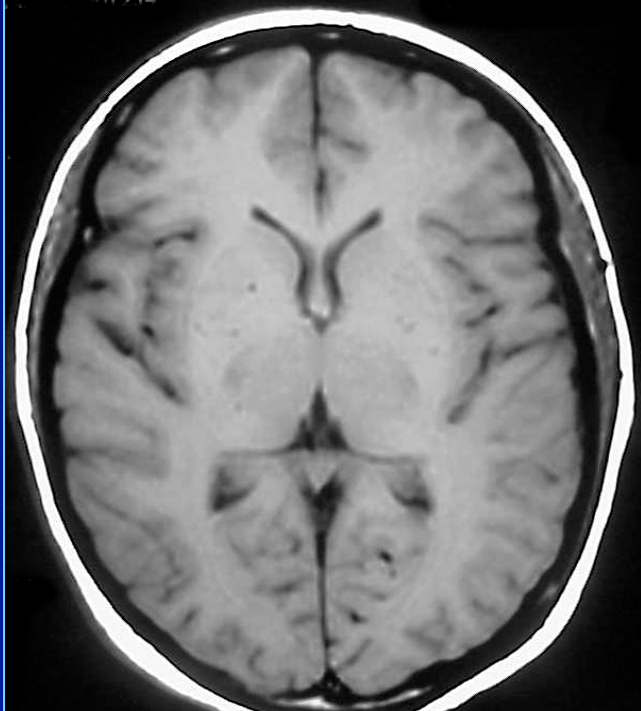
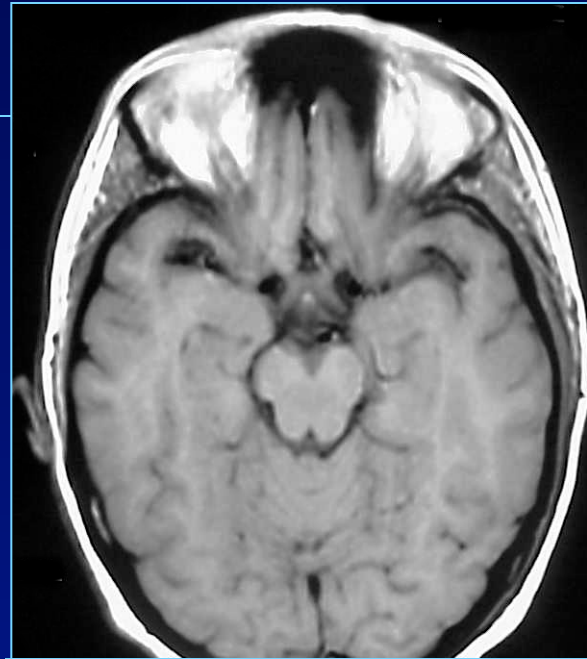
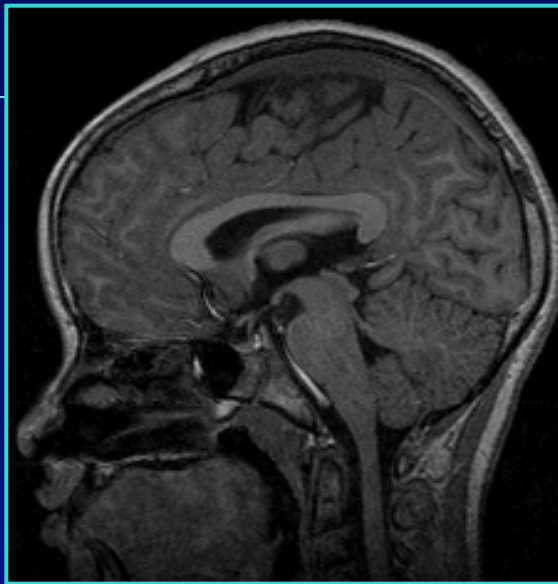
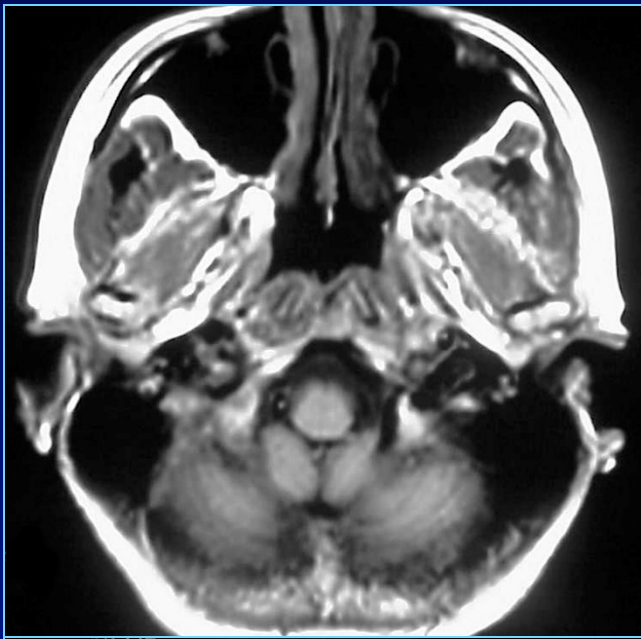
**FAST
SPIN -ECHO**

CINE

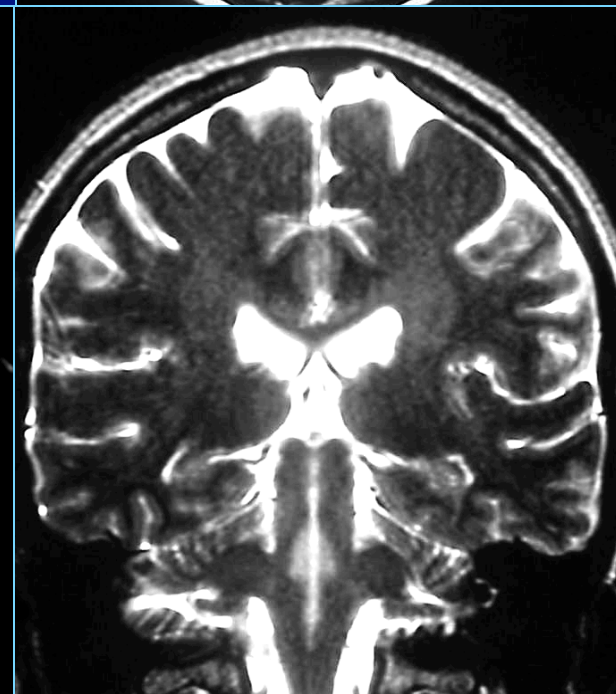
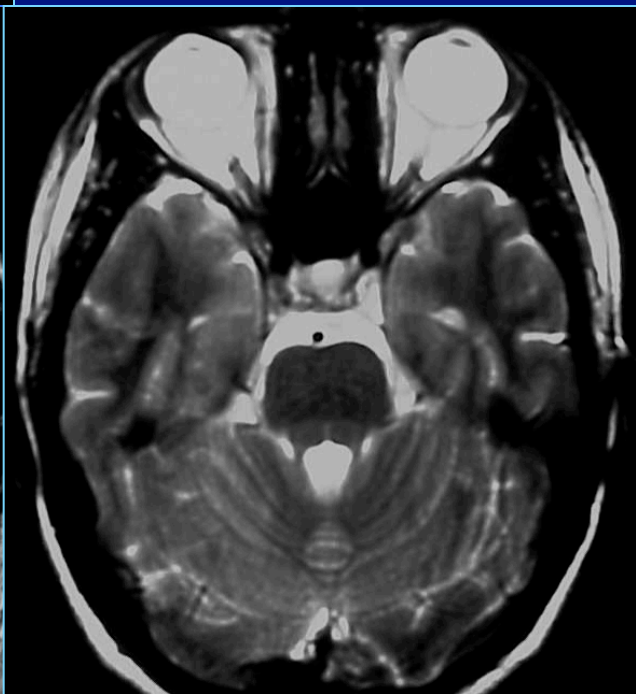
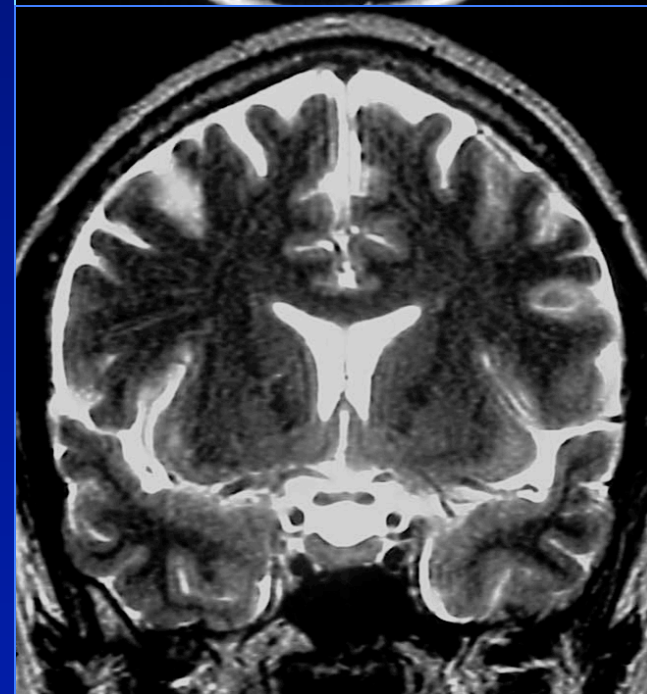
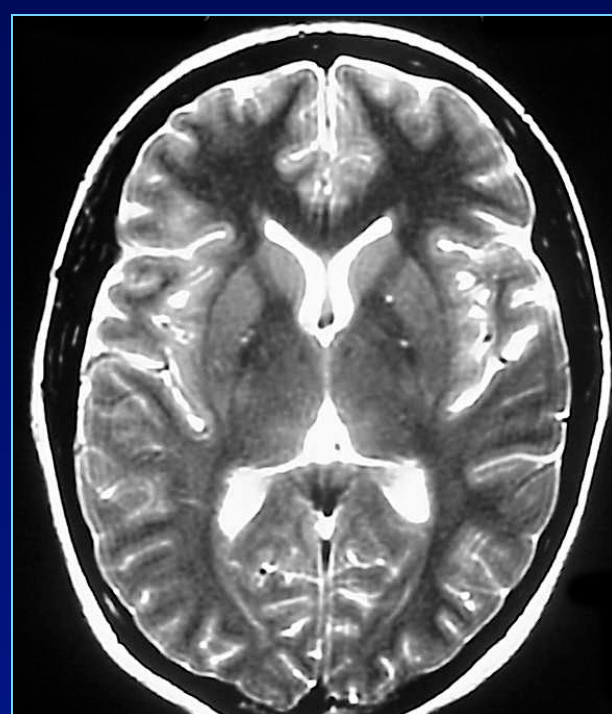
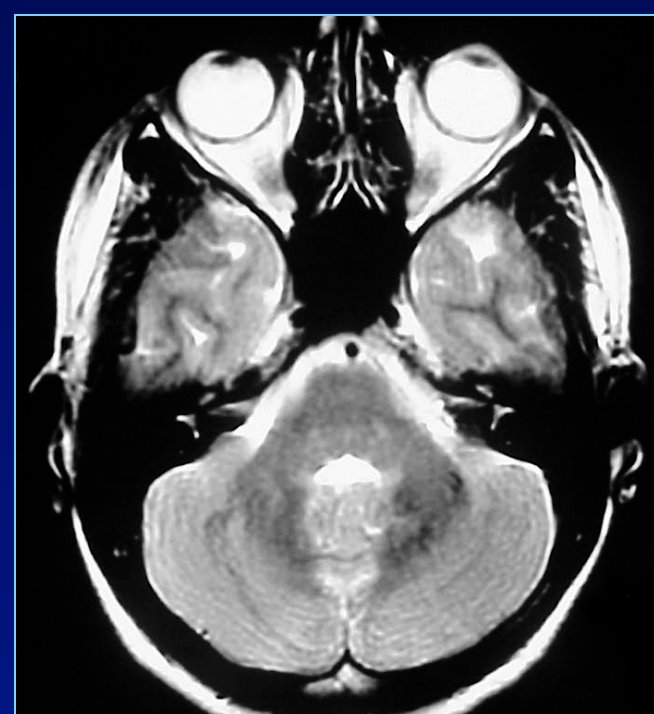
MR ANGIO

TOF

PC

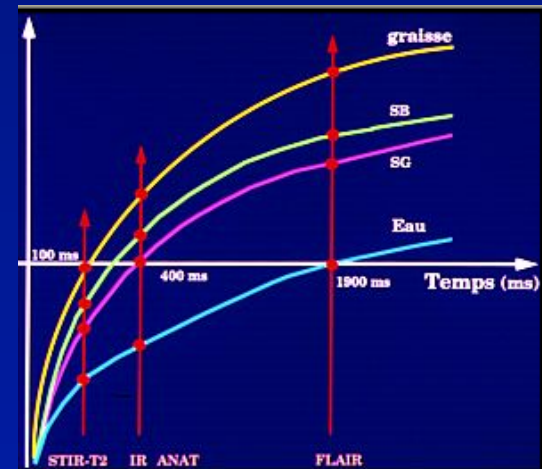


T2 WI



Ακολουθία παλμών ανάκτησης αναστροφής Inversion Recovery

- Εφαρμογή παλμού RF πριν την ολοκλήρωση του χρόνου T1 τέτοιον ώστε να μην λάβουμε σήμα από το συγκεκριμένο ιστό
 - Νερό (FLAIR)
 - Λίπος (STIR)



Ax: S4.5 (COI)

Acq Tm: 14:13:13 Ax: S4.5 (COI)

Acq Tm: 14:01:59

384 x 224

416 x 320

R_i

L_s R_i

L_s

ET: 3
TR: 520.0
TE: 12.3
HDNV Head
5.0thk/1.0sp
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID
Ax: S4.5 (COI)

ET: 19
TR: 2820.0
TE: 108.5
HDNV Head
5.0thk/1.0sp
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID

Acq Tm: 14:04:20 Ax: S4.5 (COI)

Im: 15/24

352 x 224 Ax: S4.5 (COI)

P_i

DFOV: 24.0 x 24.0cm
Acq Tm: 14:24:46

FLAIR

R_i

L_s R_i

L_s

ET: 1
TR: 8502.0
TE: 134.9
HDNV Head
5.0thk/1.0sp
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID
W:2120 L:1060

ET: 3
TR: 280.0
TE: 12.3
HDNV Head
5.0thk/1.0sp
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID
W:3804 L:1902

DFOV: 24.0 x 24.0cm

P_i

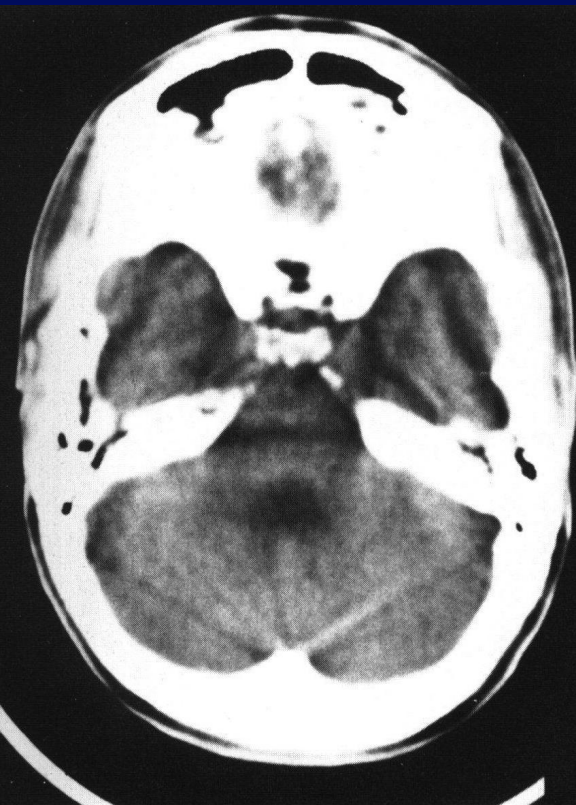
DFOV: 24.0 x 24.0cm

Ενδείξεις

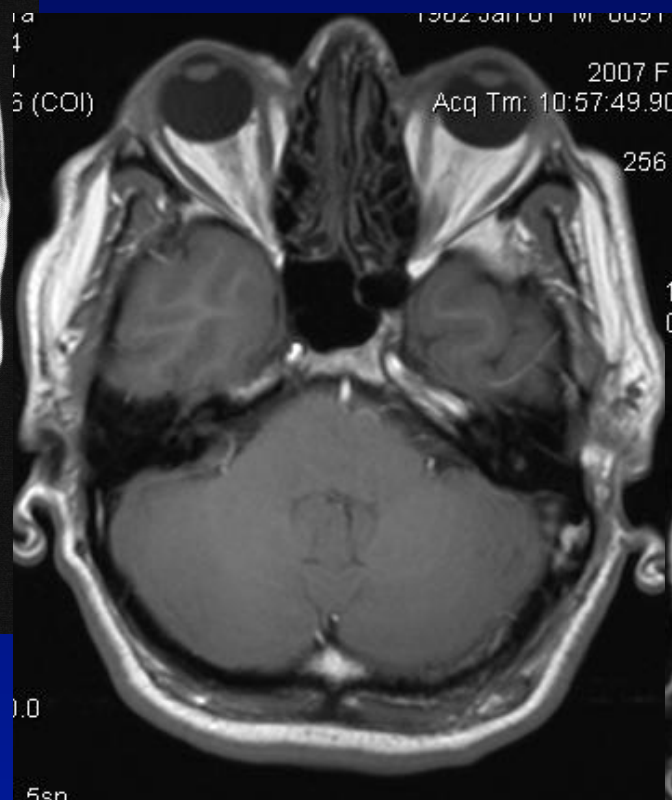
MRI >>>CT οπίσθιο βόθρο, υπόφυση, πολλαπλή
σκλήρυνση, επιληψία, όγκους

CT >>>MRI ΚΕΚ, ισχαιμία, υπαραχνοειδής αιμορραγία

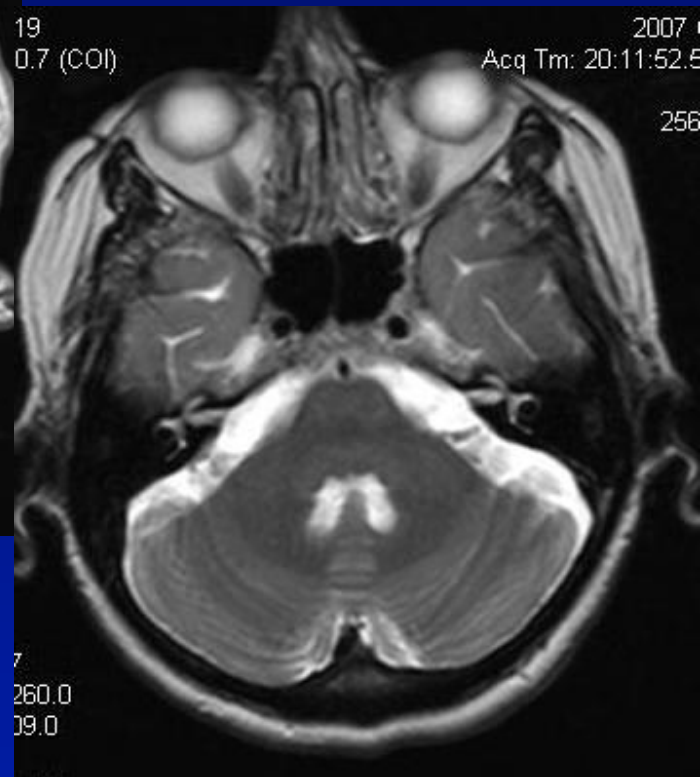
Αγγειογραφία, φλεβογραφία CT = MRI



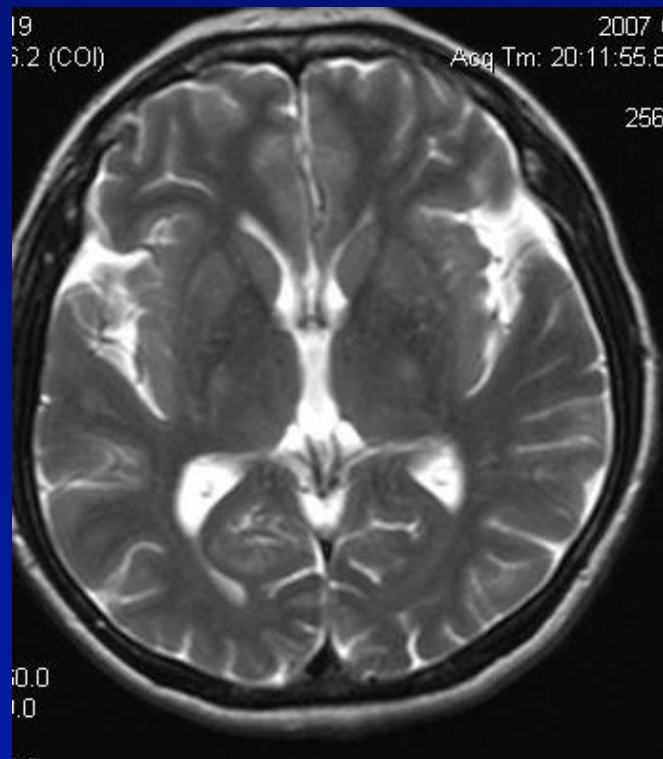
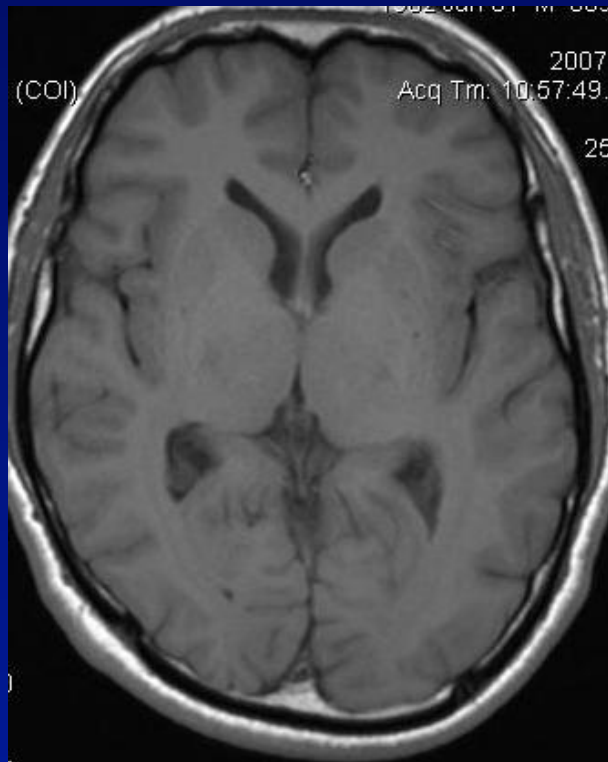
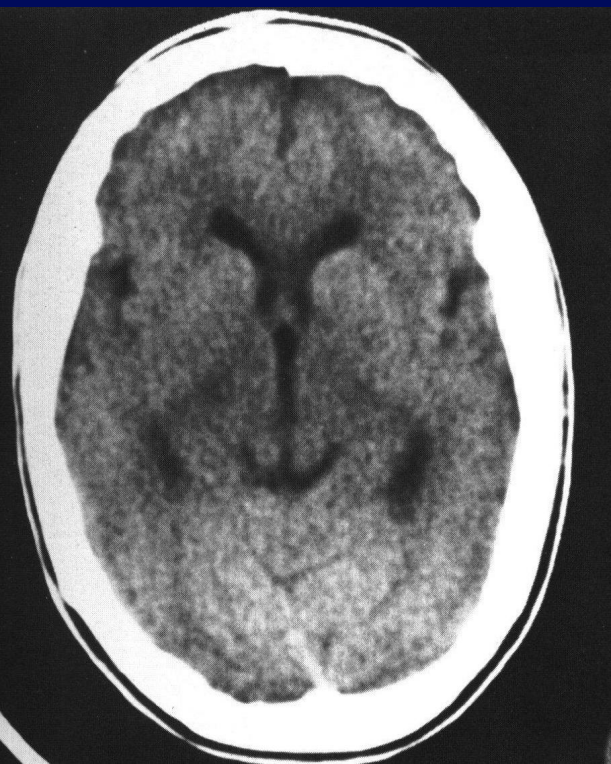
YT

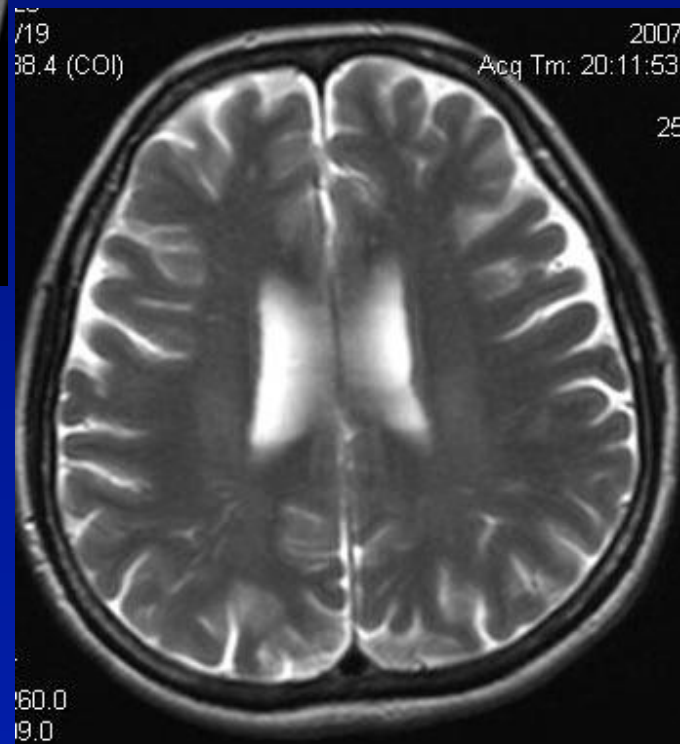
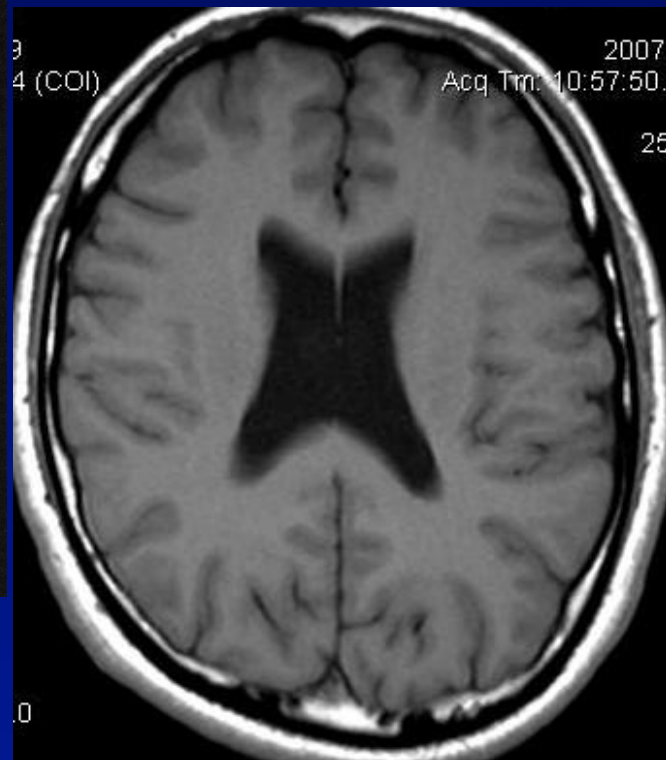


T1



T2





ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

	ΥΤ Χωρίς Σκιαγραφικό	ΥΤ Με Σκιαγραφικό	ΜΤ Χωρίς Σκιαγραφικό	ΜΤ Με Σκιαγραφικό
Τραύμα	++			
Έμφρακτο	++		++	
Κρίση “Ε”	+	+	++	++
Φλεγμονή	+	+	+	++
Νεοπλασία	+	++	++	+++
Κεφαλαλγία	++		++	
Άννοια			++	
Κώμα	++			

Αγγείωση εγκεφάλου

CTA

MRA

DSA

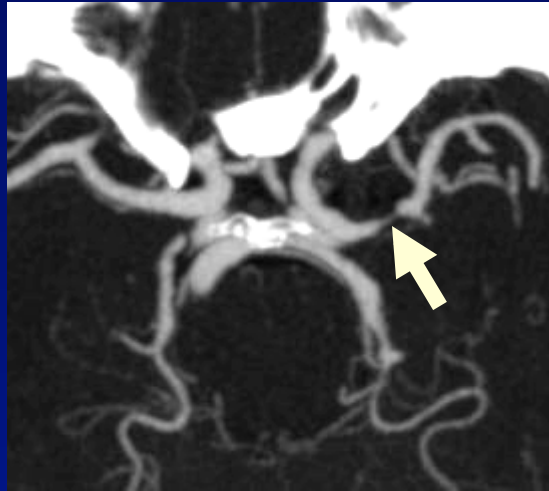
U/S

CTA

1. Γρήγορη IV χορήγηση σκιαγραφικού
2. Δυναμική μελέτη των αγγείων κατά την αρτηριακή φάση
3. 2D and 3D ανασυνθέσεις:
 - 2D multi-planar (οβελιαίο, στεφανιαίο επίπεδο)
 - 3D ανασυνθέσεις

CTA

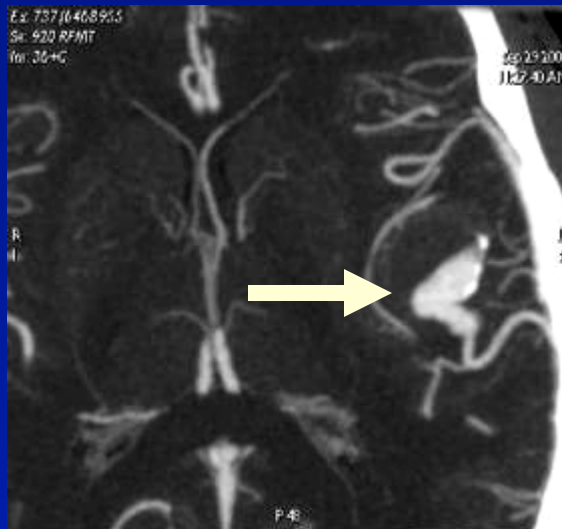
Κύκλος του



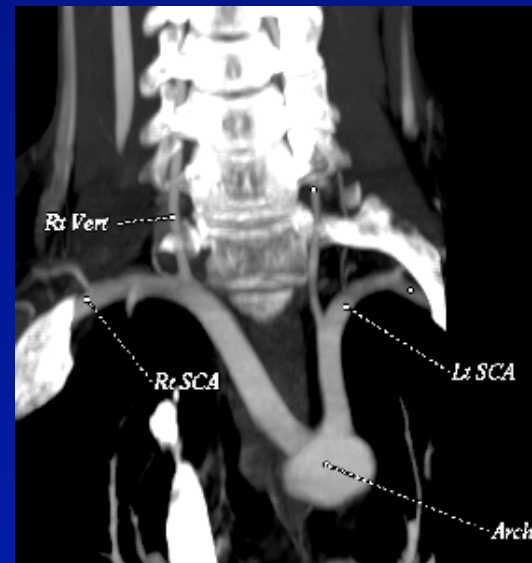
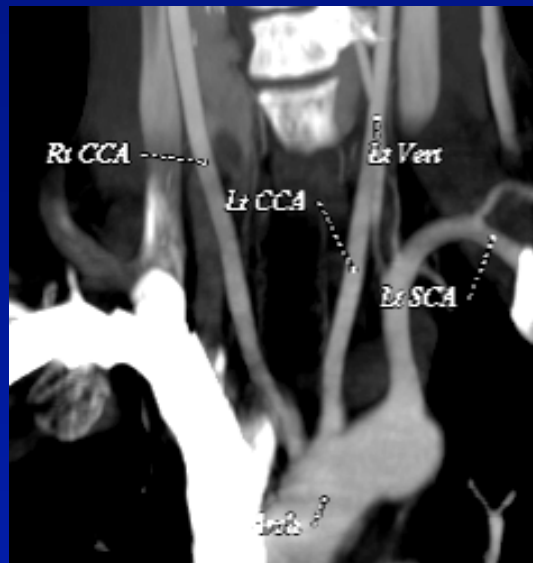
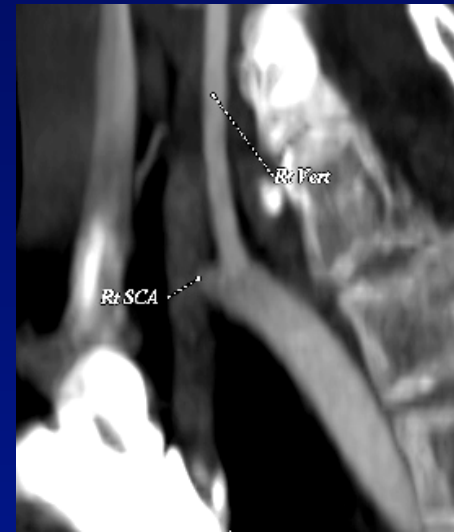
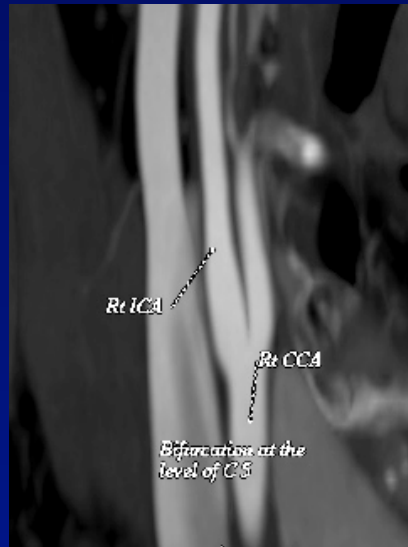
Αγγειακή
δυσπλασία



Ανεύρυσ



CTA

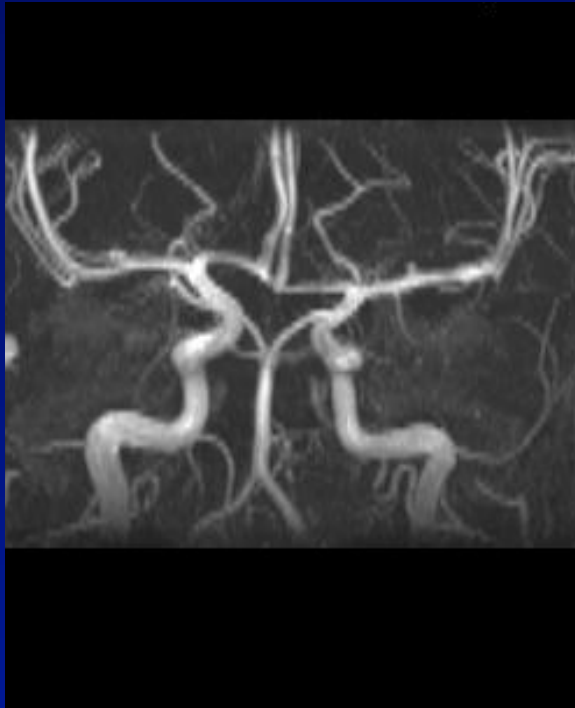


CT Angiography

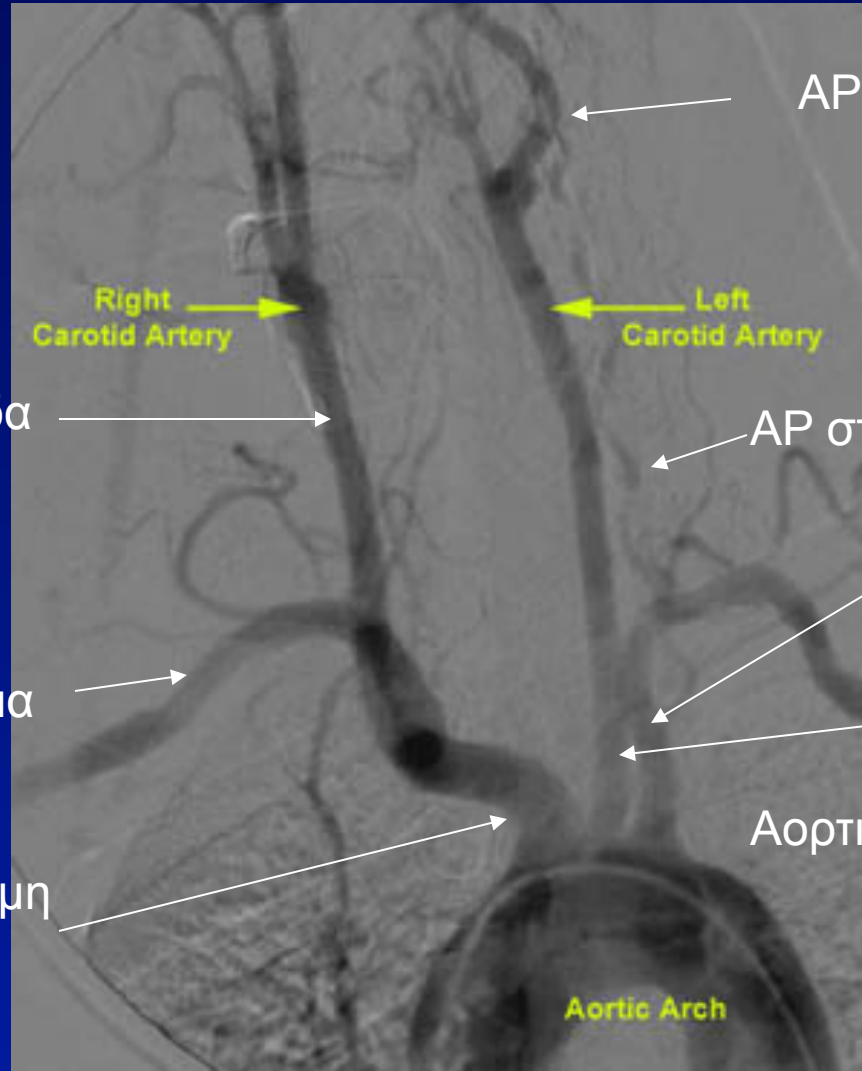
3D VOLUME RENDERING



MRA



DSA



ΔΕ κοινή καρωτίδα

ΔΕ υποκλείδια

Ανώνυμη

ΑΠ έσω καρωτίδα

ΑΠ σπονδυλική

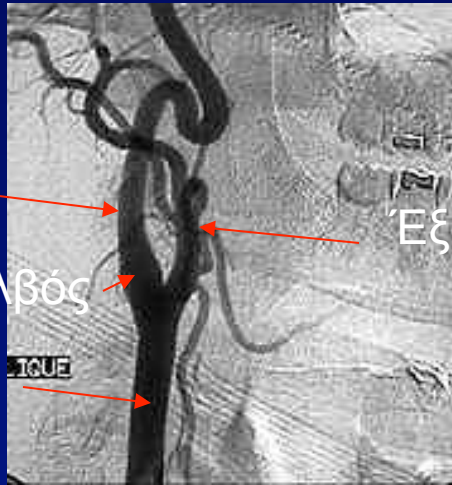
ΑΠ υποκλείδια

ΑΠ κοινή καρωτίδα

Αορτικό τόξο

Aortic Arch

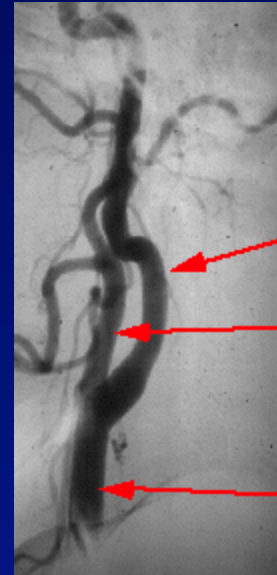
Έσω καρωτίδα



Έξω καρωτίδα

Καρωτιδικός βολβός

Κοινή καρωτίδα



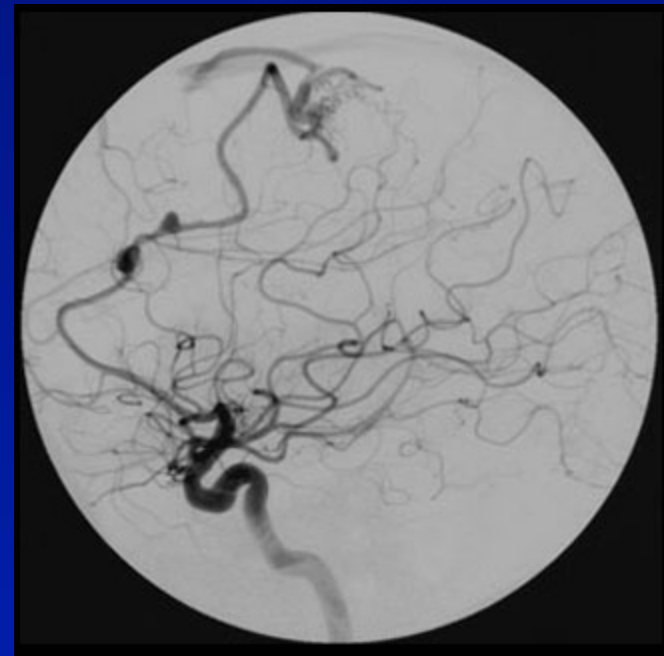
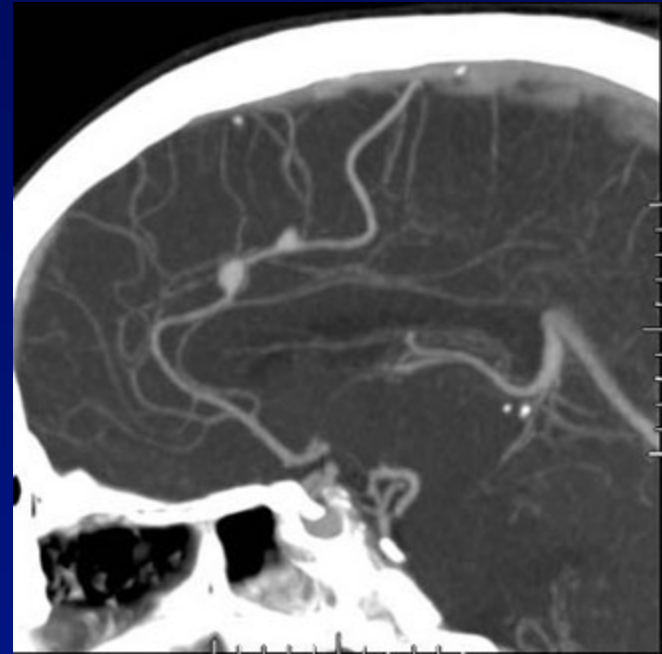
Πρόσθια εγκεφαλική



Μέση εγκεφαλική

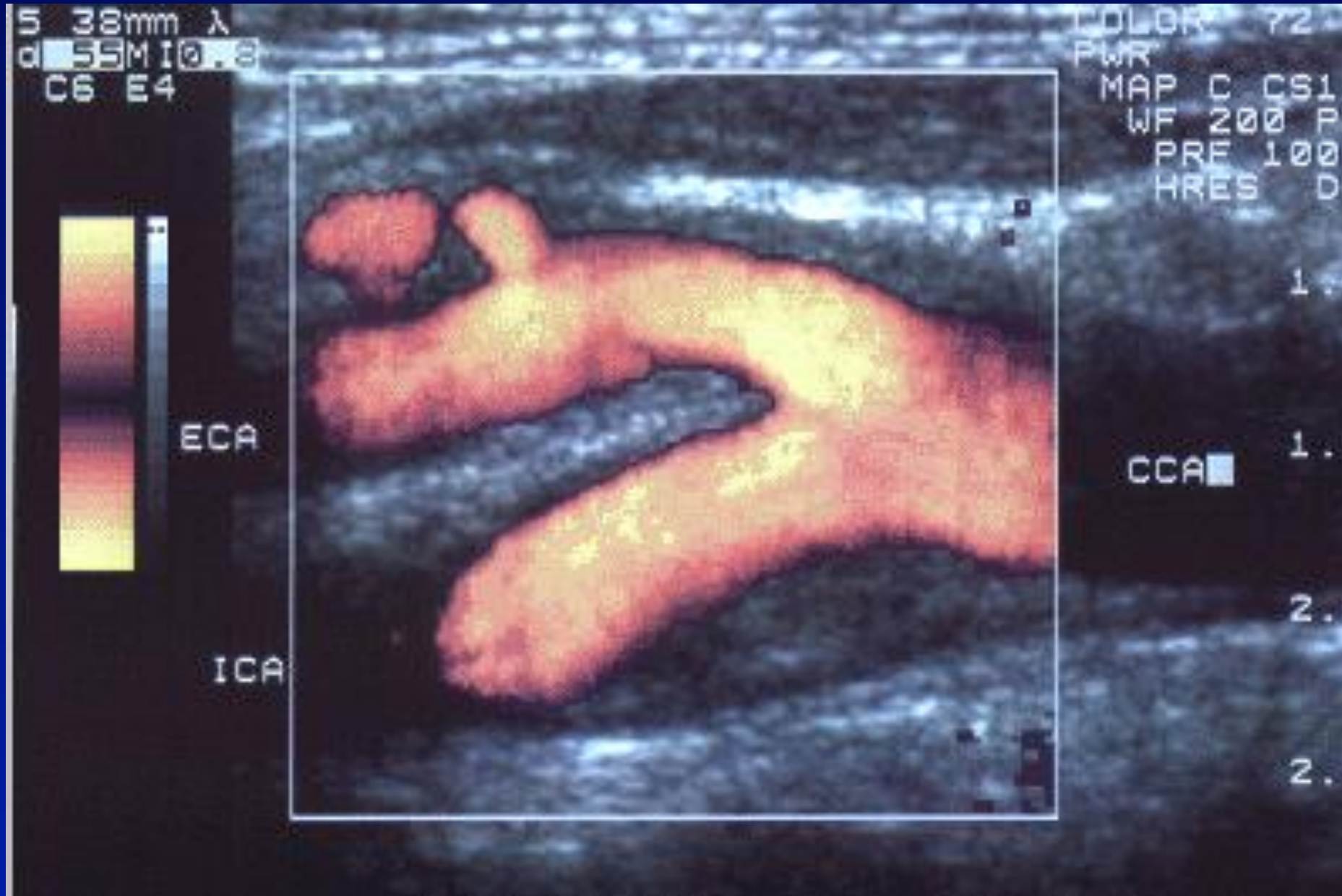
Έσω καρωτίδα





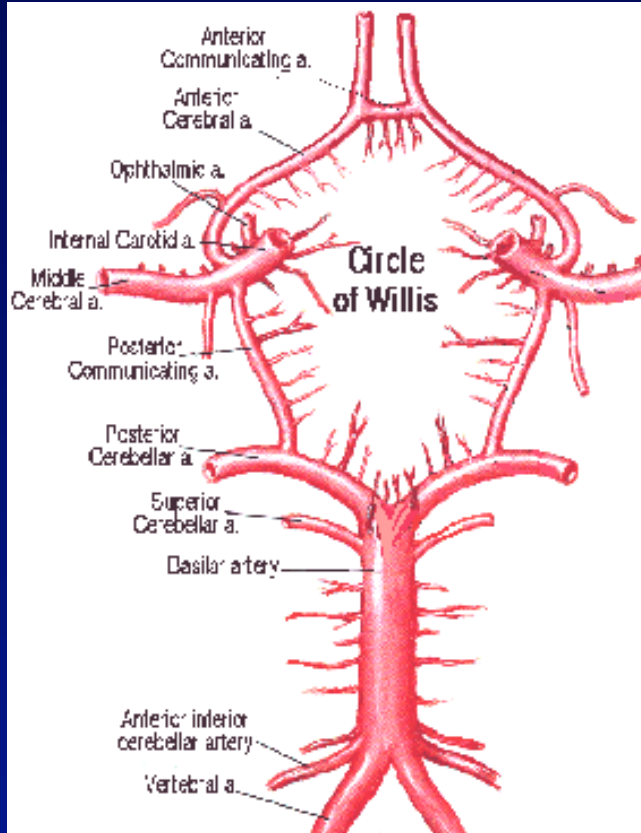
CTA

Έγχρωμο Doppler (Triplex)

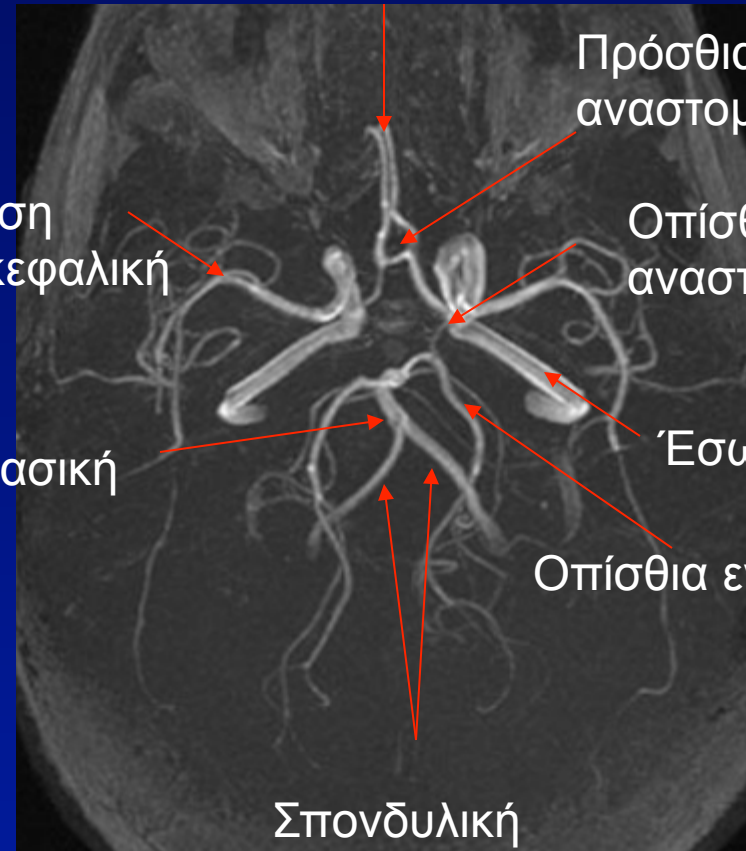


MRA





Πρόσθιες εγκεφαλικές



Πρόσθια
αναστομωτική

Οπίσθια
αναστομωτική

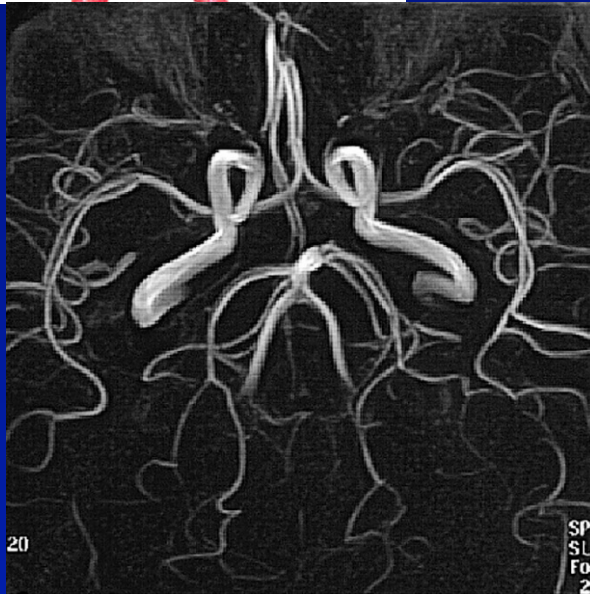
Έσω καρωτίδα

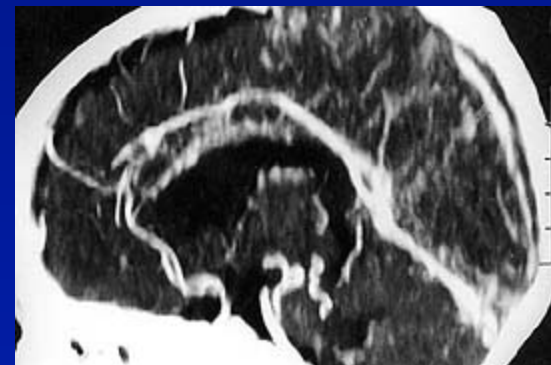
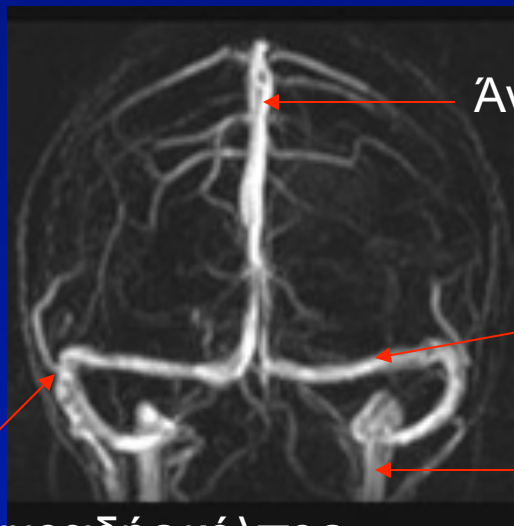
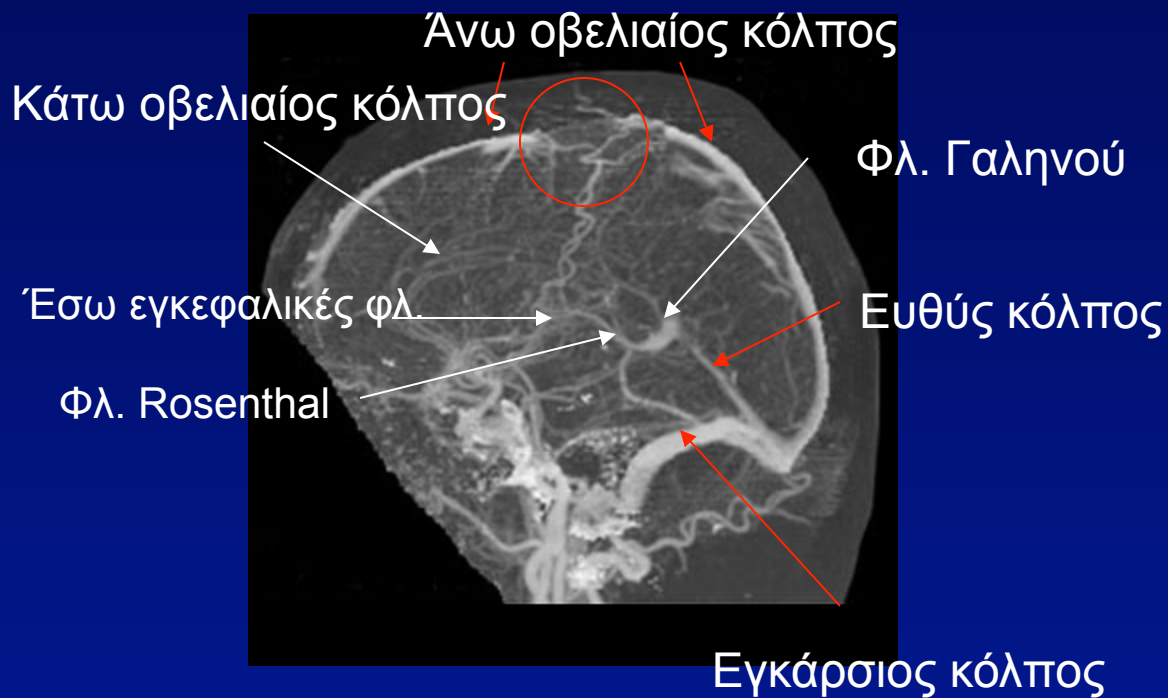
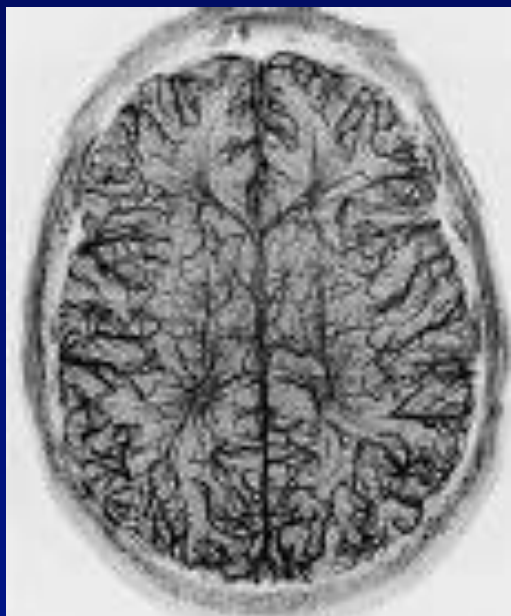
Οπίσθια εγκεφαλική

Σπονδυλική

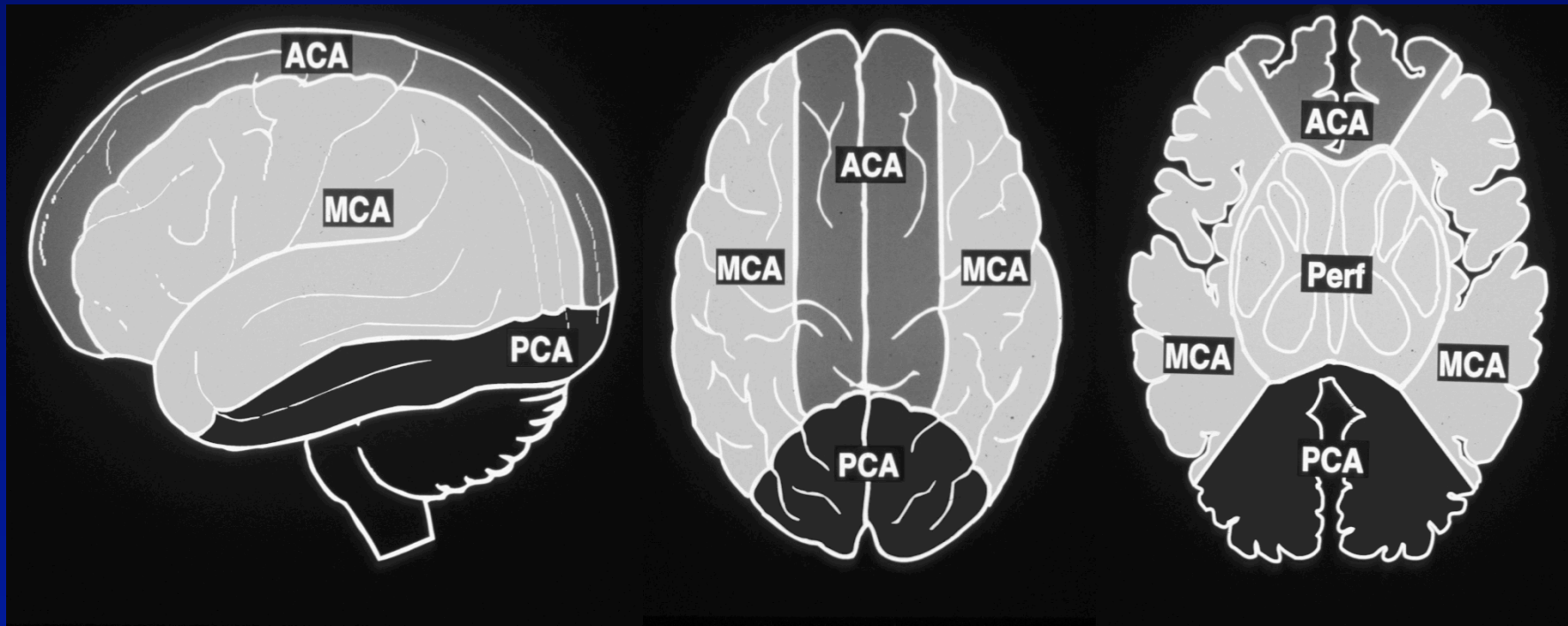
Μέση
εγκεφαλική

Βασική





ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ



Arteries of the Brain

