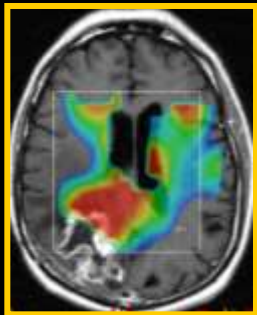
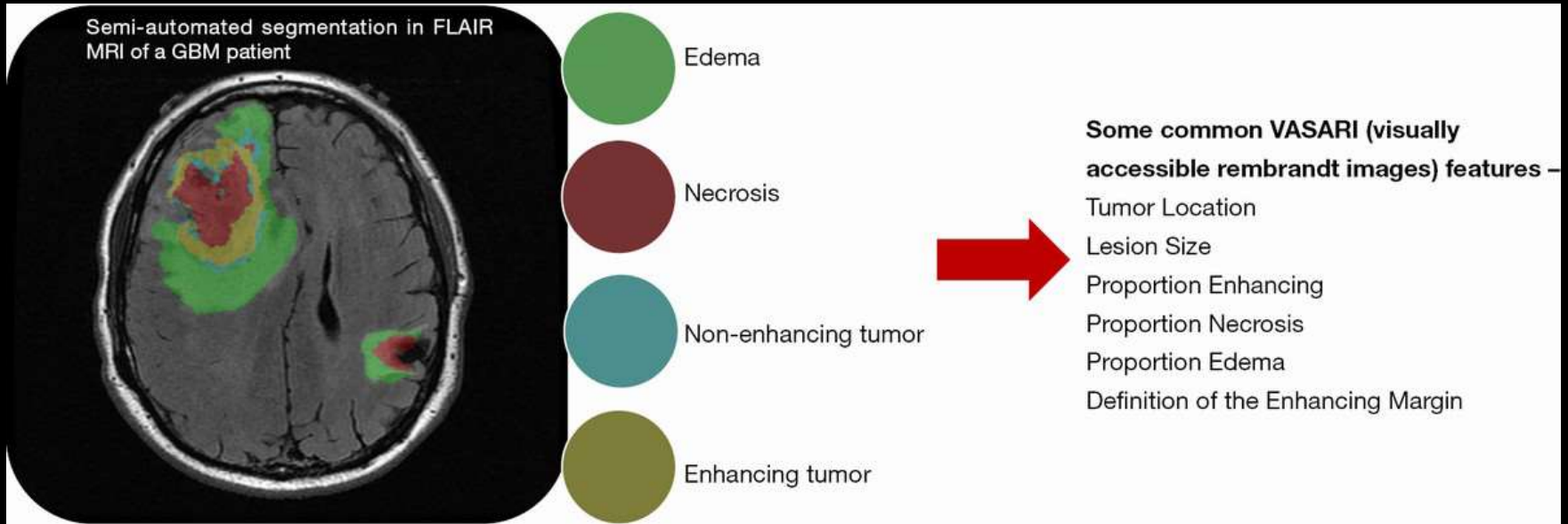




# ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



Ευτυχία Καψαλάκη  
Καθ. Ακτινοδιαγνωστικής  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



**Radiomics in glioblastoma: current status, challenges and potential opportunities** Radiomics in glioblastoma: current status, challenges and potential opportunities *Transl Cancer Res* 2016;5(4):383-397

# Απεικονιστικοί Βιοδείκτες Radiogenomics

Η ΜΤ δεν μπορεί να δώσει άμεσες πληροφορίες για τη σύσταση του ιστού και δεν μπορεί να υποκαταστήσει την ιστολογική διάγνωση

Μπορεί όμως να δώσει πληροφορίες που αφορούν **διαταραχή της μικροαρχιτεκτονικής, της αιμάτωσης και του μεταβολισμού μίας περιοχής.**

Αυτές οι παράμετροι μπορεί σε σύγκριση με γενετικούς παράγοντες να συμβάλλουν μετά απο στατιστική ανάλυση στην προεγχειρητική διαγνωστική προσέγγιση.

Συστήματα αυτόματης ανάλυσης εικόνας

Rao A, Rao G, Gutman DA, et al, TCGA Glioma Phenotype Research Group. A combinatorial radiographic phenotype may stratify patient survival and be associated with invasion and proliferation characteristics in glioblastoma. J Neurosurg 2016; 124:1008-17.

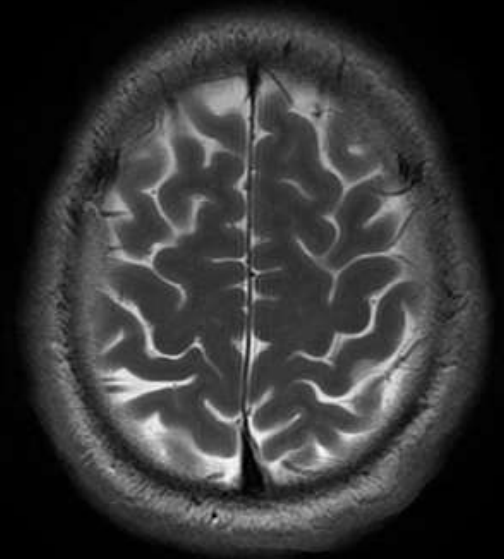
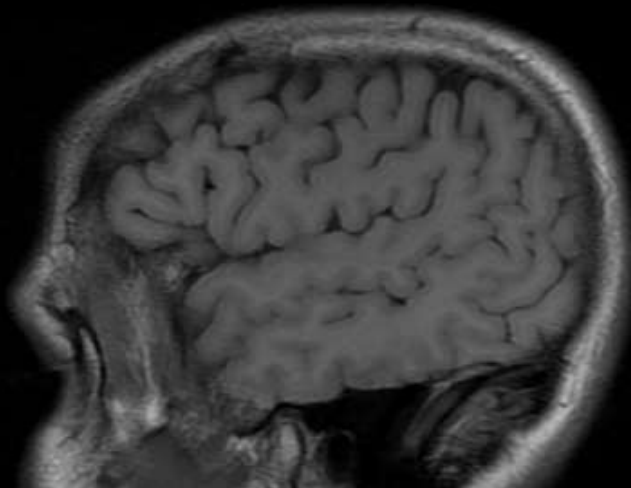
# Διαγνωστική προσέγγιση

**MRI** method of choice

Επιφανειακή ανατομία 3D imaging

Σχέση με λειτουργικό φλοιό

Έκταση της βλάβης



# Standardization of Protocols

- Βασικό πρωτόκολλο (1.5T or 3T )
    - 3D T1 pre contrast (min 1.5mm)
    - Axial 2D FLAIR, T2, DWI (min 4mm, no gap)
    - 3D T1 post contrast (min 1.5mm)
    - **Contrast timing (4-8min)**
  - SWI , Perfusion, Diffusion, MRS
  - **fMRI , DTI προεγχειρητικά**
  - Radiologists report
- δομική
- λειτουργική

Consensus recommendations for a standardized Brain Tumor Imaging Protocol in clinical trials Neuro Oncol. 2015 Sep; 17(9): 1188-1198

Ax: S4.5 (COI)

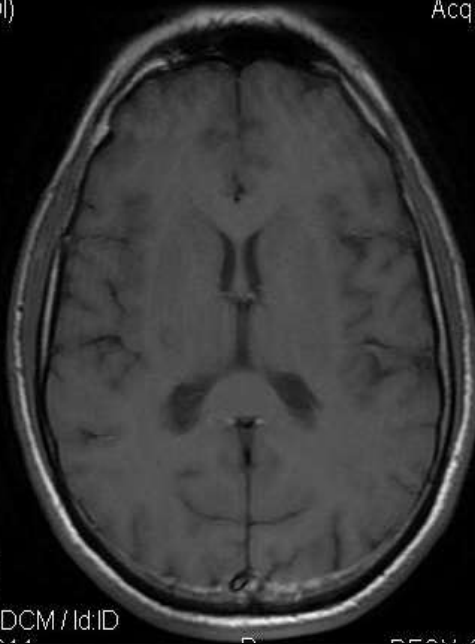
Acq Tm: 14:13:13

384 x 224

R<sub>i</sub>

L<sub>s</sub>

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



Acq Tm: 14:04:20

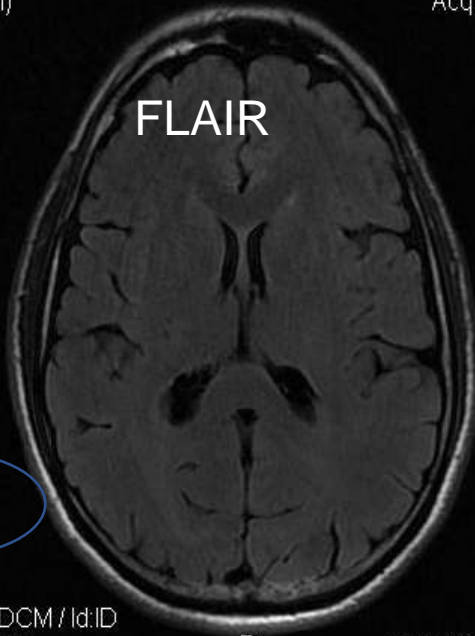
352 x 224

**FLAIR**

R<sub>i</sub>

L<sub>s</sub>

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



P<sub>i</sub>

DFOV: 24.0 x 24.0cm

Ax: S4.5 (COI)

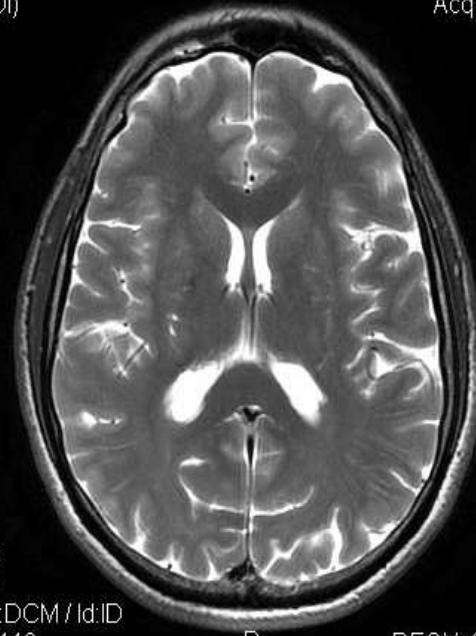
Acq Tm: 14:01:59

416 x 320

R<sub>i</sub>

L<sub>s</sub>

ET: 19  
TR: 2820.0  
TE: 108.5  
HDNV Head  
5.0thk/1.0sp  
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID  
W:2239 L:1119  
Im: 15/24  
Ax: S4.5 (COI)



P<sub>i</sub>

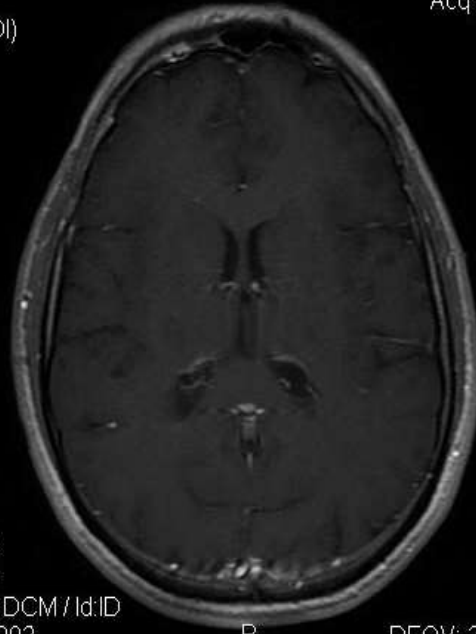
DFOV: 24.0 x 24.0cm  
Acq Tm: 14:24:46

384 x 224

R<sub>i</sub>

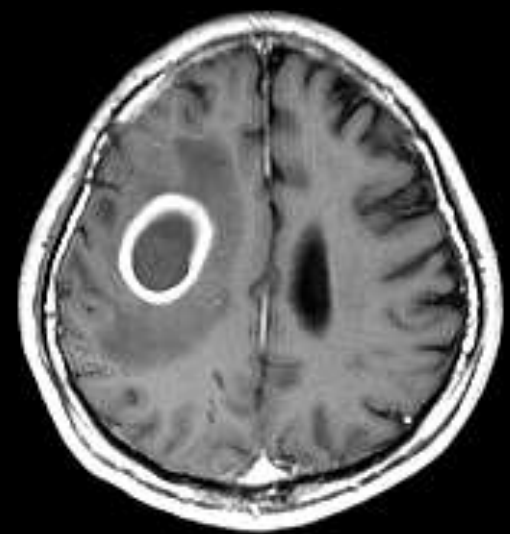
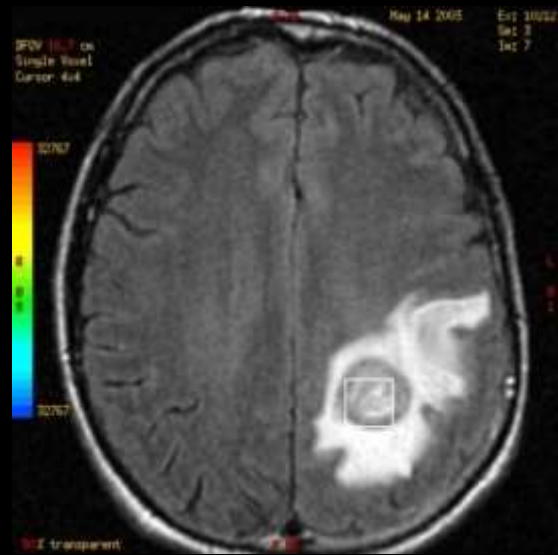
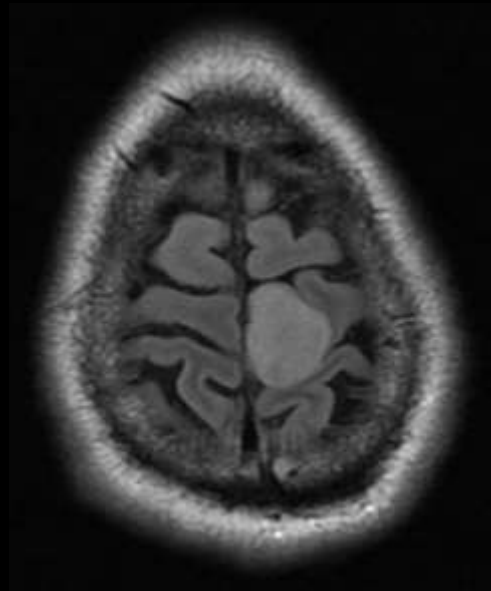
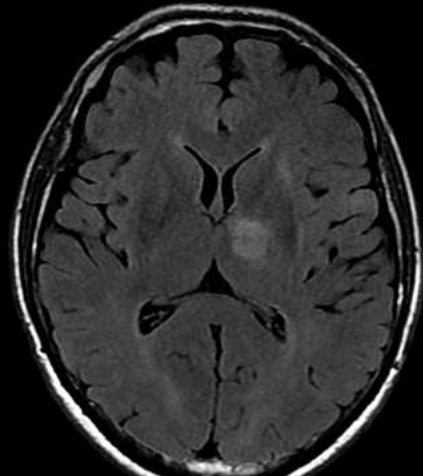
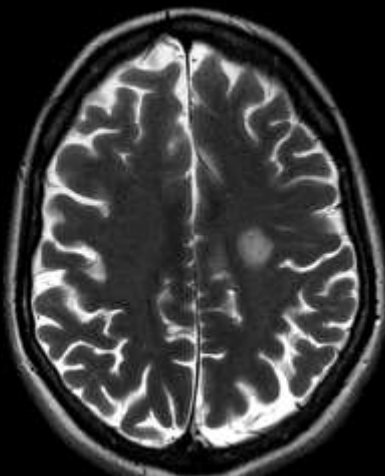
L<sub>s</sub>

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



P<sub>i</sub>

DFOV: 24.0 x 24.0cm



# Advanced MR Imaging Techniques

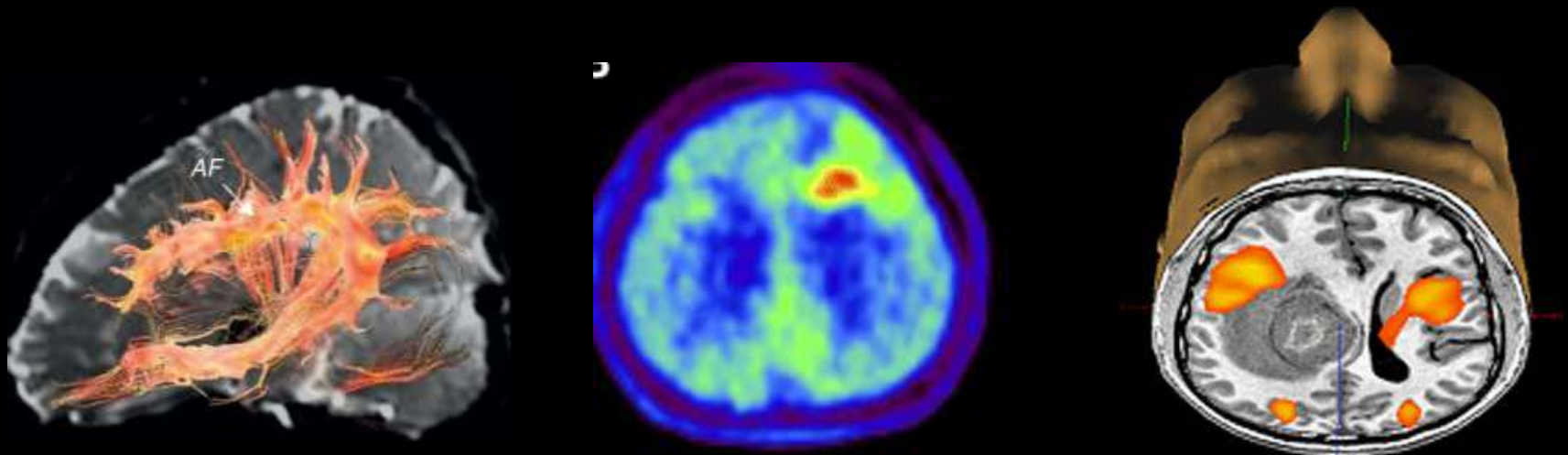
DWI/DTI: κυτταροβρίθεια / διήθηση

MRS / PET: μεταβολισμό

PERFUSION : αγγειογένεση

## Απεικονιστικοί βιοδείκτες

Μικροαρχιτεκτονική, Αιμάτωση, Μεταβολισμό, λειτουργία μίας περιοχής.





## DWI / DTI

Κυτταροβρίθεια

Απεικόνιση νευρικών οδών

## Perfusion

Δείκτης αγγειογένεσης, νεοαγγείωσης

## MRS/PET/SPECT

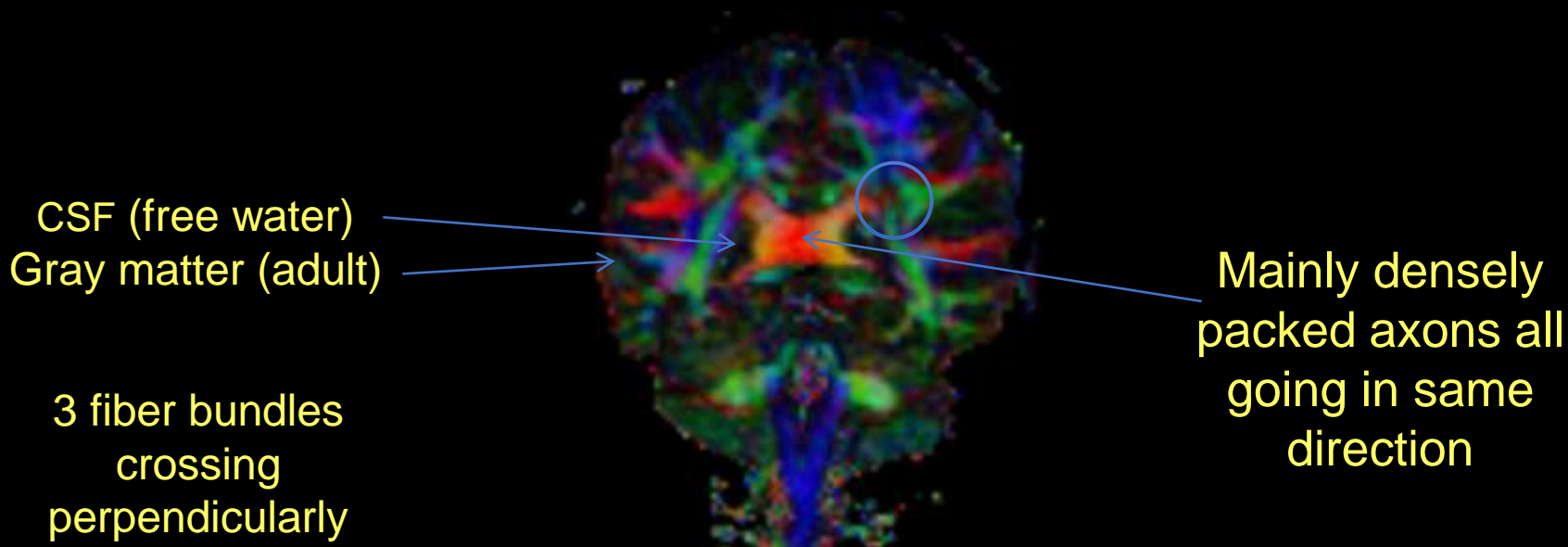
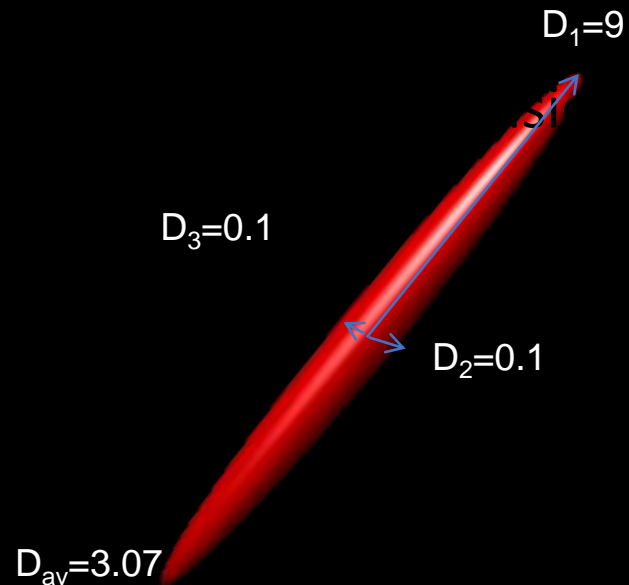
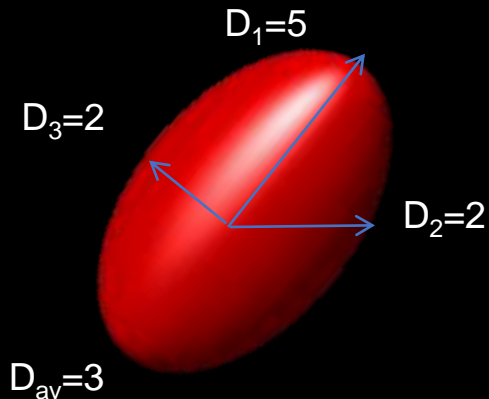
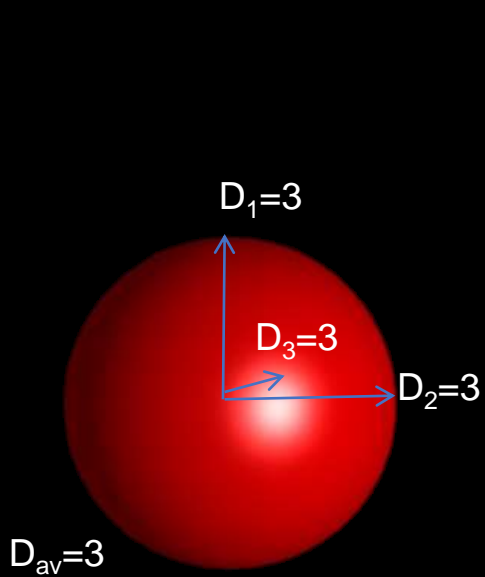
Μεταβολικό προφίλ

Βιοχημεία

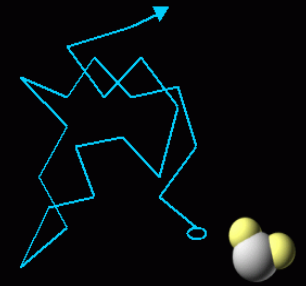
## f- MRI

Συνδεσμικότητα

Λειτουργικότητα εγκεφάλου

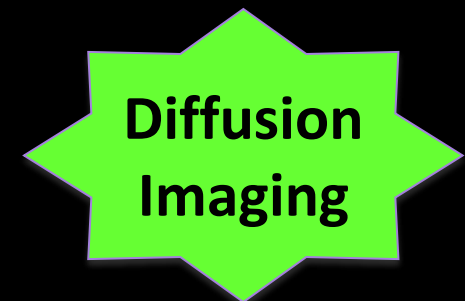
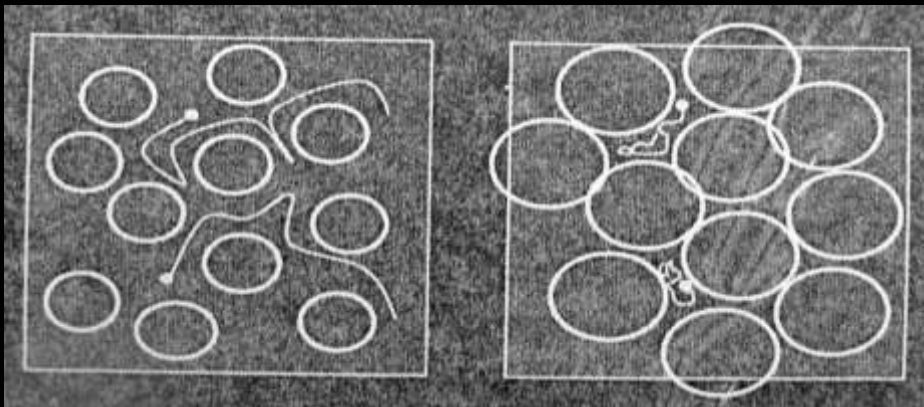


# DWI - ADC



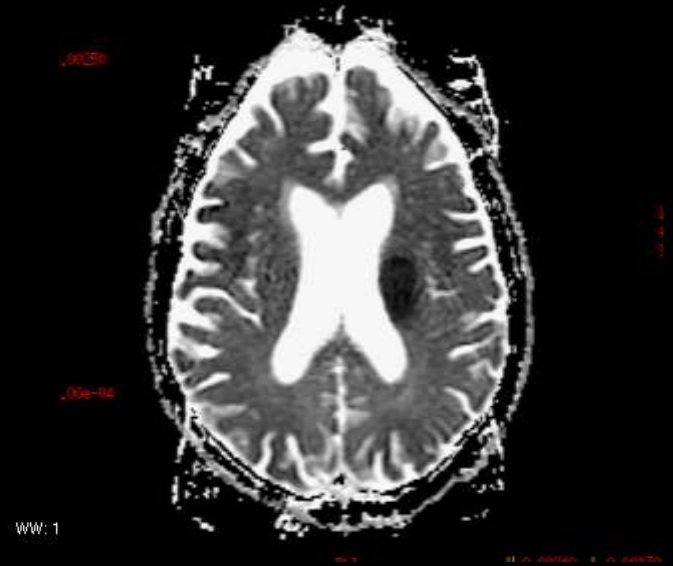
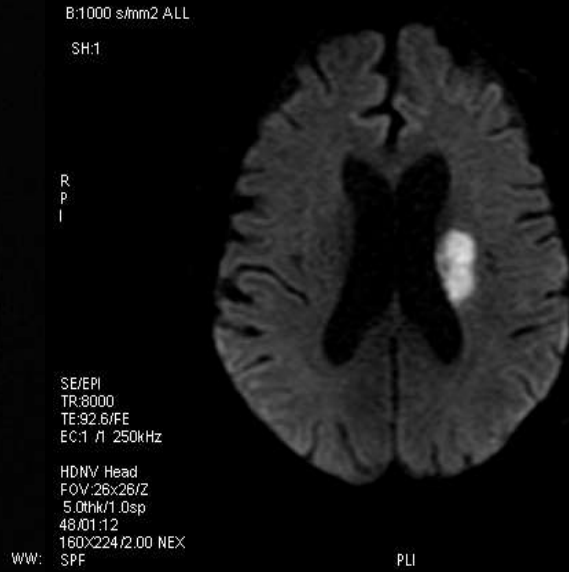
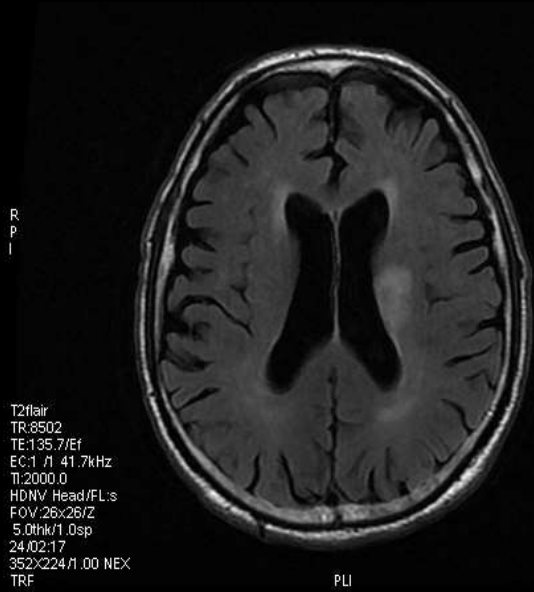
- Δείκτης κινητικότητας μορίων νερού
- Όταν περιορίζεται η ελεύθερη κινητικότητα περιορίζεται και η διάχυση
- Οξεία ισχαιμία
- Απόστημα
- Λέμφωμα

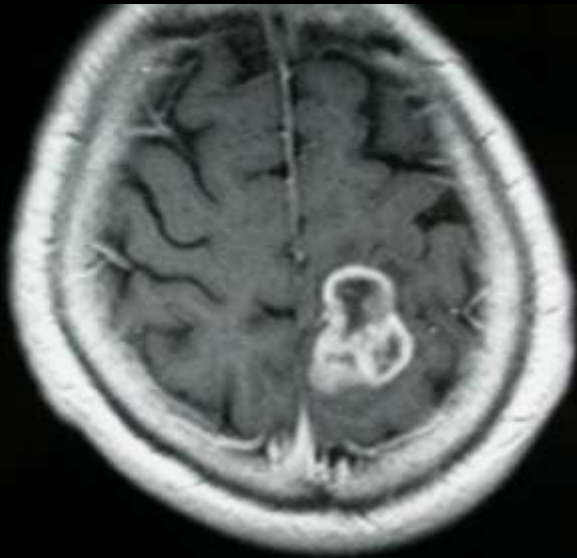
Υψηλό σήμα στο **DWI**



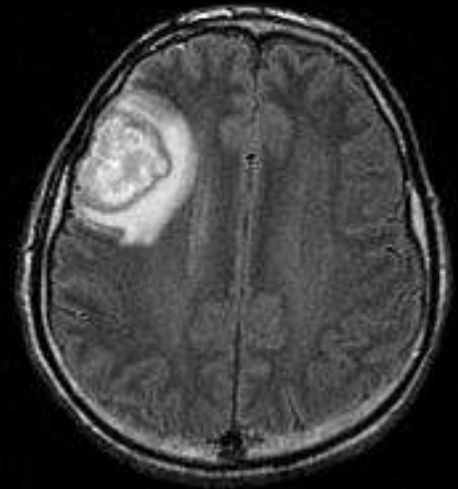
Μείωση της διάχυσης των μορίων του H<sub>2</sub>O στον εξωκυττάριο χώρο

# DIFFUSION IMAGING





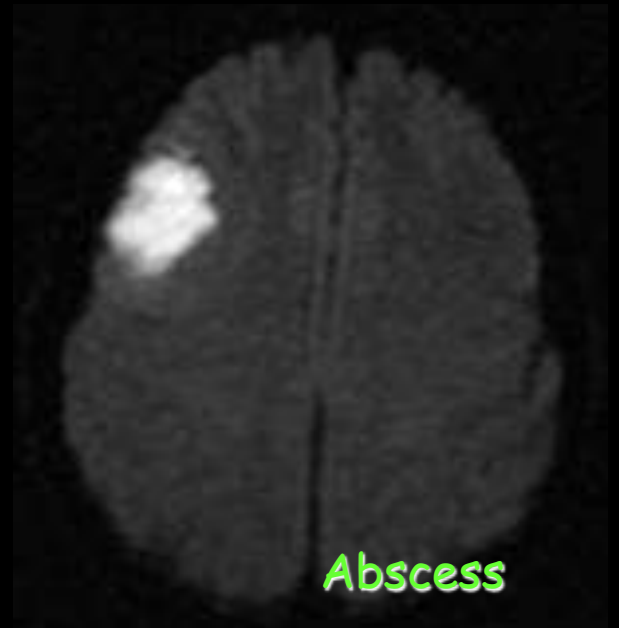
Tr



RL

P 96

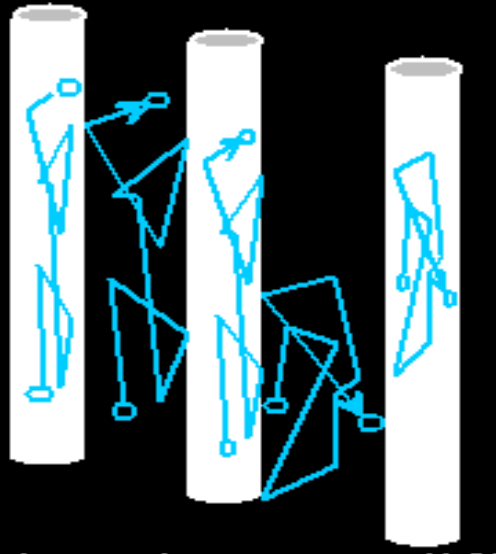
Glioma



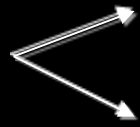
Abscess

# DTI / FA

- “ανισότροπη διάχυση”
- Διάχυση σε συγκεκριμένη κατεύθυνση (εντός νευραξόνων)
- Παρέχει πληροφορίες ακεραιότητας της λευκής ουσίας
- Παρέχει προεγχειρητικό εντοπισμό νευρονικών οδών
- Αναδεικνύει διήθηση της λευκής ουσίας



FA



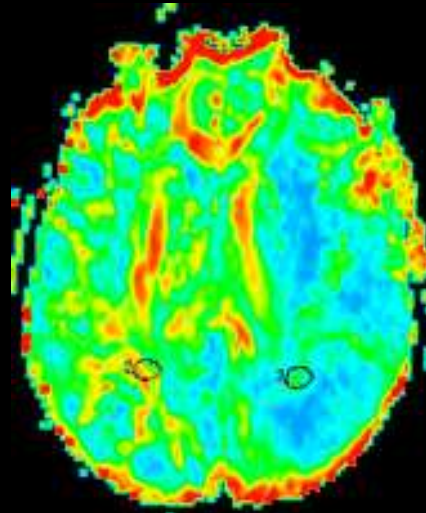
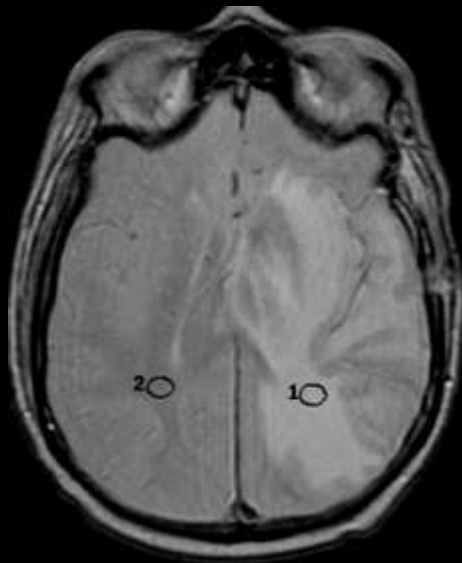
Εντός της βλάβης

Εντός του περιεστιακού οιδήματος

Μείωση του FA

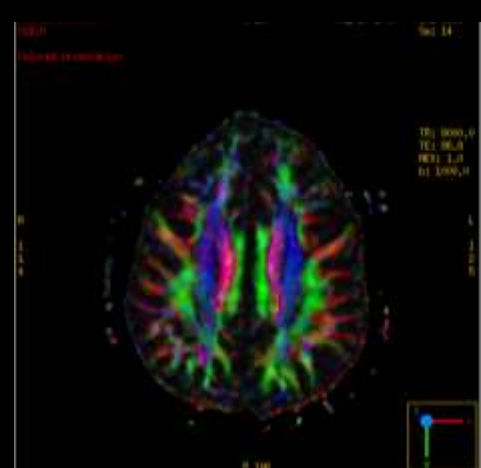
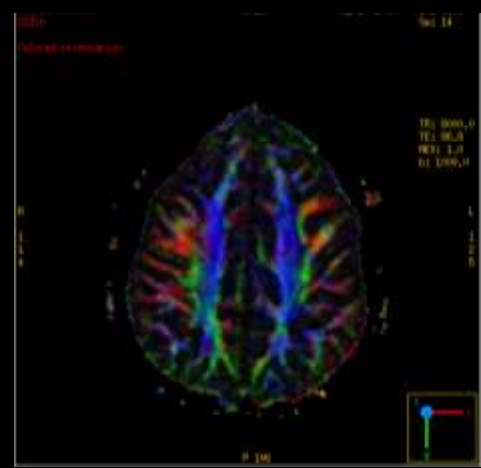
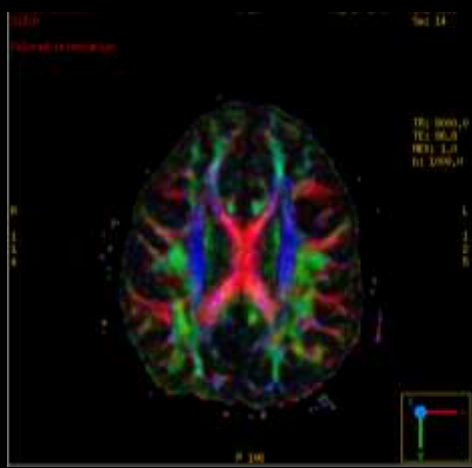
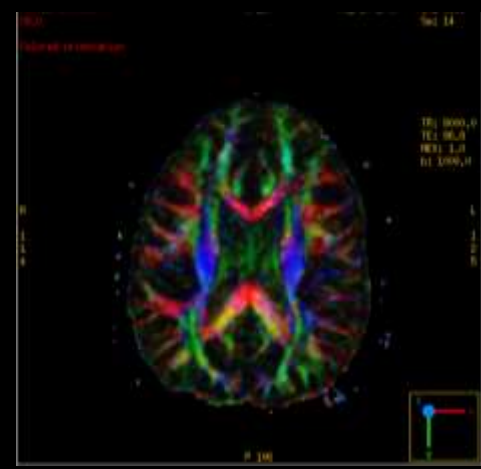
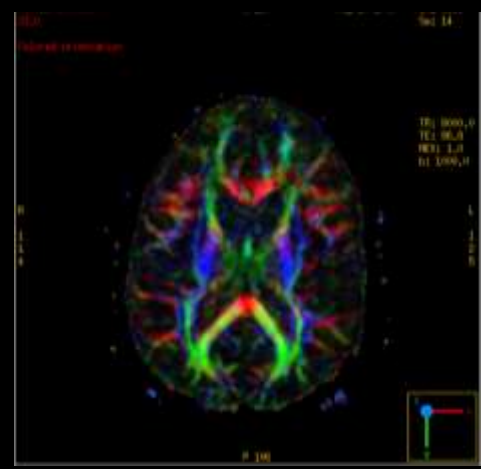
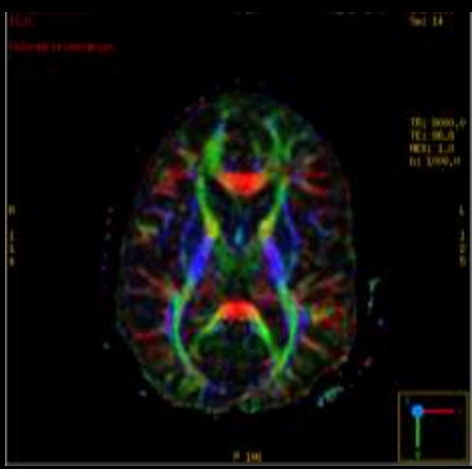
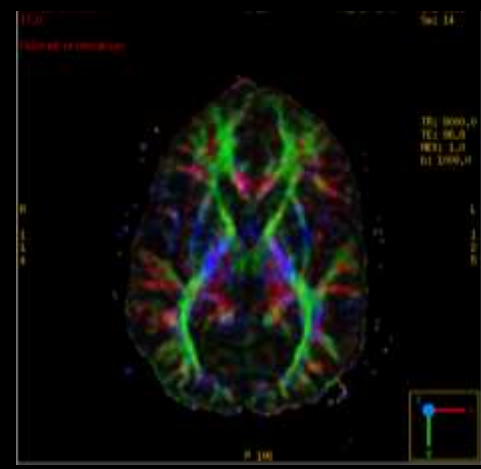
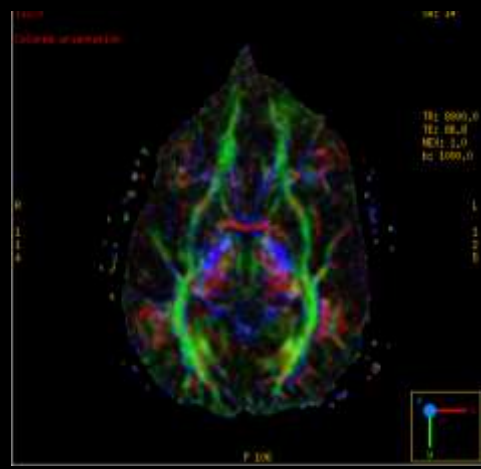
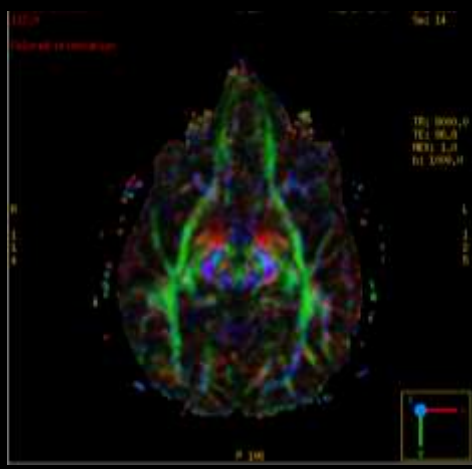


Διήθηση





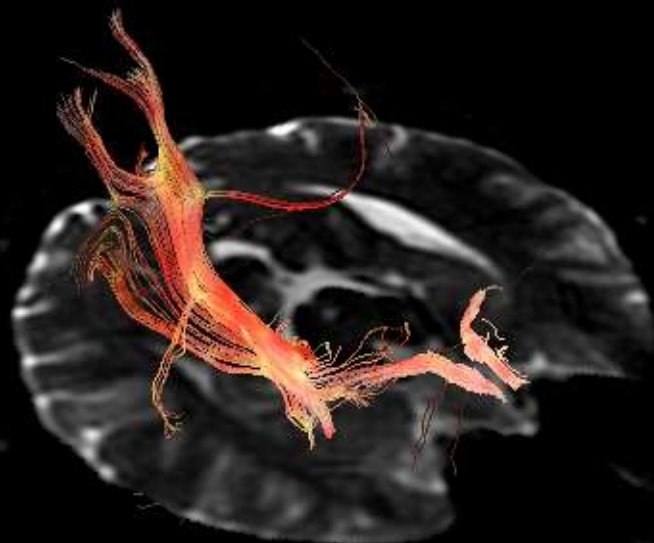
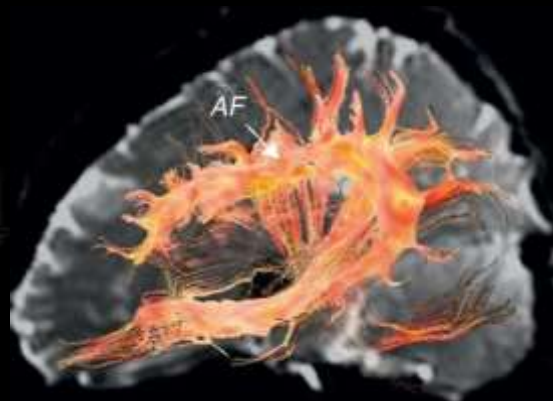
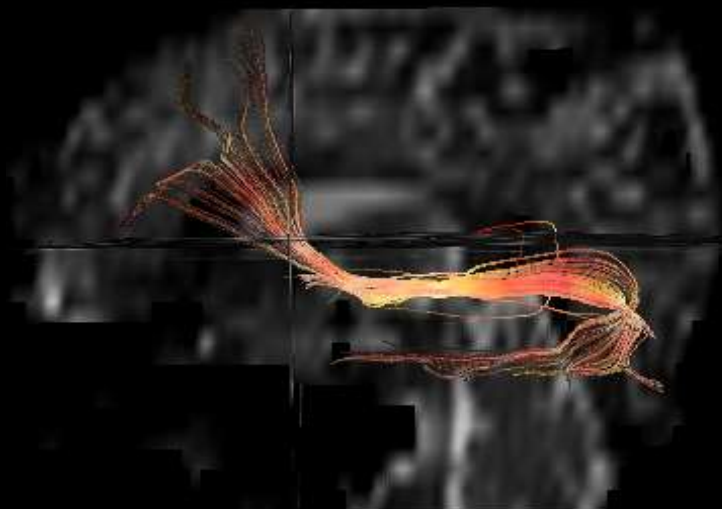
T  
r  
a  
c  
t  
o  
r  
a  
p  
h  
y





WM tracts

DTI



# Perfusion Imaging

With iv contrast

Without iv contrast

Dynamic enhancement

(Arterial Spin Labeling -ASL) 3Tesla

T1

T2\*

Dynamic Contrast Enhanced -  
DCE

Dynamic Susceptibility Enhanced -  
DSE

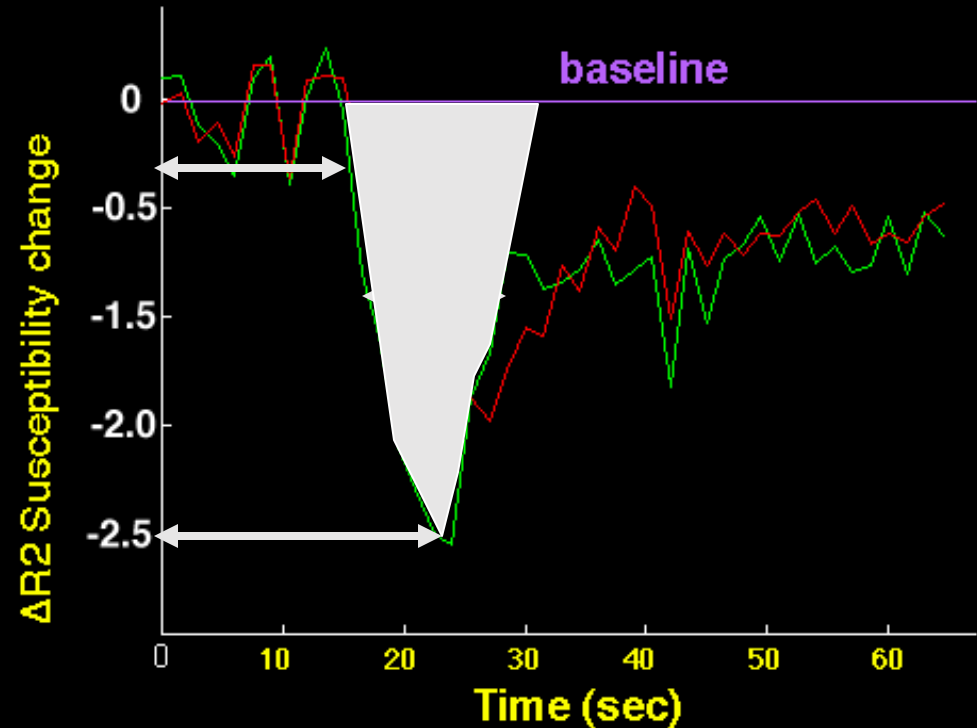
# Perfusion MRI

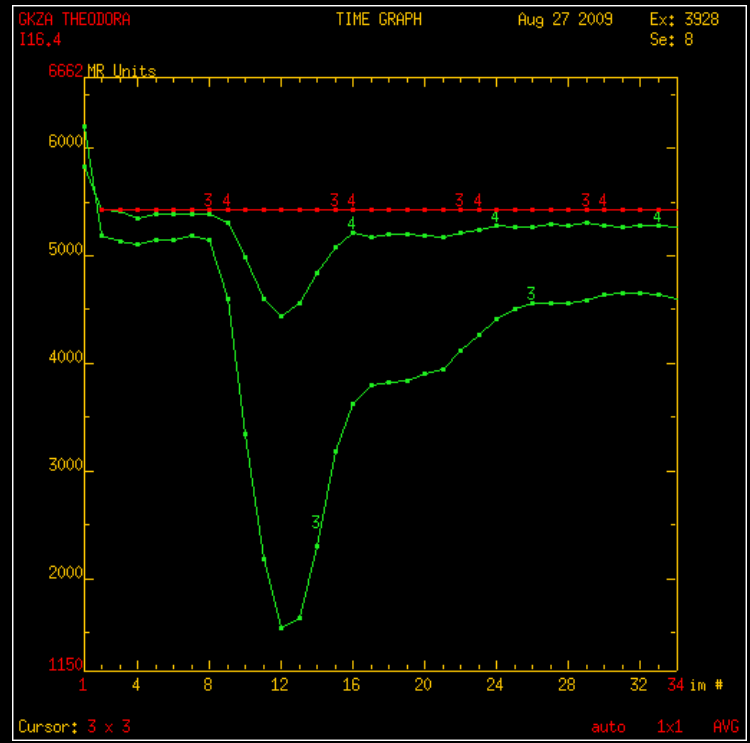
## Νεοαγγείωση

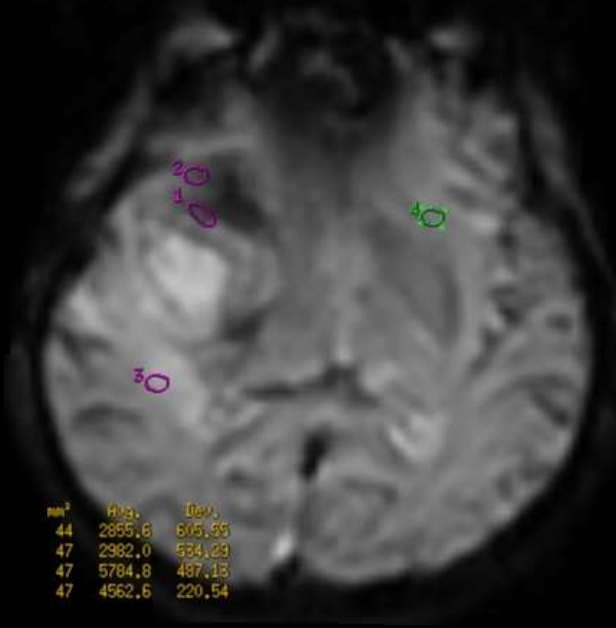
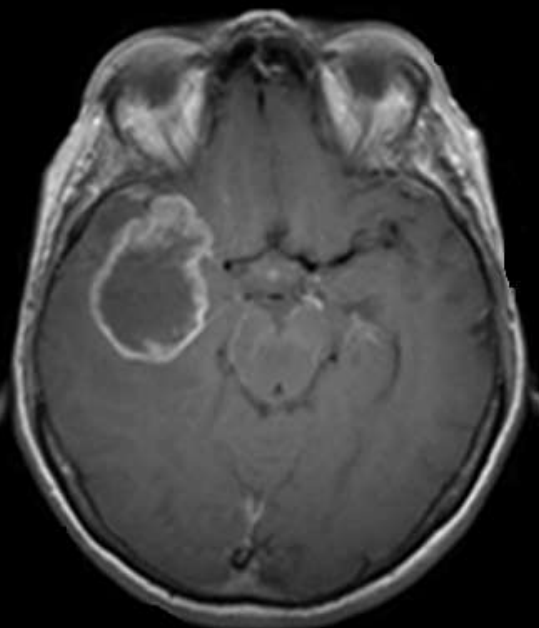
P MRI measures

“First pass of bolus contrast passing through the brain”

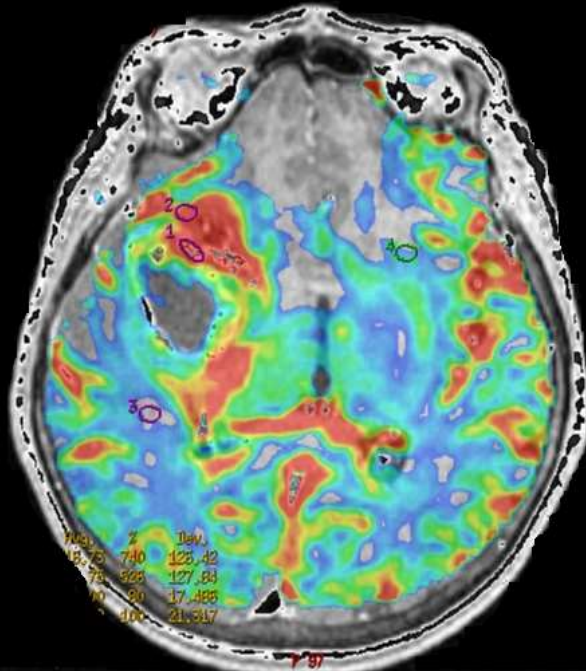
- $T_0$  = time to arrival
- $T_P$  = time to peak
- $CBV$  = cerebral blood volume
- $MTT$  = mean transit time
- $CBF = CBV/MTT$



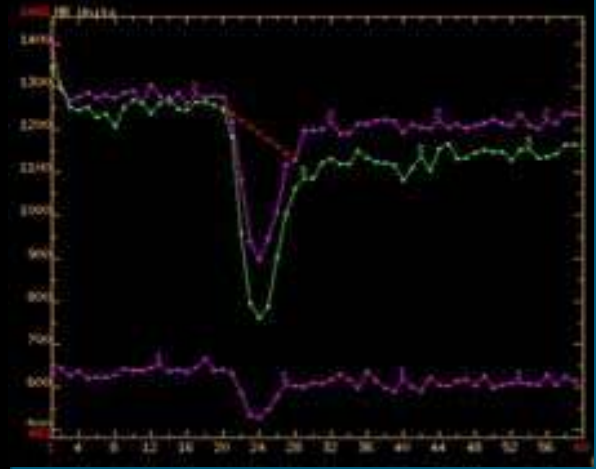
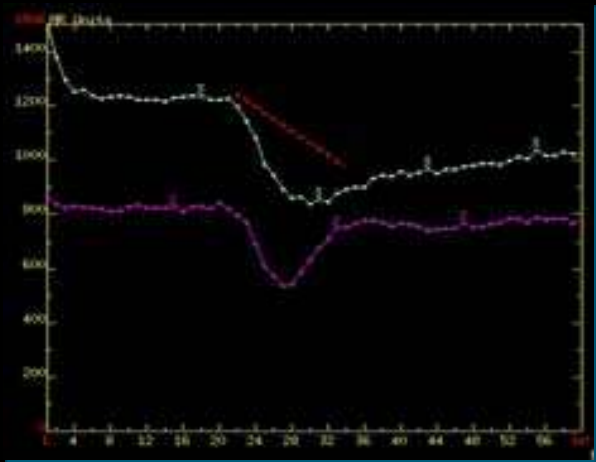




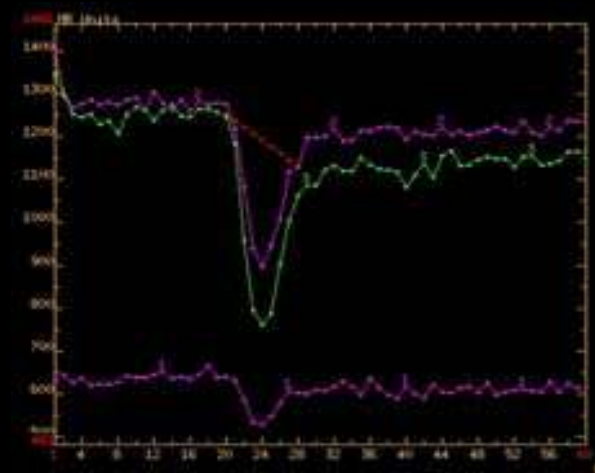
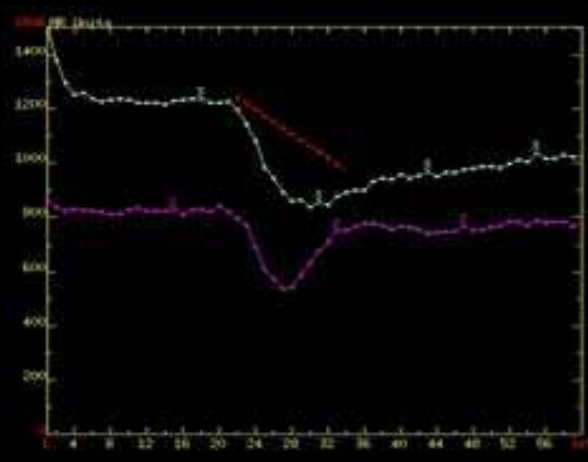
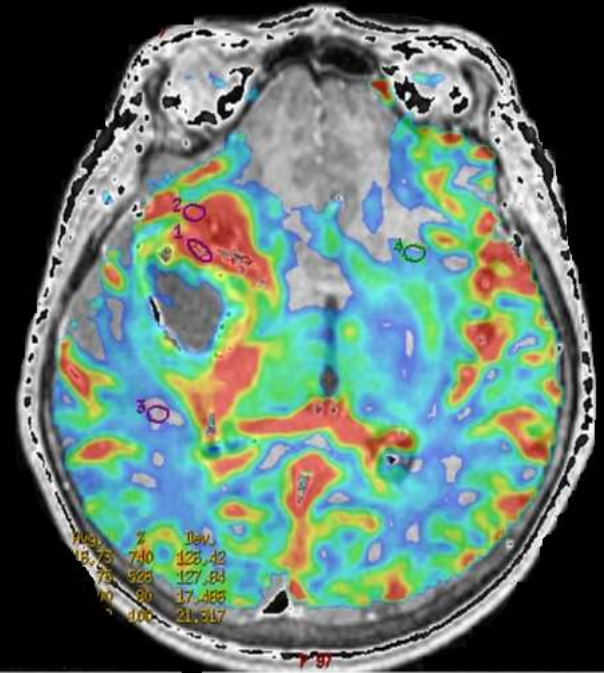
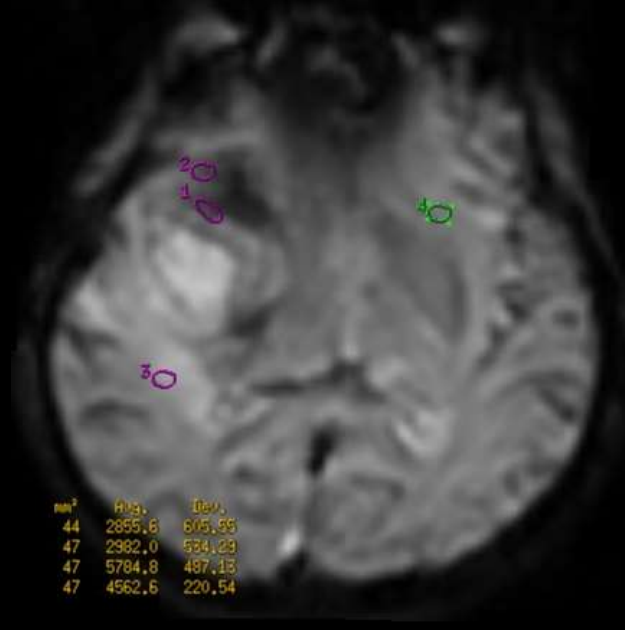
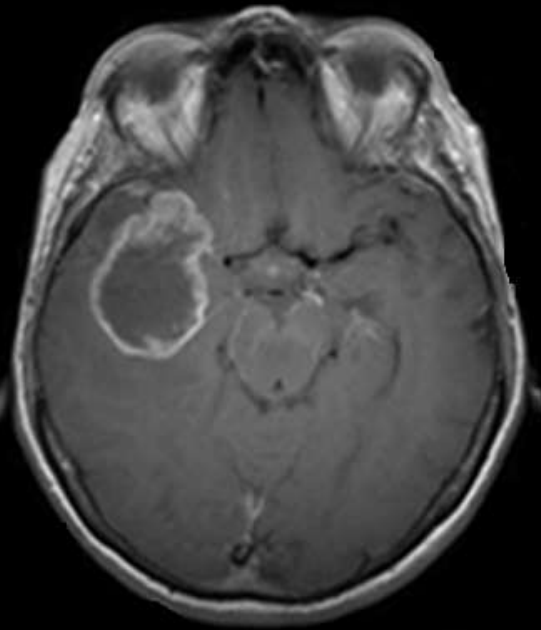
mm²	Av. I	Dev. I
44	2855,6	605,95
47	2982,0	524,39
47	5784,8	487,18
47	4562,6	220,54



mm²	%	Dev.
18,75	740	125,42
18,75	525	127,63
10,00	30	17,455
10,00	100	21,517



Παρουσία νεοαγγείωσης → Βαθμός κακοήθειας



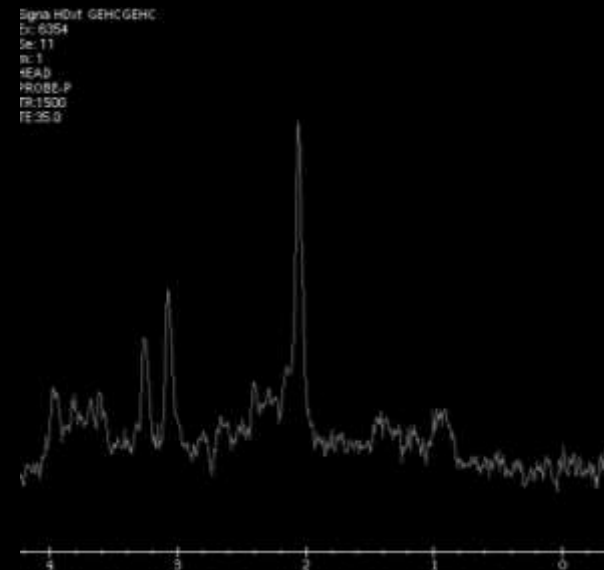
Η απεικόνιση αιματικής διήθησης συμβάλλει σημαντικά στην έγκαιρη ανάδειξη νεοαγγείωσης και στην πρόγνωση

Γλοιώματα με κλασικά απεικονιστικά χαρακτηριστικά χαμηλής κακοήθειας με περιοχές αυξημένης νεοαγγείωσης έχουν διπλάσια πιθανότητα υποτροπής και εξαλλαγής

# MR-spectroscopy

- **NAA**: normal neurons
- **Cr/Pcr**: phosphate metabolism
- **Cho**: cellular membranes
  - **Cho/Cr**
  - **Cho/NAA**
  - **NAA/Cr**

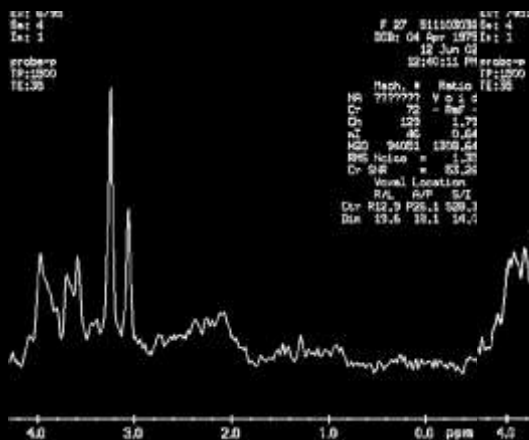
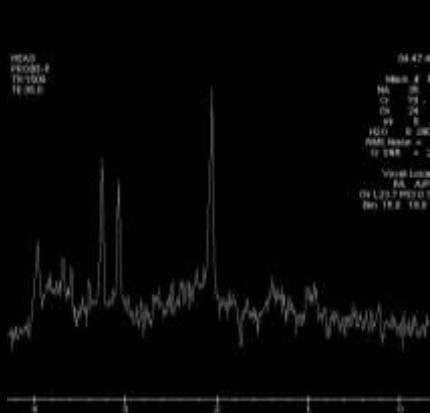
Μεταβολισμός



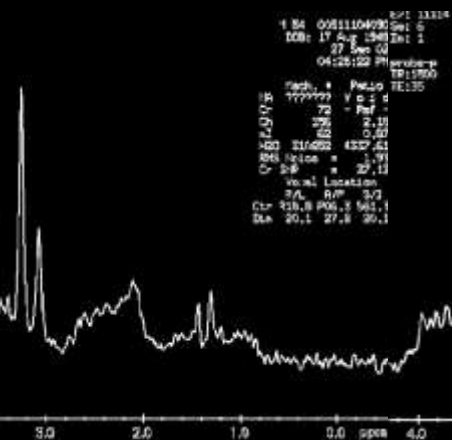


# MRS

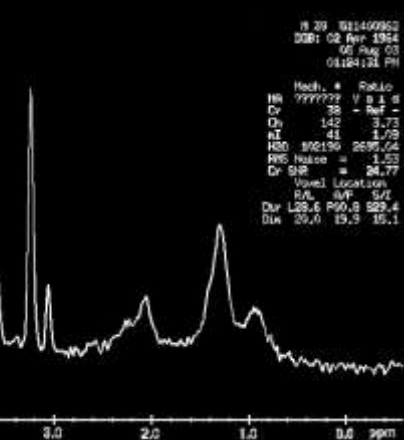
# Γλοιώματα



**Grade II**



**Grade III**

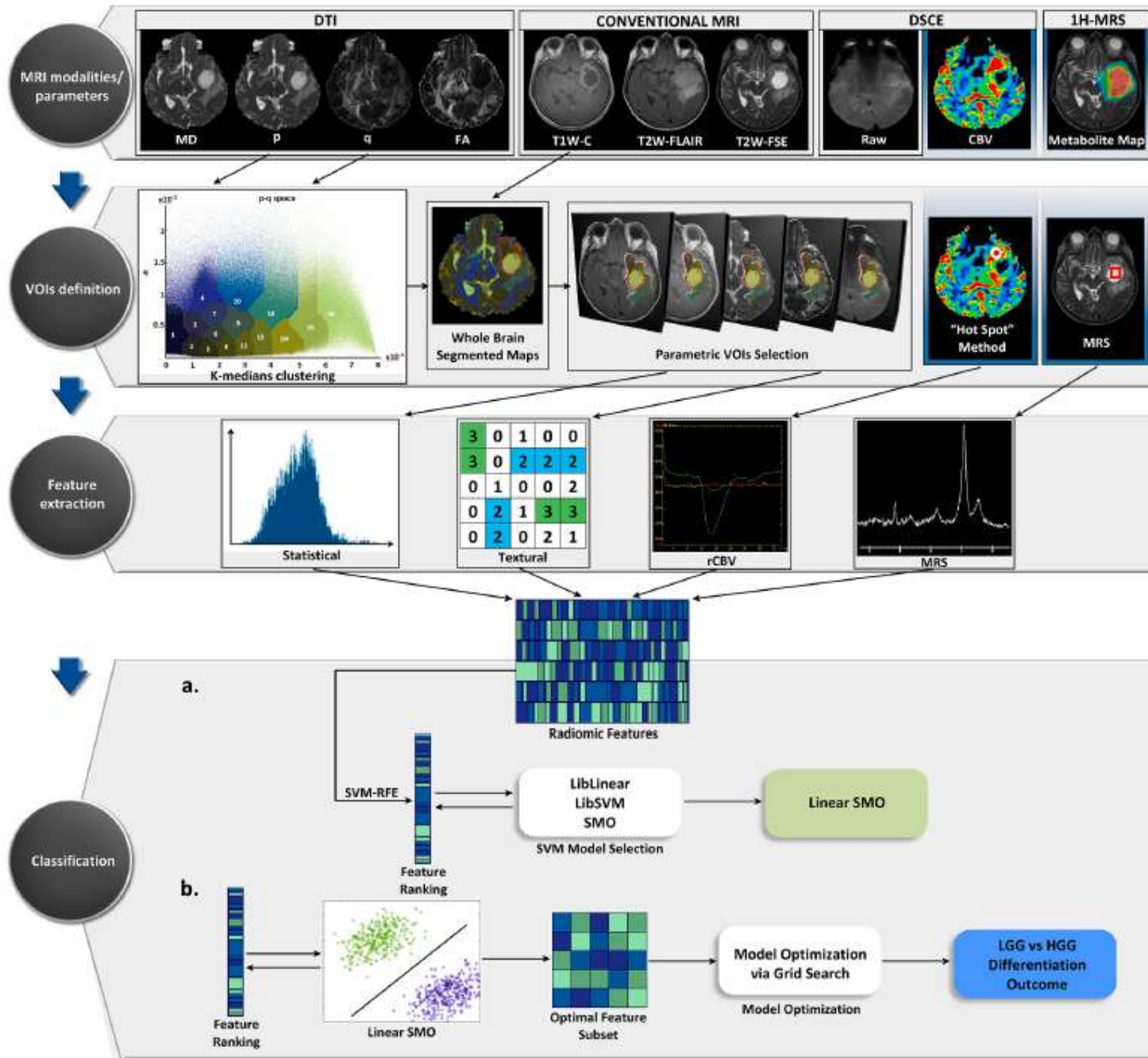


**Grade IV**

Cho/Cr αυξάνει ως συνάρτηση της κακοήθειας (malignancy index) :

[Cho] αυξάνει λόγω αύξησης της κυτταροβρίθειας

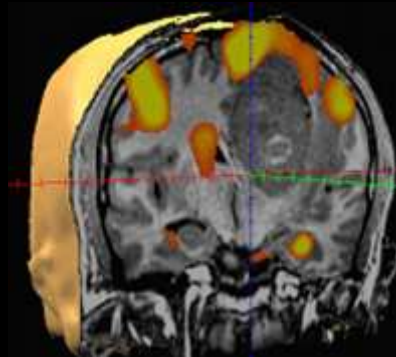
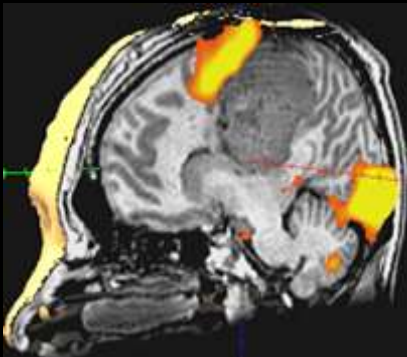
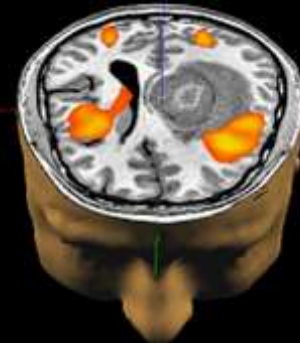
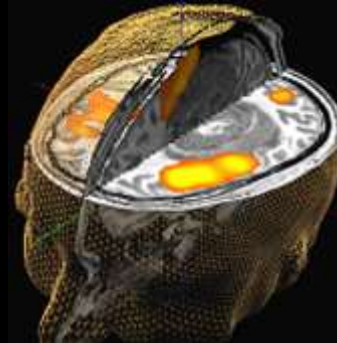
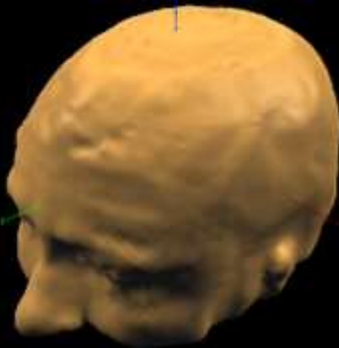
[Cr] μειώνονται (λιγότερα υγιή κύτταρα) στα κακοήθη γλοιώματα (grade III και IV) και στα ολιγοαστροκυττώματα, όχι όμως στα low grade αστροκυττώματα



# f- MRI

Συνδεσμικότητα  
Λειτουργικότητα εγκεφάλου

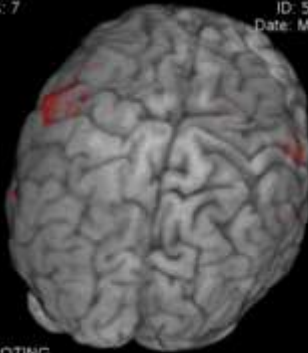
Σχέση βλάβης με παρακείμενες λειτουργικές περιοχές



# Eloquent cortex fMRI:

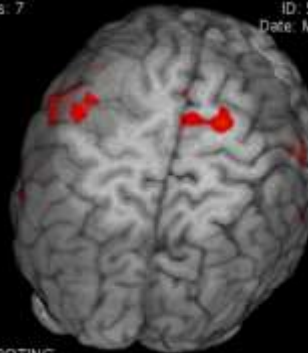
“Parrotting” **BRAIN AT WORK!**

Seriés: 7  
ID: 5564104138  
Date: May 09 2007



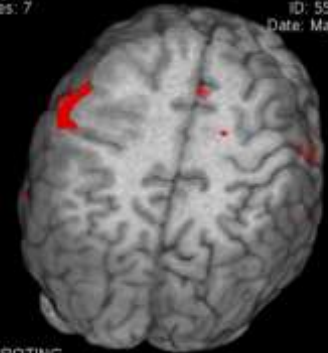
PARROTING

Seriés: 7  
ID: 5564104138  
Date: May 09 2007



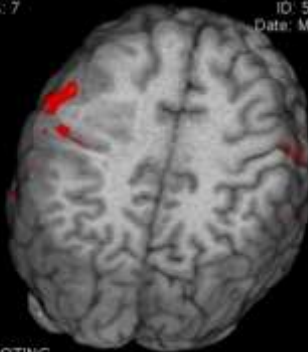
PARROTING

Seriés: 7  
ID: 5564104138  
Date: May 09 2007



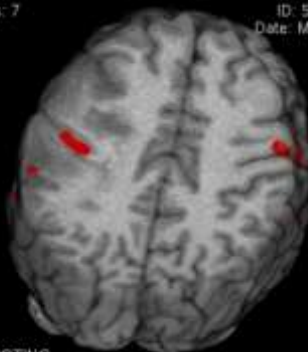
PARROTING

Seriés: 7  
ID: 5564104138  
Date: May 09 2007



PARROTING

Seriés: 7  
ID: 5564104138  
Date: May 09 2007



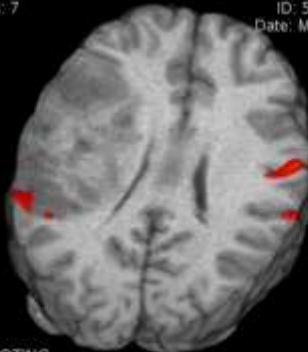
PARROTING

Seriés: 7  
ID: 5564104138  
Date: May 09 2007



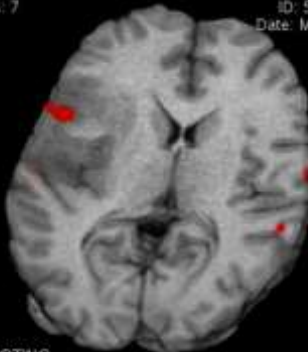
PARROTING

Seriés: 7  
ID: 5564104138  
Date: May 09 2007



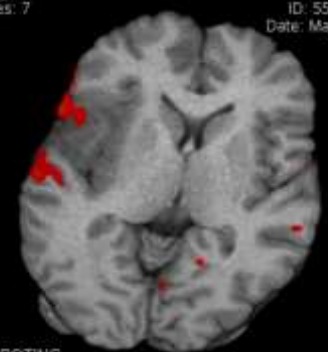
PARROTING

Seriés: 7  
ID: 5564104138  
Date: May 09 2007

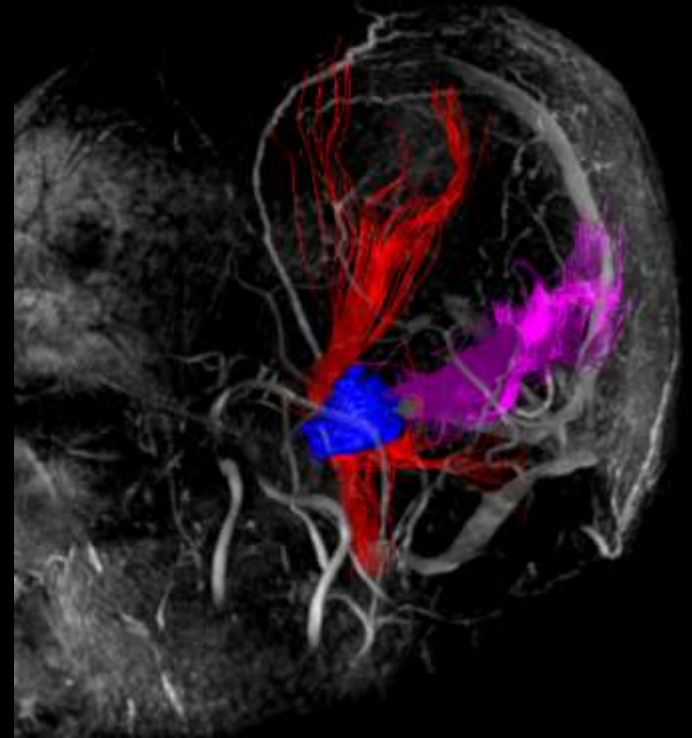
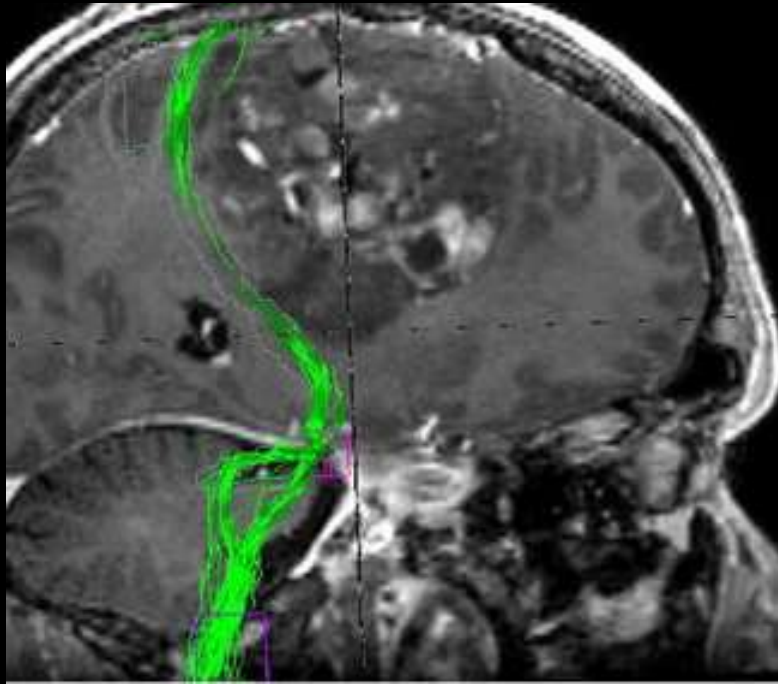


PARROTING

Seriés: 7  
ID: 5564104138  
Date: May 09 2007



PARROTING



# Συμπεράσματα

- ΜΤ εξέταση εκλογής για απεικόνιση όγκων εγκεφάλου
- Radiome - Απεικονιστικό αποτύπωμα - δομικά χαρακτηριστικά
- Απεικονιστικοί βιοδείκτες – διάγνωση, δδ radiogenomics
  - DWI/DTI: κυτταροβρίθεια / διήθηση
  - PERFUSION : αγγειογένεση
  - MRS: μεταβολισμό
- Στόχος
  - Διαφορική διάγνωση, προεγχειρητική εκτίμηση βαθμού κακοήθειας, διήθησης και επέκτασης της βλάβης
  - Καθοδήγηση θεραπείας, εκτίμηση προόδου της νόσου, ανάδειξη υποτροπής
- Team work