



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Νευρογλωσσολογία

Ενότητα 6 : Νευροαπεικονιστικές Μέθοδοι και Τεχνικές  
II: fMRI, PET

Χριστίνα Μανουηλίδου, Επίκουρη Καθηγήτρια  
Τμήμα Φιλολογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Σκοποί Ενότητας

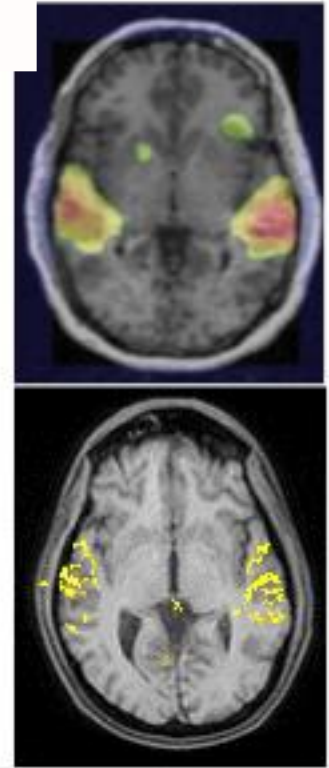
- Διερεύνηση της σχέσης εγκεφάλου και γλώσσας
  - ✓ Συσχετισμός κακώσεων-διαταραχών
  - ✓ Καταγραφή εγκεφαλικής δραστηριότητας
- Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης
  - ✓ Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG)
  - ✓ Μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEG)

# Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Αιμοδυναμικές  
ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Τομογραφία  
εκπομπής  
ποζιτρονίων  
(PET)

Πολύ καλή  
χωρική ανάλυση  
(<1mm)  
Κακή χρονική  
ανάλυση (~1sec)

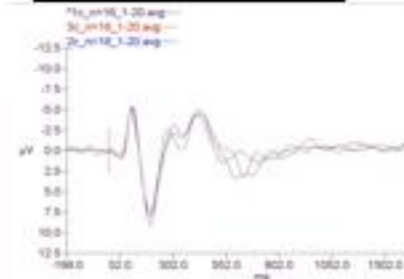


Μη επεμβατική  
καταγραφή  
εγκεφαλικής  
δραστηριότητας

Μαγνητική  
απεικόνιση  
(fMRI)

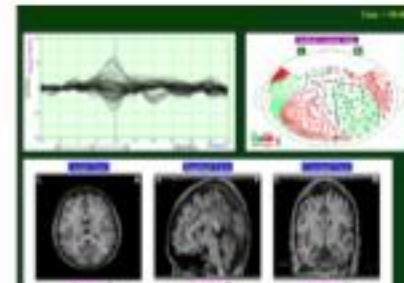
Ηλεκτρο-  
εγκεφαλογράφημα  
(EEG)

Μέτρια χωρική  
ανάλυση (<1cm)  
Πολύ καλή  
χρονική ανάλυση  
(~1ms)



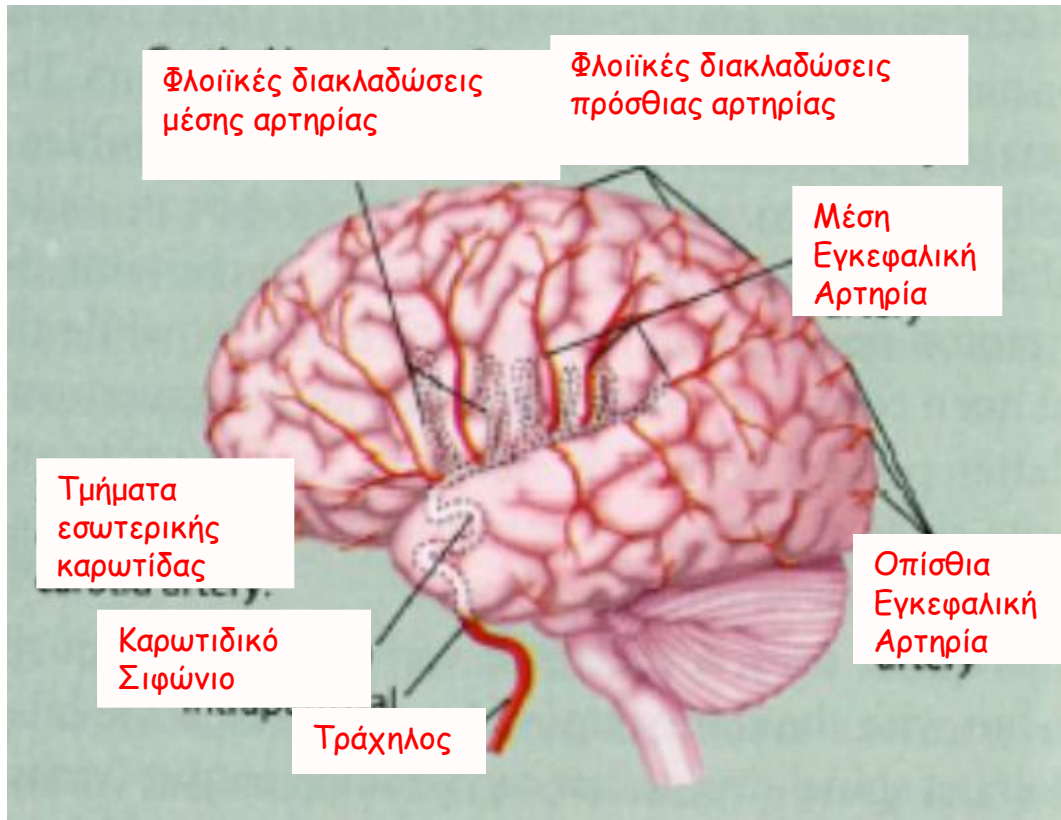
Ηλεκτρομαγνητικές  
ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Μαγνητο-  
εγκεφαλογράφημα  
(MEG)



# Νευρώνες και ροή αίματος (1/2)

## Ροή αίματος προς/μέσα στον εγκέφαλο



- 20% του αίματος που διοχετεύεται από την καρδιά δρομολογείται μέσω του εγκεφάλου.

- Μεταφέρει ΟΞΥΓΟΝΟ

- Διάφορες αρτηρίες τροφοδοτούν τον εγκέφαλο με αίμα.

# Νευρώνες και ροή αίματος (2/2)

- Αυξημένη δραστηριότητα νευρώνων = Αυξημένη ροή αίματος στην ενεργοποιημένη περιοχή.
- Άρα αν μπορούμε να μετρήσουμε τις αλλαγές στη ροή αίματος, μπορούμε να μάθουμε ποιες περιοχές είναι ενεργές.

# Χρήσεις Νευροαπεικόνισης

Για να διερευνήσουμε:

- **Ποιες περιοχές** του εγκεφάλου ενεργοποιούνται όταν επεξεργαζόμαστε τη γλώσσα (τόπος ενεργοποίησης)
- **Πότε** συμβαίνει η κάθε ενεργοποίηση (χρονική σειρά της ενεργοποίησης).

fMRI

**Λειτουργική Μαγνητική  
Τομογραφία**

# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI) (1/3)

- ‘φωτογραφία’ του εγκεφάλου σε **πραγματικό χρόνο**
- **Λειτουργική – Ανατομική**
- Στηρίζεται στο γεγονός ότι μέσα στον υγιή εγκέφαλο υπάρχει **στενή σύζευξη** ανάμεσα στις **μεταβολές ενός επιπέδου δραστηριότητας** μίας νευρωνικής συστάδας **και της παροχής αίματος** σε αυτό, έτσι ώστε μια αύξηση στη δραστηριότητα δικτύου να συνδέεται με αύξηση της αιμάτωσης και το αντίστροφο



# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI) (2/3)

- Όταν τα εγκεφαλικά κύτταρα είναι ενεργοποιημένα, συνήθως καταναλώνουν οξυγόνο
- Τα επίπεδα του οξυγόνου είναι υψηλότερα στους ενεργούς ιστούς **αλλάζοντας τις μαγνητικές ιδιότητες** της συγκεκριμένης περιοχής
- Το fMRI μετρά τη **ροή του αίματος** (BOLD, από το Blood Oxygen Level Dependent signal) και την **οξυγόνωση του αίματος** στον εγκέφαλο (αιμοδυναμική)
- Οι συμμετέχοντες τοποθετούνται σε μαγνητικό πεδίο.

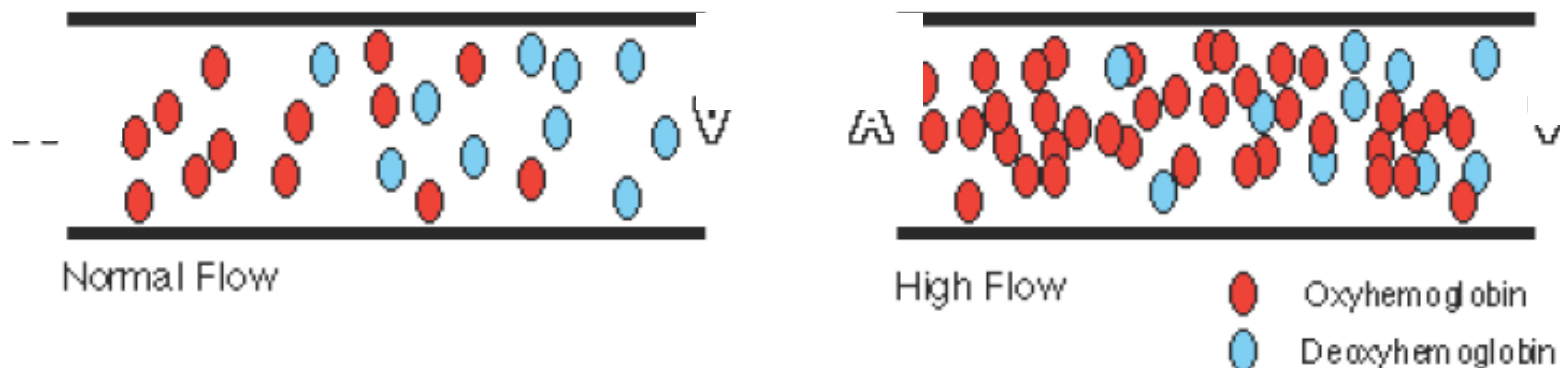
# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI) (3/3)

**fMRI = Blood Oxygenation Level Dependent (BOLD)**

Το αίμα οξυγονώνεται περισσότερο σε μια ενεργοποιημένη περιοχή σε σχέση με μια μη-οξυγονωμένη

**Κόκκινο:** μορφή αιμοσφαιρίνης με μόρια οξυγόνου

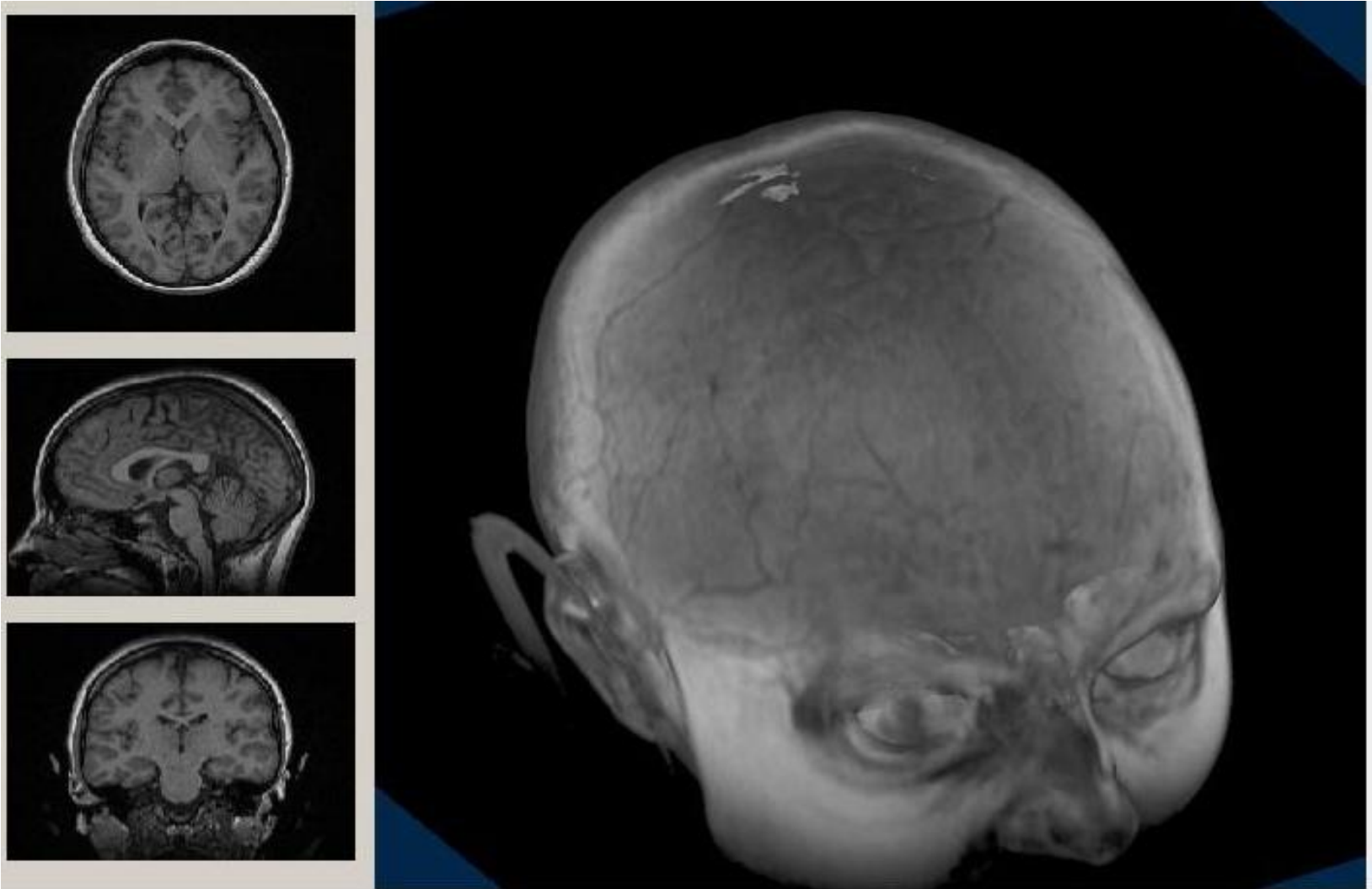
**Μπλε:** μορφή αιμοσφαιρίνης χωρίς οξυγόνο



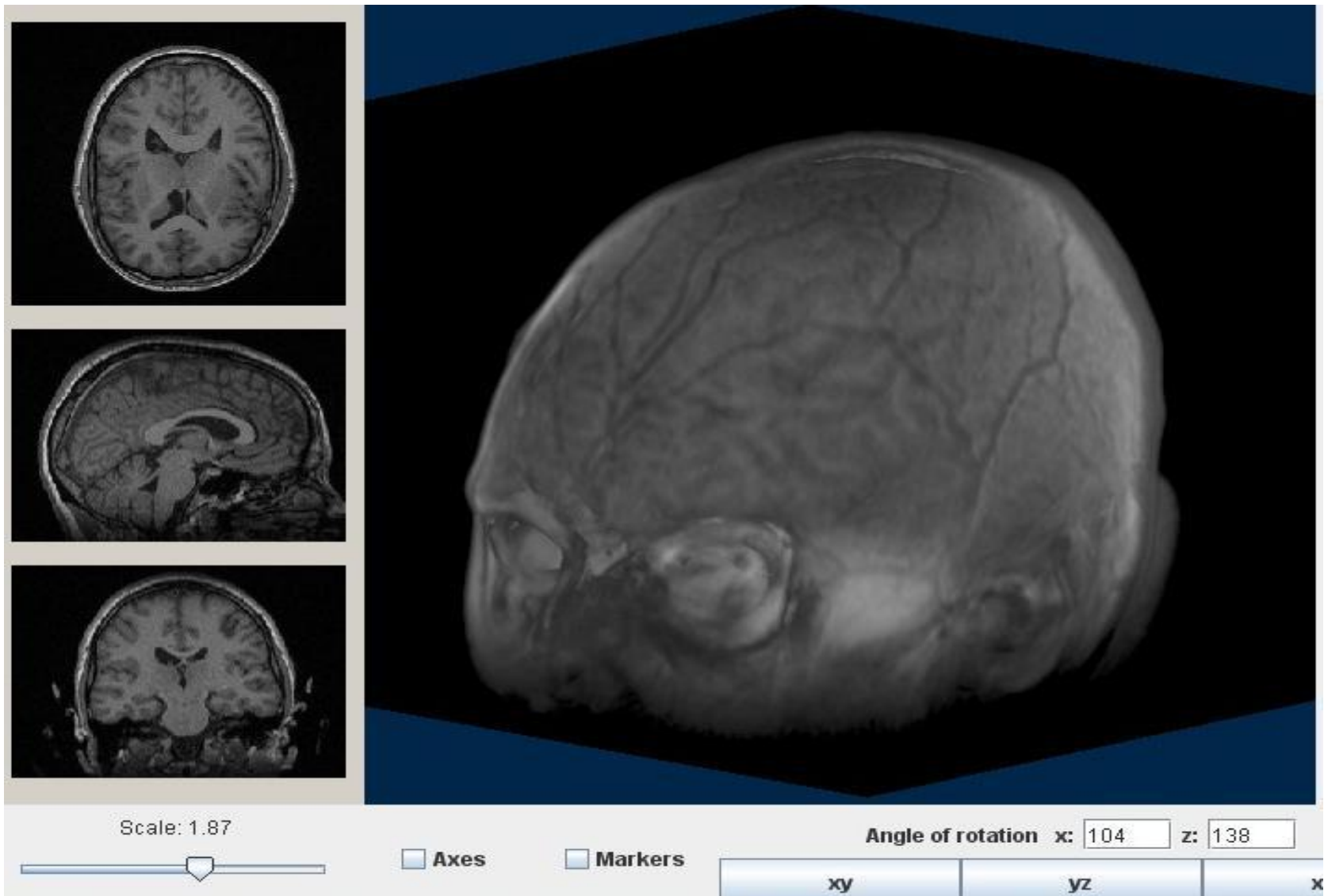
# Ανατομικό MRI (1/6)

- Μέχρι πρόσφατα το MRI ήταν γνωστό για το ρόλο του ως απεικονιστική μέθοδος δομών
- Χρησιμοποιείται για να ορίσει τις **δομές που θα συγκρίνουμε** κατά το fMRI
- Το σήμα παράγεται από τα πρωτόνια τα οποία βρίσκονται σε υδάτινο ιστό
- Αποτέλεσμα: καλής ποιότητας ασπρόμαυρες εικόνες

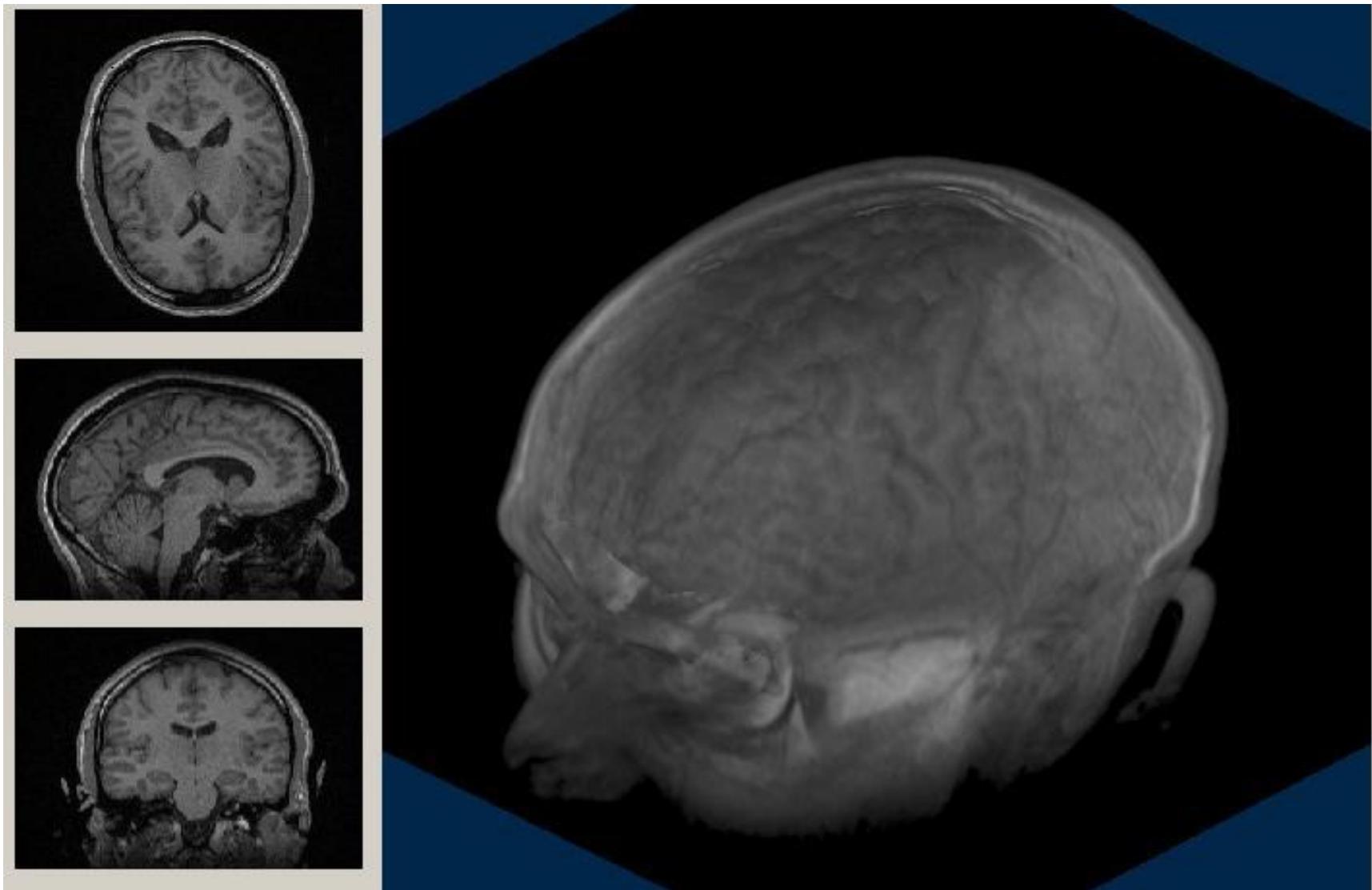
# Ανατομικό MRI (2/6)



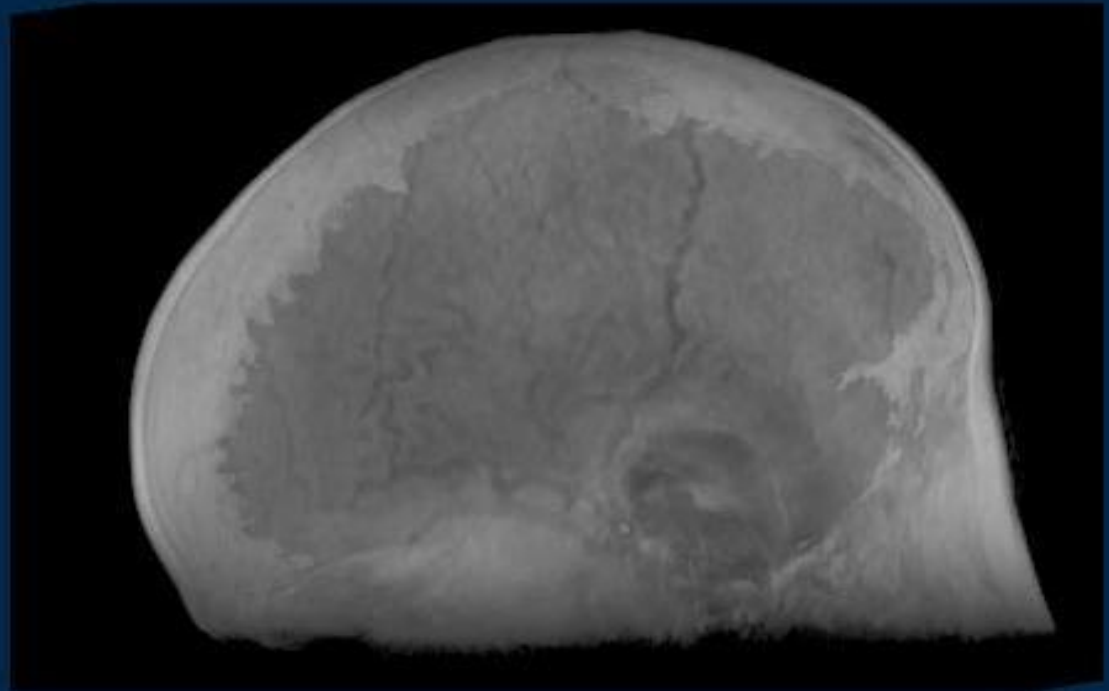
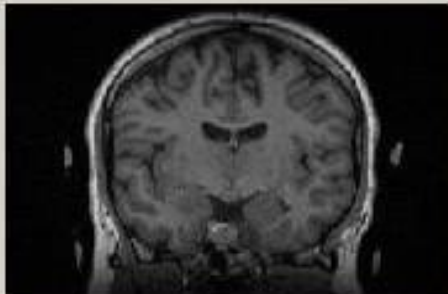
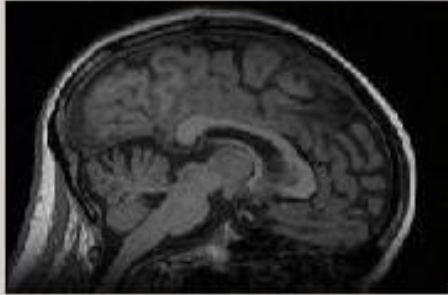
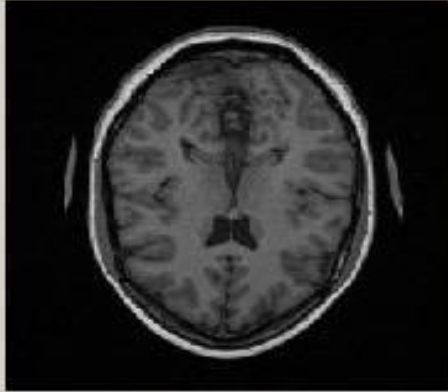
# Ανατομικό MRI (3/6)



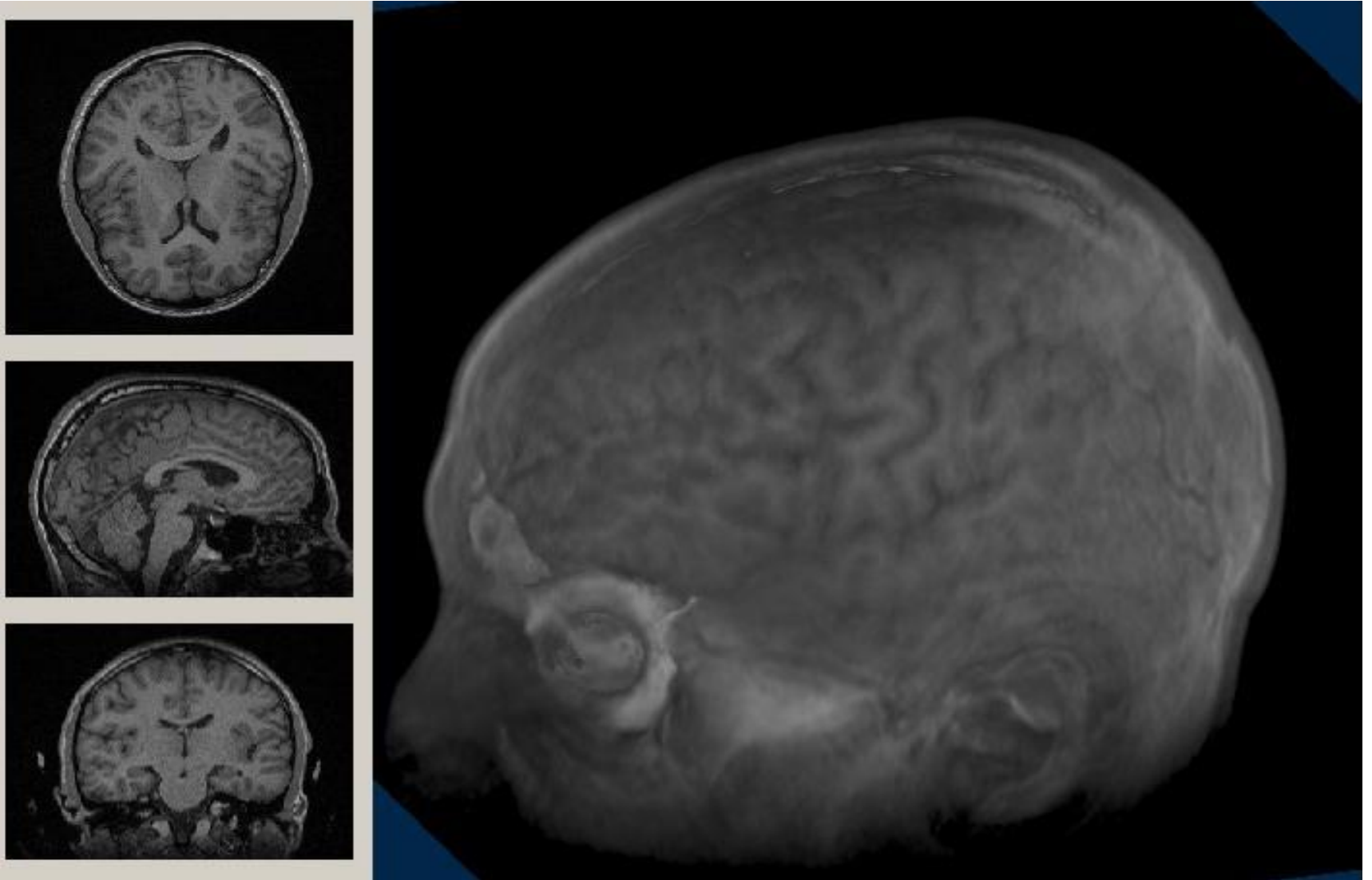
# Ανατομικό MRI (4/6)



# Ανατομικό MRI (5/6)



# Ανατομικό MRI (6/6)





# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI) (1/6)

Για ποιο λόγο είναι σημαντική η λειτουργική νευροαπεικόνιση για τη Νευρογλωσσολογία;

- Άμεση καταμέτρηση της λειτουργίας του εγκεφάλου και συσχετισμός της με συγκεκριμένες περιοχές.
- *Εύκολη* μέθοδος συλλογής δεδομένων από υγιείς και ασθενείς
- Μοναδική ευκαιρία να ερευνήσουμε τι κάνει όχι μόνο μια συγκεκριμένη περιοχή αλλά ολόκληρος ο εγκέφαλος όταν πραγματοποιεί μια ορισμένη δοκιμασία (πρβλ. έρευνα σε εγκεφαλικές κακώσεις).
- Εντοπισμός ατομικών διαφορών.

# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI) (2/6)

## Ο τομογράφος fMRI



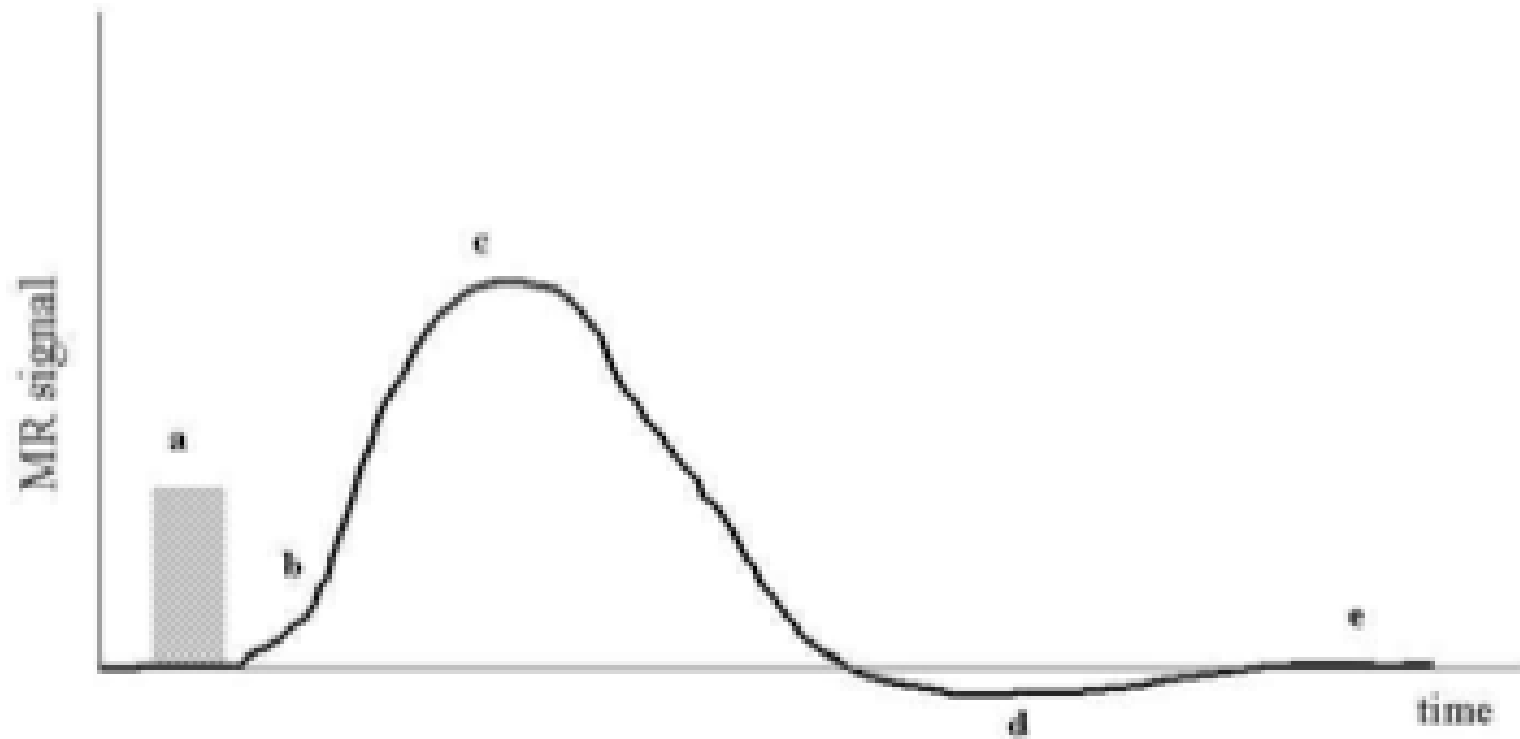
# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI) (3/6)

Πως είναι στον τομογράφο;

- <http://www.youtube.com/watch?v=DZTXa4qerI4&feature=related>

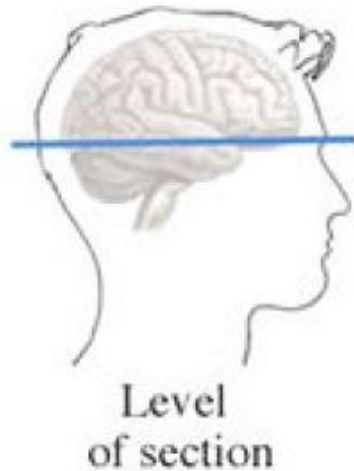
# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI) (4/6)

Αιμοδυναμικός χρόνος

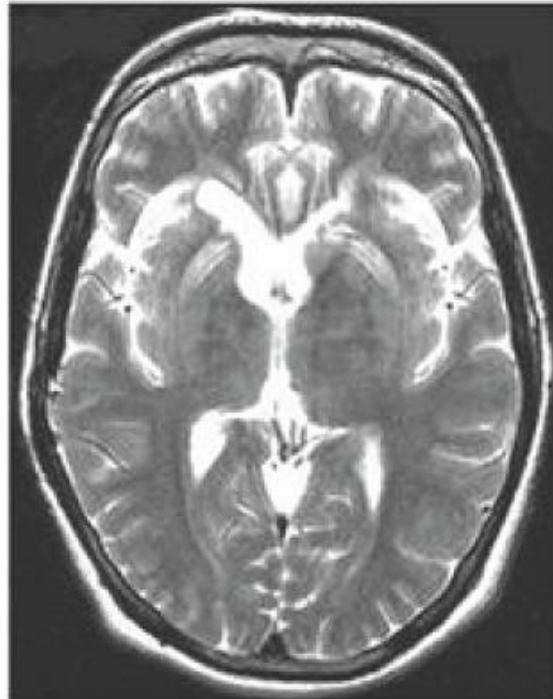


# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI) (5/6)

## Βασική αρχή MRI



MRI of brain



# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI) (6/6)

## Η μέθοδος της αφαίρεσης

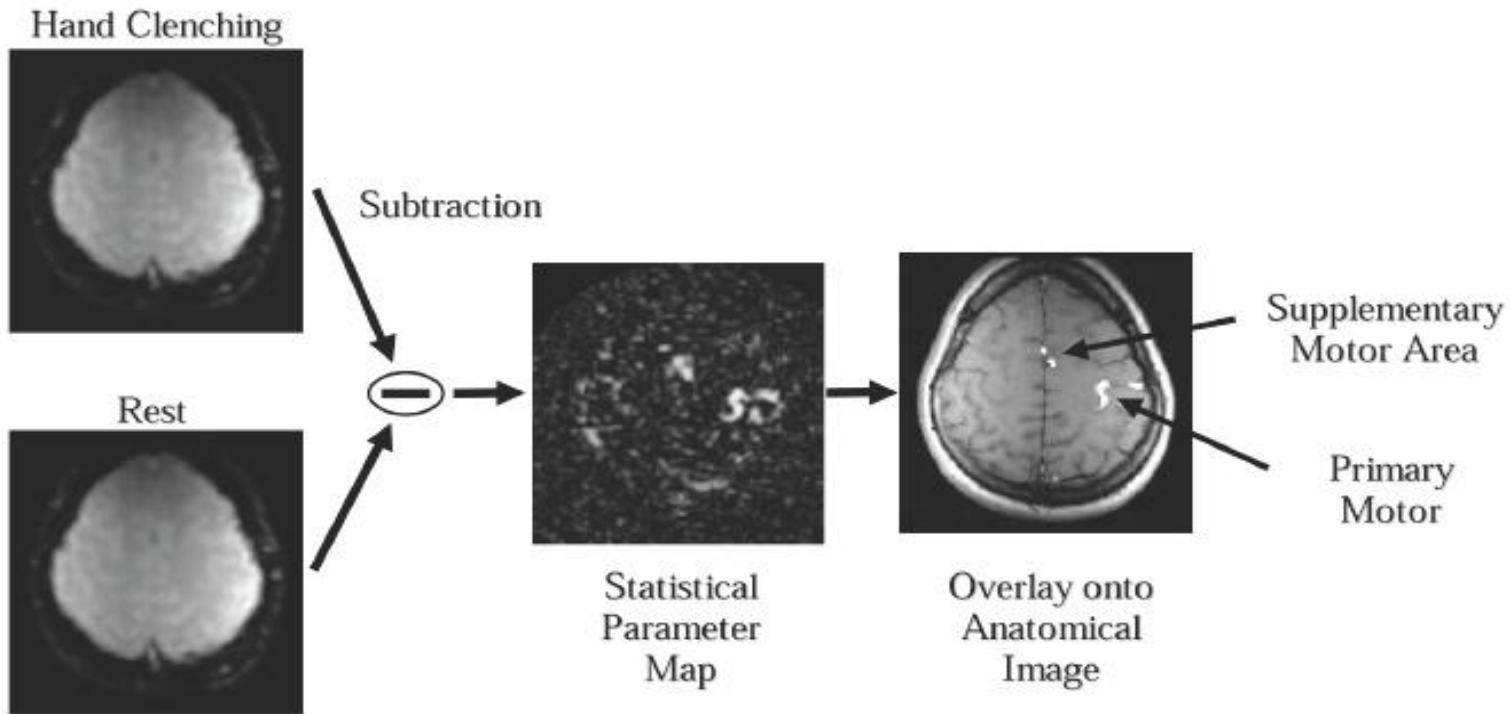


Figure 9. Graphical description of a functional MRI experiment: images from two behavioral conditions are subtracted to yield regions of brain activity. In this case, a hand clenching task was used to define the primary and supplementary motor control areas in the brain.

# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI)

## Σχεδιασμός πειράματος(1/3)

### Τμηματική Παρουσίαση (*Blocked design*)

- Η δοκιμασία που μας ενδιαφέρει παρουσιάζεται εναλλάξ με τη δοκιμασία ελέγχου
- Το κάθε τμήμα διαρκεί περίπου 5 λεπτά
- Επεξεργαζόμαστε τα δεδομένα από τις δύο δοκιμασίες ξεχωριστά

# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI)

## Σχεδιασμός πειράματος(2/3)

### Τυχαία Παρουσίαση (Event-related design)

- Η δοκιμασία που μας ενδιαφέρει και η δοκιμασία ελέγχου είναι διάσπαρτες
- Επεξεργαζόμαστε τα δεδομένα από τις δύο δοκιμασίες ξεχωριστά
- Εμποδίζει τους συμμετέχοντες να «συνηθίσουν» σε μια συγκεκριμένη δοκιμασία

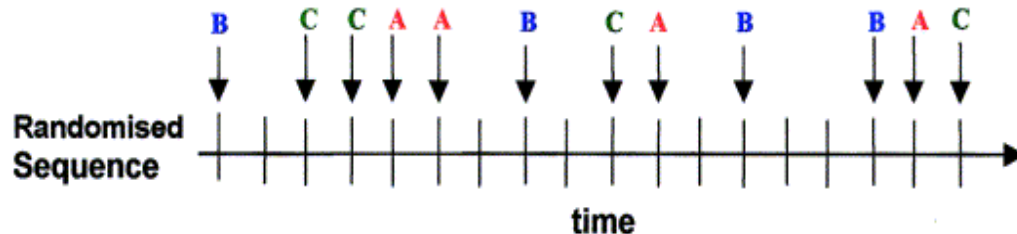
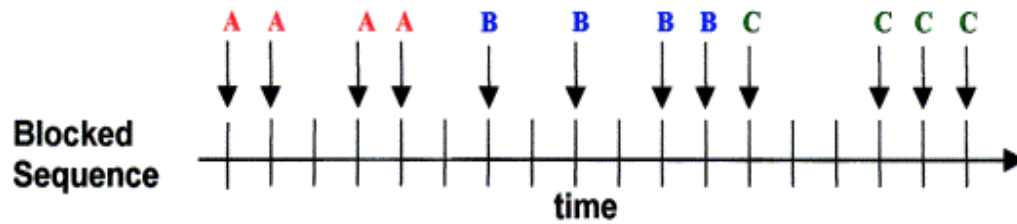


# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI)

## Σχεδιασμός πειράματος(3/3)

### Τμηματική και Τυχαία παρουσίαση

A = 200 msec  
B = 600 msec  
C = 1000 msec



### Τμηματική (Blocked):

35 ερεθίσματα ίδιας διάρκειας σε μια σειρά

### Τυχαία (event-related):

Ερεθίσματα με διαφορετική διάρκεια παρουσιάζονται τυχαία

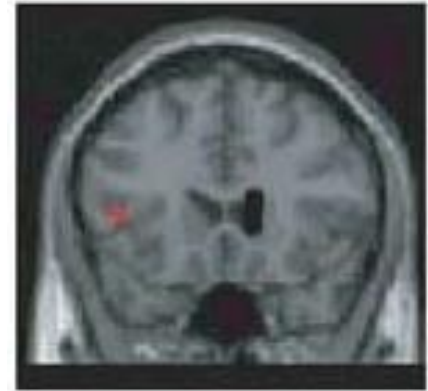
# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI)

## Χρήσεις του fMRI στην έρευνα για τη γλώσσα και όχι μόνο

- Μετρά ενεργοποίηση σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου
- Ενεργοποίηση ερεθισμάτων στη Γ1 και Γ2
- Ανάκτηση συγκεκριμένων λειτουργιών μετά από βλάβη του εγκεφάλου
- Εντοπισμός συγκεκριμένων λειτουργιών για νευροχειρουργική

# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI)

Εικόνες(1/2)



## Musso et al. (2003):

- Κατάκτηση Ιταλικών από Γερμανόφωνους
- Ενεργοποίηση στην περιοχή ... ;

εικόνα από: Delcomyn (1998)

# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI)

Εικόνες(2/2)



- Δοκιμασία: άγγιγμα του αντίχειρα με τα δάκτυλα του ίδιου χεριού
- Ενεργοποίηση του πρωτοταγούς κινητικού φλοιού και αισθητηριακών περιοχών.

εικόνα από: Delcomyn (1998)

# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI)

## Χαρακτηριστικά

- Χωρική ανάλυση: 3-6 κυβικά mm
- Χρονική ανάλυση: κάποια δευτερόλεπτα (3-6sec)
  - ✓ Αρκετά γρήγορο να ξεχωρίσει τα διάφορα ερεθίσματα
  - ✓ Δεν είναι αρκετά γρήγορο να ξεχωρίσει επίπεδα ενεργοποίησης κατά την επεξεργασία του ίδιου ερεθίσματος (αρχικά στάδια λεξικής πρόσβασης)

# Λειτουργική μαγνητική νευροαπεικόνιση (fMRI)

## Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

### Πλεονεκτήματα

- Πολύ καλή χωρική ανάλυση (3 κυβ. χιλ.)
- Καλύτερη χρονική ανάλυση σε σχέση με το PET
- Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον ίδιο συμμετέχοντα πολλές φορές
- Πιο φθινό από το PET

### Μειονεκτήματα

- Κλειστοφοβία
- Η χρονική ανάλυση όχι τόσο καλή όσο του ERP
- Δεν μπορούμε να έχουμε μεταλλικά αντικείμενα στον τομογράφο
- Μη άμεση μέτρηση της δραστηριότητας του εγκεφάλου

# Κριτική για τη χρήση του fMRI για γλωσσολογικούς σκοπούς

- Το fMRI έχει χρησιμοποιηθεί συχνά για να ρωτήσουμε «**που**» συμβαίνουν οι διάφορες ενεργοποιήσεις στον εγκέφαλο
- Είναι απλά μια μοντέρνα φρενολογία;
- Οι περισσότεροι επιστήμονες προτιμούν μοντέλα τα οποία εξηγούν το «**πως**» λειτουργούν οι ψυχολογικοί μηχανισμοί
- **Αντεπιχείρημα:** γνωρίζοντας το «που» συμβαίνει μια νοητική λειτουργία είναι σημαντικό. Η νευροψυχολογία, ο παρεμβατικός χειρισμός της λειτουργίας του εγκεφάλου και η λειτουργική απεικόνιση μας δίνουν διαφορετικά παράθυρα στο να κατανοήσουμε αυτό που κάνει κάθε περιοχή του εγκεφάλου

# **PET**

**Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων  
(Positron Emission Tomography)**



# Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων (Positron Emission Tomography) (PET)

## Τομογράφος PET



# Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων (PET) (1/2)

## Πως λειτουργεί;

- Εισάγουμε στους συμμετέχοντες μια βραχύβια ραδιενεργή ουσία (π.χ.  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ ) η οποία χρησιμοποιείται από τους ενεργούς νευρώνες
- Όταν το οξυγόνο αναλύεται, απελευθερώνει ένα ποζιτρόνιο, το οποίο συγκρούεται με ένα ηλεκτρόνιο απελευθερώνοντας 2 ακτίνες γάμμα
- Ανιχνευτές **ακτίνων γάμμα** στο κεφάλι μας μάς λένε πού έλαβε χώρα η σύγκρουση
- Συλλέγονται δεδομένα για ~40-90s

# Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων (PET) (2/2)

## Τι μετράμε;

- Την **τοπική ροή αίματος** στον εγκέφαλο (regional Cerebral Blood Flow, rCBF)
  - ✓ Χωρική ανάλυση γύρω στα 4mm
  - ✓ Χρονική ανάλυση γύρω στα 30-40sec
- **Δεν είναι δυνατή η τυχαιοποίηση** (τα ερεθίσματα δεν μπορούν να διακριθούν το ένα από το άλλο)
- Ο μοναδικός σχεδιασμός είναι η **τμηματική παρουσίαση**

# PET και Γλώσσα

Για ποιο λόγο χρησιμοποιούμε ακόμη και σήμερα το PET για γλωσσική έρευνα;

Δύο θέματα:

- **Γλωσσική κατανόηση:** ημισφαιρικές διαφορές και διαφορές μεταξύ μπροστινών και οπίσθιων περιοχών του εγκεφάλου
- **Γλωσσική Παραγωγή:** έμφαση στη γλωσσική παραγωγή διηγήσεων

# Σύγκριση PET και fMRI

- **fMRI**: ο θόρυβος είναι πρόβλημα για την επεξεργασία **προφορικού λόγου και παραγωγής**
- Πολύ ευαίσθητο σε οποιαδήποτε κίνηση και ομιλία του συμμετέχοντα
- Κροταφικός λοβός ΑΗ ευαίσθητος στη γλωσσική επεξεργασία...και πολύ ευαίσθητος στο 'θόρυβο' του fMRI

# PET (1/7)

Κρίσιμες ανακαλύψεις για τη γλώσσα

## ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ

- **Ημισφαιρικές Διαφορές**

- ✓ Οι πρώτες μελέτες που έγιναν με την χρήση PET για τη μελέτη της γλώσσας **ΔΕΝ** έδειξαν διαφορές ανάμεσα στο δεξί και το αριστερό ημισφαίριο.
- ✓ Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την καθιερωμένη γνώση ότι η επεξεργασία του γλωσσικού σήματος λαμβάνει χώρα στον δεξιό κροταφικό λοβό.

# PET (2/7)

Τί έφερε στο φως το PET;

- Την πολυπλοκότητα του προφορικού λόγου!
  - ✓ Χαρακτηριστικά ήχων, φωνήματα, συλλαβές, προσωδία, κ.λπ
  - ✓ Η επεξεργασία του προφορικού λόγου είναι top-down διαδικασία
- Σημασία της συνθήκης control (baseline)

# PET (3/7)

## Εμπρόσθιες vs Οπίσθιες περιοχές

- Κατανόηση/αντίληψη: οπίσθιες περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου

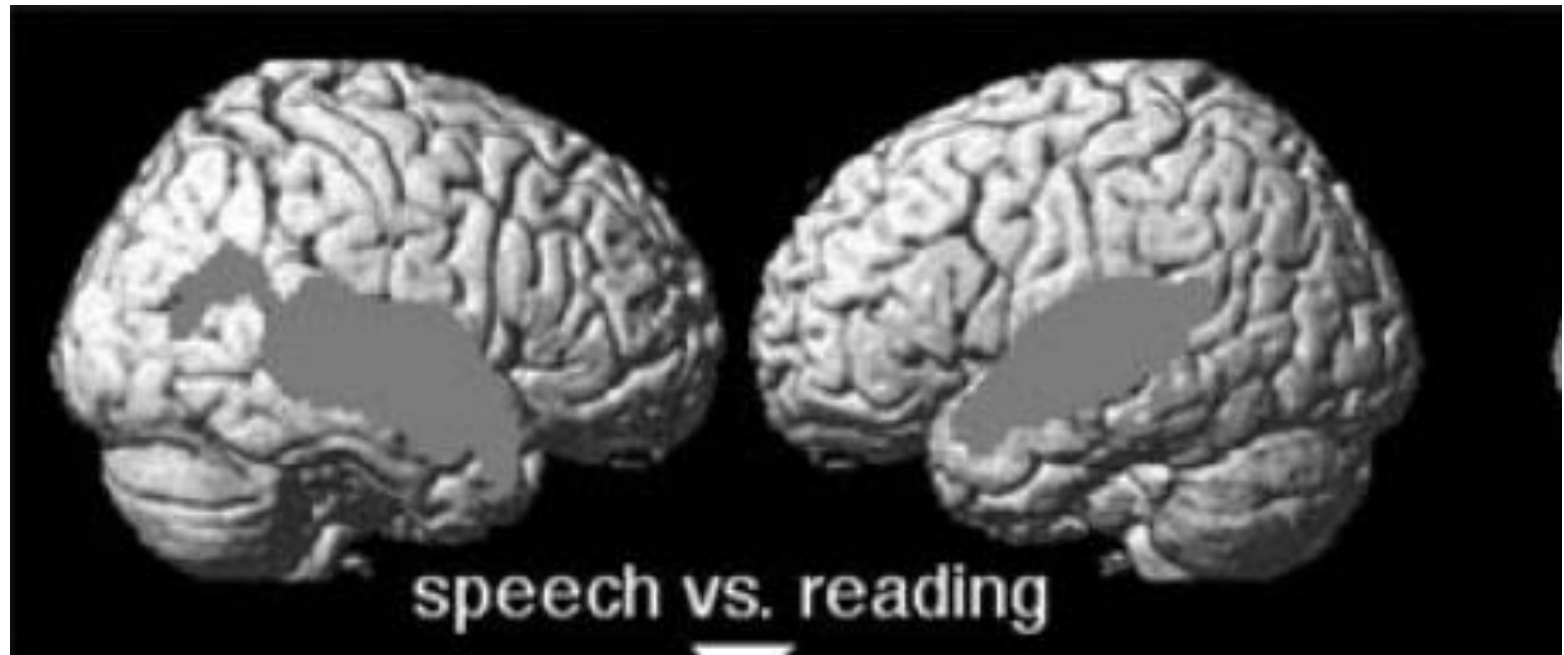


# PET (4/7)

Τί εφερε στο φως το PET;

- Η γλωσσική **κατανόηση** καλύπτει εμπρόσθιες και οπίσθιες περιοχές του εγκεφάλου
- Input από προφορική και γραπτή γλώσσα

# PET (5/7)



εικόνα από: Stemmer & Whitaker (2008)

# PET (6/7)

## Γλωσσική Παραγωγή

- Πολύ πιο έγκυρα πορίσματα σε σχέση με το fMRI
- Τι μάθαμε από το PET;
- Διαχωρισμός αρθρωτικών μηχανισμών από γλωσσική επεξεργασία

# PET (7/7)

## Περιοχή BROCA για το λόγο και τη Νοηματική Γλώσσα

- Μελέτη PET σε **δίγλωσσους ακούοντες** με κωφούς γονείς έδειξε ότι η γλωσσική παραγωγή και στις δύο γλώσσες (νοηματική και ομιλούμενη) ενεργοποιεί τις ίδιες περιοχές.
- Αριστερός κατώτερος μετωπιαίος λοβός, δι-ημισφαιρική ενεργοποίηση του ανώτερου κροταφικού λοβού, περιοχές οι οποίες εμπλέκονται στη δηλωτική μνήμη, προσοχή, επεξεργασία εικόνων
- Και οι δύο υποπεριοχές της περιοχής BROCA (BA44, BA45) εμπλέκονται στην επεξεργασία και των δύο γλωσσών

# Μειονεκτήματα ΡΕΤ

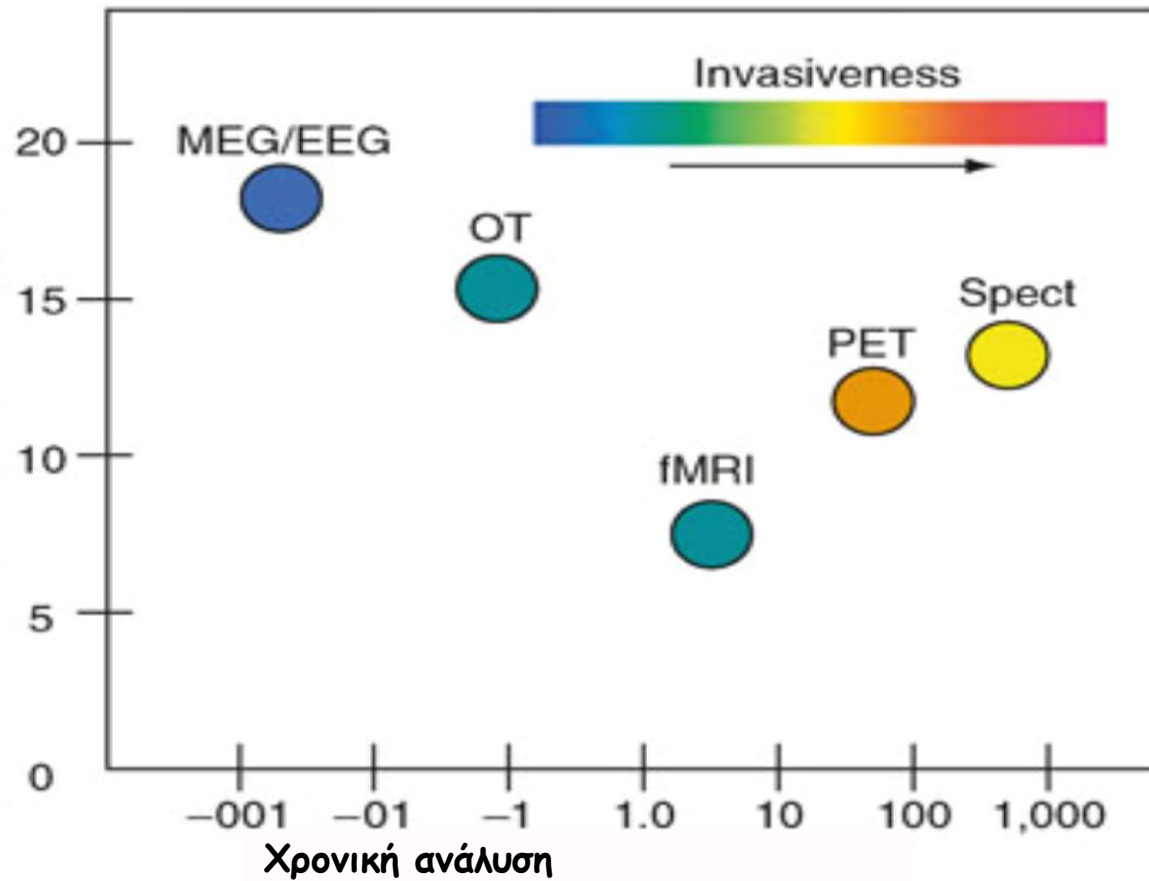
- Πολύ επεμβατικό
- Πολύ κακή χρονική ανάλυση (30-40 δευτερόλεπτα για τη συλλογή δεδομένων) = αποκλείεται η **τυχαία** παρουσίαση
- Δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον ίδιο συμμετέχοντα πολλές φορές
- Περιορισμένος αριθμός σαρώσεων (περίπου 12) επομένως, ελάχιστος αριθμός συνθηκών, απλός πειραματικός σχεδιασμός, πολλοί συμμετέχοντες, επίπονη διαδικασία ομαδοποίησης

# Μεγαλύτερο Πλεονέκτημα PET σε σχέση με το fMRI

- **PET:** ανιχνεύει τη δραστηριότητα σε **όλες τις εγκεφαλικές περιοχές** περίπου με την **ίδια ευαισθησία**. Στο fMRI η ποιότητα του σήματος BOLD δεν είναι καλή σε περιοχές που επηρεάζονται από άλλους παράγοντες (π.χ. θόρυβος)
- **fMRI:** δεν είναι κατάλληλο για ακουστικές μελέτες – οι συμμετέχοντες δεν μπορούν να παρακολουθήσουν

# Σύγκριση Τεχνικών Νευροαπεικόνισης

Χωρική  
ανάλυση



Χρονική ανάλυση

# Περίληψη

	<i>ERP</i>	<i>PET</i>	<i>MEG</i>	<i>fMRI</i>	
Χωρική ανάλυση	κακή	καλή	καλή	Πολύ καλή	
Χρονική ανάλυση	καλή	κακή	τέλεια	Καλύτερη από το PET	
επεμβατικότητα	όχι	ναι	όχι	όχι	



# TMS (1/5)

## (Transcranial Magnetic Stimulation)

- Δείχνει τη **συμβολή** μιας εγκεφαλικής περιοχής σε κάποια νοητική διεργασία και όχι τη **διεπίδραση** μεταξύ εγκεφαλικής λειτουργίας και νοητικών διεργασιών

# TMS (2/5)

(Transcranial Magnetic Stimulation)

- **Διακόπτει** την εγκεφαλική λειτουργία σε συγκεκριμένες περιοχές
- **Ενισχύει** την εγκεφαλική λειτουργία σε συγκεκριμένες περιοχές

# TMS (3/5)

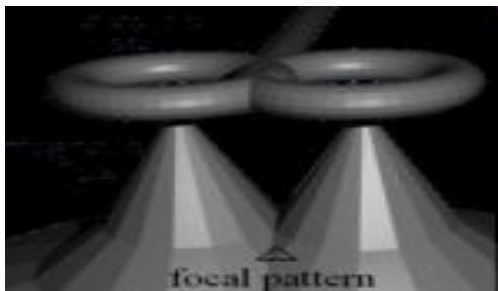
## (Transcranial Magnetic Stimulation)

- Το TMS χρησιμοποιεί **ηλεκτρομαγνητική επαγωγή** για να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα σε όλη την επιφάνεια του κρανίου, χωρίς φυσική επαφή
- Ένα πηνίο το οποίο περικλείεται από πλαστικό τοποθετείται πάνω στο κρανίο και όταν ενεργοποιείται, παράγει ένα **μαγνητικό πεδίο** προσανατολισμένο ορθογώνια στο επίπεδο του πηνίου
- Το μαγνητικό πεδίο περνά μέσα από το δέρμα και το κρανίο και προκαλεί ένα ρεύμα στον εγκέφαλο το οποίο **ενεργοποιεί τα νευρικά κύτταρα**

# TMS (4/5)

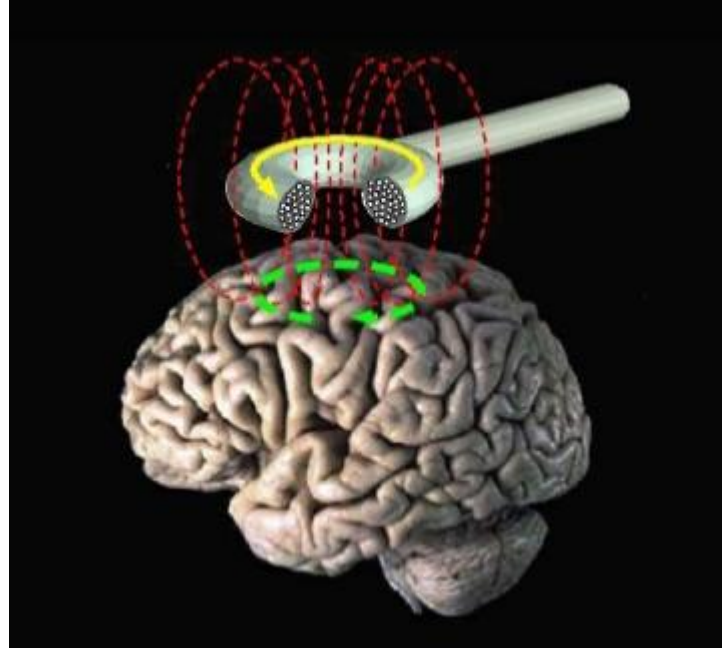
## (Transcranial Magnetic Stimulation)

- Η πορεία αυτού του ρεύματος είναι δύσκολο να προκαθοριστεί, διότι ο εγκέφαλος έχει ακανόνιστο σχήμα και η διέλευση ηλεκτρισμού και μαγνητισμού δεν διοχετεύονται ομοιόμορφα σε όλους τους ιστούς
- Το μαγνητικό πεδίο διεισδύει μόνο σε ένα μέγιστο βάθος **τριών εκατοστών** στον εγκέφαλο, στην περιοχή σε άμεση γειτνίαση με το πηνίο



# TMS (5/5)

(Transcranial Magnetic Stimulation)



# TMS

## Πλεονεκτήματα

- Οι συμμετέχοντες είναι ταυτόχρονα και “ομάδα ελέγχου” του εαυτού τους
- Σε συνδυασμό με ηλεκτρομαγνητικές και αιμοδυναμικές μεθόδους, το TMS μπορεί να αναδείξει τη συνδυαστική λειτουργία εγκεφαλικών περιοχών και νοητικών διεργασιών
- Προσφέρει πιθανότητες θεραπείας σε ασθενείς με γλωσσικά προβλήματα

# TMS

## Μειονεκτήματα

- Πρόσβαση μόνο σε φλοιϊκές περιοχές
- Δυσκολία στον εντοπισμό συγκεκριμένων περιοχών (εκτός από κινητικό και οπτικό φλοιό)
- Όταν η διέγερση επηρεάζει περιφερειακά νεύρα μπορεί να προκαλέσει ακόμη και πόνο

# Τέλος Ενότητας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Χριστίνα Μανουηλίδου. «Νευρογλωσσολογία. Νευροαπεικονιστικές Μέθοδοι και Τεχνικές II: fMRI, PET». Έκδοση: 1.0. Πάτρα, 2013. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/LIT1901/index.php>

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να ησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:  
Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Διαφάνεια 3: εικόνα από:  
[http://emotion.caltech.edu/dropbox/bi133/files/march\\_28.pdf](http://emotion.caltech.edu/dropbox/bi133/files/march_28.pdf)
- Διαφάνεια 4: εικόνα από: <http://www.slideshare.net/silviabunge/lecture1-psych125-bunge>
- Διαφάνεια 10: εικόνα από:  
<http://ccn.ucla.edu/BMCweb/SharedCode/TINS/FMRI-TINS.html>
- Διαφάνεια 18: εικόνα από:  
[http://janneinosaka.blogspot.gr/2011\\_10\\_01\\_archive.html](http://janneinosaka.blogspot.gr/2011_10_01_archive.html)

# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:  
Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Διαφάνεια 19: σύνδεσμος: <https://www.youtube.com/watch?v=DZTXa4qerI4&feature=related>
- Διαφάνεια 20: εικόνα από: <http://bbaa6.mecc.polimi.it/uploads/validati/PST012.pdf>
- Διαφάνεια 21: εικόνα από: <http://www.symptomlog.com/Batten+Disease/Diagnosing.htm>
- Διαφάνεια 22: εικόνα από: <http://brainmindreading.weebly.com/meg.html>

# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Διαφάνεια 25: εικόνα από: Mechelli, A., R. N.A. Henson, C.J. Price, K.J. Friston. 2003. Comparing event-related and epoch analysis in blocked design fMRI. *NeuroImage*. 18(3). 806-810.
- Διαφάνεια 27,28: Delcomyn, F. 1998. *Foundations of neurobiology*. New York:: WH Freeman.
- Διαφάνεια 27: Musso, M., A. Moro, V. Glauche, M. Rijntjes, J. Reichenbach, C. Buchel, C. Weiller. 2003. Broca's area and the language instinct. *Nature Neuroscience*. 6. 664-781.
- Διαφάνεια 33: εικόνα από:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Positron\\_emission\\_tomography](http://en.wikipedia.org/wiki/Positron_emission_tomography)

# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Διαφάνεια 42: εικόνα από: Stemmer, B. & H.A Whitaker. 2008. *Handbook of the Neuroscience of Language*. Academic Press.
- Διαφάνεια 47:  
<http://journal.frontiersin.org/Journal/10.3389/fphy.2013.00001/full>
- Διαφάνεια 52: εικόνα από:  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:TMS\\_Butterfly\\_Coil\\_HEAD.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:TMS_Butterfly_Coil_HEAD.png)  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%B5%8C%E9%A0%AD%E8%93%8B%E7%A3%81%E6%B0%97%E5%88%BA%E6%BF%80%E6%B3%95>



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Διαφάνεια 53: εικόνα από:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Transcranial\\_magnetic\\_stimulation](http://en.wikipedia.org/wiki/Transcranial_magnetic_stimulation)