



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Νευρογλωσσολογία

Ενότητα 5 : Νευροαπεικονιστικές Μέθοδοι και Τεχνικές
I: EEG, MEG

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)

Εγκέφαλος και γλώσσα

Δυο τρόποι για να διερευνήσουμε τη σχέση εγκέφαλου και γλώσσας

A: Αυτοψία και Συσχετισμός Κακώσεων και Διαταραχών

- Phineas Gage
- Αφασία Broca
- Αφασία Wernicke

B: Καταγραφή εγκεφαλικής δραστηριότητας, καθώς συμβαίνουν οι διάφορες νοητικές λειτουργίες

Αυτοψία και Συσχετισμός Κακώσεων και Διαταραχών (1/4)

Συσχετισμός μεταξύ συμπεριφοράς ή νοητικής δραστηριότητας και βλάβης ή διαφοροποίησης στον εγκέφαλο

Αυτοψία και Συσχετισμός Κακώσεων και Διαταραχων (2/4)

Phineas Gage

- Ασεβής.
- Εντρυφεί σε χυδαία αστεία.
- Ανυπόμονος, ασυγκάτητος όταν κάτι έρχεται σε αντίθεση με τις επιθυμίες του.
- Πεισματάρης, ιδιότροπος, εγκαταλείπει εύκολα τις προσπάθειες του.
- Ένα παιδί στην πνευματική ικανότητα και τις εκδηλώσεις του, με τα ζωώδη πάθη ενός ισχυρού άνδρα.

Πριν από τον τραυματισμό του, αν και αμόρφωτος διέθετε ένα καλά ισορροπημένο μυαλό, και θεωρούνταν από εκείνους που τον ήξεραν σαν έξυπνος επιχειρηματίας, πολύ ενεργητικός και αποτελεσματικός σε ό,τι έκανε. Μετά το ατύχημα είχε αλλάξει ριζικά, ώστε οι φίλοι και γνωστοί του να λέν ότι «δεν είναι πλέον Gage.»

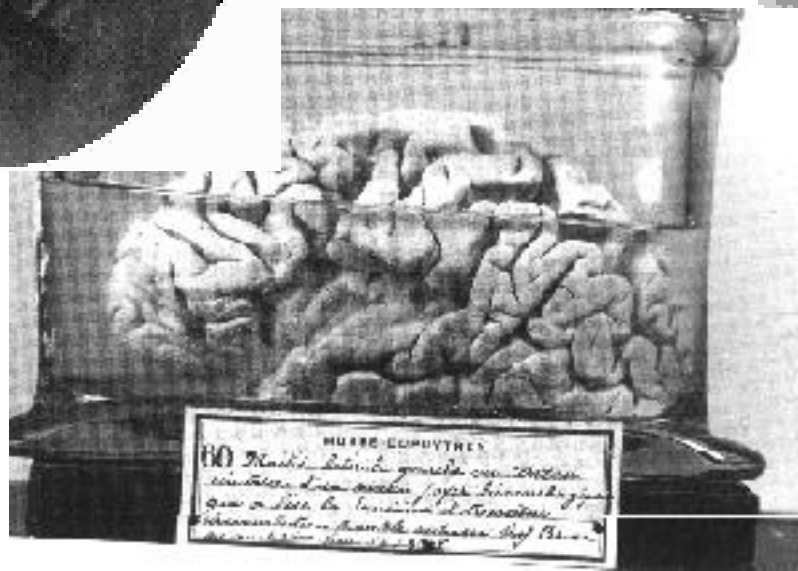


Αυτοψία και Συσχετισμός Κακώσεων και Διαταραχών (3/4)

Paul Broca



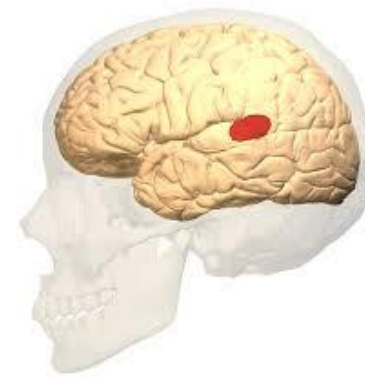
TAN



MUSEE D'ANATOMIE
No 100. Cerveau de Broca
Cerveau de Broca, trouvé par Broca
dans le crâne d'un homme
qui a été le premier à
être nommé Broca.

Αυτοψία και Συσχετισμός Κακώσεων και Διαταραχων (4/4)

Carl Wernicke



♦ Γιατρός: Διαβάζετε πολλά βιβλία;

Όχι, όχι, δεν... Όχι, έχει φύγει. Θα ήθελα....Εγώ, εγώ....Αρέσει εμένα. Είναι πολύ καλό. Έχω κάτι εδώ. Έχω κάτι πολύ καιρό τώρα, αλλά αφού έχω αυτό. Νομίζω αυτό που μπορώ μόνο τώρα....Το κουτί.

♦ Γιατρός: Τηλεόραση; Τί σας αρέσει να βλέπετε;

Λοιπόν, όχι. Οτιδήποτε θέλω αλήθεια γιατί δεν μπορώ τα άλλα καθόλου. Δεν μπορώ να συνεχίσω...εεε, δεν υπάρχει τίποτε για μένα να πάω ή μερικές φορές το...εεε.....ουφ.

Καταγραφή εγκεφαλικής δραστηριότητας

Μελέτες σε πραγματικό χρόνο (1/3)

- Πώς μπορούμε να παρακολουθήσουμε τον εγκέφαλο «σε δράση»;
- Δύο τρόποι:
 - Οξυγονωμένη **ροή αίματος**.
 - Μοντέλα **πυροδότησης νευρώνων** (neuronal firing patterns)
(“πυροδοτώ”: δημιουργώ ηλεκτρικό σήμα).

Καταγραφή εγκεφαλικής δραστηριότητας

Μελέτες σε πραγματικό χρόνο (2/3)

Ο εγκέφαλος έχει **αίμα** και **ηλεκτρισμό**

- **Αίμα:** αύξηση στη δραστηριότητα των νευρώνων > αυξημένη ζήτηση γλυκόζης και οξυγόνου > αυξημένη ροή αίματος στη συγκεκριμένη περιοχή
- **Ηλεκτρισμός:** Η λειτουργία του εγκεφάλου είναι αποτέλεσμα της επικοινωνίας των νευρώνων με πολύ μικρά ηλεκτρικά σήματα

Καταγραφή εγκεφαλικής δραστηριότητας

Μελέτες σε πραγματικό χρόνο (3/3)

Ο εγκέφαλος έχει **αίμα** και **ηλεκτρισμό** (συνέχεια)

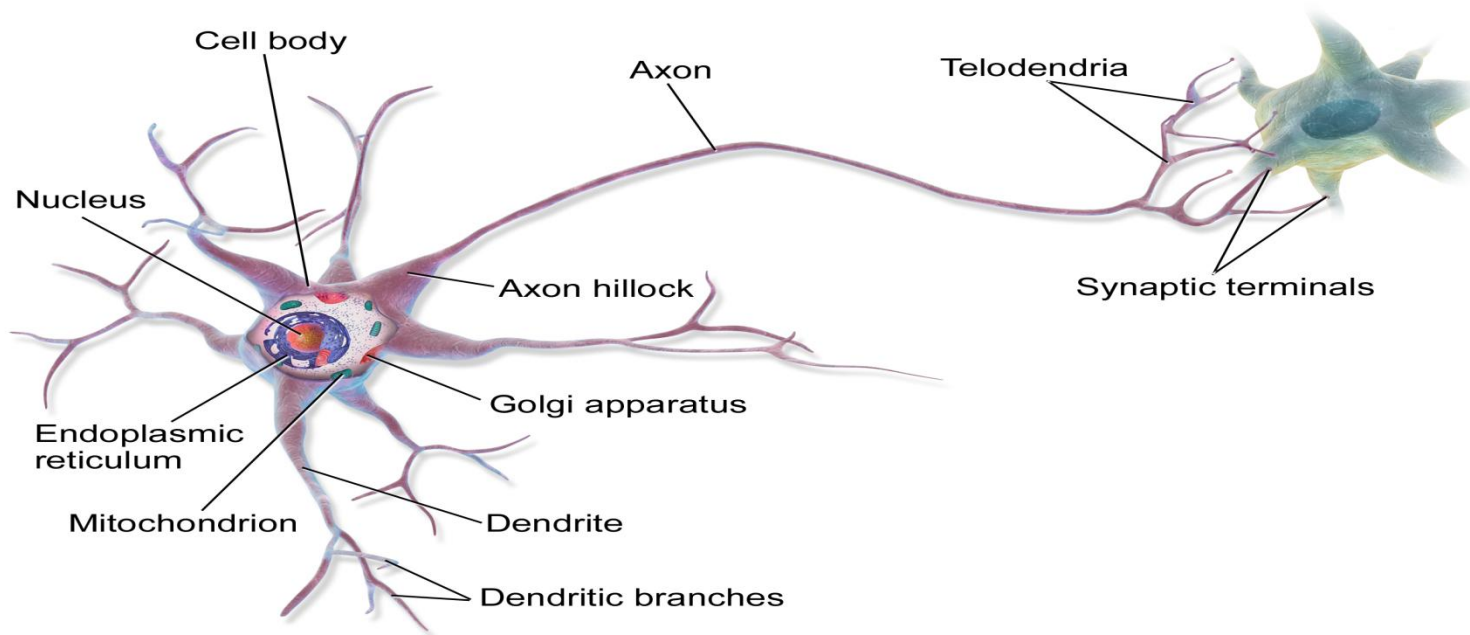
- Το **αίμα** είναι έμμεση, σχετικά αργή μέτρηση της δραστηριότητας των νευρώνων
- Ο **ηλεκτρισμός** είναι πιο άμεση μέτρηση της δραστηριότητας του εγκεφάλου

Χρήσεις Νευροαπεικόνισης (1/2)

Για να διερευνήσουμε:

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

Χρήσεις Νευροαπεικόνισης (2/2)



<http://www.youtube.com/watch?v=NIm17axnxA>

<http://www.youtube.com/watch?v=c5cab4hgmoE&feature=related>

Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Αιμοδυναμικές ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Μη επεμβατική
καταγραφή
εγκεφαλικής
δραστηριότητας

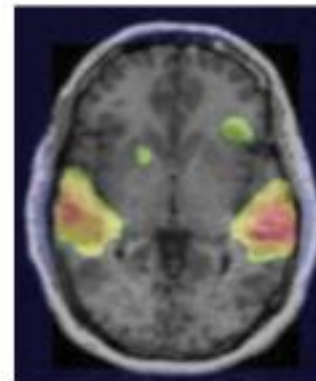
Electro-magnetic
techniques

Ηλεκτρομαγνητικές
ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Τομογραφία
εκπομπής
ποζιτρονίων
(PET)

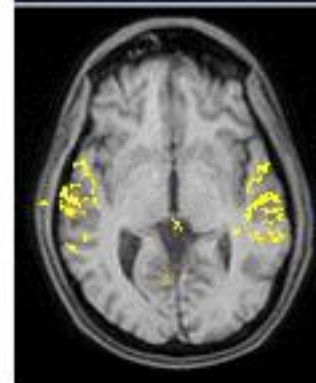
Πολύ καλή χωρική
ανάλυση (< 1mm)

Κακή χρονική
ανάλυση (~1sec)



Μαγνητική
απεικόνιση
(fMRI)

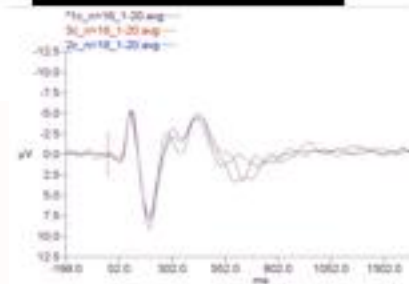
Πολύ καλή
χρονική
ανάλυση
(~1sec)



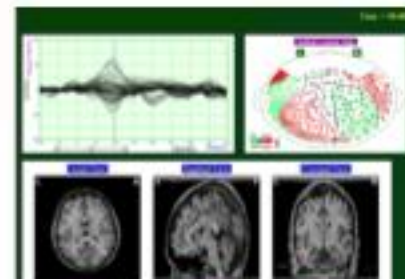
Ηλεκτρο-
εγκεφαλογράφημα
(EEG)

Μέτρια χωρική
ανάλυση (< 1cm)

Πολύ καλή
χρονική
ανάλυση
(~1ms)



Μαγνητο-
εγκεφαλογράφημα
(MEG)



Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG) (1/7)

- **EEG**: διαβάζει το ηλεκτρικό σήμα από τους δενδρίτες των φλοιϊκών κυττάρων και καταγράφει **Event-related Potentials (ERPs)**
- Τοποθέτηση ηλεκτροδίων στο κρανίο σε διάφορες περιοχές
- Μετράμε το μέσο όρο ηλεκτρικών σημάτων από εκατοντάδες δείγματα
- Η κυματομορφή ψηφιοποιείται και αποθηκεύεται σε έναν υπολογιστή.

Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG) (2/7)



Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG) (3/7)



Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG) (4/7)

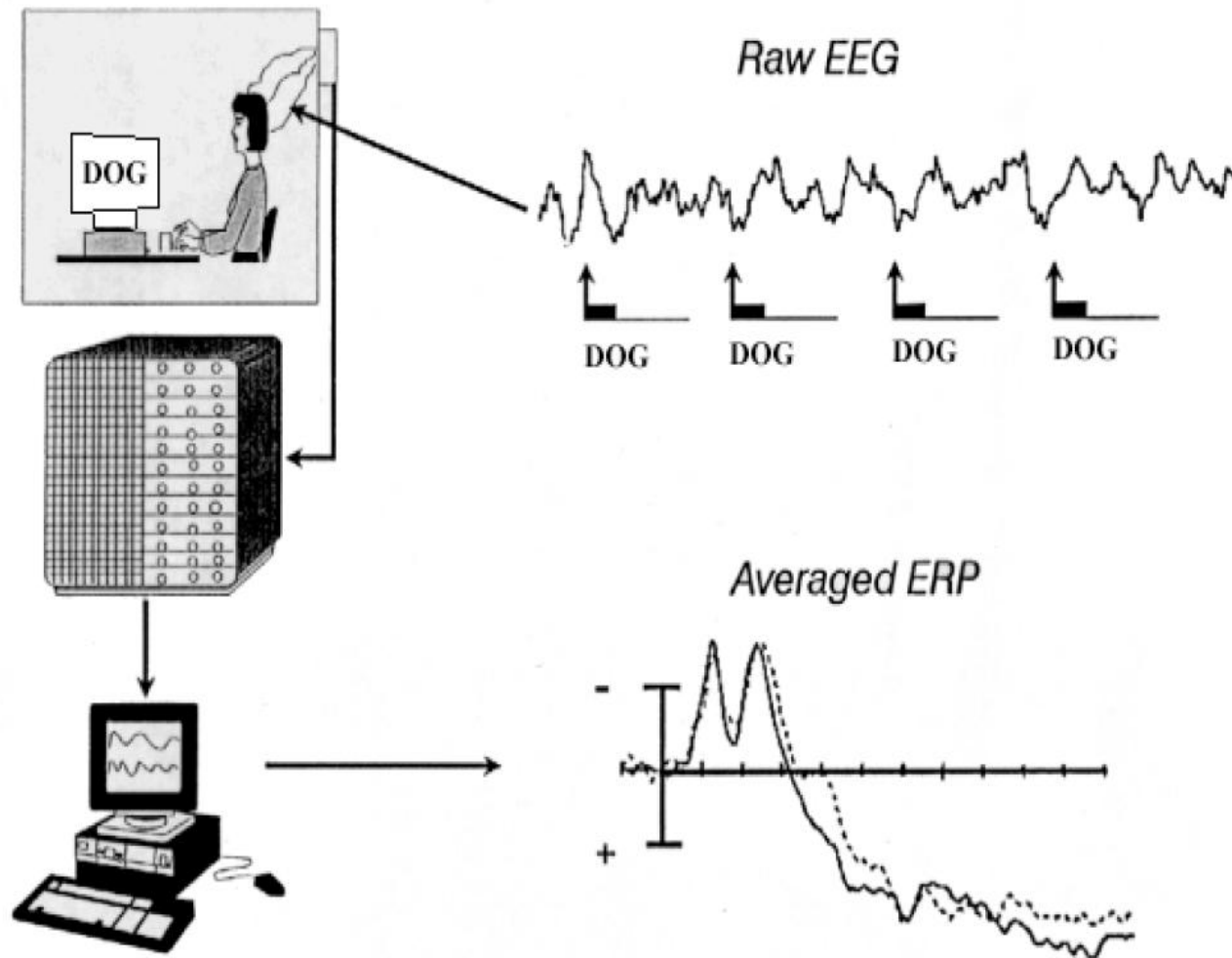


Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG) (5/7)



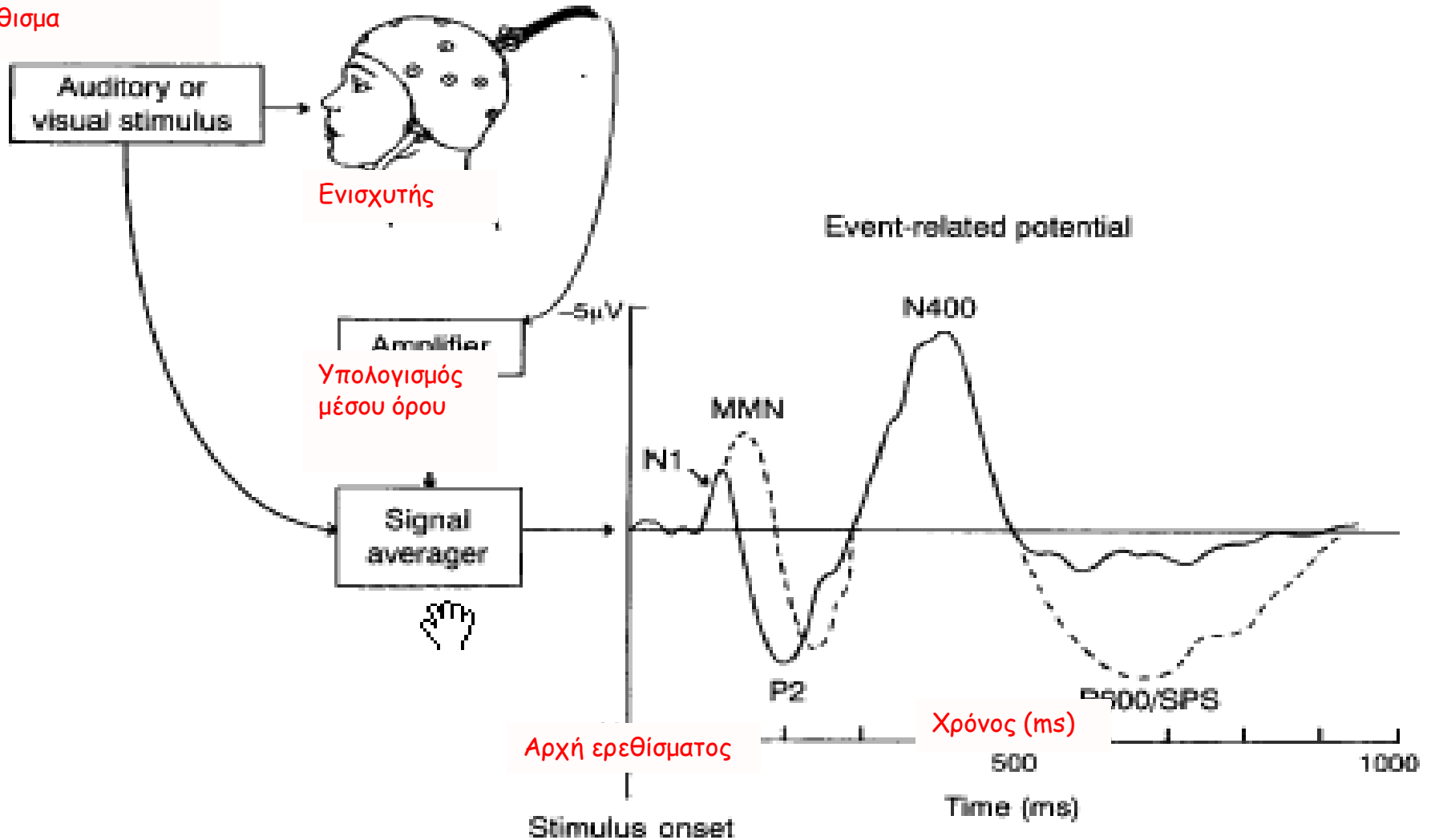
Event-Related Potential Technique



Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG) (6/7)

Ακουστικό ή οπτικό
ερέθισμα



Εικόνα από Osterhout et al. (1997)

Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG) (7/7)

Πως διαβάζουμε ένα ERP

- Χρόνος ενεργοποίησης σε διάφορες περιοχές
- Θετικές και αρνητικές κορυφώσεις
- Πρόωρη ενεργοποίηση = αυτόματες διαδικασίες επεξεργασίας
- Αργοπορημένη ενεργοποίηση = νοητικές διεργασίες και διεργασίες προσοχής

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-Encephalography(EEG)

MMN

Πρωτογενή συστατικά που σχετίζονται με τη γλώσσα

1) Αρνητικότητα αναντιστοιχίας (Mismatch Negativity - MMN)

- Αρνητική κορύφωση στα ~ 200ms
- Ανταποκρίνεται σε αλλαγές στα «φυσικά» χαρακτηριστικά των ερεθισμάτων

π.χ.

[ba ba ba ba ba ba pa ba ba]



- Ακουστική , ΟΧΙ φωνολογία

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-Encephalography (EEG)

N400 (1/5)

Πρωτογενή συστατικά που σχετίζονται με τη γλώσσα (συνέχεια)

2) N400 = Σημασιολογία

- Ανταποκρίνεται σε **σημασιολογικά/πραγματολογικά** ακατάλληλες λέξεις
π.χ. “Άλειψε το ψωμί με κάλτσες.”
- Επίσης προκαλείται από λανθασμένες δηλώσεις κατηγορίας, από πληροφορίες που δεν συμβαδίζουν με την προηγούμενη μας γνώση.
π.χ. “Το σφυρί είναι ένα είδος ζώου.”
- Δεν προκαλείται από γραμματικές παραβιάσεις ούτε από μουσικά ερεθίσματα.

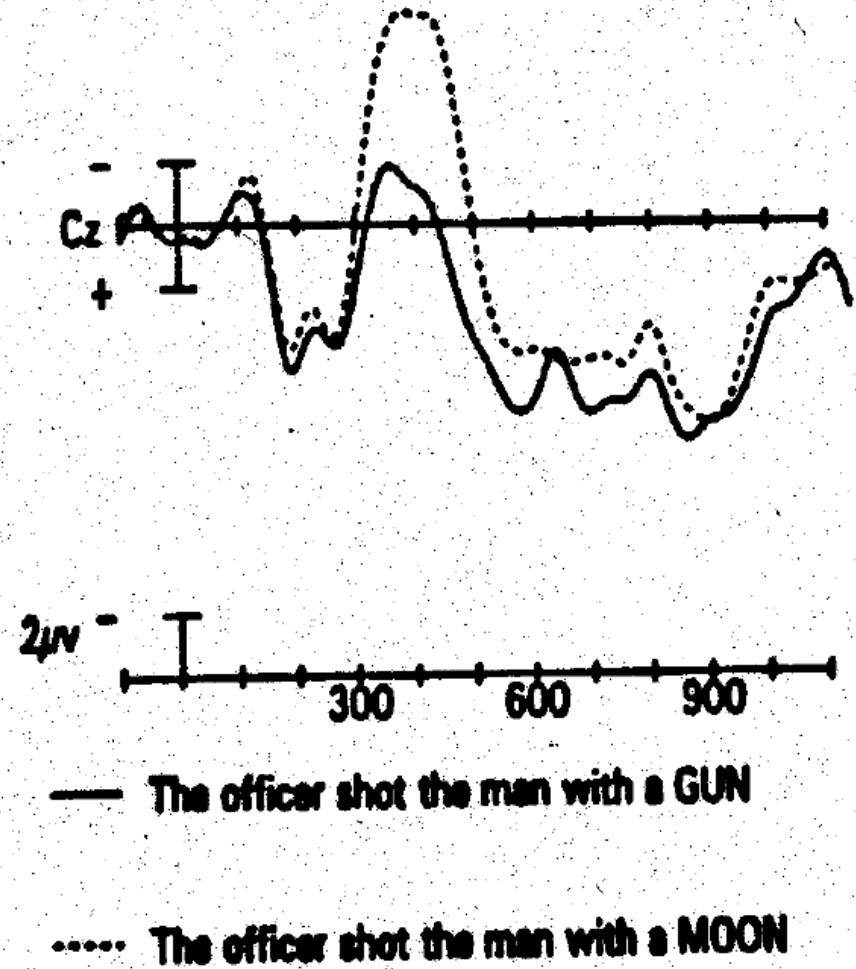
Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy (EEG)

N400 (2/5)

To N400 (Kutas & Hillyard, 1980)

Μεγάλο άλμα στην αρνητικότητα που κορυφώνεται περίπου 400ms μετά την εμφάνιση μιας σημασιολογικά αβάσιμης λέξης.

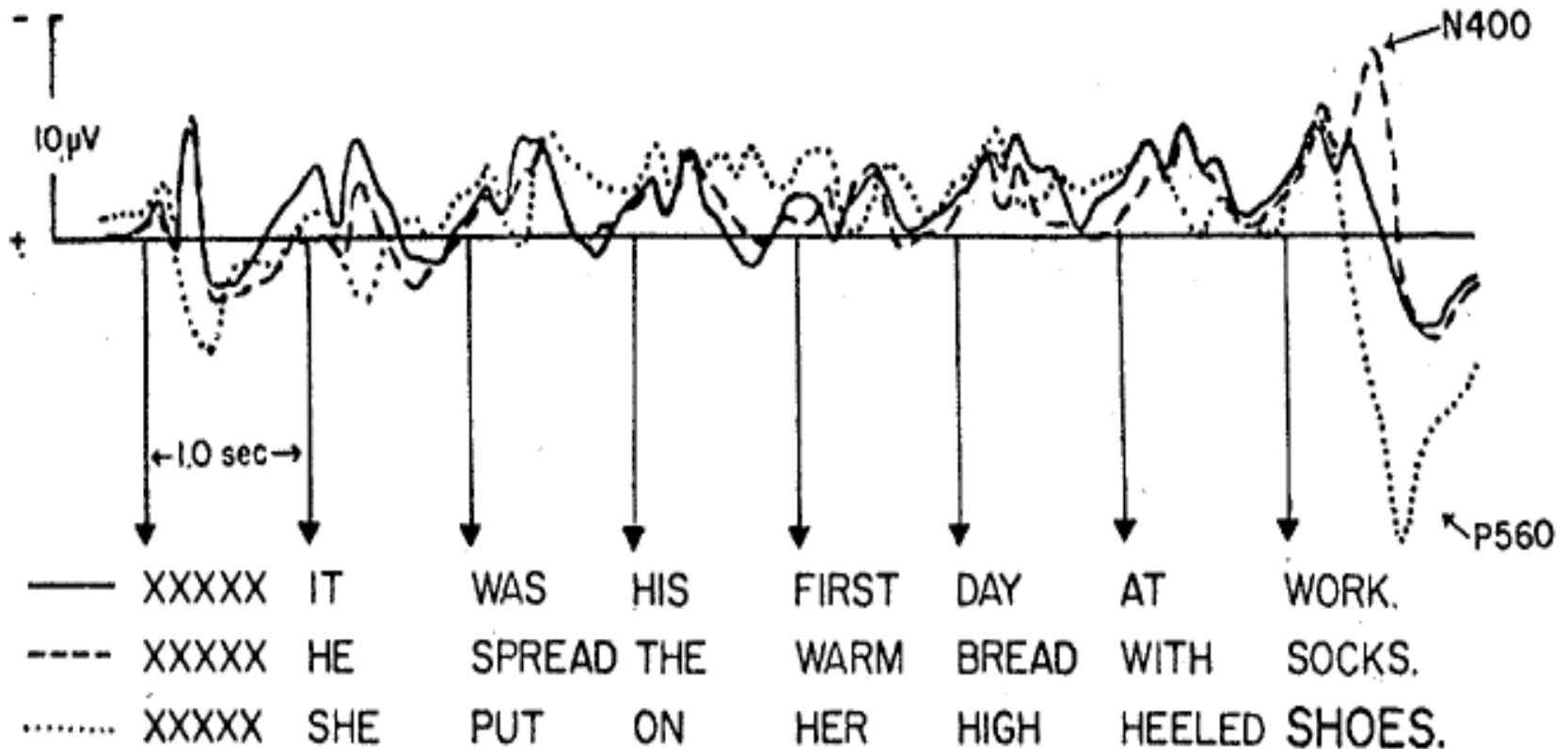
Μόνο στη γλώσσα: δεν συμβαίνει σε άλλα ερεθίσματα
Π.χ. απροσδόκητοι ήχοι, εικόνες: P300 αποτέλεσμα



Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG)

N400 (3/5)

The N400 (Kutas & Hillyard, 1980)



Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG)

N400 (4/5)

Η περιοχή του N400

- Η πηγή ενός ERP είναι δύσκολο να βρεθεί γιατί (1) το σήμα νοθεύεται από το νερό και άλλα στοιχεία του κρανίου, και (2) είναι δύσκολο να κάνουμε τους μαθηματικούς υπολογισμούς.
- Τα N400 είναι ορατά παντού στο κρανίο αλλά είναι ισχυρότερα στην αριστερή πλευρά και κεντρικά.

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/ Electro-Encephalography (EEG)

N400 (5/5)

Τι μας δείχνει το N400;

- **Λεξική Πρόσβαση.** Σημασιολογική ένταξη μιας λέξης: σημασιολογική μνήμη, ένταξη στα συμφραζόμενα (Kutas & Federmeier, 2000).
- Όλες οι λέξεις έχουν ένα N400 συστατικό: Είναι ισχυρότερο σε ακατάλληλα συμφραζόμενα, και πιο αδύναμο σε κατάλληλα συμφραζόμενα.
- Το εύρος ενός N400 ποικίλλει ανάλογα με την προβλεψιμότητα της λέξης στα συμφραζόμενα.

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro- EncephaloGraphy(EEG)

P600 (1/5)

Πρωτογενή συστατικά που σχετίζονται με τη γλώσσα
(συνέχεια)

3) P600 = Σύνταξη

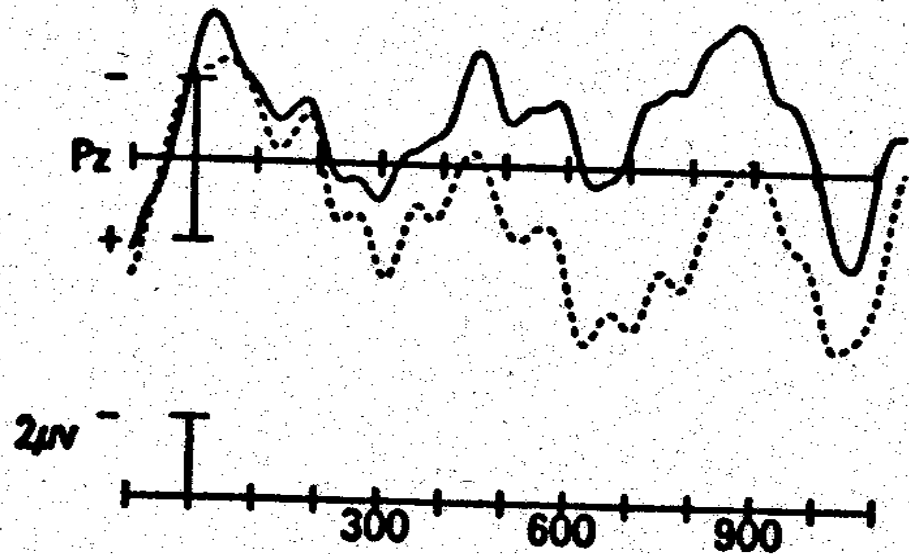
- Γνωστό και ως “συντακτική θετική αλλαγή”
- Προκαλείται από **συντακτικές ανωμαλίες**
π.χ. *Η γυναίκα πείστηκε τον άνδρα να ανοίξει την πόρτα.
- Ερεθίσματα που είναι και σημασιολογικά και συντακτικά
ανώμαλα μπορούν να προκαλέσουν και N400 και P600.

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/ Electro-Encephalography (EEG)

P600 (2/5)

Συντακτικές ανωμαλίες: P600 / (Osterhout & Holcomb, 1992; Hagoort & Brown, 1993)

Θετική
κορύφωση γύρω
στα 600 ms μετά
την αρχή του
ερεθίσματος.



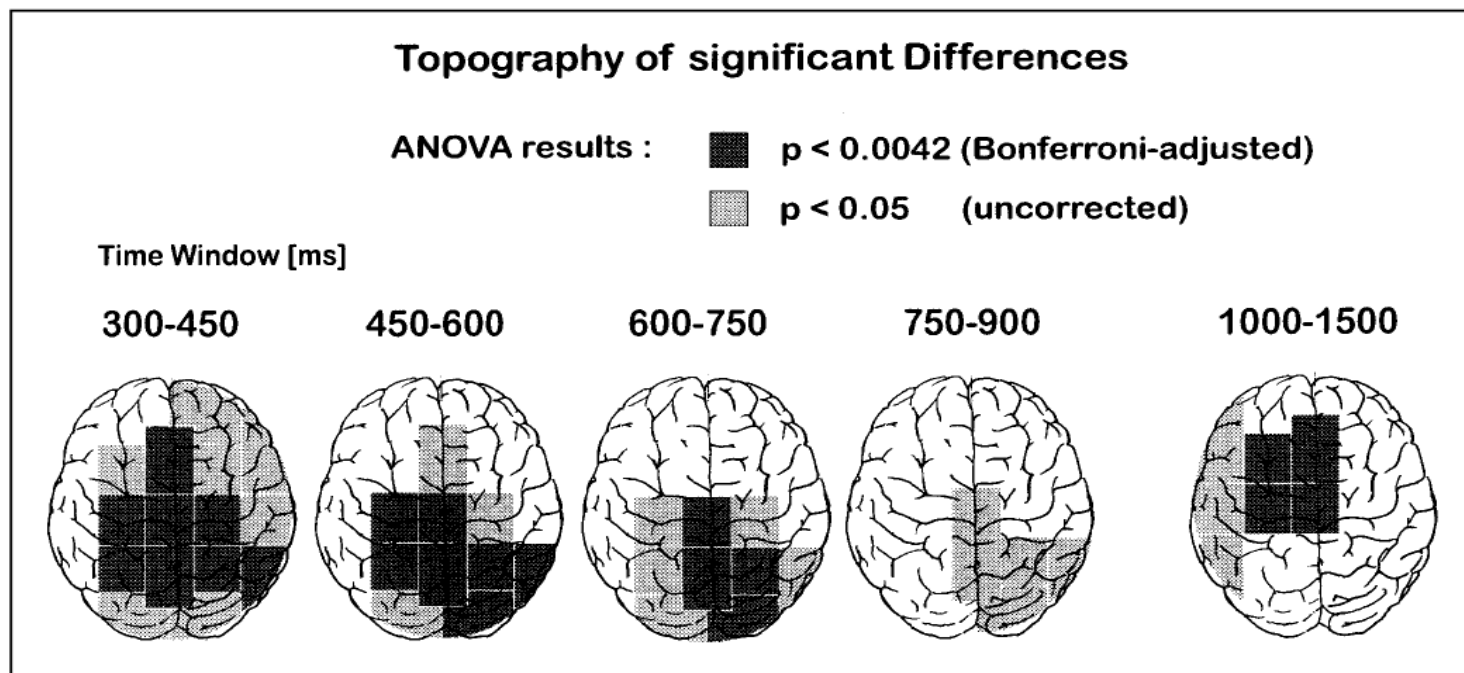
Every Monday he *mow / mows the lawn.

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-EncephaloGraphy(EEG)

P600 (3/5)

Η περιοχή του P600

- Το P600 είναι ισχυρότερο στο πίσω μέρος του κεφαλιού.



Jens-Max Hopf, Josef Bayer, Markus Bader, and Michael Meng (1998)

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro- EncephaloGraphy(EEG) P600 (4/5)

Τι μας δείχνει το P600;

Τρεις πιθανές ερμηνείες:

1. Συντακτική αγραμματικότητα
2. Συντακτική επανάλυση
3. Δυσκολία συντακτικής ένταξης

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-Encephalography(EEG)

P600 (5/5)

Τι μας δείχνει το P600; (συνέχεια)

- Άλλη ερμηνεία (ποικιλία στον εντοπισμό της αγραμματικότητας, όχι όμως ειδικά για τη γλώσσα):
- Το P600 δείχνει «έκπληξη» παρόμοια με το P300 (Coulson, King & Kutas, 1998)
- Συμβαίνει αργότερα γιατί τα γλωσσικά ερεθίσματα είναι πιο περίπλοκα από άλλα ερεθίσματα.

Προτάσεις διακλαδωμένων μονοπατιών (Garden Path) (1/2)

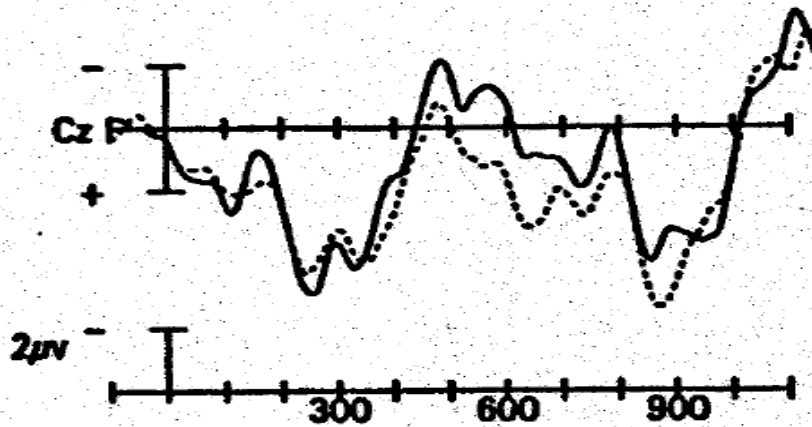
- The broker hoped to sell the stock...
...was sent to jail.

Βήματα:

1. Επεξεργάζομαι το 'hoped' ως κύριο ρήμα
2. Συναντώ το 'was' – ασύμφωνο με την πρώτη ανάλυση.
3. Ξανα-αναλύω το 'hoped' ως κεφαλή της ελλειπτικής αναφορικής και εντάσσω το 'was' ως κύριο ρήμα.

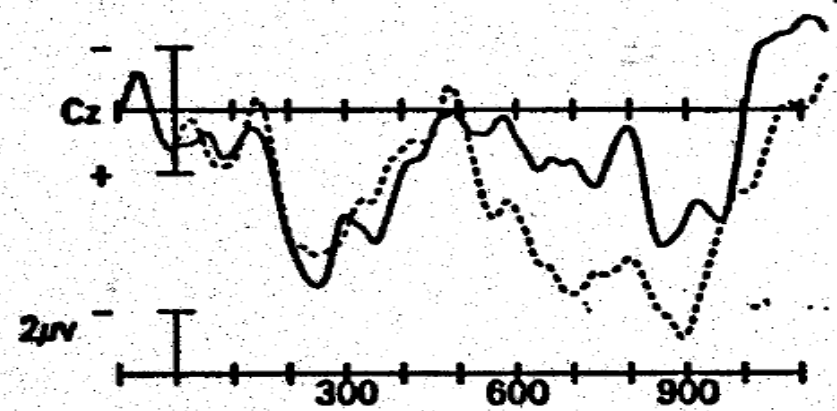
Προτάσεις διακλαδωμένων μονοπατιών (Garden Path) (2/2)

Το P600 στην επίλυση αμφισημίας : επίδραση προτάσεων διακλαδωμένων μονοπατιών



— The broker hoped TO ...
- - - The broker persuaded TO ...

A



— persuaded to sell the stock WAS ...
- - - hoped to sell the stock WAS ...

B

The broker hoped / persuaded to sell the stock was sent to jail.

Παράδειγμα (1/3)

**Παραβιάσεις αναφορικής δέσμευσης: Συντακτικές ή
Σημασιολογικές;**

The hungry guests helped themselves / *himself to ...

Παράδειγμα (2/3)

**Παραβιάσεις αναφορικής δέσμευσης: Συντακτικές ή
Σημασιολογικές; (συνέχεια)**

The hungry guests helped themselves / *himself to ...

- Εάν είναι συντακτικές P600
- Εάν είναι σημασιολογικές: N400

Παράδειγμα (3/3)

**Παραβιάσεις αναφορικής δέσμευσης: Συντακτικές ή
Σημασιολογικές; (συνέχεια)**

The hungry guests helped themselves / *himself to ...

- Εάν είναι συντακτικές P600
- Εάν είναι σημασιολογικές: N400

Αποτέλεσμα: P600

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-Encephalography(EEG)

Πλεονεκτήματα των ERPs

- Πολύ καλή χρονική ανάλυση
- Μη-επεμβατικό
- Σχετικά φθηνό
- Χρησιμοποιείται και με πληθυσμούς που δεν μπορούν να παράγουν γλώσσα (βρέφη, αφασικοί ασθενείς)
- Δεν απαιτούνται βοηθητικές δοκιμασίες (π.χ., επιπλέον κινητική δραστηριότητα)
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για οπτικά και για ακουστικά ερεθίσματα

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα/Electro-Encephalography(EEG)

Μειονεκτήματα των ERPs

- Κακή χωρική ανάλυση (δυσκολία να τοποθετήσουμε χωρικά τα σήματα)
- Οι συμμετέχοντες πρέπει να μένουν ακίνητοι
- Χρονοβόρα και περίπλοκη διαδικασία προετοιμασίας για κάθε πείραμα
- Κακή αναλογία σήματος και θορύβου: καταγράφεται άσχετη με το πείραμα δραστηριότητα του εγκεφάλου, έτσι ώστε είναι δύσκολο να βρούμε το σήμα που μας ενδιαφέρει.
- Πρακτικά, αυτό σημαίνει πολλά ερεθίσματα ανάλογα με τη συνθήκη, και πιθανότητα οι συμμετέχοντες να καταλάβουν το ζητούμενο του πειράματος.

Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Μαγνητοεγκεφαλογράφημα (1/4)

- Μετράει το **μαγνητικό πεδίο** που δημιουργείται από την ηλεκτρική ώθηση
- Χρησιμοποιεί ένα νευρομαγνητόμετρο και μία υπεραγώγιμη συσκευή
- Αυτές οι δύο συσκευές βρίσκονται μέσα σε *ήλιο* (He) σε θερμοκρασίες κοντά στο 0

Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Μαγνητοεγκεφαλογράφημα (2/4)



Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Μαγνητοεγκεφαλογράφημα (3/4)



Μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEG)

Πλεονεκτήματα

- Τέλεια χρονική ανάλυση στο επίπεδο του 1 ms.
- Καλύτερη χωρική ανάλυση από το EEG, παρέχει χωρικές διακρίσεις στα 2 mm
- Μη επεμβατικό
- Προσαρμόσιμο σε πολλές λειτουργίες (αισθητησιακές, κινητικές, γλώσσα, μνήμη)
- Θεωρείται ότι παρέχει άμεσο μέτρο της δραστηριότητας του εγκεφάλου.

Μέθοδοι Νευροαπεικόνισης

Μαγνητοεγκεφαλογράφημα (4/4)

Συστατικά που σχετίζονται με τη γλώσσα

MMF

- Το αντίστοιχο του MEG για το MMN στα ERPs
- Επικεντρώνεται στον ακουστικό φλοιό

N400m

- Το μαγνητικό αντίστοιχο του N400
- Τοποθετείται στον κροταφικό λοβό

Πείραμα MEG #1

(Rhee, Ullman & Pinker, 1999)

Δοκιμασία: Παραγωγή παρελθόντα χρόνου ρημάτων

Χρόνος μετά την έναρξη	περιοχή	ερμηνεία
~ 250ms (για ομαλούς και ανώμαλους τύπους)	Αριστερές κροταφο- βρεγματικές περιοχές	Αναγνώριση ρίζας λέξης, αναζήτηση ανώμαλων τύπων.
~ 350ms (μόνο ομαλοί τύποι)	Αριστερές μετωπικές περιοχές	επιθηματοποίηση

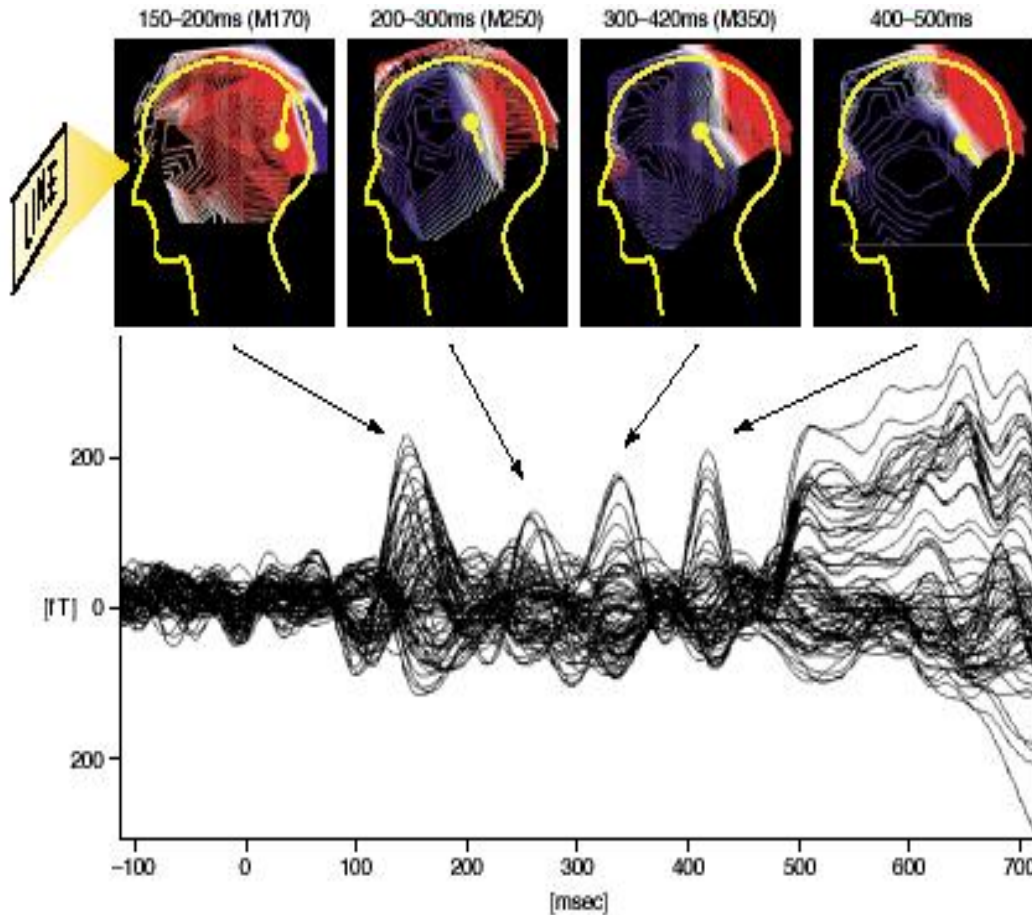
Μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEG)

Συστατικά MEG

- Δραστηριότητα στα **150–200 ms** στο αριστερό ημισφαίριο σχετίζεται με **επεξεργασία αλυσίδας γραμμάτων (M170)**
- Η λειτουργική σημασία της δραστηριότητας στα **200–300 ms** σχετίζεται με παράγοντες **φωνολογικών ερεθισμάτων**, όπως η συχνότητα των ήχων μιας λέξης. **(M250)**.
- Δραστηριότητα στα **300–400 ms** με **λεξική ενεργοποίηση (M350)**
- Η δραστηριότητα στα **400–500 ms** είναι ευαίσθητη στο μέγεθος του δια-λεξικού ανταγωνισμού.
- Το **ηλεκτρικό N400m**, το οποίο είναι ευαίσθητο σε λεξικούς και μετα-λεξικούς παράγοντες, μπορεί να είναι η άρθρωση της δραστηριότητας των **M250, M350 και μετά-M350**.

Πείραμα MEG #2

(Pylkkanen & Marantz, 2003)



M170

Επεξεργασία αλυσίδας γραμμάτων

M250

Προ-λεξική επεξεργασία

M350

Ενεργοποίηση λεξικών αναπαραστάσεων στο νοητικό λεξικό.

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 I: EEG,
MEG». 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 5: εικόνα από: http://de.wikipedia.org/wiki/Phineas_Gage
 - Διαφάνεια 6: εικόνες από: http://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Broca
<http://faculty.washington.edu/chudler/lang.html>
http://coursl3bichat2012-2013.weebly.com/uploads/9/6/0/7/9607940/mcanismes_neurophysiologiques_et_explorations_v3_mode_de_compatibilit.pdf
 - Διαφάνεια 7: εικόνες από: http://www.witchhazel.it/sunflower_brain.htm
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wernicke's_area_-lateral_view.png
 - Διαφάνεια 12: σύνδεσμοι:
<http://www.youtube.com/watch?v=NIm17axnxA>
<http://www.youtube.com/watch?v=c5cab4hgmoE&feature=related>
- Εικόνα από: <http://en.wikipedia.org/wiki/Neuron>

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

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

- Διαφάνεια 13: εικόνα από:
http://emotion.caltech.edu/dropbox/bi133/files/march_28.pdf
- Διαφάνεια 19: εικόνα από:
<http://www.coastalneuromtherapy.com/ERP.html>
- Διαφάνεια 20: εικόνα από: Osterhout, L., McLaughlin, J., & Bersick, M. (1997). Event-related brain potentials and human language. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(6), 203-209.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Διαφάνεια 24,25: Kutas, M. & S.A. Hillyard. 1980. Reading Senseless Sentences: Brain Potentials Reflect Semantic Incongruity. *Science, New Series*. 207(4427). 203-205.
- Διαφάνεια 29, 34: Osterhout, L. 1992. Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*. 31(6). 785-806. Brown, C. & P. Hagoort. 1993. The Processing Nature of the N400: Evidence from Masked Priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 5(1). 34-44.
- Διαφάνεια 30: εικόνα από: Hopf, J. M., Bayer, J., Bader, M., & Meng, M. (1998). Event-related brain potentials and case information in syntactic ambiguities. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(2), 264-280.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Διαφάνεια 32: Coulson, S., J.W. King, M. Kutas. 1998. Expect the Unexpected: Event-related Brain Response to Morphosyntactic Violations. *Language and Cognitive Processes*. 13(1). 21-58.
- Διαφάνεια 41: εικόνα από: <http://www.cedars-sinai.edu/Patients/Programs-and-Services/Imaging-Center/For-Patients/Exams-by-Procedure/MRI/>

<http://neuromarketme.blogspot.gr/2014/07/meg.html>

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Διαφάνεια 42: εικόνα από:
<http://brainmindreading.weebly.com/meg.html>
- Διαφάνεια 45: Rhee, J., S. Pinker, M. Ullman. 1999. A Magnetoencephalographic Study of English Past Tense Production. *The Brain Sciences Connection*. <http://cognet.mit.edu/>
- Διαφάνεια 47: Pylkkanen, L. & A. Marantz. 2003. Tracking the time course of word recognition with MEG. *Trends in Cognitive Science*. 7(5). 187-189.