



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Εισαγωγή στη Νευροψυχολογία

Διάλεξη #7 : Εγκεφαλική ασυμμετρία

Στέλλα Γιακουμάκη

Τμήμα Ψυχολογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται στην άδεια χρήσης Creative Commons και ειδικότερα

*Αναφορά – Μη εμπορική Χρήση – Όχι Παράγωγο Έργο 3.0 Ελλάδα
(Attribution – Non Commercial – Non-derivatives 3.0 Greece)*



CC BY-NC-ND 3.0 GR

- Εξαιρείται από την ως άνω άδεια υλικό που περιλαμβάνεται στις διαφάνειες του μαθήματος, και υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης. Η άδεια χρήσης στην οποία υπόκειται το υλικό αυτό αναφέρεται ρητώς.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Σκοποί ενότητας

- Χαρακτηριστικά της ασυμμετρίας και οι λειτουργίες της ακόμα και σε υγιή εγκέφαλο
- Σύνδρομα Αποσύνδεσης

Εγκεφαλική ασυμμετρία

- Τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια διαφοροποιούνται ως προς τις λειτουργίες που επιτελούν

- Πλαγίωση
- Αριστερό ημισφαίριο: γλώσσα, κίνηση της δεξιάς πλευράς του σώματος
- Δεξί ημισφαίριο: μη-λεκτικές πληροφορίες, μουσική, έκφραση προσώπου, κίνηση της αριστερής πλευράς του σώματος

- *Η ασυμμετρία είναι σχετική και όχι απόλυτη*
- Και τα δύο ημισφαίρια συμμετέχουν στη ρύθμιση διαφόρων συμπεριφορών. Αν και το αριστερό ημισφαίριο είναι πολύ σημαντικό για την παραγωγή και την κατανόηση της γλώσσας και το δεξί ημισφαίριο συμμετέχει σε σχετικές διεργασίες

- *Η ασυμμετρία επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς και γενετικούς παράγοντες*

- Σύγκριση των δύο φύλων

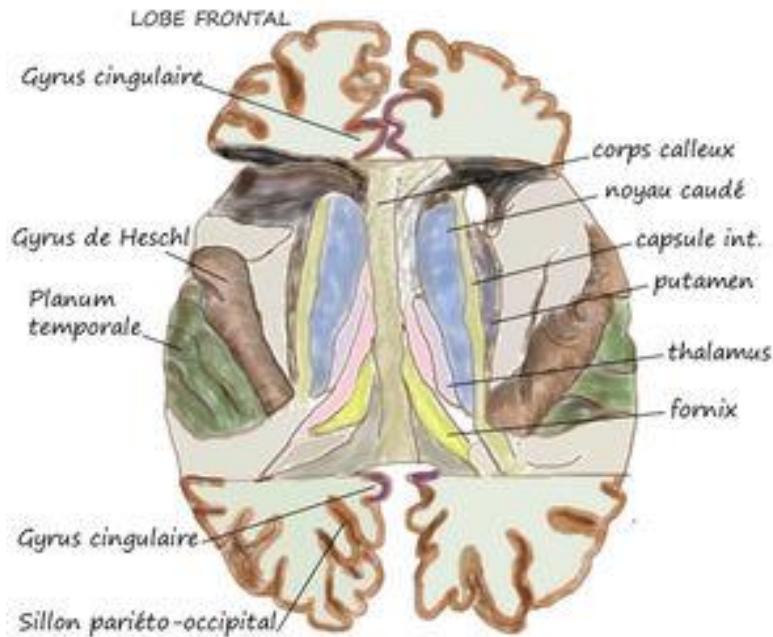
- *Η ασυμμετρία δεν είναι χαρακτηριστικό μόνο του ανθρώπου*
 - Μελέτες σε ζώα



Norman
Geschwind
(1926–1984)

*Human Brain: Left-Right Asymmetries in
Temporal Speech Region Norman
Geschwind & Walter Levitsky Science 12
July 1968: 161 (3837), 186-187.*

Κροταφικό πεδίο (planum temporale)



- Κροταφικό πεδίο ή περιοχή Wernicke
- Πίσω από τον πρωτοταγή ακουστικό φλοιό
- Geschwind & Levitsy: 65% των ασθενών είχαν μεγαλύτερο αριστερό κροταφικό πεδίο (~ 1 cm)
- Επαλήθευση ευρήματος (διαφορά στο 65-90% του πληθυσμού)

Εικόνα από: http://en.wikipedia.org/wiki/Planum_temporale

- Μελέτες νευροαπεικόνισης έχουν αναδείξει 8 ανατομικές διαφορές ανάμεσα στα δύο ημισφαίρια

1. Το δεξί ημισφαίριο είναι ελαφρώς μεγαλύτερο και βαρύτερο από το αριστερό αλλά το αριστερό ημισφαίριο έχει περισσότερη φαιά (σε σχέση με λευκή) ουσία

2. Η ανατομική ασυμμετρία είναι ιδιαίτερα εμφανής στους κροταφικούς λοβούς, γεγονός που μπορεί να εξηγήσει την «εξειδίκευσή» τους σε γλωσσικές και μη γλωσσικές λειτουργίες

3. Η ασυμμετρία στους κροταφικούς λοβούς είναι σύμφωνη με την ασυμμετρία που παρατηρείται και στο θάλαμο (ανατομικά και λειτουργικά, ο αριστερός θάλαμος συμμετέχει περισσότερο σε γλωσσικές διεργασίες)

4. Η κλίση της πλάγιας σχισμής είναι πιο απότομη στο δεξί ημισφαίριο. Ο δευτεροταγής ακουστικός φλοιός φαίνεται μεγαλύτερος στο δεξί ημισφαίριο.

5. Υπάρχει ασυμμετρία και στην περιοχή Broca. Η περιοχή που φαίνεται από την κορυφή του εγκεφάλου είναι περίπου κατά $1/3$ μεγαλύτερη στο δεξί ημισφαίριο, ενώ η περιοχή ανάμεσα στις έλικες είναι μεγαλύτερη στο αριστερό ημισφαίριο

6. Ασύμμετρη κατανομή διαφόρων νευροδιαβιβαστών (Ach, GABA, NE, DA) σε φλοιικές και υπο-φλοιικές περιοχές

7. Το δεξί ημισφαίριο εκτείνεται περισσότερο πρόσθια σε σχέση με το αριστερό και το αριστερό εκτείνεται περισσότερο οπίσθια σε σχέση με το δεξί

8. Η εγκεφαλική ασυμμετρία επηρεάζεται από το φύλο και την προτίμηση χεριού

- Μεγαλύτερος συνολικός εγκεφαλικός όγκος στους άνδρες
- Μεγαλύτερος όγκος σε περιοχές σχετικές με τη γλώσσα και το συναίσθημα στις γυναίκες
- Μειωμένη (έως ελλιπής) ασυμμετρία στους αριστερόχειρες

- Μεγαλύτερη ασυμμετρία στις περιοχές του λόγου
- Μικρότερη ασυμμετρία στους μετωπιαίους και βρεγματικούς λοβούς
- Ασυμμετρία στις περιοχές της γλώσσας και σε νεογνά
- Είναι η γλώσσα έμφυτη;

Τα δύο ημισφαίρια είναι εξίσου
σημαντικά για τη συμπεριφορά

Υπάρχει ασυμμετρία και στους
νευρώνες;

- Σύγκριση της διακλάδωσης των δενδριτών νευρώνων στην περιοχή Broca (OP) και σε τμήμα του κινητικού φλοιού (PC) στο αριστερό ημισφαίριο και σε ομόλογες περιοχές στο δεξί ημισφαίριο
- Μεγαλύτερη διακλάδωση στην περιοχή Broca στο αριστερό ημισφαίριο και σε σχέση με τον κινητικό φλοιό
- Αρχικά ευρήματα

Ασυμμετρία σε ασθενείς με νευρολογικές ασθένειες

Μελέτες ασθενών με εστιασμένες βλάβες

- Διαταραχές στη συμπεριφορά μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο ή χειρουργική επέμβαση
- Βλάβες σε άλλες περιοχές προκαλούν την ίδια διαταραχή;

- Διπλός διαχωρισμός (double dissociation)
 - Αποσύνδεση δύο περιοχών
 - Πρώτα χορήγηση δοκιμασιών ευαίσθητων στη λειτουργία της πρώτης περιοχής και ακολούθως χορήγηση δοκιμασιών ευαίσθητων στη λειτουργία της δεύτερης περιοχής

- Διαταραχή της γλώσσας (προφορικός και γραπτός λόγος, ανάγνωση) μετά από βλάβη στο αριστερό αλλά όχι και στο δεξί ημισφαίριο
 - Διαχωρισμός λειτουργιών
- Διαταραχή μη λεκτικών-ικανοτήτων μετά από βλάβη στο δεξί αλλά όχι και στο αριστερό ημισφαίριο
 - Διπλός διαχωρισμός λειτουργιών

Μελέτες ασθενών με αποσύνδεση του μεσολοβίου

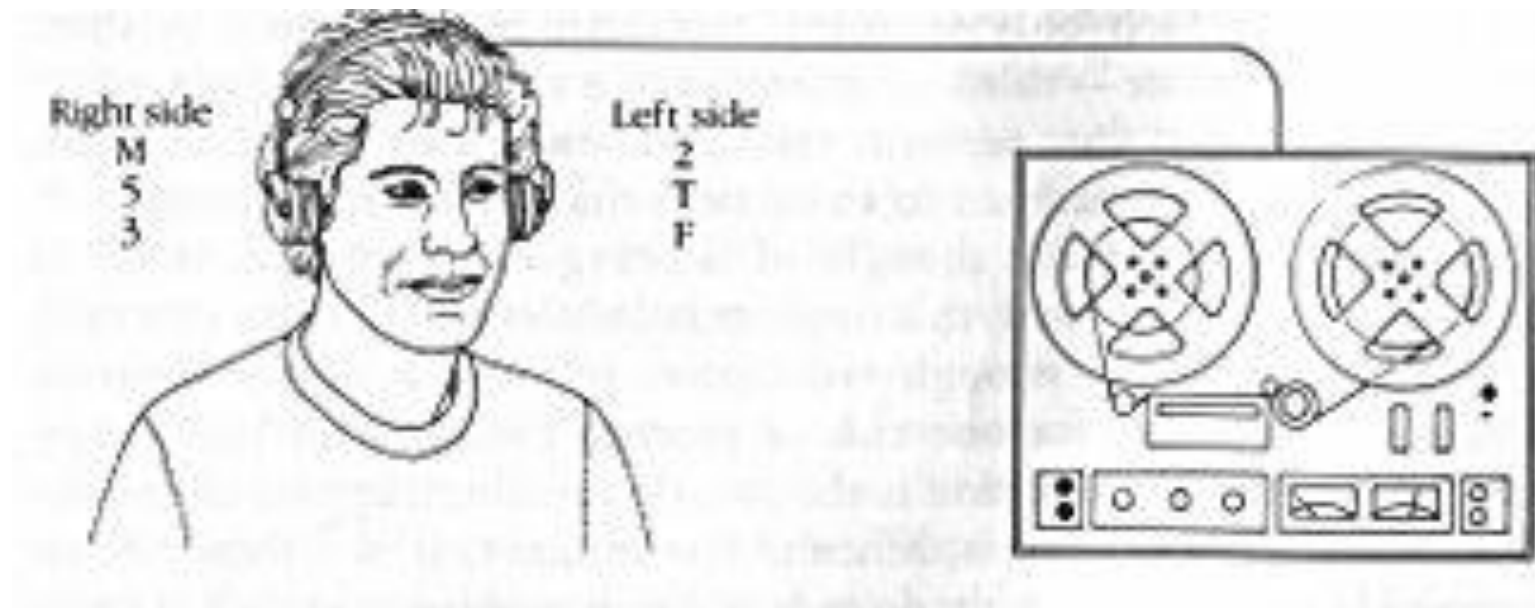
- Οι επιληπτικοί σπασμοί ξεκινούν από το ένα ημισφαίριο και μέσω του μεσολοβίου μεταδίδονται και στο άλλο
- 1940: Διατομή του μεσολοβίου ως θεραπεία για την επιληψία

Ασυμμετρία στον υγιή εγκέφαλο

Ασυμμετρία στο οπτικό σύστημα

- Οι πληροφορίες που προβάλλονται στο ένα οπτικό πεδίο επεξεργάζονται καλύτερα από το ημισφαίριο που είναι περισσότερο ειδικό σε αυτές
- Οι λεκτικές πληροφορίες επεξεργάζονται καλύτερα από το αριστερό ημισφαίριο και οι μη-λεκτικές από το δεξί ημισφαίριο
- Συμφωνία με μελέτες σε ασθενείς

Ασυμμετρία στο ακουστικό σύστημα δοκιμασία διχωτικής ακοής



Εικόνα από: <http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/2/lec2.htm>

- Μελέτες διχωτικής ακοής
- Kimura 1960
 - Ακριβέστερη επεξεργασία λέξεων που παρουσιάστηκαν στο δεξί αυτί
- Kimura 1964
 - Ακριβέστερη επεξεργασία μελωδίας που παρουσιάστηκε στο αριστερό αυτί
- Μελέτες σε ασθενείς με διατομή του μεσολοβίου

Ασυμμετρία στο σωματοαισθητικό σύστημα

- Σύγκριση της ικανότητας για αναγνώριση σχημάτων, αντικειμένων και γωνιών ανάμεσα στα δύο χέρια
- Μεγαλύτερη ακρίβεια του αριστερού χεριού (σε δεξιόχειρες)
- Γραφή Braille
 - Ταχύτερη ανάγνωση με το αριστερό χέρι
 - Τα γράμματα αποκτούν χωρική αναπαράσταση
 - Ο ρόλος του δεξιού ημισφαιρίου

- Δοκιμασία διχαπτικής αφής (dichaptic test)
 - Ανάλογο της δοκιμασίας διχρωτικής ακοής
 - Ο εξεταζόμενος εξερευνά αντικείμενα με το χέρι του και στη συνέχεια επιλέγει ανάμεσα σε άλλα
 - Μεγαλύτερη ακρίβεια του αριστερού χεριού στην αναγνώριση σχημάτων
 - Μεγαλύτερη ακρίβεια του δεξιού χεριού στην αναγνώριση γραμμάτων φτιαγμένων από χαρτί

Μελέτες παρεμβολής

- Δυσκολία στην εκτέλεση δύο πολύπλοκων έργων ταυτόχρονα
- Hicks & Kinsbourne
- Λίγες μελέτες

Σύνδρομα Αποσύνδεσης

- Τι συμβαίνει όταν διακοπούν οι συνδέσεις των δύο ημισφαιρίων;

- Κάθε λοβός του εγκεφάλου συμμετέχει στη ρύθμιση πολλών λειτουργιών
- Π.χ. κροταφικός λοβός: ακοή και όραση αλλά και μνήμη, γλώσσα, συναίσθημα

- Υπάρχει κάποιου βαθμού αλληλοεπικάλυψη στις λειτουργίες των λοβών
 - Οι λοβοί λειτουργούν συμπληρωματικά

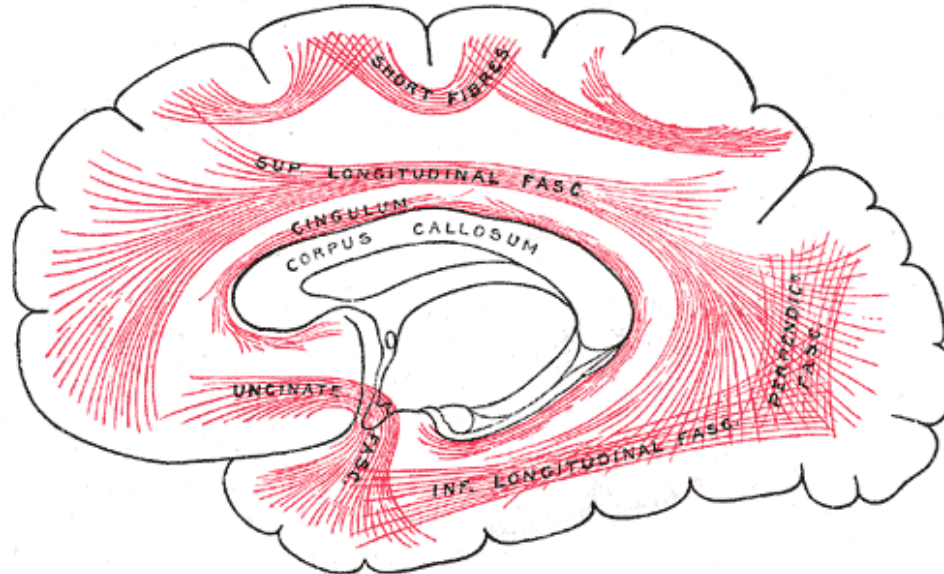
- Αποσύνδεση (disconnection): η διακοπή των νευρωνικών συνδέσεων μεταξύ δύο περιοχών, χωρίς να προκαλείται αυτούσια βλάβη στις περιοχές
- Σύνδρομα αποσύνδεσης (disconnection syndromes): τα συμπεριφορικά συμπτώματα που παρατηρούνται μετά την αποσύνδεση
 - Βλάβες σε διάφορα μέρη του μεσολοβίου και σε διάφορους συνδέσμους παράγουν διαφορετικά συμπτώματα

- Διατομή των συνδέσμων του εγκεφάλου
 - Διακόπτονται χειρουργικά οι σύνδεσμοι που συνδέουν τις διάφορες δομές του εγκεφάλου

Ανατομία των εγκεφαλικών συνδέσεων

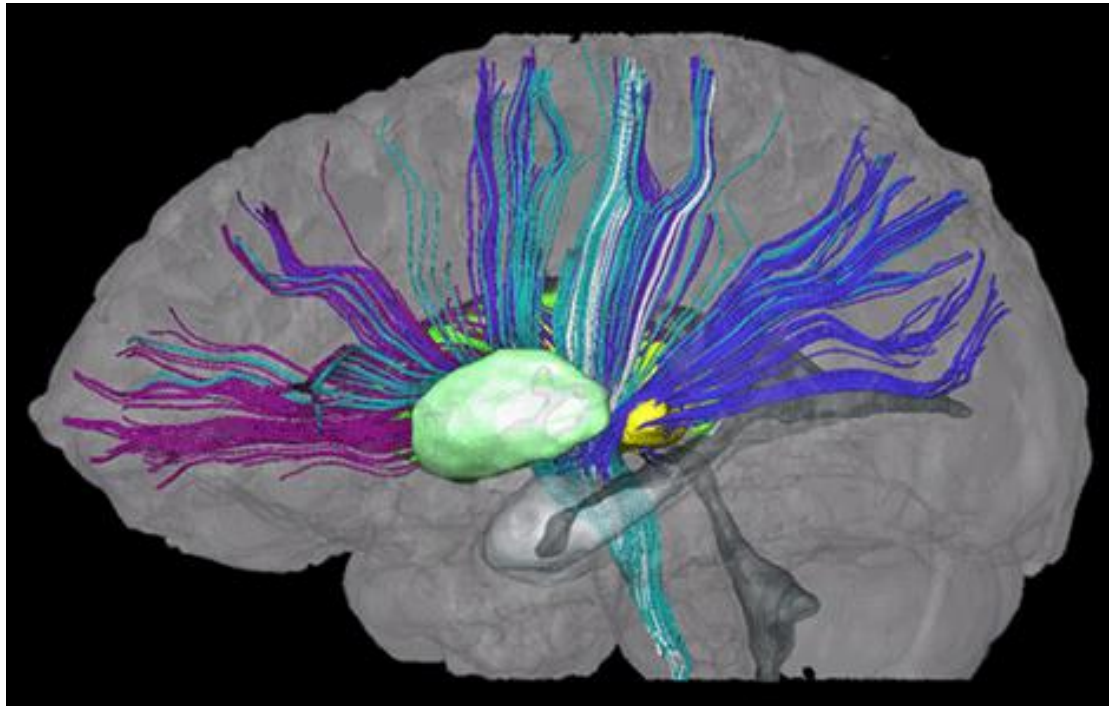
- **Συνδετικές ίνες**

- Μακρές δεσμίδες ινών που συνδέουν απομακρυσμένες περιοχές του νεόφλοιου
- Βραχείες ίνες με τη μορφή U που συνδέουν κοντινές περιοχές του νεόφλοιου



- Προβλητικές ίνες

- Ανιούσες (από κατώτερες δομές προς το νεόφλοιο) και κατιούσες (από το νεόφλοιο προς το στέλεχος και το νωτιαίο μυελό) συνδέσεις

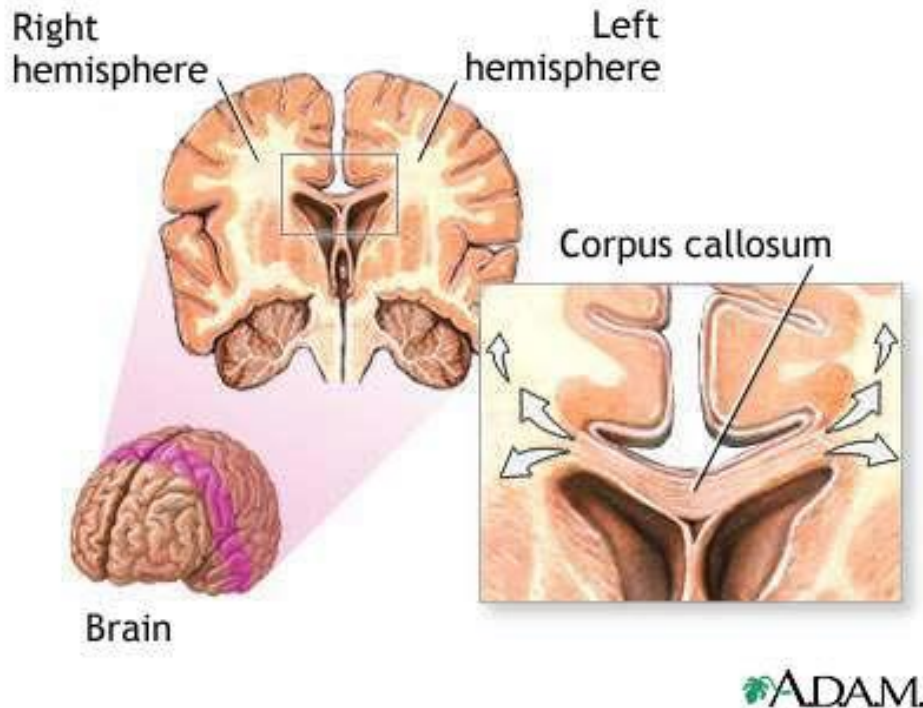


- *Σύνδεσμοι*

- Συνδέουν τα δύο ημισφαίρια

- Μεσολόβιο, πρόσθιος σύνδεσμος, ιπποκάμπιοι σύνδεσμοι

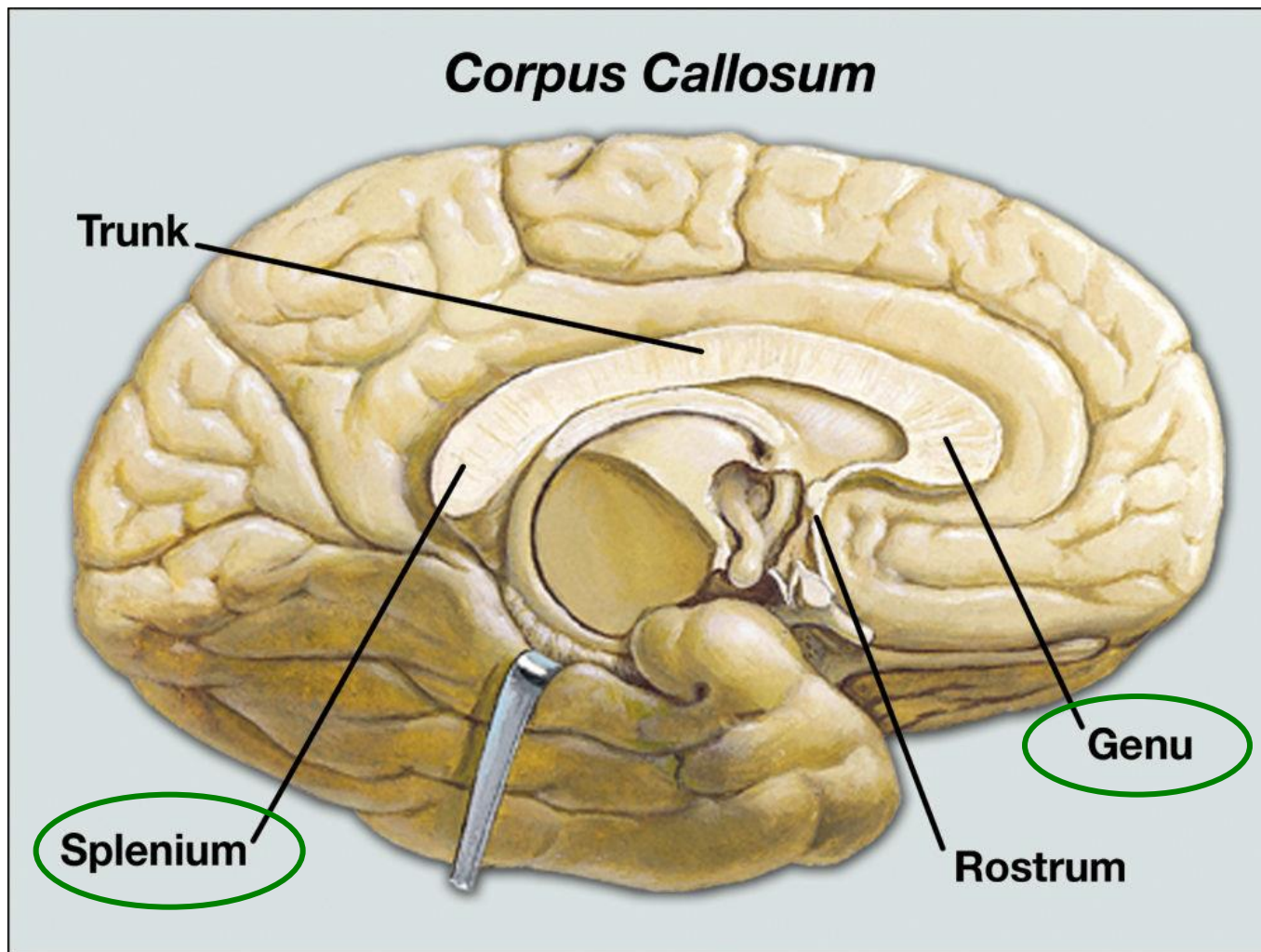
Μεσολόβιο



- Ο κύριος σύνδεσμος των δύο ημισφαιρίων
- 200 – 800 εκατομμύρια ίνες
- Οι μισές περίπου ίνες είναι μικρές και εμμύελες

Συνδέσεις του μεσολοβίου

- Τοπογραφική οργάνωση
 - Σύνδεση αντίστοιχων περιοχών στα δύο ημισφαίρια
 - Λειτουργική σύνδεση
- Οι περιοχές που συνδέονται σε ένα ημισφαίριο συνδέονται και με τις αντίστοιχες περιοχές στο άλλο ημισφαίριο
- Διάχυτες προβολές
 - Ενημέρωση



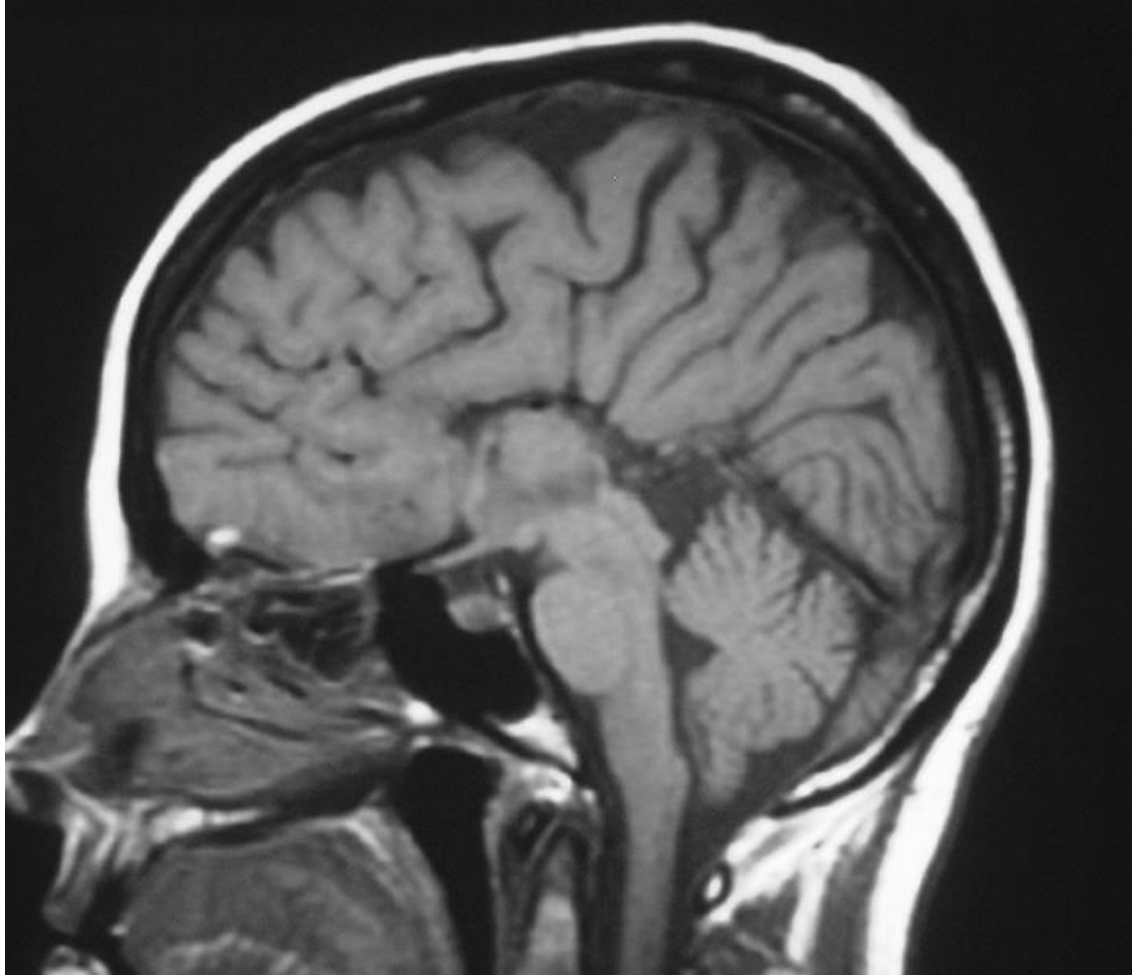
Εικόνα από: <http://bobschuster.com/wp-content/uploads/2011/09/insert14.jpg>

- Γόνυ
 - Προμετωπιαίος φλοιός
- Σώμα
 - Από το πρόσθιο στο οπίσθιο τμήμα
 - Προκινητικός – κινητικός – σωματοαισθητικός - οπίσθιος βρεγματικός φλοιός
- Σπληνίο
 - Κροταφικός και οπτικός φλοιός

- Τα συμπτώματα που έπονται της διατομής των συνδέσμων δείχνουν ότι το μεσολόβιο είναι η δομή που διαθέτει τους διαύλους μέσω των οποίων μπορούν να μεταβιβαστούν οι πληροφορίες από το ένα ημισφαίριο στο άλλο

- Μελέτες βλαβών σε συγκεκριμένες περιοχές του μεσολοβίου
- Παρεμποδίζεται η μετάδοση συγκεκριμένου είδους πληροφοριών (π.χ. βλάβη στο σπληνίο οδηγεί σε αδυναμία μετάδοσης οπτικών πληροφοριών)

Αγενεσία του μεσολοβίου

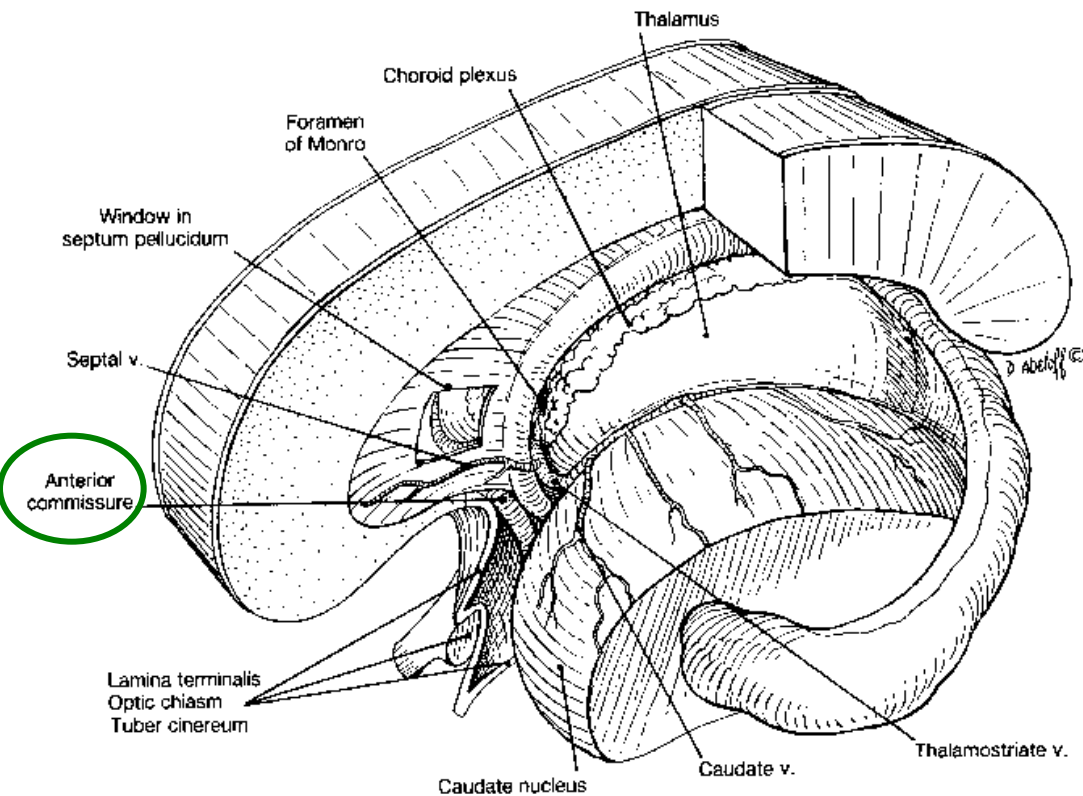


Εικόνα από: <http://emedicine.medscape.com/article/407730-overview>

- Ικανοποιητική επίδοση σε δοκιμασίες οπτικής και ακουστικής αναγνώρισης
 - Διατηρείται η μεταφορά πληροφοριών μέσω των άλλων συνδέσμων
 - Αντισταθμιστική ανάπτυξη ικανοτήτων
- Δυσκολίες κατά την εκτέλεση πολύπλοκων έργων
- Διατήρηση της πλαγίωσης

- Francois de la Peyronie (1741): το μεσολόβιο είναι η έδρα της ψυχής

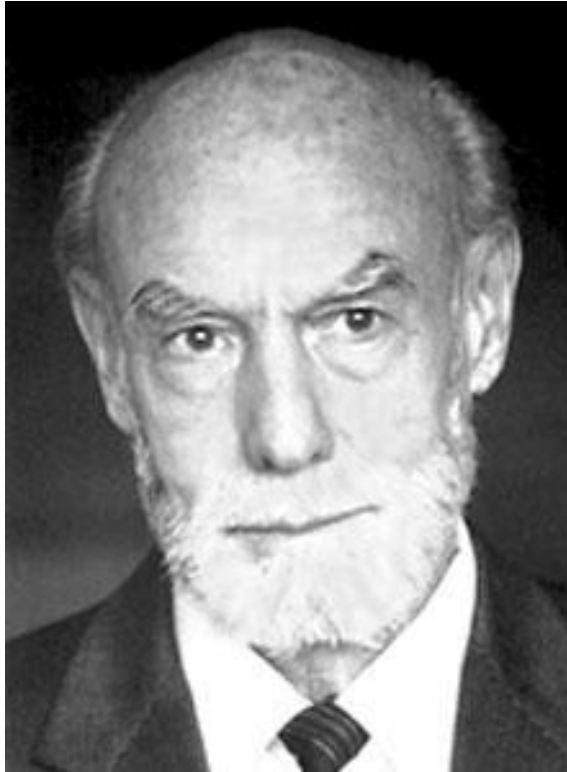
Πρόσθιος σύνδεσμος



- Μικρότερος από το μεσολόβιο
- Συνδέσεις πρόσθιου κροταφικού λοβού, αμυγδαλής και του φλοιού γύρω από την αμυγδαλή
- Μεγαλύτερος σε άτομα με αγενεσία μεσολοβίου
 - Σύνδεση πιο απομακρυσμένων περιοχών

Εικόνα από: <http://www.its.caltech.edu/~jbogen/text/apuzzo5.htm>

- Ασθενείς με διχασμένο εγκέφαλο (split-brain):
ασθενείς με διατομή του μεσολοβίου ή και άλλων
συνδέσμων

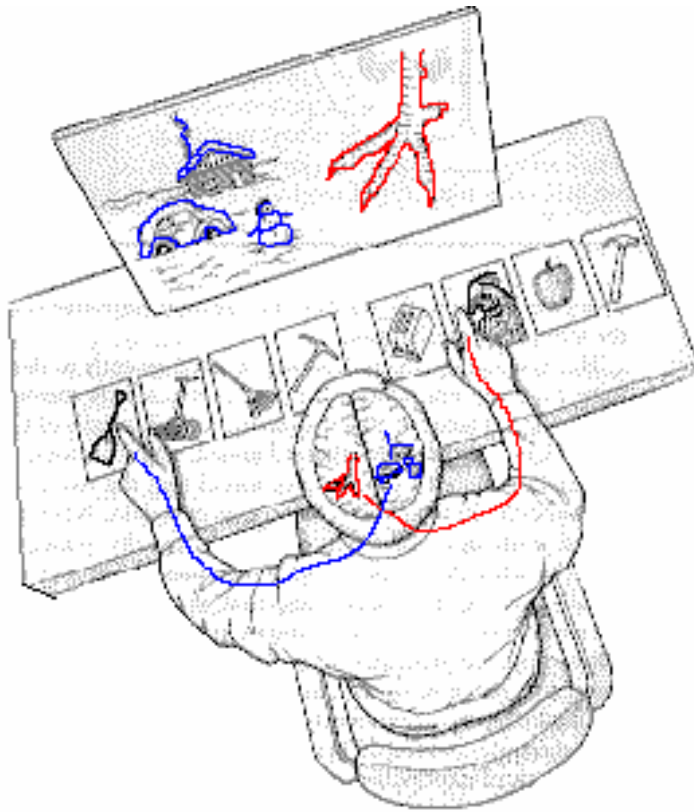


- Roger Sperry
- 1960s
- Nobel Prize in Physiology or Medicine (1981)
- "split brain" patients
- Λειτουργική οργάνωση των εγκεφαλικών ημισφαιρίων

Εικόνα από: http://en.wikipedia.org/wiki/Roger_Wolcott_Sperry

• Κάθε ημισφαίριο έχει τις δικιές του προσωπικές αισθήσεις, αντιλήψεις και ιδέες, οι οποίες είναι ξεχωριστές από τις αντίστοιχες εμπειρίες του άλλου ημισφαιρίου. Κάθε αριστερό και δεξιό ημισφαίριο έχει τη δικιά του αλυσίδα αναμνήσεων και μαθησιακών εμπειριών στις οποίες δεν υπάρχει πρόσβαση από το άλλο ημισφαίριο. Από πολλές απόψεις κάθε αποσυνδεδεμένο ημισφαίριο φαίνεται να έχει «το δικό του τρόπο σκέψης»

• R. Sperry (1974)



- Το ήμισυ κάθε οπτικού πεδίου προβάλλει στην αντίθετη πλευρά του εγκεφάλου
- Ζητάται από τον ασθενή να εστιάσει σε ένα σημείο στο κέντρο της οθόνης, στην οποία παρουσιάζεται πολύ γρήγορα μία εικόνα
 - Οι πληροφορίες από την αριστερή πλευρά θα μεταφερθούν στο δεξί ημισφαίριο
 - Οι πληροφορίες από τη δεξιά πλευρά θα μεταφερθούν στο αριστερό ημισφαίριο
 - Π.χ. το δεξί ημισφαίριο βλέπει ένα χιονάνθρωπο και το αριστερό ημισφαίριο βλέπει το πόδι ενός κοτόπουλου
- Ο ασθενής βλέπει μία σειρά απαντήσεων
- Όταν ζητάται από τον ασθενή να υποδείξει την εικόνα που είδε, κάθε χέρι δείχνει διαφορετική απάντηση
 - Δεξί χέρι: κοτόπουλο (το ερέθισμα από τη δεξιά πλευρά επεξεργάζεται από το αριστερό ημισφαίριο, το οποίο ελέγχει το δεξί χέρι)
 - Αριστερό χέρι: φαράσι

Εικόνα από: http://thebrain.mcgill.ca/flash/capsules/experience_bleu06.html

Αποσύνδεση των ημισφαιρίων

- Αποτελέσματα...
 - Αφασία
 - Αλεξία
 - Αγνωσία
 - Αγραφία
 - Απραξία

Αντιστάθμιση

- Για να μπορέσουν να παρακάμψουν τις δυσκολίες από την αποσύνδεση, οι ασθενείς συχνά υιοθετούν <<αντισταθμιστικές στρατηγικές>>
 - Π.χ. για να αναγνωρίσουν μία χτένα, περνούν τα δάχτυλά τους πάνω από τις άκρες των δοντιών της, με αποτέλεσμα να παράγεται ένας ήχος, ο οποίος γίνεται αντιληπτός και από τα δύο ημισφαίρια
- Υπάρχει επίσης ένδειξη σημαντικής ανάκαμψης
 - <<το δεξί ημισφαίριο αποκτά λόγο>>
 - Η μετάδοση των πληροφοριών γίνεται μέσω συνδέσμων, οι οποίοι δεν έχουν διατμηθεί

Αποσύνδεση αισθητηριακών συστημάτων

Οσφρητικό σύστημα

- Ο πρόσθιος σύνδεσμος ενώνει τις οσφρητικές περιοχές των δύο ημισφαιρίων
- Διατομή πρόσθιου συνδέσμου
 - Αδυναμία κατονομασίας οσμών που παρουσιάζονται στη δεξιά πλευρά
 - Το αριστερό ημισφαίριο που ελέγχει το λόγο έχει αποσυνδεθεί από την πληροφορία
 - Σωστή επιλογή του αντικειμένου που φέρει την οσμή με το αριστερό χέρι
 - Το δεξί ημισφαίριο επεξεργάζεται τις οσφρητικές πληροφορίες και ελέγχει το αριστερό χέρι
 - Αδυναμία επιλογής του αντικειμένου που φέρει την οσμή με το δεξί χέρι
 - **Ανοσμία**

Οπτικό σύστημα

- Το οπτικό σύστημα χιάζεται
- Υπεροχή αριστερού ή δεξιού οπτικού πεδίου ανάλογα με τις πληροφορίες
 - Λεκτικές πληροφορίες γίνονται καλύτερα αντιληπτές όταν παρουσιάζονται στο δεξί οπτικό πεδίο
 - Μη-λεκτικές πληροφορίες γίνονται καλύτερα αντιληπτές όταν παρουσιάζονται στο αριστερό οπτικό πεδίο

Σωματοαισθητικό σύστημα

- Το σωματοαισθητικό σύστημα χιάζεται
- Διατομή μεσολοβίου
 - Αδυναμία κατονομασίας αντικειμένων που γίνονται αντιληπτά με το αριστερό χέρι

Ακουστικό σύστημα

- Χιασμένες και μη-χιασμένες συνδέσεις
 - Π.χ. λέξεις που παρουσιάζονται στο αριστερό αυτί μεταφέρονται α) είτε στο αριστερό ημισφαίριο, β) είτε στο δεξί ημισφαίριο και μέσω του μεσολοβίου στο αριστερό
- Δοκιμασίες διχωτικής ακοής
 - Καλύτερη αντίληψη λέξεων που παρουσιάζονται στο δεξί αυτί σε σχέση με το αριστερό
 - Ωστόσο, αντίληψη και λέξεων που παρουσιάζονται στο αριστερό αυτί
- Διατομή μεσολοβίου
 - Αντίληψη λέξεων που παρουσιάζονται μόνο στο δεξί αυτί

Κινητικό σύστημα

- Το κινητικό σύστημα χιάζεται
- Διατομή μεσολοβίου
 - Δοκιμασίες εκτέλεσης κινήσεων μετά από προφορική εντολή
 - Αδυναμία αριστερού χεριού (δε δέχεται πληροφορίες από το αριστερό ημισφαίριο)
 - Δοκιμασίες συντονισμού των χεριών
 - Αδυναμία συντονισμένων κινήσεων (το ένα χέρι δεν έχει πληροφόρηση για τις πράξεις του άλλου)

Ενδεικτική προτεινόμενη βιβλιογραφία

1. Martin G.N., Νευροψυχολογία: εγκέφαλος και συμπεριφορά, Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης: Ν. Μαραθεύτης, Εκδόσεις Έλλην, 2010
2. Darby D., Walsh K., Νευροψυχολογία, Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης: Ν. Καλφάκης, Κ. Πόταγας, Εκδόσεις Παρισιάνου, 2007
3. Acciarresi M (2012). Agnosia, apraxia, callosal disconnection and other specific cognitive disorders. *Front Neurol Neurosci.* 2012;30:75-8.
4. Good CD, Johnsrude I, Ashburner J, Henson RN, Friston KJ, Frackowiak RS (2001). Cerebral asymmetry and the effects of sex and handedness on brain structure: a voxel-based morphometric analysis of 465 normal adult human brains. *Neuroimage.* 2001 Sep;14(3):685-700.

Τέλος Διάλεξης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

