

# Κυτταροαρχιτεκτονική των Ημισφαιρίων

- Τα Νευρικά Κύτταρα του Φλοιού των Ημισφαιρίων..... 86
  - Πυραμοειδή Κύτταρα
  - Αστεροειδή Κύτταρα (κοκκοειδή κύτταρα)
  - Ατρακτοειδή Κύτταρα
  - Οριζόντια Κύτταρα του Cajal
  - Κύτταρα του Martinotti
- Οι Νευρικές Ίνες του Φλοιού ..... 66
  - Ακτινοειδείς Ίνες
  - Εφαπτόμενες (Οριζόντιες) Ίνες
- Κυτταροαρχιτεκτονική - Κυτταρικές Στιβάδες του Φλοιού των Ημισφαιρίων..... 89
  - Κατασκευή του Φλοιού

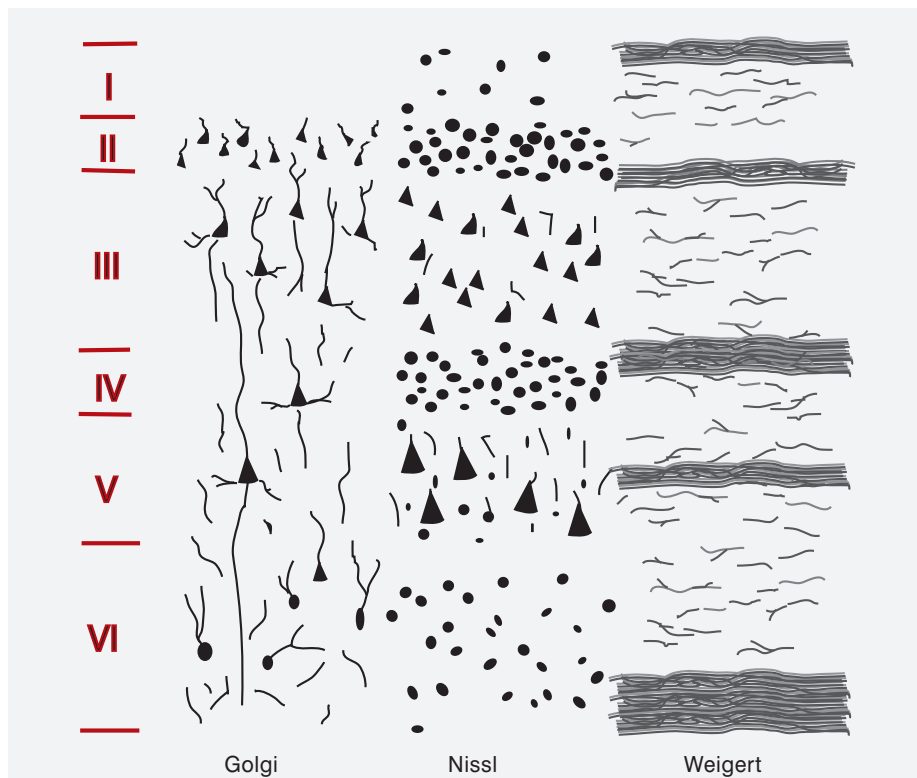
## Εισαγωγή

Ο φλοιός καταλαμβάνει ολοκληρωτικά την περιφέρεια των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και αποτελείται από νευρικά κύτταρα, νευρικές ίνες, νευρογλοία και αιμοφόρα αγγεία.

- Τα ημισφαίρια:
  - Εξωτερικά αποτελούνται από φαιά ουσία, **τον φλοιό**.
  - Εσωτερικά αποτελούνται από λευκή ουσία (μέσα στην οποία βρίσκονται φαιές μάζες, οι πυρήνες).
- Η συνολική επιφάνεια του φλοιού αυξάνεται πολύ εξαιτίας της δημιουργίας των ελίκων που χωρίζονται μεταξύ τους με αύλακες. Εκτιμάται ότι, ο φλοιός φυσιολογικά περιέχει 10 δισεκα-τομμύρια νευρώνες.
- Το πάχος του φλοιού ποικίλλει από 1.5 έως 4.5 χιλιοστά. Είναι παχύτερος στο έπαρμα της έλι-

κας και λεπτότερος στο βάθος της αύλακας. Περίπου το 70% της επιπολής επιφάνειας του φλοιού κρύβεται στο βάθος των σχισμών.

- Η ιστολογική μελέτη του φλοιού των ημισφαιρίων από το 1800 (τεχνική του Golgi και αργότερα του Nissl) ανέδειξε περιοχές του φλοιού με διαφορετική δομή (**Εικ. 6.1**). Ανάλογα με την περιοχή, υπάρχουν διαφορές:
  - Στον αριθμό των κυτταρικών στοιβάδων που διακρίνονται.
  - Στο πάχος του φλοιού.
  - Στην κυτταρική πυκνότητα σε κάθε στοιβάδα.
  - Στο πάχος της στοιβάδας.
  - Στους χαρακτηριστικούς τύπους κυττάρων της κάθε στοιβάδας.
- Φυσιολογικές, κλινικές και παθολογοανατομικές μελέτες έδειξαν ότι οι διάφορες περιοχές του φλοιού των ημισφαιρίων έχουν “λειτουργική εξειδίκευση”.



**Εικόνα 6.1**

Ιστολογική εικόνα του φλοιού των ημισφαιρίων χρησιμοποιώντας την τεχνική του Golgi (αποφυάδες και συνδέσεις) Nissl (κυτταρικά σώματα) και Weigert (νευρικές ίνες).

- Ο Brodmann (1909) περιέγραψε 47 περιοχές (τα πεδία ή άλως) του φλοιού με βάση τις αρχιτεκτονικές και λειτουργικές διαφορές. Ο Von Economo (1929) διέκρινε περίπου 100 περιοχές που αποτελούν τον φλοιώδη χάρτη του εγκεφάλου.

**Σημείωση:** Η ακριβής υποδιαίρεση του φλοιού σε διάφορα πεδία εντελώς εξειδικευμένα, υπεραπλουστεύει τα πράγματα και είναι εσφαλμένη. Έτσι οι φλοιώδεις χώρες (άλως ή τα πεδία) πρέπει να αναφέρονται με την τοπογραφοανατομική τους ορολογία.

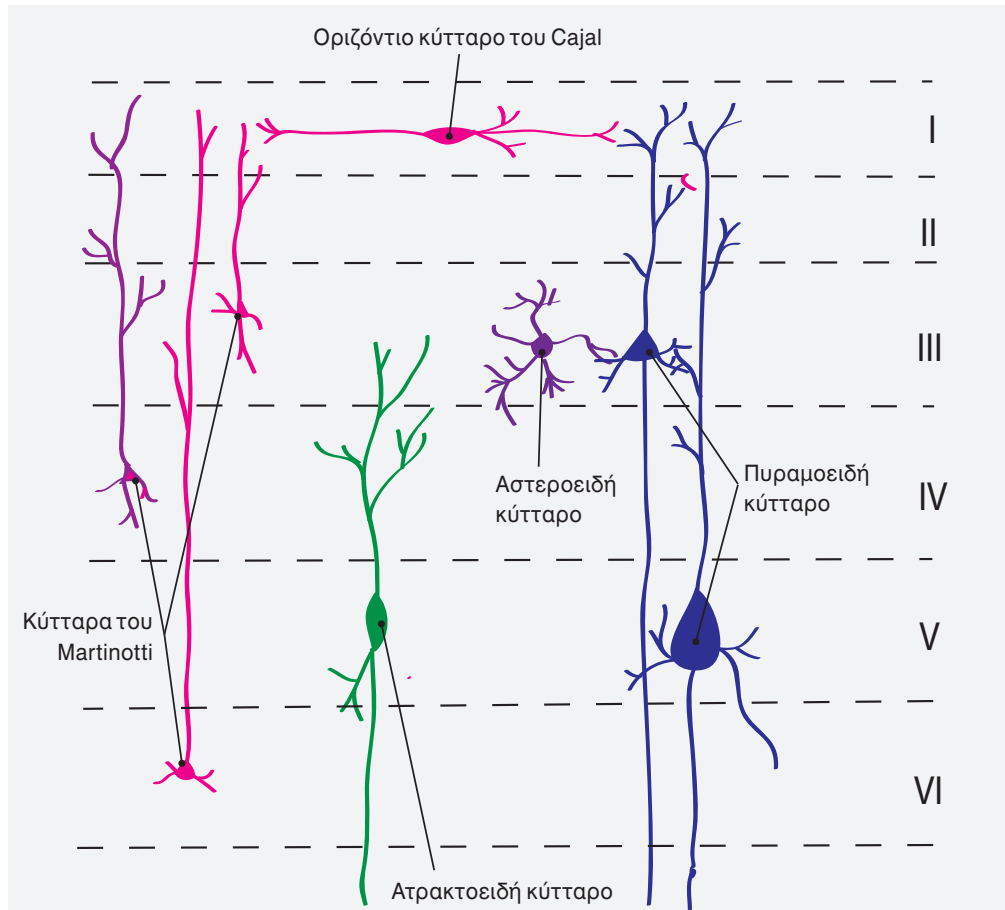
## Τα Νευρικά Κύτταρα του Φλοιού των Ημισφαιρίων

- Ο φλοιός αποτελείται από νευρικά κύτταρα, νευρικές ίνες, νευρογλοία και αιμοφόρα αγγεία.
- Υπάρχουν 5 ειδών κύτταρα στον εγκεφαλικό φλοιό: τα Πυραμοειδή, Αστεροειδή, Ατρακτοειδή, Οριζόντια κύτταρα του Cajal και τα Κύτ-

ταρα του Martinotti (**Εικ. 6.2**).

### 1. Πυραμοειδή Κύτταρα

- Ονομάζονται έτσι λόγω του σχήματός τους. Το μέγεθός τους ποικίλλει ως προς το ύψος από 20-30 μm (στοιβάδες II – III) μέχρι 40-60 μm (στιβάδα V) (**Εικ. 6.3**).
- Υπάρχουν και **γιγάντια πυραμοειδή κύτταρα του Betz**, τα οποία βρίσκονται στην κινητική άλω, κυρίως στην πρόσθια κεντρική έλικα του μετωπιαίου λοβού. Αυτά έχουν ύψος περίπου 80-100 μm.
- **Οι κορυφές** των πυραμοειδών κυττάρων στρέφονται προς την εξωτερική επιφάνεια και από την κορυφή εκπορεύεται και φέρεται προς τα άνω, ένας **παχύς κορυφαίος δενδρίτης**, ο οποίος φθάνει στη στοιβάδα I.
- Από τις γωνίες της βάσης του κυττάρου εκπορεύονται αρκετοί βασικοί δενδρίτες, οι οποίοι εκτείνονται ακτινοειδώς μέσα στις αντίστοιχες στοιβάδες (**Εικ. 6.4**).



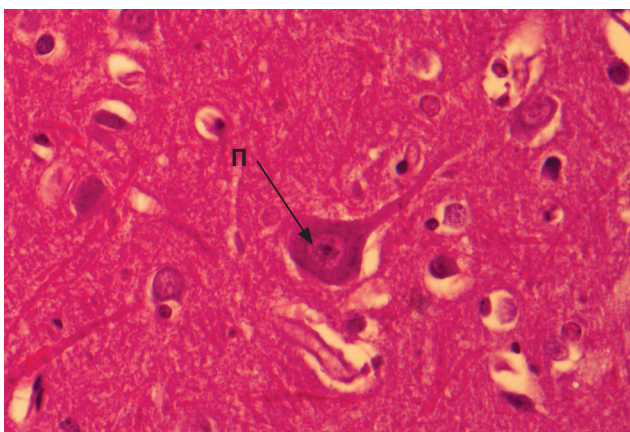
**Εικόνα 6.2**

Οι κύριοι τύποι νευρώνων του φλοιού των ημισφαιρίων.

- Οι κορυφαίοι και βασικοί δενδρίτες διακλαδίζονται ελεύθερα και περιέχουν άφθονες δενδριτικές άκανθες.
- **Ο άξονας** εκφύεται από τη βάση του σώμα-

τος και είτε καταλήγει σε υποκείμενες βαθύτερες στοιβάδες ή (συχνότερα) εισέρχεται στη λευκή ουσία ως προβλητική, συνδετική ή συνδεσμική ίνα. Πριν εγκαταλείψουν τη φαιά ουσία, χορηγούν παλίνδρομους κλάδους, ικανούς να διεγείρουν τα παρακείμενα πυραμοειδή κύτταρα.

- Τα πυραμοειδή κύτταρα είναι διεγερτικά και χρησιμοποιούν γλουταμινικό ή ασπαρτικό οξύ ως νευροδιαβιβαστή.



**Εικόνα 6.3**

Πυραμοειδές κύτταρο (Π). Χρώση αιματοξυλίνης-ηωσίνης (x 400).

## 2. Αστεροειδή Κύτταρα (κοκκοειδή κύτταρα)

- Έχουν μικρό μέγεθος και πολυγωνικό σχήμα.
- Έχουν πολλαπλώς διακλαδιζόμενους δενδρίτες και έναν σχετικά βραχύ άξονα που καταλήγει σε παρακείμενο νευρώνα.
- Τα **ακανθώδη αστεροειδή κύτταρα** έχουν ακανθώδεις δενδρίτες και είναι διεγερτικά.
  - Δέχονται κεντρομόλες ίνες κυρίως από τον

θάλαμο και από άλλες περιοχές του φλοιού.

- Σχηματίζουν γλουταμινεργικές συνάψεις με τα πυραμοειδή κύτταρα.
- Τα **λεία αστεροειδή κύτταρα** διαθέτουν μη ακανθώδεις δενδρίτες και είναι ανασταλτικά κύτταρα:
  - Δέχονται παλίνδρομους αλλά και παράπλευρους κλάδους από τα πυραμοειδή κύτταρα.
  - Δημιουργούν GABA συνάψεις.

### 3. Ατρακτοειδή Κύτταρα

- Δίπολα κύτταρα με μακρύ άξονα, κάθετο προς την επιφάνεια.
- Εντοπίζονται στις βαθύτερες στιβάδες φλοιού.
- Από κάθε πόλο του κυτταρικού σώματος εκφύονται δενδρίτες. Ο κάτω δενδρίτης διακλαδίζεται εντός της ίδιας στιβάδας ενώ ο άνω δενδρίτης ανέρχεται προς την επιφάνεια.
- Ο άξονας εκφύεται από τον κάτω πόλο και εισέρχεται στη λευκή ουσία.

### 4. Οριζόντια Κύτταρα του Cajal

- Αποτελούν δίπολα κύτταρα, έχουν μικρό μέγεθος, ατρακτοειδές σχήμα και είναι οριζοντίως προσανατολισμένα.
- Βρίσκονται κυρίως στις επιπολής στοιβάδες.
- Από κάθε άκρο τους εκφύεται ένας δενδρίτης και ένας άξονας, ο οποίος πορεύεται παράλληλα προς την επιφάνεια.

### 5. Κύτταρα του Martinotti

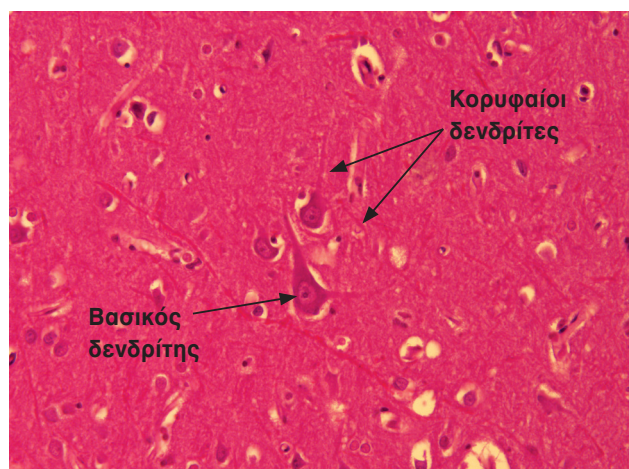
- Είναι μικρά και πολύπλοκα κύτταρα.
- Εντοπίζονται σε όλες τις στοιβάδες.
- Έχουν βραχείς δενδρίτες.
- Ο άξονάς τους φέρεται προς τα έξω όπου καταλήγει σε πιο επιφανειακή στιβάδα (επιπολής).

## Οι Νευρικές Ίνες του Φλοιού

Λόγω της φοράς τους διακρίνονται σε ακτινοειδείς νευρικές ίνες (ακτινωτές) και σε οριζόντιες (εφαπτόμενες).

### 1. Ακτινοειδείς Ίνες

- Έχουν φορά προς την επιφάνεια του φλοιού



**Εικόνα 6.4**

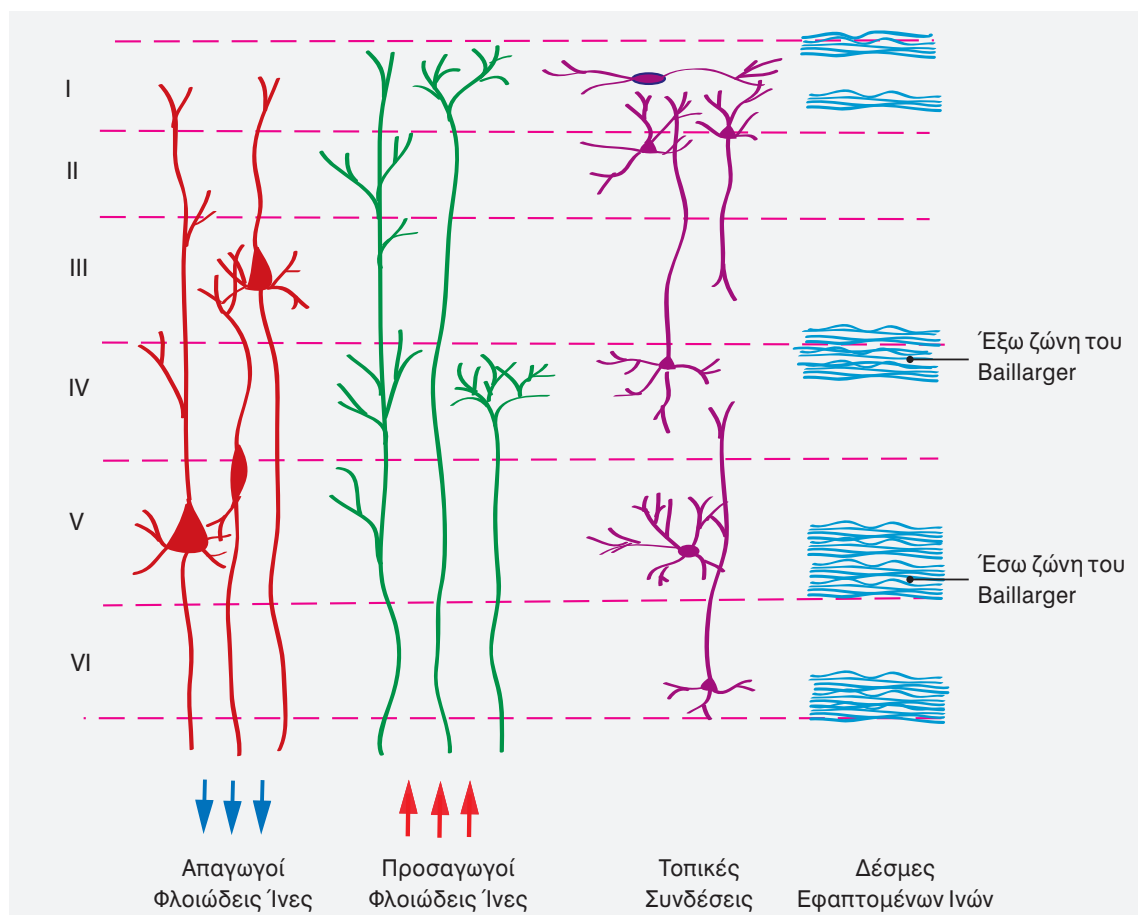
Πυραμοειδές κύτταρο όπου διακρίνονται οι κορυφαίοι και βασικοί δενδρίτες. Χρώση αιματοξυλίνης-ηωσίνης (x 200).

(κάθετες) (**Εικ. 6.5**). Αποτελούνται από:

- **εισερχόμενες προσαγωγές** (προβλητικές, συνδετικές και συνδεσμικές ίνες) που καταλήγουν εντός του φλοιού (ενδοφλοιώδεις).
- **εξερχόμενες απαγωγές** (άξονες των πυραμοειδών αστεροειδών και ατρακτοειδών κυττάρων) που εγκαταλείπουν τον φλοιό ως προβλητικές, συνδετικές και συνδεσμικές ίνες

### 2. Εφαπτόμενες (οριζόντιες) Ίνες

- Φέρονται παράλληλα προς την επιφάνεια του φλοιού.
- Οι περισσότερες είναι παράπλευροι αλλά και τελικοί κλάδοι των προσαγωγών ινών. Περιέχουν και άξονες των οριζόντιων και αστεροειδών κυττάρων.
- Είναι πολυπληθέστερες στις στοιβάδες 4 και 5 και αναφέρονται ως **έξω και έσω ζώνη του Baillarger**.
- Οι ζώνες του Baillarger είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένες στις αισθητικές περιοχές του φλοιού, λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητας των τελικών απολήξεων των **θαλαμοφλοιωδών ινών**.
- Στον **οπτικό φλοιό**, η έξω ζώνη είναι τόσο παχιά που διακρίνεται με γυμνό μάτι (είναι ορατή στα τοιχώματα της πληκτραίας σχισμής, **ταινιωτή άλως**)



**Εικόνα 6-5**

Νευρικές ίνες του φλοιού των ημισφαιρίων. Διακρίνονται οι ακτινοειδείς ίνες (απαγωγές και προσαγωγές) και οι εφαπτόμενες (τελικό κλάδοι των προσαγωγών ινών και τοπικών κυκλωμάτων).

### Κυτταροαρχιτεκτονική - Κυτταρικές στιβάδες του φλοιού των ημισφαιρίων

Ο φλοιός των ημισφαιρίων (ισοφλοιός) υποδιαιρείται σε στοιβάδες ανάλογα με τον τύπο, την πυκνότητα και τη διάταξη των κυττάρων.

#### 1. Στοιβάδα I – Μοριακή Στιβάδα

- Είναι η επιπολής στοιβάδα, όπου γίνονται και οι περισσότερες συνάψεις.
- Αποτελείται κυρίως από μια πυκνή διάταξη εφαπτόμενων ινών (οριζόντιες ίνες) οι οποίες προέρχονται από:
  - κορυφαίους δενδρίτες πυραμοειδών κυττάρων
  - κορυφαίους δενδρίτες ατρακτοειδών κυττάρων

- άξονες αστεροειδών κυττάρων
- άξονες κυττάρων του Martinotti
- προσαγωγές ίνες που εισέρχονται από τη λευκή ουσία (όσες προέρχονται από τον θάλαμο είναι θαλαμοφλοιώδεις ίνες)
- συνδετικές ίνες
- κύτταρα του Cajal, τα οποία βρίσκονται διάσπαρτα μεταξύ των νευρικών ινών.

#### 2. Στοιβάδα II – Έξω Κοκκώδης Στιβάδα

- Αποτελείται από πολλά αστεροειδή (κοκκοειδή) και μικρά πυραμοειδή κύτταρα.
- Οι δενδρίτες φέρονται στη μοριώδη στοιβάδα (στοιβάδα μιτροειδών κυττάρων).
- Οι άξονες απολήγουν στις βαθύτερες στοιβάδες ή εισέρχονται στη λευκή ουσία.
- Οι νευρώνες εγκαθιστούν ενδοφλοιώδεις συνδέσεις.

## 3. Στοιβάδα III – Έξω Στιβάδα Πυραμοειδών Κυττάρων

- Αποτελείται από πυραμοειδή κύτταρα (μεσαίου μεγέθους).
- Το μέγεθος του σώματος των κυττάρων αυτών αυξάνεται από την επιπολής προς την εντωβάθει στοιβάδα.
- Οι κορυφαίοι δενδρίτες καταλήγουν στην πρώτη (μοριώδη) στοιβάδα.
- Οι άξονες εισέρχονται στη λευκή ουσία ως προβλητικές, συνδεδετικές ή συνδεδεσμένες ίνες (κυρίως συνδεδετικές και συνδεδεσμένες).

## 4. Στοιβάδα IV – Έσω Κοκκώδης Στοιβάδα

- Αποτελείται από μια πυκνή διάταξη κοκκωδών (αστεροειδών) κυττάρων (**Εικ. 6.6**).
- Τα αστεροειδή κύτταρα είναι άφθονα στον πρωτογενή σωματοαισθητικό φλοιό, τον πρωτογενή οπτικό και ακουστικό φλοιό.
- Περιέχει την **έξω ζώνη του Baillarger**, η οποία αποτελεί μια πυκνή δεσμίδα οριζόντιων (εφαπτόμενων) ινών.
- Στη στοιβάδα αυτή συνάπτονται οι προσαγωγές ίνες με τους ειδικούς πυρήνες του θαλάμου.

## 5. Στοιβάδα V – Στοιβάδα των Γαγγλιακών Κυττάρων (Έσω Στιβάδα Πυραμοειδών Κυττάρων)

- Περιέχει ευμεγέθη πυραμοειδή κύτταρα, τα οποία προβάλλουν στο ραβδωτό σώμα, το εγκεφαλικό στέλεχος και τον νωτιαίο μυελό.
- Οι νευράξονες εισέρχονται στη λευκή ουσία κυρίως ως προβλητικές ίνες και κατευθύνονται προς τις περιοχές εκτός του φλοιού (τα βασικά γάγγλια, ο θάλαμος, το στέλεχος, και ο νωτιαίος μυελός).
- Στον κινητικό φλοιό (πρόσθια κεντρική έλικα), τα πυραμοειδή κύτταρα είναι πολύ μεγάλα και ονομάζονται **γιγάντια πυραμοειδή κύτταρα του Betz**. Οι άξονες (προβλητικές ίνες) των κυττάρων του Betz αποτελούν περίπου το 3% της πυραμιδικής οδού.
- Υπάρχουν διάσπαρτα αστεροειδή κύτταρα και κύτταρα του Martinotti.
- Περιέχει την **έσω ζώνη του Baillarger**, μια πυκνή δεσμίδα εφαπτόμενων ινών.

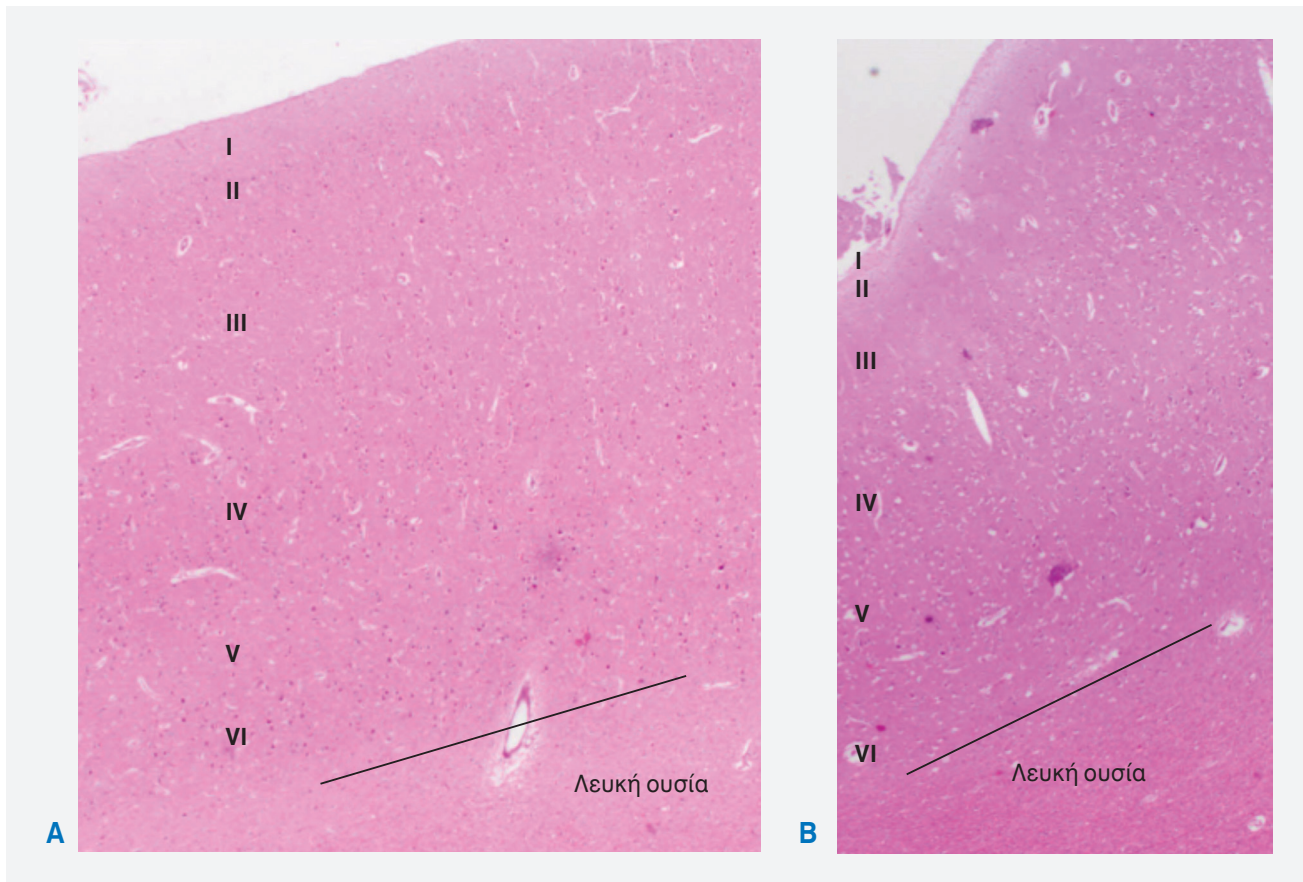
## 6.1 Κλινική Συσχέτιση

### Η Νόσος Alzheimer

- Αποτελεί πρωτοπαθή προσδεδετική εκφυλιστική νόσο με επιπτώσεις στις νοητικές λειτουργίες και τη μνήμη. Είναι η πιο συχνή αιτία άνοιας στους ηλικιωμένους.
- Έχει επιπτώσεις κυρίως στις φλοιώδεις περιοχές του εγκεφάλου.
- **Παθολογοανατομικά ευρήματα**
  - Χαρακτηριστική είναι η εκφύλιση και ο θάνατος των νευρώνων του εγκεφαλικού φλοιού και του ιπποκάμπου.
  - Τις μεγαλύτερες απώλειες παρουσιάζουν κυρίως οι χολινεργικοί νευρώνες και ακολουθούν οι σεροτονινεργικοί και οι νοραδρενεργικοί νευρώνες.
  - Μακροσκοπικά παρατηρείται ατροφία, σμίκρυνση των ελίκων και διεύρυνση των

αυλακών του φλοιού. Η ατροφία εντοπίζεται κυρίως στον βρεγματικό και κροταφικό λοβό.

- Διακρίνονται δύο ειδών βλάβες:
  - Μικροσκοπικά παρατηρούνται εναποθέσεις αδιάλυτων πρωτεϊνών στον εξωκυττάριο και ενδοκυττάριο χώρο. Χαρακτηριστικές είναι οι **γεροντικές (αμυλοειδικές) πλάκες**, οι οποίες αποτελούνται από εξωκυττάρια εναποθέσεις αμυλοειδούς στον φλοιό και τον ιππόκαμπο. Οι πλάκες αυτές κατανέμονται κυρίως στον ιππόκαμπο και τον βρεγματικό λοβό.
  - Παρατηρούνται ενδοκυττάρια σχηματισμοί, οι **νευροϊνιδιακές αλλοιώσεις**, οι οποίες προκαλούνται από την υπερ-φωσφορλίωση της πρωτεΐνης τ (tau).



Εικόνα 6.6

A&B. Οι κυτταρικές στιβάδες του φλοιού των ημισφαιρίων. Συνειρμικός φλοιός. Χρώση αιματοξυλίνης-ηωσίνης (x 20).

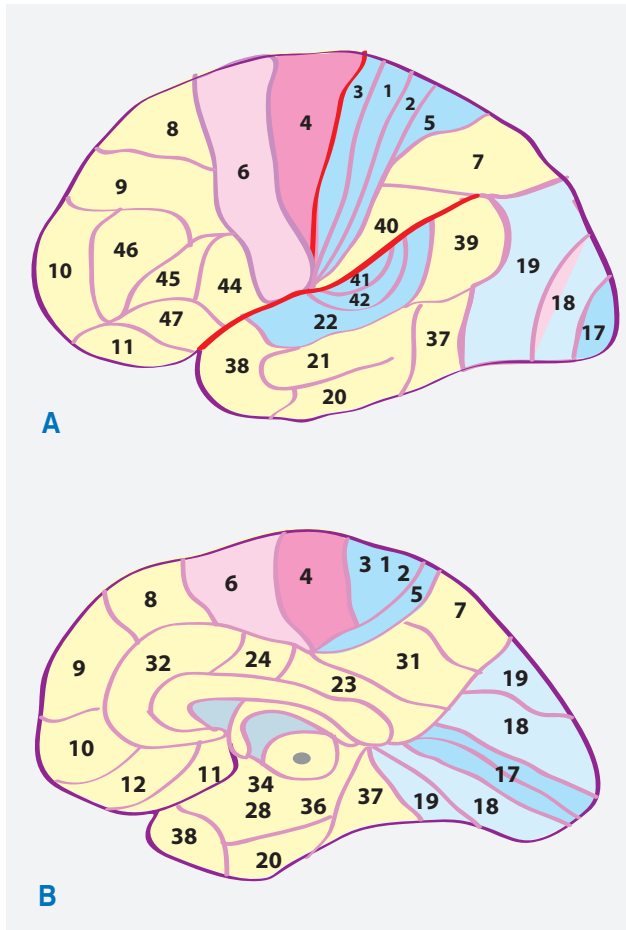
### 6. Στοιβάδα VI – Στοιβάδα των Πολυμόρφων Κυττάρων

- Περιέχει πολλά ατρακτοειδή κύτταρα και μεμονωμένες ομάδες σκοτεινών κυττάρων (νησίδα Calleja).
- Υπάρχουν και τροποποιημένα πυραμοειδή κύτταρα και κύτταρα του Martinotti.

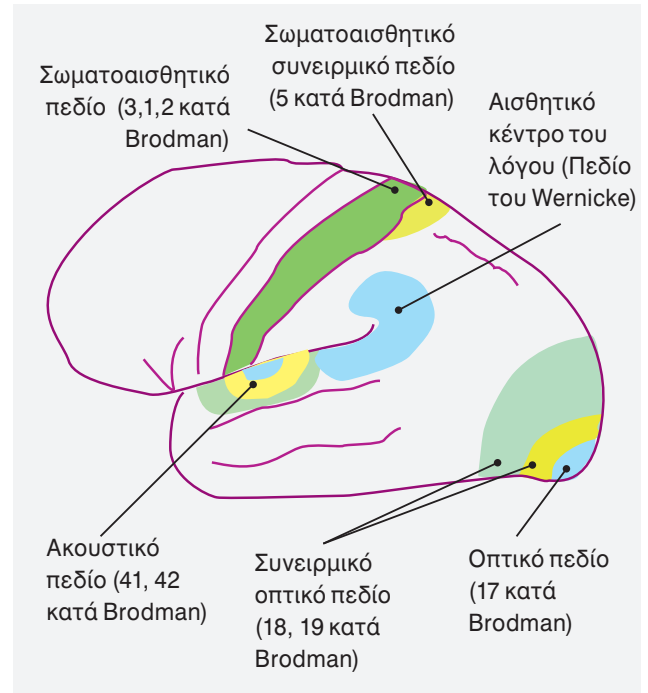
### Κατασκευή του Φλοιού

- Το σύστημα της αρίθμησης και ονομασίας των στοιβάδων περιγράφηκε από τον Brodmann (1909), ο οποίος και δημιούργησε έναν αριθμημένο κυτταροαρχιτεκτονικό χάρτη του εγκεφαλικού φλοιού, ο οποίος βασιζόταν σε ιστολογικά χαρακτηριστικά. Υπάρχει καλή αντιστοιχία μεταξύ των περιοχών Brodmann και των λειτουργικά καθορισμένων περιοχών του εγκεφαλικού φλοιού (Εικ. 6.7).

- Κλινικές, παθολογοανατομικές και ηλεκτροφυσιολογικές μελέτες απέδειξαν ότι οι διάφορες περιοχές του φλοιού έχουν **λειτουργική εξειδίκευση**. Όμως η ακριβής υποδιαίρεση του φλοιού σε διάφορα πεδία εντελώς εξειδικευμένα, υπεραπλουστεύει τα πράγματα. Σήμερα, έχει επικρατήσει η άποψη τα κέντρα των λειτουργιών να αναφέρονται με την **τοπογραφοανατομική ορολογία** μέχρις ότου επισημηθεί μία πιο ικανοποιητική λειτουργική ορολογία.
- Πρέπει όμως να τονισθεί ότι όλες οι περιοχές του φλοιού δεν διαθέτουν φλοιό με 6 στοιβάδες. Συγκεκριμένα υπάρχουν:
  - **Ετερότυπες περιοχές:** είναι αυτές στις οποίες δεν διακρίνονται έξι στιβάδες
  - **Ομοίτυπες περιοχές:** είναι αυτές στις οποίες διακρίνονται έξι στιβάδες

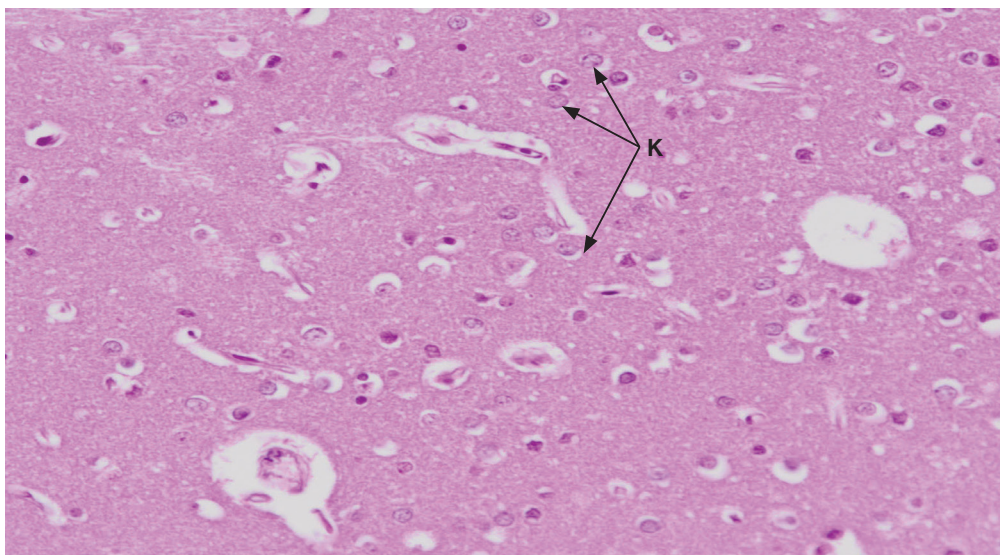


**Εικόνα 6.7**  
**Λειτουργική τοπογραφία.** Φλοιώδη πεδία κατά Brodmann. **A.** Έξω άποψη του αριστερού ημισφαιρίου. **B.** Έσω άποψη του δεξιού ημισφαιρίου.



**Εικόνα 6.8**  
 Τα αισθητικά πεδία (έξω άποψη του αριστερού ημισφαιρίου).

- Τα πρωτεύοντα αισθητικά και κινητικά πεδία έχουν ετερότυπο φλοιό, ενώ ο συνειρμικός / συνδετικός φλοιός είναι ομοιότυπες περιοχές.
- Τα αισθητικά πεδία έχουν **κοκκιώδη φλοιό**. Οι στοιβάδες των κοκκωδών κυττάρων είναι



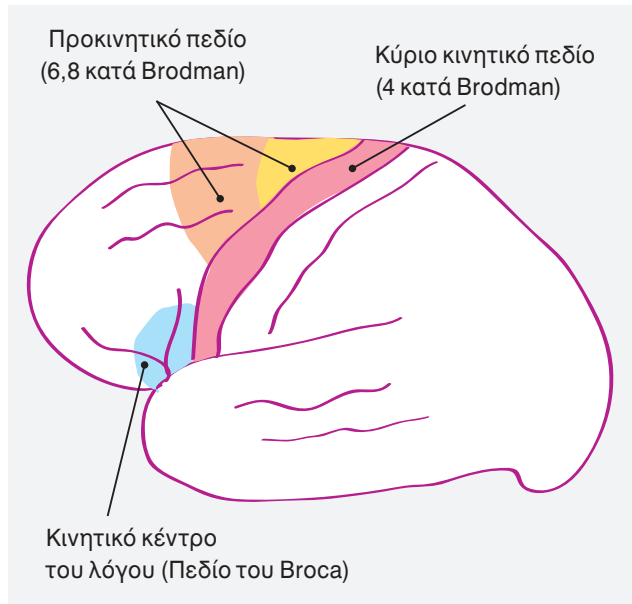
**Εικόνα 6.9**  
 Κοκκοειδή (K) ή αστεροειδή κύτταρα στην οπίσθια κεντρική έλικα. Χρώση αιματοξυλίνη-ηωσίνης (x 200).



## 6.1 Βασικές Αρχές

### Κυτταροαρχιτεκτονική του Φλοιού

- **Στοιβάδα I** – Επιπολής. Περιέχει λίγα νευρικά κύτταρα, αλλά πολλούς δενδρίτες και νευράξονες, οι οποίοι βρίσκονται σε συναπτική αλληλεπίδραση μεταξύ τους.
- **Στοιβάδα II** – Περιέχει πολλούς μικρούς νευρώνες (αστεροειδή και πυραμοειδή κύτταρα). Εγκαθιστούν ενδοφλοιώδεις συνδέσεις. (ποιοί;)
- **Στοιβάδα III** – Περιέχει πυραμοειδή κύτταρα μετρίου μεγέθους από τα οποία εκφύονται κυρίως συνδετικοί και συνδεσμικοί νευράξονες. Είναι κατανοητό;
- **Στοιβάδα IV** – Περιέχει μια πυκνή διάταξη αστεροειδών κυττάρων. Στη στοιβάδα αυτή συνάπτονται οι προσαγωγές ίνες με τους ειδικούς πυρήνες του θαλάμου.
- **Στοιβάδα V** – Περιέχει μεγάλα πυραμοειδή κύτταρα από τα οποία εκφύονται οι απαγωγές ίνες (προβλητικές ίνες) προς τις περιοχές εκτός του φλοιού (βασικά γάγγλια, θάλαμος, στέλεχος, και νωτιαίος μυελός).
- **Στοιβάδα VI** – Περιέχει συνδετικούς και προβλητικούς νευρώνες.

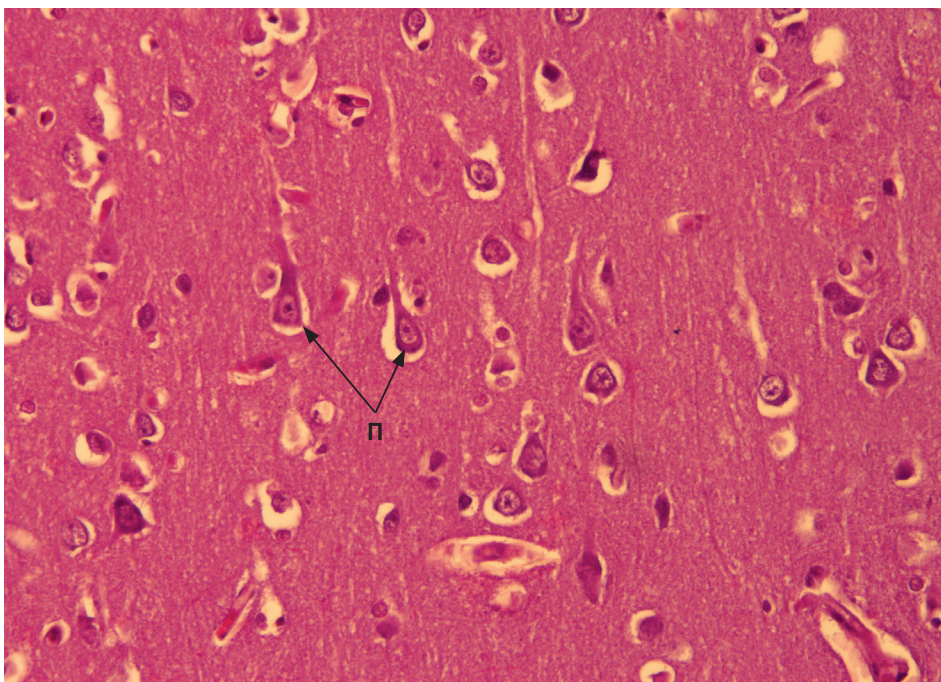


**Εικόνα 6.10**

Τα κινητικά πεδία. (έξω άποψη του αριστερού ημισφαιρίου).

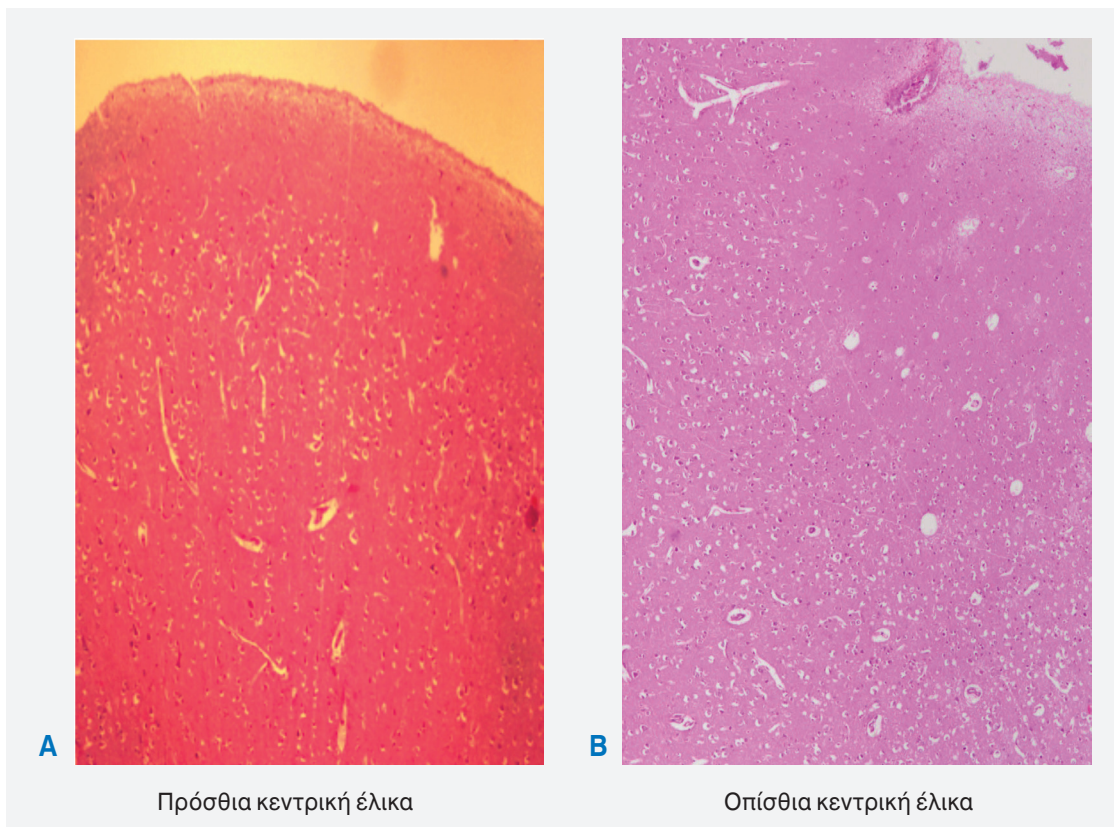
παχύτερες και διαθέτουν πυκνή διάταξη αστεροειδών κυττάρων (**Εικ 6.8, Εικ 6.9**).

- Αντιθέτως, οι στοιβάδες των πυραμοειδών κυττάρων απουσιάζουν.
- Τα κινητικά πεδία έχουν άκοκκο φλοιό
- Οι κοκκιώδεις στιβάδες δεν είναι αναπτυγμέ-



**Εικόνα 6.11**

Πυραμοειδή κύτταρα (Π) στον κινητικό φλοιό. Χρώση αιματοξυλίνης-ηωσίνης (x 200).



**Εικόνα 6.12**

Φλοιός των ημισφαιρίων του εγκεφάλου. Η πρόσθια κεντρική έλικα (κινητικός φλοιός) και η οπίσθια κεντρική έλικα (αισθητικός φλοιός). Χρώση αιματοξυλίνης-ηωσίνης (x 40).

νες, έτσι ώστε σχεδόν ελλείπουν οι στιβάδες 2 και 4.

- Τα πυραμοειδή κύτταρα είναι πολύ μεγάλα και σε πυκνή διάταξη (**Εικ. 6.10, Εικ. 6.11, Εικ. 6.12**).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Brodal P. *The Central Nervous System, Structure and Function*. Oxford University Press: New York, 1992
2. Brodman K. *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien Dargestellt auf GRUND des Zellenbaus*. Barth: Leipzig, 1901
3. Chow KL, Leiman AL. *The structural and functional organization of the neocortex*. *Neurosci Res. Prog Bull* 8: 153, 1970
4. Hubel TH, Wiesel TN. *Functional architecture of macaque monkey visual cortex*. *Proc R Soc Lond (Biol)* 198: 1, 1977
5. Kuypers HGJM. *Central Cortical projections to motor and somato-sensory cell groups*. *Brain* 83: 161-84, 1960
6. Nieuwenhuys R. *Chemoarchitecture of the brain*. Springer – Verlag, Berlin, 1985
7. Pandya DN, Yeterian EH. *Architecture and Connections of cortical association areas*. In: *Cerebral Cortex*, vol 4, (Peters A, Jones EG, eds.) Plenum: New York, 1985
8. Penfield W, Boldrey E. *Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation*. *Brain* 60: 389, 1937
9. Penfield W, Rasmussen T. *The cerebral cortex of man: a clinical study of localization of function*. New York: Macmillan, 1950
10. Shepherd GM. *Microcircuits in the nervous system* *Sci Am*. 238: 92-103, 1978
11. Sholl DA. *Organization of the Cerebral Cortex* London: Methuen, 1956
12. Snell RS. *Clinical Neuroanatomy for Medical Students, 3rd Edition*, Little, Brown, Boston, 1992
13. Von Economo C, Koskinas GN. *Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde*. Springer – Verlag, Berlin, 1925
14. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. *Gray's Anatomy (37th Brit ed.)* Philadelphia: Saunders, 1989