

A

Διαγνωστική

- 1. Από τη Βλάβη στο Σύμπτωμα**
Το Νευρικό Σύστημα
Δομικές μονάδες του νευρικού ιστού
Οι Βασικές Δομές του Νευρικού Συστήματος
Λειτουργικά Συστήματα
- 2. Από το Σύμπτωμα στη Βλάβη**
Λειτουργίες και διαταραχές
Σύνοψη Νευρολογικής εξέτασης
Παρακλινικές και ειδικές κλινικές εξετάσεις



Η πρώτη απεικόνιση της “καινοφανούς” θεωρίας του αντανακλαστικού.
Rene Descartes (1596-1650). De homine figuris et latinitate donatus.

Από τη Βλάβη στο Σύμπτωμα

*Δημήτρης Βασιλόπουλος[†]
Κώστας Πόταγας*

ΤΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Γενική οργάνωση του νευρικού συστήματος

Το νευρικό σύστημα συλλέγει και επεξεργάζεται τις πληροφορίες που προέρχονται από το εξωτερικό και το εσωτερικό περιβάλλον του ατόμου και είναι υπεύθυνο για την επιλογή και την εκτέλεση των συμπεριφορών του οργανισμού. Πρόκειται για ένα εξαιρετικά πολύπλοκο σύστημα λειτουργιών. Η σωστή πραγματοποίηση των λειτουργιών αυτών σε ολόκληρη τη ζωή του ατόμου στηρίζεται σε ένα εξίσου πολύπλοκο σύστημα δομών. Η γνώση της οργάνωσης και της δράσης των δομών αυτών, είναι αναγκαία για την κατανόηση της φυσιολογίας του νευρικού συστήματος αλλά και της παθογένειας των νοσημάτων του.

1. Το Νευρικό Σύστημα στο σύνολό του (ΝΣ) διαχωρίζεται σε δύο συνυφασμένα μέρη: το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) και το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ). Συμπτώματα και σημεία, διαφέρουν ανάλογα με την προσβολή των κεντρικών, «ανώτερων», ή των περιφερικών, «κατώτερων», δομών.
2. Αλλά και σε κάθε επίπεδο του ΝΣ, κεντρικές δομές εποπτεύουν και ελέγχουν τις πιο περιφερικές δομές σε μια «κεφαλοουραία ιεράρχηση» η οποία έτσι διατρέχει ολόκληρο το ΝΣ: «φλοιός - υποφλοιϊκοί σχηματισμοί - στέλεχος - νωτιαίος μυελός - περιφερικό νευρικό σύστημα - μύες». Εντός του ΚΝΣ, για παράδειγμα, τα εγκεφαλικά ημισφαίρια εποπτεύουν τα περιφερικότερα τμήματα του νευρικού άξονα, το στέλεχος και τον νωτιαίο μυελό.

1

Το νευρικό σύστημα

- Γενική οργάνωση του νευρικού συστήματος
- Λειτουργική νευροανατομία

Δομικές μονάδες του νευρικού ιστού

- Νευρικά κύτταρα ή νευρώνες
- Νευρογλοιακά κύτταρα

Οι βασικές δομές του νευρικού συστήματος

- Ενδοκράνιες δομές
- Εγκεφαλικά ημισφαίρια
- Γενική μορφή
- Ο φλοιός
- Υποφλοιϊκές δομές
- Το στέλεχος του εγκεφάλου
- Η παρεγκεφαλίδα
- Αγγείωση του εγκεφάλου
- Μήνιγγες, κοιλίες, και εγκεφαλονωτιαίο υγρό
- Εξωκράνιες δομές
- Νωτιαίος μυελός
- Περιφερικό νευρικό σύστημα

Λειτουργικά συστήματα

- Οι αισθήσεις
- Κινητικότητα
- Οφθαλμοκινητικότητα
- Ούρηση, αφόδευση, γενετήσια λειτουργία

3. Στην πραγματικότητα, το πρακτικό αυτό σχήμα της «κεφαλοουραίας ιεράρχησης» περιπλέκεται εάν γνωρίζουμε ότι υπάρχουν αμφίδρομες συνδέσεις ελέγχου ανάμεσα σε όλα τα επίπεδα αυτού του σχήματος.
4. Τα λειτουργικά συστήματα του ΝΣ είναι επίσης οργανωμένα κατά επίπεδα, όπου τα «ανώτερα» επίπεδα ελέγχουν τα «κατώτερα» για να εξασφαλίσουν τις προσληπτικές (ή κεντρομόλες) λειτουργίες - την αίσθηση του σώματος, την όραση, την ακοή, τη γεύση, την όσφρηση - και τις κινητικές (κεντρόφυγες) δραστηριότητες: Στην περίπτωση της κίνησης για παράδειγμα, ο φλοιός ελέγχει υποφλοιϊκές δομές που, με τη σειρά τους, ελέγχουν αντανακλαστικά κυκλώματα στο στέλεχος και τον νωτιαίο μυελό. Η εικόνα είναι, όπως είπαμε και παραπάνω, πληρέστερη, εάν θεωρήσουμε ότι τα επίπεδα αυτά βρίσκονται σε διαρκή αλληλεπίδραση μεταξύ τους, σαν κυκλώματα ή δίκτυα.
5. Κάθε λειτουργικό σύστημα περιλαμβάνει διαφορετικές δομές, κάθε μία από τις οποίες επεξεργάζεται τις πληροφορίες που αφορούν το σύστημα με διαφορετικό τρόπο.
6. Αντίστροφα, κάθε δομή συμμετέχει σε πολλά και διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Ο εγκεφαλικός φλοιός ή ο θάλαμος, για παράδειγμα, συμμετέχουν σε πλήθος λειτουργιών.
7. Οι δομές που απαρτίζουν ένα λειτουργικό σύστημα συνδέονται με νευρικές οδούς ή δεμάτια. Η «πυραμιδική οδός» π.χ. συνδέει τις κινητικές περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού με τους κινητικούς πυρήνες του στελέχους και του νωτιαίου μυελού.



CAMILLO GOLGI ΚΑΙ RAMON Y CAJAL: ΕΝΑ ΝΕΥΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ Ή ΕΝΑ ΔΙΚΤΥΟ ΝΕΥΡΩΝΩΝ;

Ο Ιταλός Camillo Golgi ανακάλυψε το 1873 τη χρώση αργύρου που ονόμασε *reazione nera* (μαύρη αντίδραση) που δείχνει καθαρά τα νευρικά κύτταρα με τους πολύπλοκα διακλαδούμενους νευρίτες τους. Ο Golgi ωστόσο περιέγραψε το νευρικό σύστημα ως ένα ενιαίο συνεχές δίκτυο, σύμφωνα με την κρατούσα τότε άποψη, καθώς με το οπτικό μικροσκόπιο τα νευρικά κύτταρα φαίνονται σαν ένα μπερδεμένο πλέγμα. Ο Ισπανός Santiago Ramón y Cajal, χρησιμοποιώντας τη χρώση του Golgi, υποστήριξε το 1888 ότι τα νευρικά κύτταρα δεν αποτελούν ένα συνεχές αλλά, αντίθετα, το νευρικό σύστημα αποτελείται από τεράστιο αριθμό νευρικών



Camillo Golgi



Ramon Y Cajal.

κυττάρων (τα οποία ο Heinrich von Waldeyer, το 1891, ονόμασε «νευρώνες». Ήταν ο ίδιος που είχε εφεύρει τον όρο «χρωμόσωμα»). Η διαμάχη μεταξύ Golgi και Cajal συνεχίστηκε παρότι οι δύο ερευνητές έλαβαν μαζί το 1906 το βραβείο Νόμπελ Φυσιολογίας και Ιατρικής. Το θέμα λύθηκε στη δεκαετία του 1950, χάρη στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο που έδειξε ότι τα νευρικά κύτταρα είναι μεμονωμένα κύτταρα που συνδέονται μεταξύ τους με συνάψεις, και επικράτησε οριστικά η «νευρωνική θεωρία». Μια εκτίμηση (1988) υπολογίζει τους νευρώνες του ανθρώπινου εγκεφάλου γύρω στα 100 δισεκατομμύρια (10^{11}) με 100 τρισεκατομμύρια συνάψεις (10^{14}). Μια συντηρητικότερη εκτίμηση (2009) μιλά για 86 δισεκατομμύρια νευρώνες.

Λειτουργική νευροανατομία

Η κλασική ανατομία περιγράφει τις δομές του νευρικού συστήματος και τις σχέσεις που έχουν μεταξύ τους. Μέσω ειδικών χρώσεων προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για τα είδη των νευρώνων, τις μεταξύ τους σχέσεις και την οργάνωσή τους. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν τις βάσεις της «λειτουργικής νευροανατομίας».

Η τελευταία πενήτηκονταετία πρόσθεσε δύο ακόμη δυνατότητες προσέγγισης του νευρικού συστήματος: Η ηλεκτρονική μικροσκοπία έδειξε τους τρόπους επικοινωνίας των νευρικών κυττάρων, τη δομή και λειτουργία των συνάψεων, ενώ η λειτουργική νευροαπεικόνιση προσφέρει δεδομένα για το πώς ενεργοποιείται ο εγκέφαλος και οι περιοχές του κατά την πραγματοποίηση των λειτουργιών του.

ΔΟΜΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ

Κορνηλία Πουλοπούλου

Το νευρικό σύστημα συγκροτείται από δύο, περίπου ισοπληθείς, θεμελιωδώς διαφορετικούς αλλά και δυναμικά αλληλεπιδρώντες, τύπους κυττάρων: τα νευρικά κύτταρα (νευρώνες) και τα κύτταρα της νευρογλοίας.

ΝΕΥΡΙΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ Ή ΝΕΥΡΩΝΕΣ

Μορφή και λειτουργία

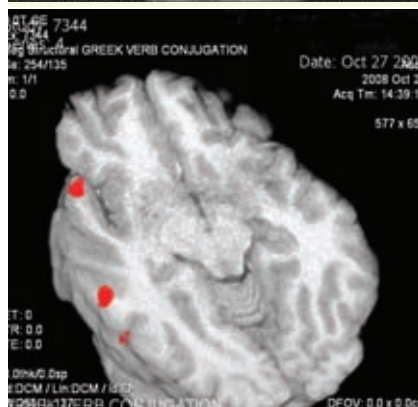
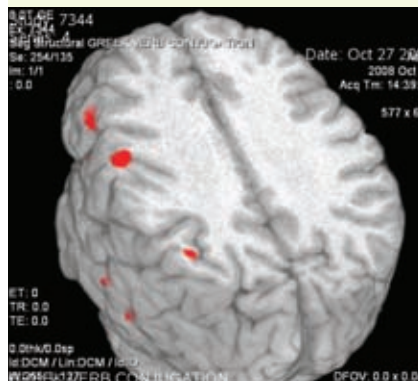
Το νευρικό κύτταρο αποτελεί τη στοιχειώδη μονάδα επεξεργασίας και μετάδοσης πληροφοριών του νευρικού συστήματος. Η ικανότητα αυτή των νευρώνων απορρέει και υποστηρίζεται από δύο παράγοντες, την κυτταρική αρχιτεκτονική τους (Εικόνα 1.1), και τη μοριακή σύσταση της κυτταρικής τους μεμβράνης.

Συγκεκριμένα, οι νευρώνες αποτελούνται από α) το κυτταρικό σώμα, β) τις πολυάριθμες βραχείες αποφυάδες, τους δενδρίτες, που υποδέχονται τα εξωκυττάρια ερεθίσματα και τα μεταφέρουν στο σώμα γ) τον νευράξονα, ο οποίος εκβάλλει από το σώμα και λειτουργία του είναι η απαγωγή και μεταφορά νευρικών ώσεων από το σώμα προς τις τελικές απολήξεις του και, από εκεί, μέσω ειδικών μεμβρανικών σχηματισμών, προς το κύτταρο στόχο. (Εικόνα 1.2).

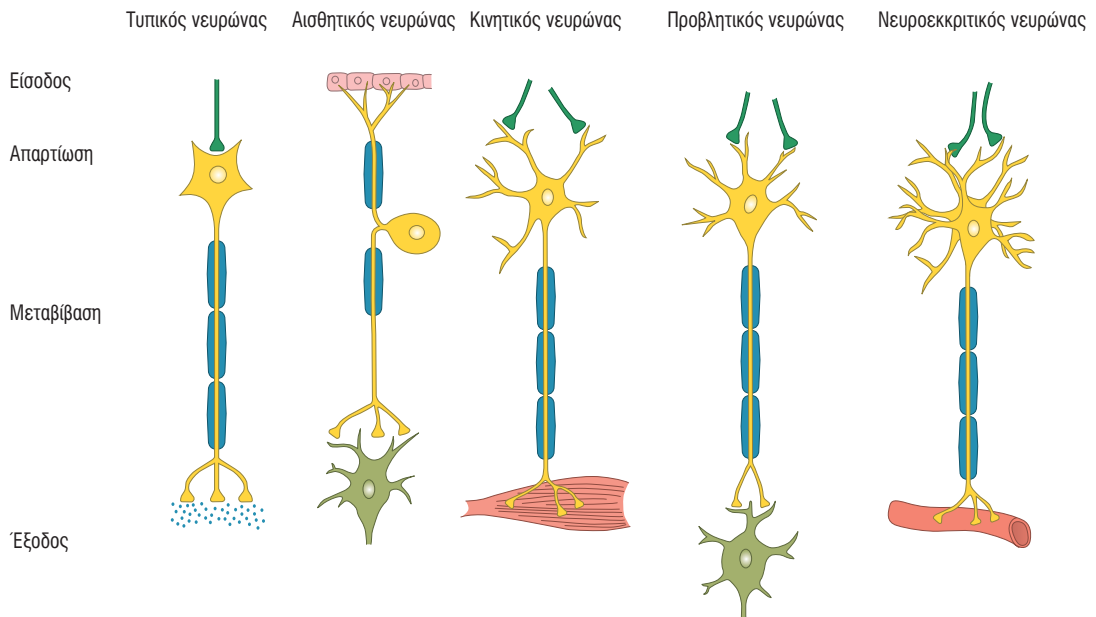
Κάθε μορφολογικός σχηματισμός του νευρώνα έχει επομένως διακριτούς λειτουργικούς ρόλους στη μεταγωγή και την επεξεργασία πληροφορίας. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό σε διαφορές στο είδος και τον αριθμό των ιοντικών διαύλων που εκφράζονται στις διάφορες περιοχές

Ενεργοποίηση περιοχών του λόγου κατά την ομιλία

Κατά την εκφορά λέξεων ενεργοποιείται ένα δίκτυο περιοχών γύρω από τη σχισμή του Sylvius στο επικρατούν για τον λόγο ημισφαίριο (αριστερό στους δεξιόχειρες). Κάθε περιοχή αυτού του δικτύου μπορεί να ενεργοποιείται και σε άλλες δραστηριότητες που έχουν σχέση με τον λόγο ή με άλλες δραστηριότητες. Καμία από τις περιοχές αυτές δεν έχει έναν μοναδικό ρόλο σε κάποια λεκτική δραστηριότητα, ενώ κάθε δραστηριότητα ενεργοποιεί ένα πολύ συγκεκριμένο δίκτυο.



Παράδειγμα ενεργοποίησης περιοχών του λόγου (με δοκιμασία κλίσης ρήματος)

**ΕΙΚΟΝΑ 1.1**

Διάφορα είδη νευρικών κυττάρων (Τα νευρικά κύτταρα, ανεξαρτήτως τύπου και λειτουργίας, έχουν τέσσερα κοινά στοιχεία στην επεξεργασία των πληροφοριών: στοιχείο εισόδου της πληροφορίας, στοιχείο απαρτίωσης, στοιχείο μεταδόσεως και στοιχείο εξόδου της πληροφορίας).

της κυτταρικής μεμβράνης, καθορίζοντας έτσι τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της διεγερσιμότητας της (Εικόνα 1.3). Η σημασία των ιοντικών διαύλων για την εύρυθμη λειτουργία του νευρικού συστήματος -και όχι μόνο-, αποδεικνύεται από την ύπαρξη πολλών νευρολογικών παθήσεων που οφείλονται σε διαταραχές της λειτουργίας τους (διαυλοπάθειες).

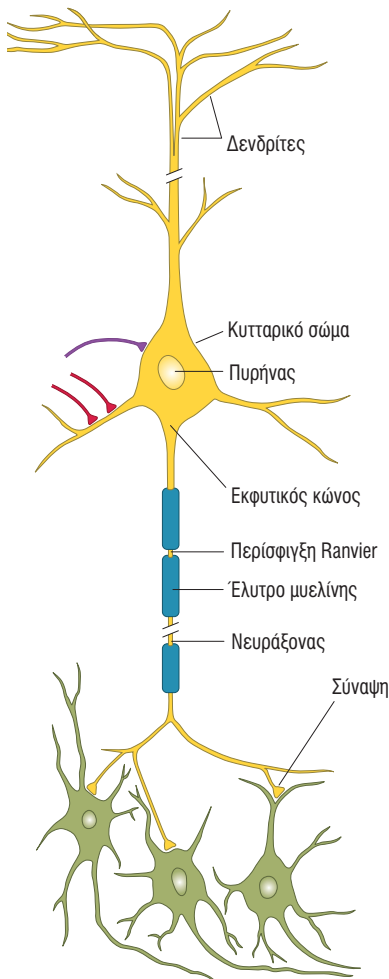
Συνάψεις: Επικοινωνία μεταξύ των νευρικών κυττάρων

Η δημιουργία δικτύων επικοινωνίας ανάμεσα σε νευρικά κύτταρα αποτελεί ικανή και αναγκαία συνθήκη για τη δυνατότητα επεξεργασίας, αποθήκευσης, και ανάκλησης οποιασδήποτε πληροφορίας. Τα δίκτυα νευρώνων που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της ζωής στον εγκέφαλο είναι αναρίθμητα, αλληλοεπικαλυπτόμενα και εμφανίζουν μεγάλη πλαστικότητα.

Η επικοινωνία μεταξύ των νευρικών κυττάρων γίνεται μέσω εξειδικευμένων μεμβρανικών δομών τις ονομαζόμενες συνάψεις. Οι συνάψεις διακρίνονται σε ηλεκτρικές και χημικές ανάλογα με τον μηχανισμό μεταβίβασης του ερεθίσματος.

Σε όλες τις συνάψεις το νευρικό κύτταρο που μεταφέρει την πληροφορία καλείται προσυναπτικός νευρώνας και το κύτταρο που την προσλαμβάνει μετασυναπτικός.

Στις ηλεκτρικές συνάψεις η κυτταρική μεμβράνη του προσυναπτικού και του μετασυναπτικού κυττάρου στην περιοχή της σύναψης βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους (3.4 nm), ενώ τα κυτταροπλασματά τους επι-

**ΕΙΚΟΝΑ 1.2**

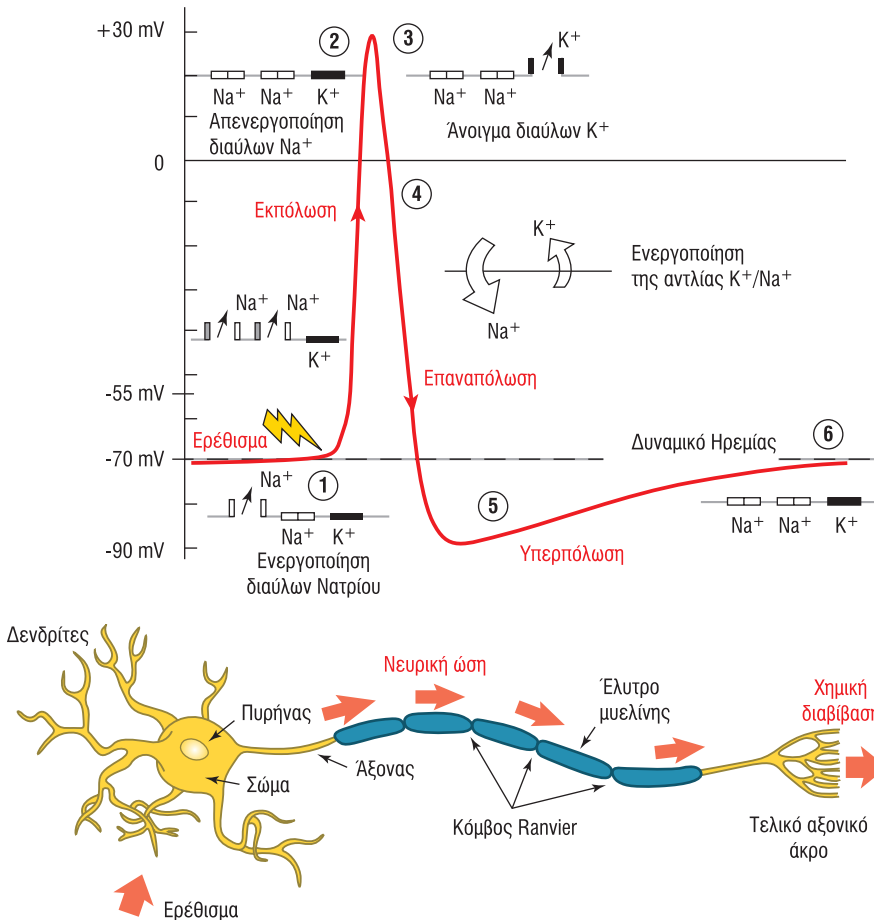
Αδρή δομή ενός νευρικού κυττάρου.

κοινωνούν άμεσα, μέσω εξειδικευμένων διακυτταρικών πρωτεϊνικών αυλών, των χασμοσυνδέσμων. Η διάμετρος του πόρου των χασμοσυνδέσμων είναι της τάξεως του 1.2 - 2 nm επιτρέποντας έτσι τη πολύ γρήγορη (0.1 msec) μεταφορά ιόντων, μεταβολιτών και δευτέρων μνηυτών μικροτερων του 1 kDa (Ca^{2+} , IP3, cAMP και ATP) απο το ένα κύτταρο στο άλλο. Οι ηλεκτρικές συνάψεις εν αντιθεση με τις χημικές είναι κυρίως αμφίδρομες, δεν εμφανίζουν πλαστικότητα και το μεταβιβαζόμενο σήμα (ερέθισμα) δεν υπόκειται σε καμία τροποποίηση παρά μόνο μείωση της έντασης του. Κύρια λειτουργία των συνάψεων αυτών είναι ο συγχρονισμός της ηλεκτρικής δραστηριότητας μεταξύ ολόκληρων ομάδων νευρωνικών κυτταρικών.

Η χημική σύναψη σχηματίζεται από εξειδικευμένες τελικές απολήξεις του προσυναπτικού νευράξονα που καταλήγουν συνήθως στους δενδρίτες (δενδριτικές ακάνθους) και σπανιότερα στο κυτταρικό σώμα ή τον νευράξονα του μετασυναπτικού κυττάρου. Η περιοχή μεταξύ των δύο κυττάρων, η οποία περιέχει συμπλέγματα διαμεμβρανικών πρωτεϊνών, ονομάζεται συναπτικό χάσμα (20-30 nm). Η μετάδοση της πληροφορίας από κύτταρο σε κύτταρο γίνεται με τη μορφή χημικού σήματος (νευρομεταβιβαστής), που απελευθερώνεται στο συναπτικό χάσμα και προκαλεί τοπικές αλλαγές στο ηλεκτρικό δυναμικό της μετασυναπτικής κυτταρικής μεμβράνης ή αλλιώς προκαλεί την δημιουργία *συναπτικών δυναμικών*.

ΕΙΚΟΝΑ 1.3

Ένα διεγερτικό ερέθισμα υπερ-ουδικής έντασης φτάνει στην περιοχή του αξονικού λοφιδίου, του νευρώνα και προκαλεί μεγάλη, στιγμιαία, εκπόλωση του μεμβρανικού δυναμικού (απο περίπου -70 mV στα περίπου + 25 mV) μέσω της ενεργοποίησης (ανοίγματος) τασο-ελεγχόμενων διαύλων Na^+ (1) και της συνακόλουθης ροής θετικών ιόντων στον ενδοκυττάριο χώρο. Οι ενεργοποιημένοι-ανοιχτοί διάλογοι Na^+ πολύ γρήγορα (1 msec) μεταπίπτουν στην αδραντοποιημένη μή άγουσα κατάσταση (2) και έτσι σταματά η εισροή ιόντων Na^+ στον ενδοκυττάριο χώρο ενώ ήδη έχουν ενεργοποιηθεί (ανοίξει) τασο-ελεγχόμενοι διάλογοι καλίου (K^+) οι οποίοι άγουν ιόντα καλίου απο τον ενδο- στον έξω-κυττάριο χώρο (3). Κατα τη διαδικασία αυτή, στον ενδοκυττάριο χώρο έχει σωρευτεί περίσσια ιόντων Na^+ ενώ τα ιόντα K^+ είναι μειωμένα. Η αύξηση των ιόντων Na^+ στον ενδοκυττάριο χώρο επάγει την ενεργοποίηση της αντλίας K^+/Na^+ η οποία θα οδηγήσει την περίσσεια των ιόντων Na^+ έξω, και τα ιόντα K^+ μέσα στο κυτταρόπλασμα (4). Η λειτουργία της αντλίας K^+/Na^+ μαζί με τους ενεργοποιημένους διάλογοι K^+ όχι απλά επαναπολώνουν την μεμβράνη (4) αλλά την υπερπολώνουν (5). Το υπερπολωτικό δυναμικό θα απενεργοποιήσει (κλείσει) τους διάλογοι καλίου με αποτέλεσμα την επαναφορά του δυναμικού ηρεμίας (6).



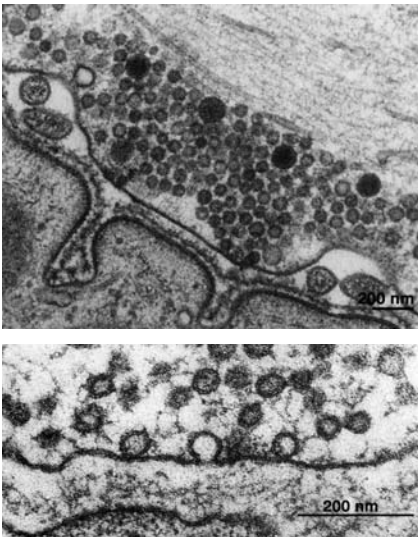
Ανάμεσα στους πιο γνωστούς νευρομεταβιβαστές συγκαταλέγονται η ακετυλοχολίνη, η ντοπαμίνη, η νοραδρεναλίνη, η σεροτονίνη, το γ-αμινοβουτυρικό οξύ (GABA), η γλυκίνη, το γλουταμικό οξύ και το ασπαρτικό οξύ. Κάθε μία από τις ουσίες αυτές συντίθεται σε συγκεκριμένα νευρικά κύτταρα και αποθηκεύεται στα συναπτικά κυστίδια που βρίσκονται στις προσυναπτικές απολήξεις αυτών των κυττάρων.

Στους προσυναπτικούς νευράξονες, οι πληροφορίες κωδικοποιούνται με βάση τη συχνότητα παραγωγής δυναμικών ενεργείας. Τα δυναμικά ενεργείας είναι ταχείες, παροδικές εκφορτίσεις της κυτταρικής μεμβράνης, ύψους 40-100mV και διάρκειας περίπου 1msec, που ακολουθούν τον νόμο «όλον ή ουδέν» (Εικόνα 1.3). Εκλύονται από μία εξειδικευμένη περιοχή πυροδότησης που βρίσκεται στο αρχικό τμήμα του νευράξονα, το **αξονικό λοφίδιο**, και χρησιμεύει ως κέντρο απαρτίωσης των πολλαπλών συναπτικών δυναμικών που συγκλίνουν εκάστοτε στο κυτταρικό σώμα. Δηλαδή, η περιοχή αυτή μετατρέπει την πληροφορία απο αναλογική (συναπτικά δυναμικά) σε ψηφιακή (δυναμικό δράσης).

Στην προσυναπτική απόληξη, το δυναμικό δράσης ενεργοποιεί διαύλους ασβεστίου, με αποτέλεσμα την άνοδο της ενδοκυττάριας συγκέντρωσής του, η οποία θα επάγει την έκκριση της νευρομεταβιβαστικής ουσίας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σύντηξη των συναπτικών κυστιδίων με τη μεμβράνη, ένα ασβέστιο-εξαρτούμενο φαινόμενο, γνωστό ως εξωκυττάρωση (Εικόνα 1.4). Με άλλα λόγια, στην προσυναπτική απόληξη, η κωδικοποίηση της πληροφορίας μεταφράζεται από συχνότητα παραγωγής δυναμικών ενεργείας προς ποσότητα νευροδιαβιβαστή που απελευθερώνεται στο συναπτικό χάσμα.

Ο νευρομεταβιβαστής συνδέεται σε υποδοχείς της μετασυναπτικής μεμβράνης και, μέσω διαφόρων οδών, τροποποιεί τη λειτουργία ιοντικών διαύλων, επηρεάζοντας τελικά τη διεγερσιμότητά της. Δηλαδή, στον μετασυναπτικό νευρώνα το χημικό σήμα μετατρέπεται σε συναπτικό δυναμικό. Το εάν ο νευρομεταβιβαστής θα ασκήσει ανασταλτική ή ευοδωτική δράση εξαρτάται από τον τύπο του υποδοχέα που διαθέτει η μετασυναπτική μεμβράνη.

Οι μεταβολές του δυναμικού της μετασυναπτικής μεμβράνης που προκαλούνται από την απελευθέρωση του νευρομεταβιβαστή, είναι βαθμιδωτές, δεν ακολουθούν δηλαδή τον νόμο «όλον ή ουδέν» των δυναμικών ενεργείας, και ταξιδεύουν προς το σώμα του μετασυναπτικού νευρώνα, όπου απαρτίζονται σε μια συγκεκριμένη τελική τιμή δυναμικού.



ΕΙΚΟΝΑ 1.4

Προσυναπτική απόληξη σε διαδικασία εξωκυττάρωσης (υπερμικροσκοπική δομή).

Τρόποι ταξινόμησης των νευρικών κυττάρων

Τα νευρικά κύτταρα μπορούν να ταξινομηθούν με βάση μορφολογικά, λειτουργικά, μοριακά ή ηλεκτροφυσιολογικά χαρακτηριστικά.

Χαρακτηριστική είναι η ταξινόμηση των νευρώνων με βάση τον νευρομεταβιβαστή που παράγουν: χολινεργικοί (ακετυλοχολίνη), νοραδρενεργικοί (νοραδρεναλίνη), γλουταμεργικοί (γλουταμικό οξύ) κ.ο.κ.

Μία ιδιαίτερα σημαντική και ευρέως αποδεκτή ταξινόμηση των νευρώνων του κεντρικού νευρικού συστήματος είναι ο διαχωρισμός σε **προβλητικούς και διάμειςους νευρώνες**.

Προβλητικοί νευρώνες είναι εκείνοι των οποίων οι νευράξονες πορεύονται και δημιουργούν συνάψεις εκτός της εγκεφαλικής δομής που περιέχει το κυτταρικό τους σώμα (π.χ πυραμιδικοί νευρώνες του φλοιού). Στους προβλητικούς νευρώνες περιλαμβάνονται και νευρικά κύτταρα στο εγκεφαλικό στέλεχος που λειτουργούν και ως νευροτροποποιητές, δηλαδή αλλάζουν τη διεγερσιμότητα των κυττάρων με τα οποία συνάπτονται με χαρακτηριστικό παράδειγμα τον συντονιστικό τους ρόλο στην εκπόνηση στερεότυπων, ρυθμικών, σύνθετων κινητικών σχεδίων από τα κινητικά κύτταρα των προσθίων κεράτων.

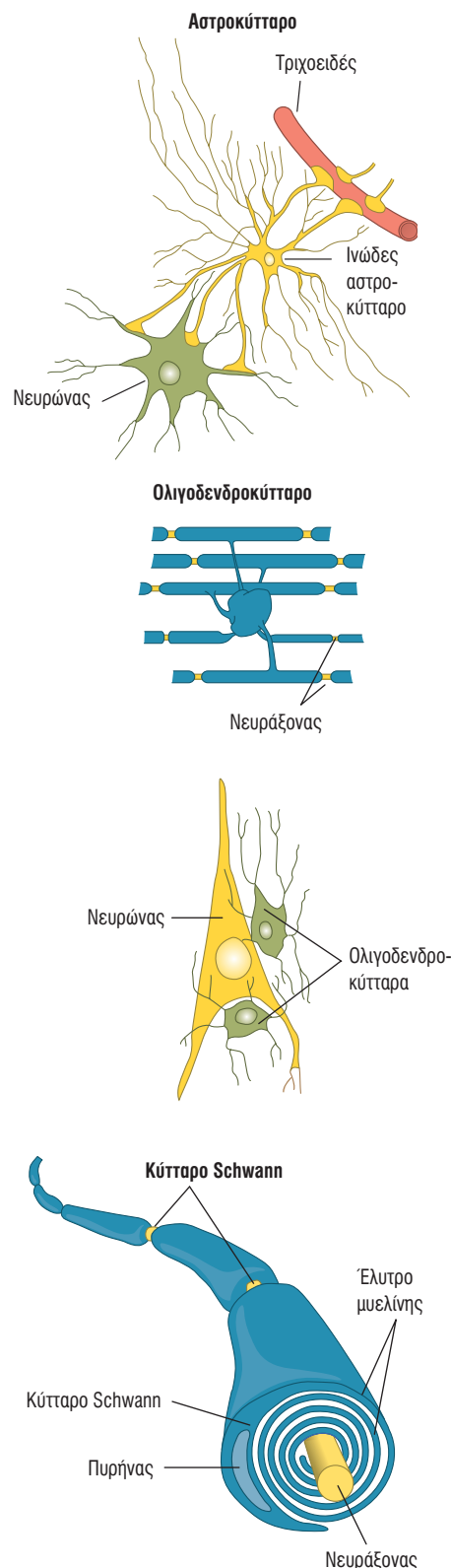
Διάμεσοι νευρώνες είναι εκείνοι των οποίων οι νευράξονες πορεύονται και δημιουργούν συνάψεις μέσα στην ίδια εγκεφαλική δομή που περιέχει το κυτταρικό τους σώμα. Οι δενδρίτες αυτών των νευρώνων μπορεί να δέχονται συνάψεις από οποιαδήποτε περιοχή. Οι διάμεσοι νευρώνες χρησιμοποιούν, στην πλειονότητά τους, ανασταλτικούς νευροδιαβιβαστές (γ-αμινοβουτυρικό οξύ, γλυκίνη), προκαλώντας υπερπόλωση του νευρώνα-στόχου. Ο κύριος λειτουργικός ρόλος των διάμεσων νευρώνων είναι η εποπτεία της ηλεκτρικής δραστηριότητας μιας εγκεφαλικής περιοχής, μέσω συντονισμού των ρυθμικών και σποραδικών εκφορτίσεων ενός συνόλου νευρώνων.

ΝΕΥΡΟΓΛΟΙΑΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

Τα νευρογλοιακά κύτταρα αποτελούν τη δεύτερη μεγάλη υποομάδα κυττάρων του νευρικού ιστού. Χαρακτηριστικό τους είναι ότι, αντίθετα με τους νευρώνες, δεν διαθέτουν ικανότητα παραγωγής δυναμικών ενεργείας, μεταβίβασης σημάτων και, κατά κανόνα, σχηματισμού χημικών συνάψεων. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι δεν επικοινωνούν μεταξύ τους και δεν μπορούν να μεταφέρουν κάποιο τύπου πληροφορία σε κοντινές αποστάσεις. Πράγματι, τα κύτταρα της νευρογλοίας επικοινωνούν μεταξύ τους ή με νευρικά κύτταρα, μέσω εξειδικευμένων δομών διακυτταρικής επικοινωνίας, τους «χασμοτοσυνδέσμους». Τα νευρογλοιακά κύτταρα ταξινομούνται περαιτέρω σε δύο μείζονες ομάδες: τη μακρογλοία και τη μικρογλοία. Στη μακρογλοία ανήκουν τα αστροκύτταρα, τα ολιγοδενδροκύτταρα και τα επενδυματικά κύτταρα.

- Τα αστροκύτταρα είναι τα πολυπληθέστερα νευρογλοιακά κύτταρα στον εγκέφαλο. Περικλείουν όλες τις χημικές συνάψεις μεταξύ δύο νευρώνων, έτσι που πλέον μιλάμε για «τριμερή σύναψη». Οι ποδοειδείς προεκβολές τους συμβάλλουν στον σχηματισμό του αιματοεγκεφαλικού φραγμού.
- Τα ολιγοδενδροκύτταρα μετέχουν στον σχηματισμό της μυελίνης του κεντρικού νευρικού συστήματος, η οποία περιβάλλει τον νευράξονα μονώνοντάς τον ηλεκτρικά και αυξάνοντας έτσι την ταχύτητα αγωγής των νευρικών ώσεων (Εικόνα 1.5).

Τα μικρογλοιακά κύτταρα έχουν φαγοκυτταρικές ιδιότητες σε περιπτώσεις βλάβης του νευρικού συστήματος. Τα κύτταρα αυτά έχουν αιμοποιητική προέλευση αντί της νευροεκτοδερμικής των άλλων κυττάρων του νευρικού ιστού.



ΕΙΚΟΝΑ 1.5

Οι κύριοι τύποι κυττάρων της νευρογλοίας (αστροκύτταρα και ολιγοδενδροκύτταρα στο κεντρικό νευρικό σύστημα και κύτταρα του Schwann στο περιφερικό νευρικό σύστημα).



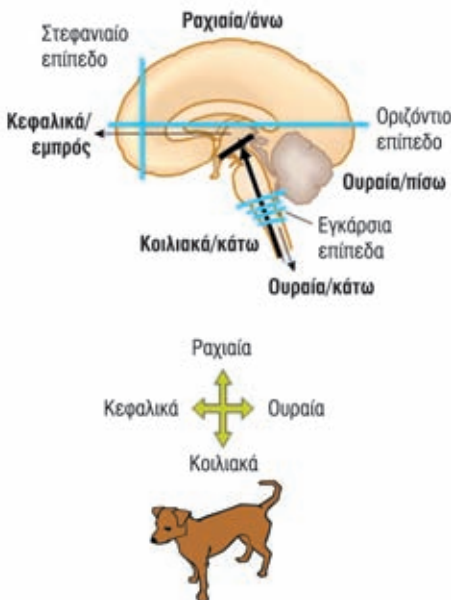
ΑΙΜΑΤΟΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟΣ ΦΡΑΓΜΟΣ

Για να εξασφαλιστεί η σταθερότητα της λειτουργίας των νευρώνων, το νευρικό σύστημα διαχωρίζεται από το αίμα με ένα σύστημα φραγμών. Ο φραγμός «αίματος- εγκεφαλονωτιαίου υγρού» έχει ως ανατομικό υπόβαθρο το επένδυμα των χοριοειδών πλεγμάτων. Ο φραγμός «αίματος-εξωκυτταρίου υγρού» βασίζεται στο ενδοθήλιο των τριχοειδών του εγκεφάλου και τα αστροκύτταρα.

Ο αιματοεγκεφαλικός φραγμός έχει σημαντικές λειτουργίες όπως:

- Ρύθμιση των ουσιών που εισέρχονται στο νευρικό σύστημα. Για παράδειγμα, οι νευρώνες έχουν ως πηγή ενέργειας τη γλυκόζη και ο αιματοεγκεφαλικός φραγμός εξασφαλίζει σταθερό περιβάλλον για τους νευρώνες, ανεξάρτητο από τις διακυμάνσεις της γλυκόζης στο αίμα.
 - Έλεγχος της μεταφοράς ιόντων μεταξύ νευρικών κυττάρων και αίματος.
 - Προστασία του νευρικού κυττάρου από τοξικές ουσίες ή περιφερικούς νευρομεταβιβαστές που έχουν εισέλθει στην κυκλοφορία.
- Ο αιματοεγκεφαλικός φραγμός μπορεί να διαταραχθεί σε καταστάσεις όπως:
- Αιφνίδια αύξηση της αρτηριακής πίεσης, που υπερβαίνει τις αυτορρυθμιστικές δυνατότητες των αρτηριολιών. Η ρήξη του φραγμού προκαλεί εξοδό πλάσματος, εγκεφαλικό οίδημα, έντονη κεφαλαλγία, έμετο και ενδεχομένως επιληπτικές κρίσεις (υπερτασική εγκεφαλοπάθεια).
 - Υπερκαπνία από κακή αναπνευστική λειτουργία, που υπερβαίνει τους αυτορρυθμιστικούς μηχανισμούς. Συνήθως εκφράζεται με σύγχυση, υπνηλία και βυθιότητα.
 - Φλεγμονώδεις εξεργασίες του εγκεφάλου ή των μηνίγγων.
 - Νεοπλασματικές εξεργασίες του εγκεφάλου.

ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΤΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



ΕΙΚΟΝΑ 1.6

Άξονες και επίπεδα ανατομικού προσανατολισμού στο ΚΝΣ. Οι διευθύνσεις «ραχιαία-κοιλιακά», όπως και «κεφαλικά-ουραία» αλλάζουν στο ΚΝΣ λόγω της όρθιας στάσης και της κάμψης που έχει υποστεί ο μυελικός σωλήνας κατά την ανάπτυξη του ατόμου.

Οι δομές και οι τοπογραφικές σχέσεις τους

Η περιγραφή των σχέσεων μεταξύ των ανατομικών δομών γίνεται με βάση σταθερούς άξονες που αναφέρονται στο ίδιο το σώμα: τον **κεφαλικό-ουραίο** και τον **ραχιαίο-κοιλιακό άξονα** (Εικόνα 1.6). Αυτό γίνεται διότι τα συνηθισμένα σημεία γεωγραφικού προσανατολισμού (επάνω-κάτω ή εμπρός-πίσω) δεν αντιστοιχούν με τη θέση του οργάνου σε κάθε επίπεδο του σώματος και του νευρικού συστήματος, ανάλογα και με τη στάση βάδισης του κάθε ζώου και τις μεταβολές της στάσης του σώματος (όρθια ή ξαπλωτή). Για παράδειγμα, στα τετράποδα θηλαστικά τα εγκεφαλικά ημισφαίρια βρίσκονται εμπρός από το εγκεφαλικό στέλεχος και τον νωτιαίο μυελό ενώ στον άνθρωπο, όταν είναι όρθιος, βρίσκονται εμπρός και επάνω από το στέλεχος και τον νωτιαίο μυελό.

Έτσι, κατά την κεφαλοουραία κατεύθυνση, το ΚΝΣ απαρτίζεται από επτά ευδιάκριτους σχηματισμούς:

- Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια,
- Τον διεγκεφαλο (θάλαμος - υποθάλαμος - επιθάλαμος),
- Τον μεσεγκέφαλο (εγκεφαλικά σκέλη και τετράδυμο),
- Την παρεγκεφαλίδα,
- Τη γέφυρα,
- Τον προμήκη μυελό και
- Τον νωτιαίο μυελό.

Μεσεγκέφαλος, γέφυρα και προμήκης μυελός συνιστούν το εγκεφαλικό στέλεχος, στη ραχιαία όψη του οποίου βρίσκεται προσαρτημένη η παρεγκεφαλίδα. Όλες οι δομές του ΚΝΣ βρίσκονται μέσα στο κρανίο, πλην του νωτιαίου μυελού που περιβάλλεται από τον σπονδυλικό σωλήνα (Εικόνα 1.7).

Το ΠΝΣ περιλαμβάνει τα **κρανιακά νεύρα** ή **εγκεφαλικές συζυγίες**, που συνδέονται με το στέλεχος, και τα **νωτιαία νεύρα**, που συνδέονται με τον νωτιαίο μυελό. Το ΠΝΣ διακρίνεται σε σωματικό και σε αυτόνομο (ή φυτικό) νευρικό σύστημα.

ΕΝΔΟΚΡΑΝΙΕΣ ΔΟΜΕΣ

ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΑ ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΑ

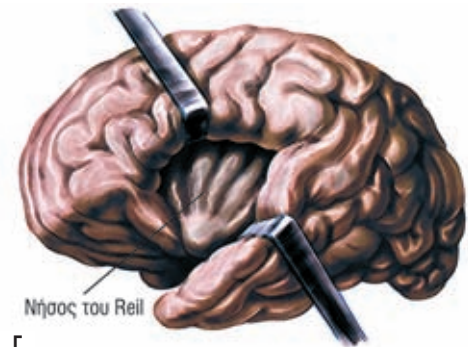
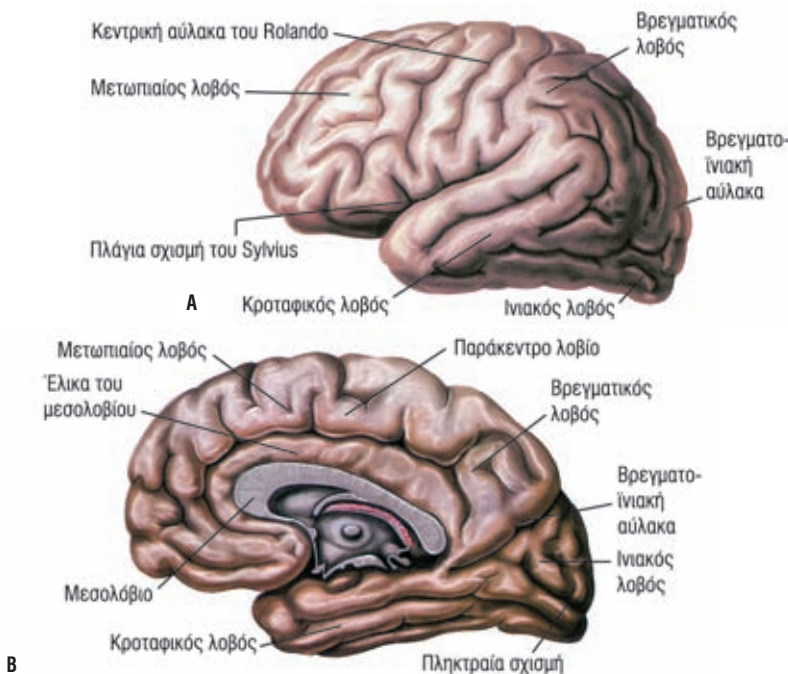
Γενική μορφή

Τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια συνιστούν τον τελικό εγκέφαλο. Συνδέονται μεταξύ τους με δεμάτια λευκών ινών, το μεσολόβιο, την ψαλίδα, τον πρόσθιο και τον οπίσθιο σύνδεσμο. Το κάθε ημισφαίριο διαιρείται σε τέσσερις λοβούς, τον μετωπιαίο, τον βρεγματικό, τον κροταφικό και τον ινιακό, καθώς και τη νήσο του Reil που κρύβεται κάτω από πτυχές του μετωπιαίου και του κροταφικού λοβού (Εικόνα 1.8).

Στην επιφάνεια των ημισφαιρίων διακρίνονται **έλικες** οι οποίες χωρίζονται από **αύλακες** και **σχισμές**. Έλικες και αύλακες είναι σταθερές σε όλα τα άτομα του είδους και η περιγραφή τους έχει συστηματοποιηθεί με συγκεκριμένο τρόπο (Εικόνα 1.8). Διακρίνουμε έτσι στην εξωτερική επιφάνεια του κάθε ημισφαιρίου μία μεγάλη, βαθιά **πλάγια σχισμή** ή **σχισμή του Sylvius**, ανάμεσα στον μετωπιαίο και τον βρεγματικό λοβό, ραχιαία, και τον κροταφικό λοβό, κοιλιακά. Στο εσωτερικό της σχισμής αυτής κρύ-



ΕΙΚΟΝΑ 1.7
Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ).



ΕΙΚΟΝΑ 1.8
Το εγκεφαλικό ημισφαίριο: Α. έξω, Β. έσω επιφάνεια και Γ. νήσος του Reil.