

Νευρικό σύστημα

Γενικά

Η ιδέα για τη συγγραφή αυτού του βιβλίου «γεννήθηκε», όπως όλες οι ιδέες, στο φλοιό του εγκεφάλου· πιο συγκεκριμένα στο *νεόφλοιο* (ή *ισόφλοιο*), στη μία από τις δύο κύριες μοίρες του φλοιού του εγκεφάλου· η άλλη μοίρα είναι ο *αλλόφλοιος*.

Για την υλοποίηση της απόφασης, η οποία μετά από σκέψη κρίθηκε σκόπιμη, έπρεπε να ανακληθούν στη μνήμη, σε περιοχές πάλι του φλοιού του εγκεφάλου, αποθηκευμένες πληροφορίες σχετικές με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσιολογίας, οι οποίες επεξεργασμένες είχαν γίνει πλέον γνώση, γνώση δημιουργική. Η γνώση αυτή θα έπρεπε να συνδυαστεί με διάφορες νέες βιβλιογραφικές πηγές, που θα έπρεπε να αναζητηθούν και από τις οποίες θα μπορούσαν να αντληθούν νέες πληροφορίες. Όλο αυτό το υλικό, μετά από έλεγχο, επιλογή και επεξεργασία, θα έπρεπε να πάρει μια τελική μορφή: να σχεδιαστεί ο τρόπος δόμησης και παρουσίασής του σε κείμενο με τις πιο εύστοχες λέξεις και με την κατάλληλη παράθεση των λέξεων σε προτάσεις σαφείς και εύληπτες, να γίνουν οι αναγκαίοι σχολιασμοί,

ανακατατάξεις στο κείμενο, τελικές διορθώσεις, κλπ. Και όλες αυτές οι διεργασίες αφορούν, φυσικά, τον εγκέφαλο, το φλοιό του εγκεφάλου (το νεόφλοιο).

Εκτός από τη μνήμη, που αποτελεί λειτουργία και κατώτερων οργανισμών, όλες οι άλλες λειτουργίες του εγκεφάλου, που αναφέρθηκαν, δηλαδή η λογική, η κρίση, ο λόγος –προφορικός ή γραπτός, χαρακτηρίζουν το ανθρώπινο είδος.

Επιπλέον, πολλές βασικές φυσιολογικές λειτουργίες, όπως είναι οι ειδικές αισθήσεις (όραση, ακοή, γεύση, όσφρηση, αφή), η αντίληψη του πόνου, ο ύπνος, κ.ά. αποτελούν, επίσης, εγκεφαλικές λειτουργίες και, βέβαια, όχι μόνο του ανθρώπου.

Οι λειτουργίες, φυσικά, του εγκεφάλου δεν περιορίζονται μόνο σ' αυτές, που αναφέρθηκαν και για ορισμένες από τις οποίες θα γίνει λόγος στη συνέχεια, αλλά συμπεριλαμβάνουν και άλλες, όπως είναι ο έλεγχος των κινήσεων του σώματος, κλπ, γιατί τα *ημισφαίρια του εγκεφάλου*, το *στέλεχος του εγκεφάλου* και η *παρεγκεφαλίδα*, που αποτελούν τον εγκέφαλο, έχουν πολλές, ποικίλες και διάκριτες λειτουργίες.

Στέλεχος του εγκεφάλου

Το στέλεχος του εγκεφάλου είναι συνέχεια του νωτιαίου μυελού και αποτελείται, βασικά, από τον *προμήκη μυελό* (σε άμεση συνέχεια με το νωτιαίο μυελό), τη *γέφυρα*, το *τετραδύμο πέταλο* και τα *εγκεφαλικά σκέλη*, το *θάλαμο* (θάλαμοι) και τον *υποθάλαμο*. Από το στέλεχος του εγκεφάλου ξεκινούν και 12 συζυγίες νεύρων (τα εγκεφαλικά νεύρα):

Τα οσφρητικά, το οπτικό και το ακουστικό, που είναι *αισθητικά* νεύρα.

Το κοινό κινητικό, το τροχιλιακό, το απαγωγό, το παραπληρωματικό και το υπογλώσσιο, που είναι *κινητικά* νεύρα.

Το τρίδυμο, το προσωπικό, το γλωσσοφαρυγγικό και το πνευμονογαστρικό, που είναι *μεικτά* νεύρα (αισθητικά και κινητικά).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο προμήκης μυελός και ο υποθάλαμος. Στον *προμήκη μυελό* εντοπίζονται πολλά αντανακλαστικά κέντρα, τα οποία ελέγχουν ζωτικές λειτουργίες του οργανισμού: Κέντρα που ελέγχουν την αναπνοή (εισπνευστικό κέντρο, εκπνευστικό κέντρο), κέντρα που επηρεάζουν τη λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος (καρδιαγγειακά κέντρα), κέντρα για την κατάποση, το θηλασμό, το βήχα, τον έμετο, τον παρμό, την έκκριση του γαστρικού και του παγκρεατικού υγρού, κλπ. Ο *υποθάλαμος* επηρεάζει τη λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος, παίζει βασικό ρόλο στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος (θερμορρυθμιστικό «κέντρο») και στην ισορροπία H_2O στον οργανισμό, επηρεάζει την πρόσληψη τροφής (την επιθυμία)· κέντρο «πείνας» και κέντρο «χορτασμού» (κορεσμού), κλπ. Επιπλέον, ο υποθάλαμος παίζει βασικό ρόλο στην όλη λειτουργία του ενδοκρινικού συστήματος, όπως θα αναφερθεί κατά τη μελέτη του συστήματος αυτού.

Παρεγκεφαλίδα

Η παρεγκεφαλίδα παίζει, κυρίως, ρυθμιστικό ρόλο στη διατήρηση του μυϊκού τόνου (για τον οποίο θα γίνει λόγος στο μυϊκό σύστημα), και στις κινήσεις του σώματος, που ελέγχονται από τη βούληση.

Ημισφαίρια του εγκεφάλου

Αποτελούνται από τη φαιά ουσία, που βρίσκεται περιφερικά (φλοιός), και από τη λευκή ουσία. Στο φλοιό του εγκεφάλου τελούνται οι υψηλότερες και πολυπλοκότερες λειτουργίες του νευρικού συστήματος. Δισεκατομμύρια νευρικά κύτταρα συνθέτουν το φλοιό του εγκεφάλου (στον άνθρωπο περίπου 10 δισεκατομμύρια). Το 90% περίπου των νευρικών αυτών κυττάρων είναι διατεταγμένα σε έξι στιβάδες και αποτελούν το *νεόφλοιο* ή *ισόφλοιο*. Η δεύτερη μεγάλη υποδιαίρεση του φλοιού του εγκεφάλου είναι ο *αλλόφλοιος*.

Στο *νεόφλοιο* ή *ισόφλοιο* τελούνται οι κατεξοχήν πολύπλοκες λειτουργίες του νευρικού συστήματος. Στον άνθρωπο είναι η περιοχή της σκέψης, των ιδεών, της λογικής, του λόγου, κλπ. Στο *νεόφλοιο* γίνεται η επεξεργασία των πληροφοριών, που φθάνουν με τις αισθητικές οδούς (ακουστική, οπτική, γευστική, σωματο-αισθητική) και ελέγχονται οι σύνθετες κινήσεις των σκελετικών μυών, με νευρικές ώσεις (εντολές) που άγονται στην περιφέρεια. Ο *νεόφλοιος* ελέγχει τις περισσότερες λειτουργίες που υπόκεινται στη βούληση.

Ο *αλλόφλοιος* έχει πιο απλή δομή από το *νεόφλοιο* και αποτελείται από τρεις στιβάδες. Ο *αλλόφλοιος* ελέγχει λειτουργίες που δεν υπόκεινται στη βούληση. Περιέχει τα ανώτερα κέντρα για τη λειτουργία των σπλαχνικών οργάνων.

Ο φλοιός του εγκεφάλου λαμβάνει «πληροφορίες» από την περιφέρεια (δηλαδή, από άλλες περιοχές του σώματος και από το εξωτερικό περιβάλλον), τις επεξεργάζεται και δίνει ανάλογες, αντίστοιχες «εντολές» για συγκεκριμένες ενέργειες. Είναι δέκτης και πομπός.

Νευρώνας ή νευρικό κύτταρο

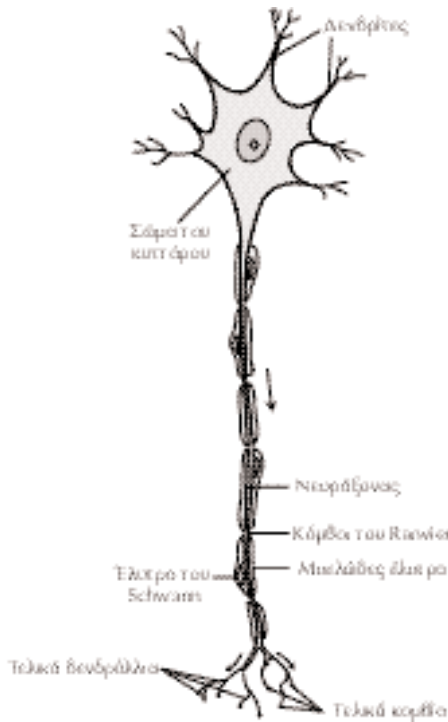
Ακριβώς για το λόγο αυτό οι νευρώνες (τα νευρικά κύτταρα) είναι μορφολογικά και λειτουργικά διαφοροποιημένοι, ώστε να εξασφαλίζεται η αποτελεσματική λειτουργία του σημαντικότερου επικοινωνιακού μέσου του οργανισμού, που είναι το νευρικό σύστημα («ενσύρματη» επικοινωνία).

Ο νευρώνας αποτελείται από το *σώμα*, τους *δενδρίτες* και το *νευράξονα* (με τις απολήξεις του). Ο νευράξονας ή νευρίτης είναι, συνήθως, η πιο επιμήκης αποφυάδα του νευρώνα. Η κύρια λειτουργία του είναι η αγωγή νευρικών ώσεων («πληροφοριών» ή «εντολών»). Ο νευρίτης τελικά αποσχίζεται σε πολλούς μικρούς κλώνους, τα *τελικά* ή *αξονικά δενδρύλλια*. Τα τελικά δενδρύλλια απολήγουν, συνήθως, σε μικρές διογκώσεις, τα *τελικά κομβία* (εικ. 2). Με τα τελικά κομβία γίνεται η επικοινωνία με άλλους νευρώνες ή με όργανα (βλέπε παρακάτω).

Νευρική ίνα - Νευρική ώση

Ο νευρίτης με ένα έλυτρο (έλυτρο του Schwann) ή δύο έλυτρα (έλυτρο του Schwann και μυελώδες έλυτρο), που τον περιβάλλουν, αποτελεί μία *νευρική ίνα*.

Σε κατάσταση ηρεμίας, η μεμβράνη, που περιβάλλει τη νευρική ίνα (όπως και γενικά η μεμβράνη του κυττάρου), είναι εσωτερικά φορτισμένη αρνητικά και εξωτερικά φορτισμένη θετικά. Η μεμβράνη βρίσκεται σε κατάσταση *πόλωσης*. Αυτό οφείλεται στην ημιδιαπερατότητα της μεμβράνης και στους μηχανισμούς διαπερατότητάς της, που δημιουργούν διαφορές στη συγκέντρωση ορισμένων ιόντων στις δύο πλευρές της μεμβράνης. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση ιόντων νατρίου στο ε-



Εικόνα 2. Νευρικό κύτταρο (κινητικό).

σωτερικό της νευρικής ίνας είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με τη συγκέντρωση ιόντων νατρίου στο εξωτερικό της νευρικής ίνας. Το αντίθετο συμβαίνει προκειμένου για τα ιόντα καλίου.

Αλλά, για την κατανόηση του φαινομένου είναι απαραίτητο να αναφερθούν συνοπτικά τα εξής:

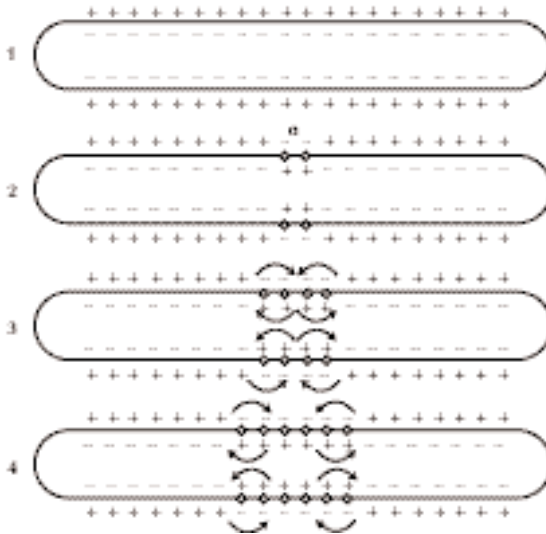
1. Η μεμβράνη του νευρικού κυττάρου είναι διαπερατή στα K^+ και Na^+ με το μηχανισμό της διάχυσης.

2. Η μεμβράνη του νευρικού κυττάρου (όταν βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας) είναι 50-100 φορές πιο διαπερατή στα K^+ παρά στα Na^+ .

3. Στο εσωτερικό του κυττάρου απαντά μεγάλος αριθμός ανιόντων (αρνητικά φορτισμένων), στα οποία η μεμβράνη είναι αδιαπέραστη ή δύσκολα διαπερατή.

4. Με ένα μηχανισμό ενεργητικής μεταφοράς η μεμβράνη μπορεί να «αντλήσει» Na^+ από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του κυττάρου και K^+ κατά την αντίθετη κατεύθυνση. Αυτό ονομάζεται «αντλία» νατρίου-καλίου ή απλώς «αντλία» νατρίου. Αλλά για κάθε 2-5 Na^+ που «αντλούνται» από το εσωτερικό του κυττάρου προς τα έξω, ένα μόνο K^+ «αντλείται» από έξω προς τα μέσα. Έτσι, μεγαλύτερος αριθμός θετικών ιόντων είναι συγκεντρωμένος στην εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης. Ταυτόχρονα, τα περισσότερα ανιόντα, που δεν διέρχονται τη μεμβράνη και απαντούν στο εσωτερικό του κυττάρου, δημιουργούν μία ηλεκτραρνητική υπεροχή. Συνέπεια όλων αυτών είναι η ηλεκτραρνητική φόρτιση της μεμβράνης στην εσωτερική της επιφάνεια και η ηλεκτροθετική φόρτιση στην εξωτερική της επιφάνεια. Αυτό είναι το *δυναμικό μεμβράνης*.

Αν η μεμβράνη διεγερθεί σε ένα σημείο, τότε γίνεται τόσο διαπερατή στο σημείο αυτό ώστε και Na^+ μπορούν να διέλθουν με ευκολία τη μεμβράνη από το εξωτερικό προς το εσωτερικό της νευρικής ίνας. Έτσι, Na^+ εισέρχονται γρήγορα στο εσωτερικό της νευρικής ίνας και η μεμβράνη τοπικά γίνεται προς στιγμήν ηλεκτροθετική εσωτερικά και ηλεκτραρνητική εξωτερικά. Αυτό ονομάζεται *εκπόλωση*. Με τον τρόπο αυτό προκαλείται ροή ηλεκτρικού ρεύματος από την περιοχή εκπόλωσης προς τη γειτονική περιοχή (αγωγή νευρικής ώσης). Η περιοχή εκπόλωσης επεκτείνεται, όπως και η περιοχή αυξημένης διαπερατότητας της μεμβράνης (εικ. 3). Αυτό εξασφαλίζει την αγωγή της νευρικής ώσης.



Εικόνα 3. Ηλεκτροχημικά φαινόμενα που συμβαίνουν κατά τη μετάπτωση της νευρικής ίνας από την κατάσταση ηρεμίας στην κατάσταση διέγερσης. 1. Νευρική ίνα σε κατάσταση ηρεμίας. Η εξωτερική επιφάνεια είναι φορτισμένη θετικά και η εσωτερική επιφάνεια αρνητικά. 2. Νευρική ίνα που έχει διεγερθεί στο σημείο α. Στο σημείο αυτό η μεμβράνη γίνεται ηλεκτραρνητική εξωτερικά και ηλεκτροθετική εσωτερικά (εκπόλωση). 3. και 4. Επέκταση της περιοχής εκπόλωσης (όπως δείχνουν τα βέλη) προς τις δύο κατευθύνσεις της νευρικής ίνας.

Αλλά, η μεγάλη συγκέντρωση Na^+ στο εσωτερικό της νευρικής ίνας (στο σημείο όπου διεγέρθηκε) συντελεί τώρα στο να γίνει η μεμβράνη και πάλι δύσκολα διαπερατή στα Na^+ . Τα K^+ , όμως, που μπορούν να διέλθουν τη μεμβράνη σχετικά εύκολα, κινούνται από το εσωτερικό της ίνας προς την εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης. Έτσι, λοιπόν, η μεμβράνη γίνεται και πάλι ηλεκτραρνητική εσωτερικά και ηλεκτροθετική εξωτερικά. Αυτό ονομάζεται *αναπόλωση*. Η αναπόλωση αρχίζει, συνήθως, από εκεί όπου είχε αρχίσει η εκπόλωση. Οι μεταβο-

λές αυτές γίνονται σε κλάσματα του δευτερολέπτου και αποτελούν το *δυναμικό ενέργειας*, που είναι υπεύθυνο για την αγωγή της νευρικής ώσης κατά μήκος της νευρικής ίνας.

Ορισμένες τοπικές αναισθητικές ουσίες, όπως η προκαΐνη και η ξυλοκαΐνη, εμποδίζουν την αγωγή της νευρικής ώσης παρεμβαίνοντας στο μηχανισμό διαπερατότητας της μεμβράνης στα Na^+ και K^+ .

Οι βασικές φυσιολογικές ιδιότητες που διέπουν τη λειτουργία των νευρικών ινών είναι οι εξής:

1. *Διεγερσιμότητα*: Με διάφορα ερεθίσματα (ηλεκτρικά, χημικά, θερμικά, μηχανικά) μπορεί να προκληθεί διέγερση μιας νευρικής ίνας.

2. *Νόμος του «όλου ή καθόλου»*: Η ελάχιστη ένταση ενός ερεθίσματος, που μπορεί να προκαλέσει διέγερση μιας νευρικής ίνας (να προκαλέσει δυναμικό ενέργειας), είναι ο *ουδός* ενός ερεθίσματος. Ένα ερέθισμα που έχει ένταση μικρότερη από την ένταση ουδού καλείται *υποβαλβιδικό*, ενώ το ερέθισμα που παρουσιάζει μεγαλύτερη ένταση από την ένταση ουδού καλείται *υπερβαλβιδικό*.

Ένα ερέθισμα είτε είναι αρκετά ισχυρό (βαλβιδικό ή υπερβαλβιδικό) ώστε να προκαλέσει διέγερση μιας νευρικής ίνας, οπότε η ίνα αντιδρά με το μέγιστο της ικανότητάς της, είτε δεν είναι αρκετά ισχυρό (υποβαλβιδικό), οπότε η νευρική ίνα δεν διεγείρεται (δεν αντιδρά καθόλου).

3. *Σχετική και απόλυτη ανερέθιστη περίοδος*: Αν αμέσως μετά από ένα ερέθισμα δράσει ένα δεύτερο ερέθισμα, τότε το νεύρο δεν αντιδρά στο δεύτερο ερέθισμα. Δεν προκαλείται δυναμικό ενέργειας. Το χρονικό αυτό διάστημα αδράνειας του νεύρου λέγεται *ανερέθιστη περίοδος*. Αν το χρονικό διάστημα

ανάμεσα σε δύο ερεθίσματα είναι μικρό (μικρότερο από 3 ms) κανένα δυναμικό ενέργειας δεν μπορεί να προκληθεί από το δεύτερο ερέθισμα. Είναι η *απόλυτη ανερέθιστη περίοδος*. Αν, όμως, το χρονικό διάστημα είναι μεγαλύτερο (3 ms-10 ms), τότε σε περίπτωση που το δεύτερο ερέθισμα είναι πολύ ισχυρό μπορεί να προκληθεί δυναμικό ενέργειας. Είναι η *σχετική ανερέθιστη περίοδος*. Η απόλυτη ανερέθιστη περίοδος περιορίζει τον αριθμό των νευρικών ώσεων, που μπορούν να μεταβιβαστούν στη μονάδα του χρόνου.

4. *Μονωμένη αγωγή*: Μία νευρική ώση άγεται μόνο κατά μήκος μιας νευρικής ίνας· δεν μεταβιβάζεται σε παρακείμενες νευρικές ίνες. Έτσι γίνονται μόνο οι σκόπιμες λειτουργίες του νευρικού συστήματος.

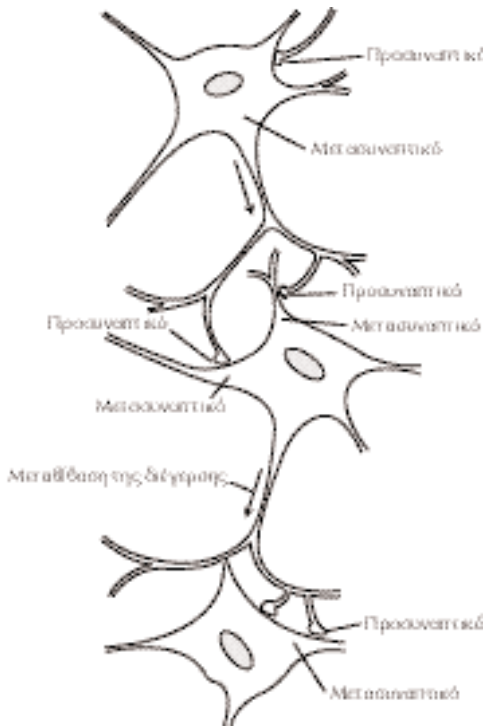
5. *Ταχύτητα αγωγής της νευρικής ώσης*: Στις εμμύελες νευρικές ίνες η ταχύτητα αγωγής είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με τις αμύελες νευρικές ίνες. Όσο πιο μεγάλη διάμετρο έχει μία νευρική ίνα και όσο πιο μεγάλο πάχος έχει το έλυτρο μυελίνης τόσο πιο γρήγορη είναι η αγωγή της νευρικής ώσης. Σε νευρικές ίνες μεγάλης διαμέτρου η ταχύτητα είναι 100 m/sec, ενώ σε ίνες πολύ μικρής διαμέτρου είναι 0,5 m/sec.

Συνάψεις

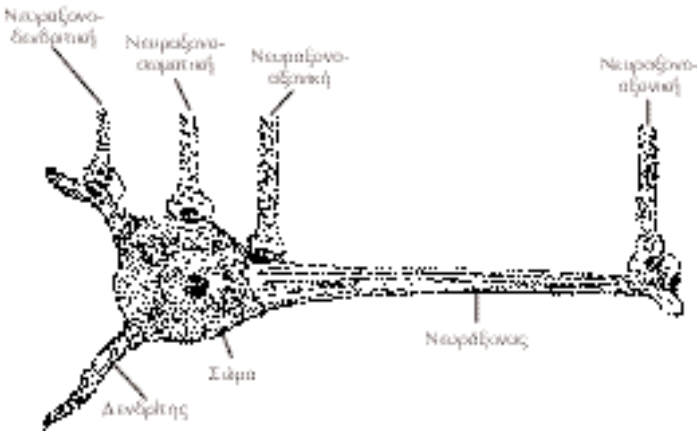
Τα νευρικά κύτταρα επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα σημεία επικοινωνίας ονομάζονται *συνάψεις*. Ο νευρώνας (νευρικό κύτταρο), που βρίσκεται πριν από τη σύναψη ονομάζεται προσυναπτικός, ενώ ο νευρώνας που βρίσκεται μετά τη σύναψη καλείται μετασυναπτικός. Τα τελικά δενδρύλλια ενός νευρίτη συνάπτονται με τους δενδρίτες ή το σώμα ενός άλλου νευρικού κυτ-

τάρου (εικ. 4, 5). Ακόμη, απαντούν (σπάνια) και συνάψεις μεταξύ νευραξόνων δύο νευρώνων, κλπ (εικ. 6). Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η αγωγή της νευρικής ώσης. Ένα νευρικό κύτταρο δεν συνάπτεται αναγκαστικά μόνο με ένα άλλο νευρικό κύτταρο. Μπορεί να συναφθεί με περισσότερα νευρικά κύτταρα.

Τα τελικά δενδρύλλια απολήγουν, όπως ήδη αναφέρθηκε, στα *τελικά κομβία*. Το τελικό κομβίο δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το δενδρίτη ή το σώμα του άλλου κυττάρου (που λέγε-



Εικόνα 4. Ένα νευρικό κύτταρο είναι μετασυναπτικό ως προς ένα άλλο και προσυναπτικό ως προς κάποιο άλλο νευρικό κύτταρο.



Εικόνα 5. Διάφοροι τύποι νευρικών συνάψεων.



Εικόνα 6. Απεικόνιση της σύναψης.

ται μετασυναπτικό κύτταρο). Ανάμεσά τους μεσολαβεί μία μικρή απόσταση, που ονομάζεται *συναπτική σχισμή*. Αυτή η σχισμή «γεφυρώνεται» χημικά (εικ. 6). Δηλαδή, στο τελικό κομβίο υπάρχουν πολυπληθή *κυστίδια*, που περιέχουν ένα χημικό μεταβιαστή (ή περισσότερους χημικούς μεταβιαστές). Τα κυστίδια (συναπτικά) των διεγερτικών προσυναπτικών ινών περιέχουν διεγερτικό χημικό μεταβιαστή (ακετυλοχολίνη, κ.ά.), ενώ τα κυστίδια των ανασταλτικών προσυναπτικών ινών περιέχουν ανασταλτικό χημικό μεταβιαστή (γ-αμινοβουτυρικό οξύ, κ.ά.). Οι χημικοί αυτοί μεταβιαστές (νευροδιαβιαστές) ελευθερώνονται, όταν η νευρική ώση φθάσει στα κομβία, διαχέονται και δρουν πάνω σε ορισμένα σημεία του μετασυναπτικού κυττάρου, τους *υποδοχείς*, που μπορεί να είναι διεγερτικοί ή ανασταλτικοί υποδοχείς.

Στις διεγερτικές συνάψεις, η δίοδος Na^+ από το εξωκυτταρικό υγρό στο εσωτερικό του μετασυναπτικού κυττάρου αυξάνεται. Με την ταχεία είσοδο στο εσωτερικό του κυττάρου των ηλεκτροθετικών ιόντων νατρίου «εξουδετερώνεται» μέρος της εσωτερικής ηλεκτραρνητικότητας, μετατοπίζεται το δυναμικό μεμβράνης πλησιέστερα προς το όριο πρόκλησης δυναμικού ενέργειας και το κύτταρο διεγείρεται. Πρόκειται για το *διεγερτικό μετασυναπτικό δυναμικό*. Στο μετασυναπτικό νευρώνα μπορεί να δημιουργηθεί και *ανασταλτικό μετασυναπτικό δυναμικό*, αν προκληθεί αυξημένη είσοδος Cl^- και αυξημένη έξοδος από αυτό K^+ (χωρίς να μεταβληθεί η διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης σε Na^+). Έτσι, το εσωτερικό του κυττάρου γίνεται ακόμη πιο ηλεκτραρνητικό (υπερπόλωση) και κατά συνέπεια είναι πιο δύσκολο να εκπολωθεί η μεμβράνη (να διεγερθεί το μετασυναπτικό κύτταρο). Η μετασυναπτική αυτή ανα-

στολή οφείλεται στο γεγονός ότι ελευθερώνεται ανασταλτικός χημικός μεταβιβαστής, ο οποίος έχει αντίθετη επίδραση στο μετασυναπτικό κύτταρο από την επίδραση του διεγερτικού μεταβιβαστή.

Τέλος, εκτός από τη *μετασυναπτική αναστολή*, υπάρχει και η *προσυναπτική αναστολή*. Σε αντίθεση με τη μετασυναπτική αναστολή, που συμβαίνει στο μετασυναπτικό κύτταρο, η προσυναπτική αναστολή συμβαίνει πριν η νευρική ώση φθάσει στη σύναψη (παρεμποδίζεται ή αναστέλλεται η ελευθέρωση διεγερτικών χημικών μεταβιβαστών στις απολήξεις προσυναπτικών διεγερτικών ινών).

Φυσιολογικές ιδιότητες της σύναψης: Η σύναψη: 1) Επιτρέπει τη μεταβίβαση της νευρικής ώσης μόνο προς μία κατεύθυνση. 2) Επιτρέπει τη δίοδο νευρικών ώσεων μόνο μέχρι μιας ορισμένης συχνότητας. 3. Καθυστερεί τη μεταβίβαση της νευρικής ώσης από το ένα νευρικό κύτταρο στο άλλο. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται στο χρόνο που απαιτείται για την ελευθέρωση του μεταβιβαστή, τη διάχυσή του στη συναπτική σχισμή, τη μεταβολή της διαπερατότητας της μεμβράνης του μετασυναπτικού κυττάρου και την κίνηση των ιόντων νατρίου. 4. Παρουσιάζει ευκολότερα κάματο σε σύγκριση με τις νευρικές ίνες· ίσως γιατί ο απαραίτητος χημικός μεταβιβαστής δεν έχει χρόνο να συντεθεί και πάλι, όταν η συχνότητα των διεγέρσεων είναι μεγάλη.

Νευρικές οδοί

Οι νευρικές ώσεις («πληροφορίες» ή «εντολές»), είτε άγονται από την περιφέρεια στον εγκέφαλο («πληροφορίες») είτε από