

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΝΕΥΡΟΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ



Εισαγωγή στη Νευροανατομία

John A. Buford

1

ΣΤΟΧΟΙ

- 1) Η αναγνώριση των κύριων μερών του κεντρικού και του αυτόνομου νευρικού συστήματος.
- 2) Η χρήση όρων για τον καθορισμό της κατεύθυνσης στο νευρικό σύστημα, όπως κεφαλικά, ουραία, ραχιαία και κοιλιακά, παράλληλα με τις κατευθύνσεις των βασικών ανατομικών επιπέδων όταν κανείς αναφέρεται στις δομές του ΚΝΣ.
- 3) Η αναγνώριση των λοβών και των ορίων των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και η αναφορά των κύριων λειτουργιών κάθε λοβού.
- 4) Η αναγνώριση και η συσχέτιση των λειτουργικών περιοχών του εγκεφάλου για την κατανόηση των μετέπειτα αναφορών στις νευρικές δραστηριότητες και στις παθολογικές καταστάσεις.
- 5) Η αναγνώριση και η περιγραφή των γενικών λειτουργιών επιλεγμένων υποφλοιωδών πυρήνων και δομών της λευκής ουσίας.
- 6) Η αναγνώριση των κυρίων μερών του κοιλιακού συστήματος.
- 7) Η αναγνώριση των λοβών και των λειτουργικών τμημάτων της παρεγκεφαλίδας και η γενική περιγραφή των λειτουργιών τους.
- 8) Η αναγνώριση των κυρίων μερών του εγκεφαλικού στελέχους καθώς και επιλεγμένων πυρήνων και δομών της λευκής ουσίας για τα αισθητικοκινητικά συστήματα.
- 9) Η αναγνώριση των κυρίων δομών της φαιάς και της λευκής ουσίας του νωτιαίου μυελού, συμπεριλαμβανομένης της οργάνωσης ενός τυπικού μυελοτομίου.
- 10) Η αναγνώριση και η περιγραφή των βασικών δομών και λειτουργιών του περιφερικού και του αυτόνομου νευρικού συστήματος.

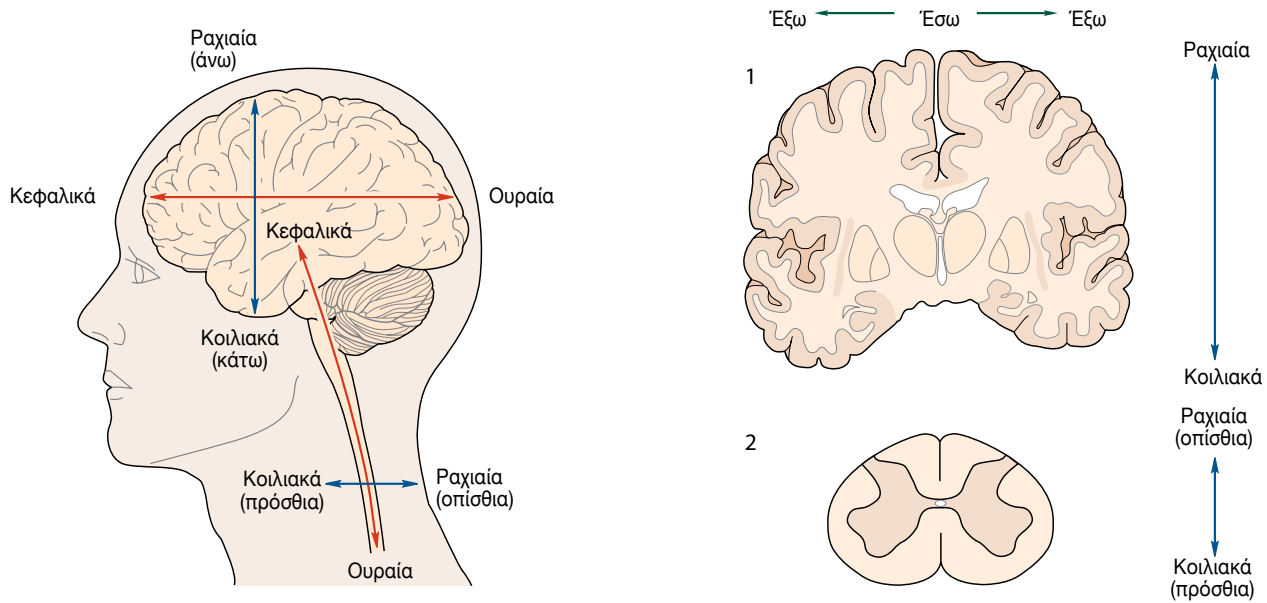
● ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΝΕΥΡΟΑΝΑΤΟΜΙΑ

Ο εγκέφαλος είναι ένα καταπληκτικό όργανο. Η κατανόηση της νευροανατομίας του εγκεφάλου, του νωτιαίου μυελού, της λευκής και της φαιάς ουσίας, των νευραξόνων, των συνάψεων και αμέτρων άλλων δομών είναι προϋπόθεση για την κατανόηση της λειτουργίας του εγκεφάλου. Στο κεφάλαιο αυτό, πραγματοποιείται η εισαγωγή

στα κυριότερα μέρη του νευρικού συστήματος που έχουν κάποια σημασία για το φυσικοθεραπευτή. Επομένως, το κεφάλαιο εστιάζει στα αισθητικά και κινητικά συστήματα. Οι δομές που σχετίζονται με τις ειδικές αισθήσεις, τη μάθηση, τη μνήμη, τη γνωσιακή λειτουργία, τη γλώσσα και άλλα συστήματα που σχετίζονται στενά με την αποκατάσταση αναφέρονται με περισσότερες λεπτομέρειες. Αντίθετα, συστήματα όπως η όραση, η ορμονική ρύθμιση και άλλα δεν καλύπτονται λεπτομερώς εδώ. Για περισσότερα στοιχεία όσον αφορά τη νευροεπιστήμη όλων των συστημάτων, ο αναγνώστης παραπέμπεται στις Αρχές της Νευροεπιστήμης.

Κατευθύνσεις και Επίπεδα του Νευρικού Συστήματος

Στην ανατομία του μυοσκελετικού, οι κατευθύνσεις των κύριων ανατομικών επιπέδων είναι πρόσθια-οπίσθια, άνω-κάτω και έσω-έξω. Οι ίδιες κατευθύνσεις είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και στο νευρικό σύστημα. Ωστόσο, λόγω της κύρτωσης του νευρικού συστήματος από το πρόσθιο στο οπίσθιο μέρος του κρανίου και της καθόδου του στη σπονδυλική στήλη, πολλές φορές είναι πιο χρήσιμο ένα ειδικότερο σύστημα καθορισμού της κατεύθυνσης για το νευρικό σύστημα, ανεξάρτητα από τα κύρια ανατομικά επίπεδα. Αντί της πρόσθιας-οπίσθιας κατεύθυνσης, συχνά είναι χρησιμότερη η αναφορά στην κοιλιακή-ραχιαία κατεύθυνση (*Εικόνα 1-1*). Στο νωτιαίο μυελό ενός ατόμου στην όρθια θέση, η πρόσθια κατεύθυνση ταυτίζεται με την κοιλιακή, όπως επίσης και η οπίσθια με τη ραχιαία. Από την άλλη, στον εγκέφαλο η επάνω επιφάνεια αντιστοιχεί στη ραχιαία πλευρά του, η οποία βρίσκεται προς τα άνω σε σχέση με τα ανατομικά επίπεδα. Παρόμοια, η κατώτερη επιφάνεια του εγκεφάλου βρίσκεται **κοιλιακά**, αλλά και **κάτω**. Η ραχιαία και η κοιλιακή κατεύθυνση είναι πιο σταθερές στις διάφορες περιοχές του νευρικού συστήματος και προτιμώνται έναντι των κύριων ανατομικών επιπέδων. Παρόμοια, το εμπρός μέρος του εγκεφάλου πίσω από το μέτωπο βρι-



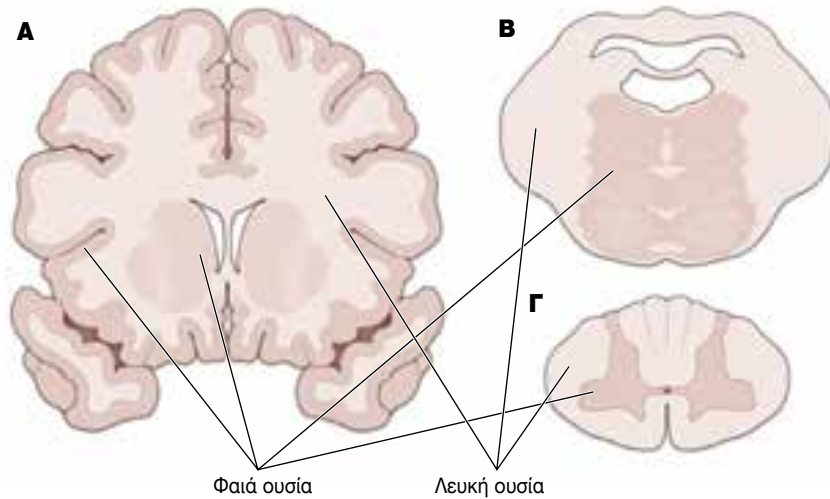
ΕΙΚΟΝΑ 1-1 Οι κατευθύνσεις που χρησιμοποιούνται στο νευρικό σύστημα. Η κεφαλική κατεύθυνση είναι προς τη μύτη και η ουραία προς την ουρά. Στην κεφαλή ενός ατόμου που βρίσκεται σε όρθια στάση, η κεφαλική και η πρόσθια κατεύθυνση ταυτίζονται αδρά, ενώ η ουραία και η οπίσθια κατεύθυνση είναι ίδιες για τον εγκεφαλικό φλοιό. Ωστόσο, καθώς σχηματίζεται το εγκεφαλικό στέλεχος που κατέρχεται προς το νωτιαίο μυελό, το νόημα της κεφαλικής και της ουραίας κατεύθυνσης αλλάζει. Στο εγκεφαλικό στέλεχος, η κεφαλική κατεύθυνση είναι πλησιέστερα προς τον εγκέφαλο, ενώ η ουραία προς το νωτιαίο μυελό. Στο νωτιαίο μυελό, κεφαλικά σημαίνει προς το εγκεφαλικό στέλεχος και ουραία προς το κοκκυγικό μυελοτόμιο. Σε ένα άτομο στην όρθια στάση, οι όροι κεφαλικά και άνω είναι ίδιοι για το νωτιαίο μυελό, όπως επίσης και οι όροι ουραία και κάτω. Οι άλλες κατευθύνσεις που χρησιμοποιούνται στο νευρικό σύστημα είναι ραχιαία, δηλαδή προς τη ράχη, και κοιλιακά, δηλαδή προς την κοιλία. Η κοιλιακή πλευρά του νευρικού συστήματος περιλαμβάνει το πρόσθιο τμήμα του στελέχους και του νωτιαίου μυελού, καθώς και το κατώτερο τμήμα του τελικού εγκεφάλου. Το ραχιαίο τμήμα αντιστοιχεί στο ανώτερο τμήμα του εγκεφάλου και στο οπίσθιο τμήμα του στελέχους και του νωτιαίου μυελού. Η έσω και η έξω κατεύθυνση στο νευρικό σύστημα έχουν την ίδια σημασία όπως και στα κύρια ανατομικά επίπεδα. (Προσαρμοσμένο κατόπιν αδειάς από Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM, et al. Principles of Neural Science, 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2013.)

σκεται **πρόσθια**, ενώ το πίσω μέρος του **οπίσθια**. Ωστόσο, το εγκεφαλικό στέλεχος και ο νωτιαίος μυελός στρέφονται προς τα κάτω καθώς αναδύονται από το μείζον ινιακό τμήμα, με αποτέλεσμα οι όροι πρόσθια-οπίσθια να μην περιγράφουν πλέον την κατεύθυνση που κινείται κανείς από τον εγκέφαλο προς το νωτιαίο μυελό. Αντίθετα, χρησιμοποιούνται οι όροι κεφαλικά και ουραία. **Κεφαλικά** σημαίνει προς τη μύτη, ενώ **ουραία** προς την ουρά (ή στον άνθρωπο προς τον κόκκυγα). Σε αυτό το πλαίσιο, ο εγκέφαλος βρίσκεται πάντοτε κεφαλικά του νωτιαίου μυελού, ανεξάρτητα από τη στάση στην οποία βρίσκεται το άτομο. Οι όροι ραχιαία-κοιλιακά και κεφαλικά-ουραία είναι χρήσιμοι για τη μελέτη του νευρικού συστήματος σε κάθε στάδιο της εμβρυϊκής ανάπτυξης και σε όλα τα σπονδυλωτά είδη.

Φαϊά και Λευκή Ουσία

Η πρώτη διάκριση την οποία κάνουμε κατά την εξέταση των ιστών του νευρικού συστήματος είναι αν μελετούμε φαϊά ή λευκή ουσία (Εικόνα 1-2). Η φαϊά ουσία αποτελείται από μία πληθώρα δομών που περιλαμβάνουν: (1)

τους νευρώνες – τα ενεργά κύτταρα του νευρικού συστήματος που επεξεργάζονται τις πληροφορίες και τα οποία περιλαμβάνουν τα κυτταρικά σώματα μεγάλων νευρώνων αλλά και μικρότερους διάμεσους νευρώνες, (2) τα νευρογλοιακά κύτταρα – κύτταρα που παρέχουν ανοσολογική, μεταβολική και δομική υποστήριξη στους νευρώνες, (3) τους νευράξονες και τις συνάψεις (συνδέσεις) τους που καταλήγουν στους ιστούς και (4) τους νευράξονες που προέρχονται από τους ιστούς. Η λευκή ουσία, αντίθετα, αποτελείται από νευράξονες, από μία λιπαρή μονωτική ουσία που ονομάζεται μυελίνη, καθώς και από νευρογλοιακά κύτταρα που παράγουν και συντηρούν τη μυελίνη. Επομένως, η λευκή ουσία έχει σχετικά ομοιογενή εμφάνιση σε όλο το νευρικό σύστημα. Παρόλα αυτά, η ανατομία μεγάλων ομάδων νευραξόνων που μπορεί να έχουν ευθεία πορεία και όχι κυρτή ή χιαστή δημιουργεί κάποιου βαθμού διαφοροποίηση στην αδρή εμφάνιση ορισμένων περιοχών της λευκής ουσίας. Αντιθέτως, η φαϊά ουσία παρουσιάζει αρκετές παραλλαγές στην εμφάνιση, κατ' αντιστοιχία με την πληθώρα μεγεθών και σχημάτων των νευρώνων και με τα πρότυπα των



ΕΙΚΟΝΑ 1-2 Τομές του εγκεφάλου, του εγκεφαλικού στελέχους και του νωτιαίου μυελού που απεικονίζουν τη φαία και τη λευκή ουσία. Όλα τα επίπεδα του κεντρικού νευρικού συστήματος περιέχουν ένα συνδυασμό φαίας και λευκής ουσίας. Η φαία ουσία αποτελείται από τους νευρώνες και τα στηρικτικά τους κύτταρα, καθώς επίσης και από τις συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων. Στη φαία ουσία πραγματοποιείται η επεξεργασία των πληροφοριών στον εγκέφαλο. Η λευκή ουσία αποτελείται από νευράξονες που μεταφέρουν πληροφορίες μεταξύ των μερών του νευρικού συστήματος. Στα εγκεφαλικά ημισφαίρια, η λευκή ουσία βρίσκεται στο εσωτερικό όπου σχηματίζει συνδέσεις, ενώ η φαία ουσία εντοπίζεται στην επιφάνεια και στους πυρήνες εντός του εγκεφάλου. Στο στέλεχος και στο νωτιαίο μυελό, η λευκή ουσία βρίσκεται εξωτερικά, ενώ η φαία ουσία εσωτερικά. (Μέρος Β: Χρησιμοποιήθηκε κατόπιν αδείας από John A. Buford, PT, PhD. Μέρος Γ: Προσαρμοσμένο κατόπιν αδείας από Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. Principles of Neural Science, 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2013, Εικ. 16-1, σελ. 357.)

εισερχόμενων και εξερχόμενων νευραξόνων στις διάφορες περιοχές του νευρικού συστήματος.

Βασικοί Όροι

Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι δομές σχετίζονται και συνεργάζονται μεταξύ τους για την επίτευξη της λειτουργίας είναι ουσιαστική για την κατανόηση του εγκεφάλου. Ωστόσο, όπως συχνά συμβαίνει στην επιστήμη, θα πρέπει να προηγηθεί η εκμάθηση ενός μεγάλου αριθμού όρων. Ευτυχώς, υπάρχουν ορισμένοι βασικοί όροι που χρησιμοποιούνται συχνά στη νευροεπιστήμη, οι οποίοι αναφέρονται στον [Πίνακα 1-1](#).

• ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

Εγκεφαλικά Ημισφαίρια

Τα **εγκεφαλικά ημισφαίρια** είναι ευμεγέθεις δομές που εντοπίζονται στο κεφαλικότερο τμήμα του νευρικού συστήματος ([Εικόνα 1-3](#)). Είναι αμφοτερόπλευρα, με ένα **αριστερό** και ένα **δεξιό** ημισφαίριο. Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια περιέχουν τις δομές που ευθύνονται για τη συνείδηση, τις εκούσιες ενέργειες, τη νοημοσύνη, τη μνήμη, την κίνηση, την αισθητικότητα, τα συναισθήματα, κλπ. Όταν σκεπτόμαστε κάτι που για να γίνει χρειάζεται το «μυαλό» μας, συνήθως η σκέψη αυτή λαμβάνει χώρα στα εγκεφα-

λικά ημισφαίρια. Μία άλλη ονομασία που χρησιμοποιείται και για τα δύο ημισφαίρια είναι ο όρος τελικός εγκέφαλος. Γενικά, η δομή των ημισφαιρίων χαρακτηρίζεται από ένα εξωτερικό στρώμα φαίας ουσίας που ονομάζεται **εγκεφαλικός φλοιός**. Για συντομία, αυτός συχνά αναφέρεται απλά ως «φλοιός». Αν και το εξωτερικό στρώμα των εγκεφαλικών ημισφαιρίων είναι ο πλούσιος σε κύτταρα φλοιός, τα ημισφαίρια περιέχουν επίσης πολλούς **εν τω βάθει πυρήνες**, που περιλαμβάνουν τα βασικά γάγγλια, και είναι γεμάτα με **λευκή ουσία** η οποία συνδέει τα διάφορα στοιχεία των ημισφαιρίων και άλλων περιοχών του εγκεφάλου.

Παρεγκεφαλίδα

Η **παρεγκεφαλίδα** βρίσκεται μέσα στην κраниκή κοιλότητα, πίσω και κάτω από τον τελικό εγκέφαλο ([Εικόνα 1-3](#)). Κυριολεκτικά, ο όρος παρεγκεφαλίδα σημαίνει δίπλα στον εγκέφαλο. Η παρεγκεφαλίδα σχετίζεται με την κινητική λειτουργία και την κινητική εκμάθηση. Σύμφωνα με νεότερα δεδομένα, μπορεί επίσης να παίζει κάποιο ρόλο στη φανταστική απεικόνιση των κινήσεων. Η παρεγκεφαλίδα συνδέεται με το υπόλοιπο νευρικό σύστημα διαμέσου του εγκεφαλικού στελέχους και διαθέτει νευρικές οδούς που τη συνδέουν με το νωτιαίο μυελό, το εγκεφαλικό στέλεχος και τον τελικό εγκέφαλο. Όπως και ο τελικός εγκέφαλος, εμφανίζει ένα εξωτερικό

ΠΙΝΑΚΑΣ 1-1 Συνήθεις Όροι στη Νευροεπιστήμη	
ΟΡΟΣ	ΓΕΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ
Πυρήνας	Ομάδα νευρώνων σε μία δομή φαιάς ουσίας που είναι ανατομικά διακριτή από τους γύρω ιστούς. Ένας υποπυρήνας είναι ένας μικρότερος πυρήνας που αποτελεί σχετικά διακριτό μέρος ενός μεγαλύτερου πυρήνα.
Γάγγλιο	Τυπικά ένας πυρήνας που εντοπίζεται γύρω από την έκφυση ενός νεύρου. Χρησιμοποιείται περιστασιακά αντί του όρου πυρήνας.
Φλοιός	Η εξωτερική στιβάδα τόσο του τελικού εγκεφάλου, όσο και της παρεγκεφαλίδας, η οποία αποτελείται από φαιά ουσία.
Σκέλος	Ευμεγέθης δέσμη νευραξόνων που συνδέει μία δομή με μία άλλη.
Σύνδεσμος	Ομάδα νευραξόνων που διασχίζουν τη μέση γραμμή.
Δεμάτιο	Δέσμη νευραξόνων με κοινή προέλευση, προορισμό και λειτουργία.
Οδός	Η πορεία κατά την οποία ταξιδεύει μία πληροφορία και περιλαμβάνει συνήθως συνδέσεις μεταξύ πολλών νευρώνων. Για παράδειγμα, υπάρχει μία οδός από το φλοιό του εγκεφάλου προς την παρεγκεφαλίδα που περιλαμβάνει μία σύνδεση με νευρώνες στο εγκεφαλικό στέλεχος. Αν οι νευράξονες κατέληγαν κατευθείαν από το φλοιό στην παρεγκεφαλίδα, η δομή θα ονομαζόταν δεμάτιο, αλλά εφόσον υπάρχει σύνδεση με ένα νευρώνα στο στέλεχος, πρόκειται για οδό.
Πέταλο	Λεπτή στιβάδα λευκής ουσίας που διαχωρίζει τους πυρήνες ή υποπυρήνες της φαιάς ουσίας.
Μέση επιφάνεια	Εσωτερική επιφάνεια που σχηματίζεται από την εναπόθεση δύο δομών. Στο νευρικό σύστημα, συνήθως χρησιμοποιείται κατά μήκος της μέσης γραμμής, όπου το αριστερό και το δεξί μέρος του εγκεφάλου έρχονται σε επαφή μεταξύ τους.

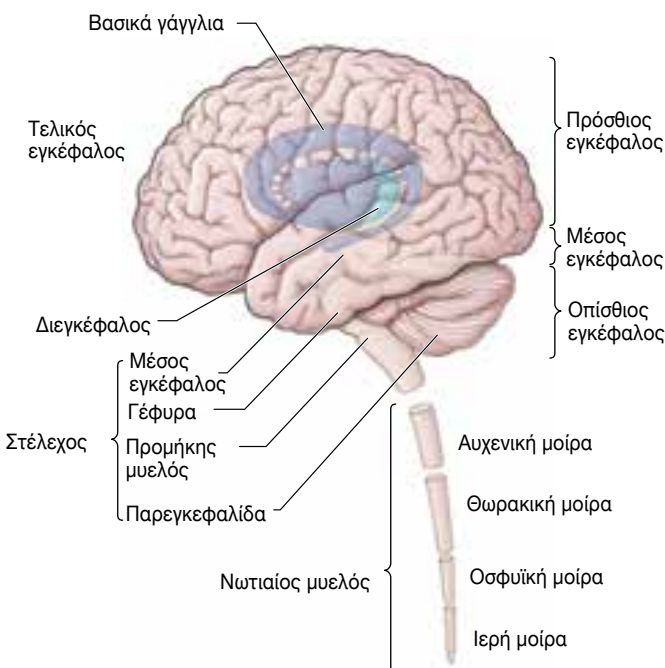
στρώμα φαιάς ουσίας που ονομάζεται **φλοιός**, **εσωτερικούς πυρήνες** και **λευκή ουσία** που παρέχει τις συνδέσεις. Παρόλο που η παρεγκεφαλίδα διαθέτει φλοιό, όταν αναφερόμαστε γενικά στο «φλοιό» εννοούμε το φλοιό του εγκεφάλου. Όταν θέλει κανείς να αναφερθεί στο φλοιϊκό ιστό της παρεγκεφαλίδας, θα πρέπει να χρησιμοποιεί πάντοτε τον όρο «φλοιός της παρεγκεφαλίδας».

Εγκεφαλικό Στέλεχος

Το εγκεφαλικό στέλεχος αποτελεί τη φυσική σύνδεση μεταξύ των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, του νωτιαίου μυελού και της παρεγκεφαλίδας (*Εικόνα 1-3Α*). Περιέχει επίσης μία πληθώρα περίπλοκων πυρήνων και κυκλωμάτων για λειτουργίες όπως είναι η ακοή, η αναπνοή, η εγρήγορση, η στάση και η κίνηση, η μάσηση και πολλές άλλες. Επιπλέον, παρατηρούνται 12 κρανιακά νεύρα (εγκεφαλικές συζυγίες) που σχηματίζουν συνδέσεις με το πρόσωπο, το στόμα, το φάρυγγα, τη μύτη, τους οφθαλμούς, τα αφτιά και τα όργανα της ισορροπίας. Τα περισσότερα από αυτά τα κρανιακά νεύρα διαθέτουν πυρήνες στο εγκεφαλικό στέλεχος και συνδέσεις που εξέρχονται ή εισέρχονται σε αυτό.

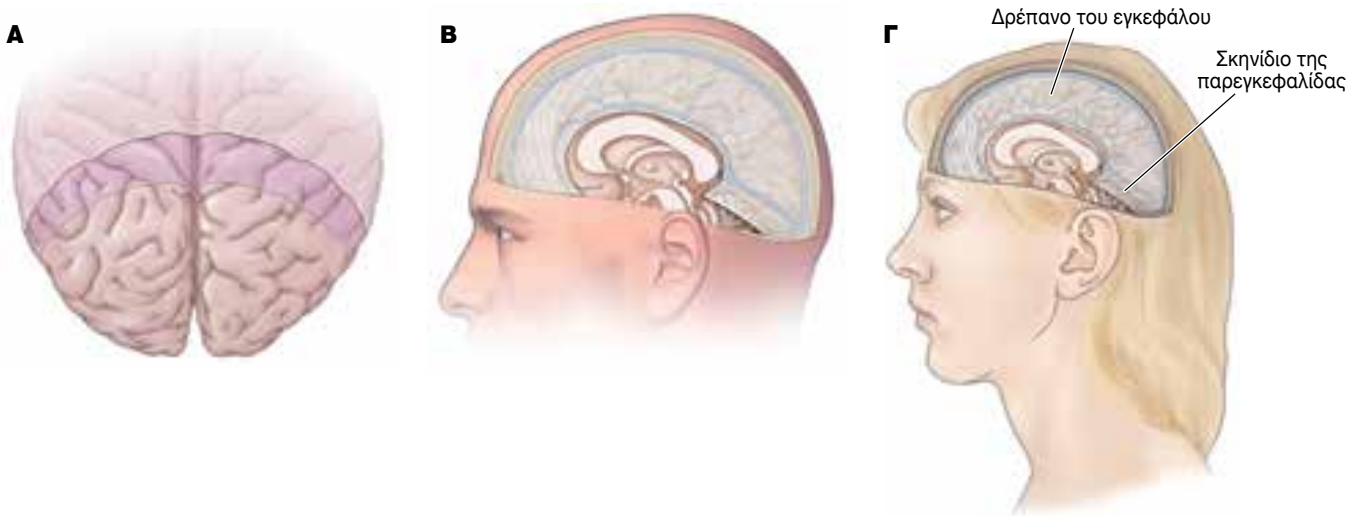
Νωτιαίος Μυελός

Ο νωτιαίος μυελός αποτελεί την τελική πηγή των άμεσων συνδέσεων μεταξύ του εγκεφάλου και του σώματος (*Εικόνα 1-3Α*). Ένα μεγάλο μέρος της ανατομίας του νωτιαίου μυελού είναι αφιερωμένο σε αυτές ακριβώς τις συνδέσεις. Τα νωτιαία νεύρα που εκφύονται από την αριστερή και τη δεξιά πλευρά κάθε μυελοτομίου επι-



ΕΙΚΟΝΑ 1-3 Αδρές ανατομικές υποδιαιρέσεις του ΚΝΣ.

Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια βρίσκονται στο κεφαλικό άκρο του νευρικού συστήματος. Τα βασικά γάγγλια περιέχονται στον τελικό εγκέφαλο. Ο μέσος εγκέφαλος, η γέφυρα και ο προμήκης μυελός ονομάζονται συνολικά στέλεχος του εγκεφάλου, ουραία του οποίου βρίσκεται ο νωτιαίος μυελός. Κεφαλικά του μέσου εγκεφάλου βρίσκεται ο διεγκέφαλος, ο θάλαμος και ο υποθάλαμος, οι οποίοι συνολικά ονομάζονται πρόσθιος εγκέφαλος. Στη διαίρεση αυτή (πρόσθιος, μέσος και οπίσθιος εγκέφαλος), ο μέσος εγκέφαλος είναι αυτούσιος, ενώ ο οπίσθιος εγκέφαλος περιλαμβάνει τη γέφυρα, τον προμήκη και την παρεγκεφαλίδα. (Προσαρμοσμένο κατόπιν αδείας από Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. Principles of Neural Science, 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2013, Πλαίσιο 1-1, σελ. 9.)



ΕΙΚΟΝΑ 1-4 Οι μνιγγες. **A** και **B.** Στην εικόνα αυτή του εγκεφάλου έχουν αφαιρεθεί οι στιβάδες των μνιγγων, αποκαλύπτοντας την ανθεκτική σκληρή μνιγγα και τη λεπτότερη αραχνοειδή μνιγγα. Η χοριοειδής μνιγγα εμφανίζει συνέχεια με την επιφάνεια του εγκεφάλου και δεν είναι δυνατό να διακριθεί χωρίς μικροσκόπιο. **Γ.** Το δρέπανο του εγκεφάλου είναι μία δομή της σκληρής μνιγγας που διαχωρίζει τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια. (Μέρος Γ: Αναπαραγωγή κατόπιν αδείας από Martin JH. Neuroanatomy Text and Atlas, 4th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2012, Εικόνα 1-6B, σελ. 25.)

τρέπουν τη σύνδεση με περιφερικούς μύες και αισθητικούς υποδοχείς. Δεμάτια ινών μεγάλου μήκους εντός του νωτιαίου μυελού μεταβιβάζουν πληροφορίες μεταξύ του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού. Λειτουργικά, ωστόσο, ο νωτιαίος μυελός είναι κάτι περισσότερο από τις παραπάνω συνδέσεις. Στην κεντρική φαιά ουσία του, περιέχει σύνθετα νευρικά κυκλώματα που μπορούν να συντονίσουν περίπλοκες συμπεριφορές όπως η απόσυρση ενός μέλους από ένα επώδυνο ερέθισμα, ο αντανakλαστικός έλεγχος της λειτουργίας του ορθού και της ουροδόχου κύστης ή ακόμη και ο στοιχειώδης νευρικός έλεγχος της βάδισης (αναφέρεται λεπτομερώς στο Κεφάλαιο 2).

● ΟΙ ΜΗΝΙΓΓΕΣ

Το κεντρικό νευρικό σύστημα περικλείεται μέσα σε οστά, με αποτέλεσμα η εξωτερική προστατευτική στιβάδα να είναι οστική, είτε το κρανίο είτε η σπονδυλική στήλη. Οι μνιγγες είναι μία σειρά υμένων που περιβάλλουν το νευρικό σύστημα και το διαχωρίζουν από τις προστατευτικές οστικές δομές. Αν διανοιχθεί ένα οστικό παράθυρο για την αποκάλυψη του κεντρικού νευρικού συστήματος, η εξώτατη δομή που θα παρατηρηθεί είναι η σκληρή μνιγγα (*Εικόνα 1-4A*). Η σκληρή μνιγγα είναι ένας ανθεκτικός και σχετικά ανελαστικός ιστός με αρκετό πάχος. Εκτός από το να περιβάλλει τον εγκέφαλο, η **σκληρή μνιγγα** διαθέτει ορισμένες ευμεγέθεις πτυχώσεις που προστατεύουν περαιτέρω και σταθεροποιούν συγκεκριμένες δομές του εγκεφάλου. Για

παράδειγμα, μεταξύ των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων βρίσκεται το **δρέπανο του εγκεφάλου** (*Εικόνα 1-4B, Γ*). Πάνω από την παρεγκεφαλίδα βρίσκεται το **σκηνίδιο της παρεγκεφαλίδας** (*Εικόνα 1-4Γ*). Επίσης, η σκληρή μνιγγα περιβάλλει και προστατεύει αρκετούς ευμεγέθεις φλεβώδεις κόλπους που περισυλλέγουν αίμα από τον εγκέφαλο και το επιστρέφουν στη φλεβική κυκλοφορία. Σχηματίζει ένα φραγμό γύρω από την εξωτερική επιφάνεια του εγκεφάλου, διαμέσου του οποίου δεν είναι δυνατή η διέλευση των υγρών παρά μόνο μέσω των αιμοφόρων αγγείων.

Η εσωτάτη στιβάδα των μνιγγων είναι η **χοριοειδής μνιγγα**. Είναι πολύ λεπτή και προσκολλάται άμεσα στον υποκείμενο νευρικό ιστό, ακόμη και στις βαθύτερες αύλακες του εγκεφαλικού φλοιού. Για να γίνει ορατή η χοριοειδής μνιγγα απαιτείται η χρήση μικροσκοπίου. Σε ένα αδρό ανατομικό παρασκεύασμα, η χοριοειδής μνιγγα φαίνεται να αποτελεί την επιφάνεια του εγκεφάλου. Επιπλέον, στεγανοποιεί τον εγκέφαλο ως μέρος του αιματοεγκεφαλικού φραγμού.

Μεταξύ της σκληρής και της χοριοειδούς μνιγγας βρίσκεται η **αραχνοειδής μνιγγα** (*Εικόνα 1-4B*). Αποτελεί μία στιβάδα χαλαρού ιστού αμέσως κάτωθεν της σκληρής μνιγγας. Δεν εκτείνεται σε όλη την επιφάνεια του εγκεφάλου όπως η χοριοειδής μνιγγα, αλλά φέρεται περίπου παράλληλα προς τη σκληρή μνιγγα. Μεταξύ της αραχνοειδούς και της χοριοειδούς μνιγγας βρίσκεται το εγκεφαλονωτιαίο υγρό (ENY). Οι αρτηρίες στην επιφάνεια του νευρικού συστήματος πορεύονται στο διάστημα μεταξύ της αραχνοειδούς και

της σκληρής μήνιγγας. Η αραχνοειδής μήνιγγα σχηματίζει μικρά σωληνάκια που ονομάζονται **λάχνες**, οι οποίες απάγουν το ΕΝΥ από τον υπαραχνοειδή χώρο προς τους φλεβώδεις κόλπους της σκληρής μήνιγγας, όπου τελικά αναμειγνύεται με το φλεβικό αίμα επιστρέφοντας στην κυκλοφορία (βλ. Κεφάλαιο 18).

Το αποτέλεσμα της λοίμωξης των μηνίγγων είναι η μηνιγγίτιδα. Αυτή μπορεί να είναι απειλητική για τη ζωή καθώς η φλεγμονή μέσα στην ανένδοτη κρανιακή κοιλότητα αυξάνει την πίεση που ασκείται στον εγκέφαλο, η οποία αν ξεπεράσει ένα όριο είναι δυνατό να προκαλέσει εγκεφαλική βλάβη ή και θάνατο. Υπάρχουν τόσο ιογενείς όσο και βακτηριακές μορφές μηνιγγίτιδας. Αν το παθογόνο διαπεράσει τη χοριοειδή μήνιγγα και προσβάλει άμεσα τον εγκεφαλικό ιστό, το αποτέλεσμα είναι η εγκεφαλίτιδα.

● **ΛΟΒΟΙ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ**

Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια χωρίζονται σε λοβούς. Σύμφωνα με τη σύγχρονη ονοματολογία υπάρχουν τέσσερις λοβοί, ο μετωπιαίος, ο βρεγματικός, ο ινιακός και ο κροταφικός. Υπάρχουν δύο άλλες περιοχές που παλαιότερα θεωρούνταν λοβοί, η νησιδιακή και η μεταιχμιακή περιοχή. Αυτές απεικονίζονται στην *Εικόνα 1-5*.

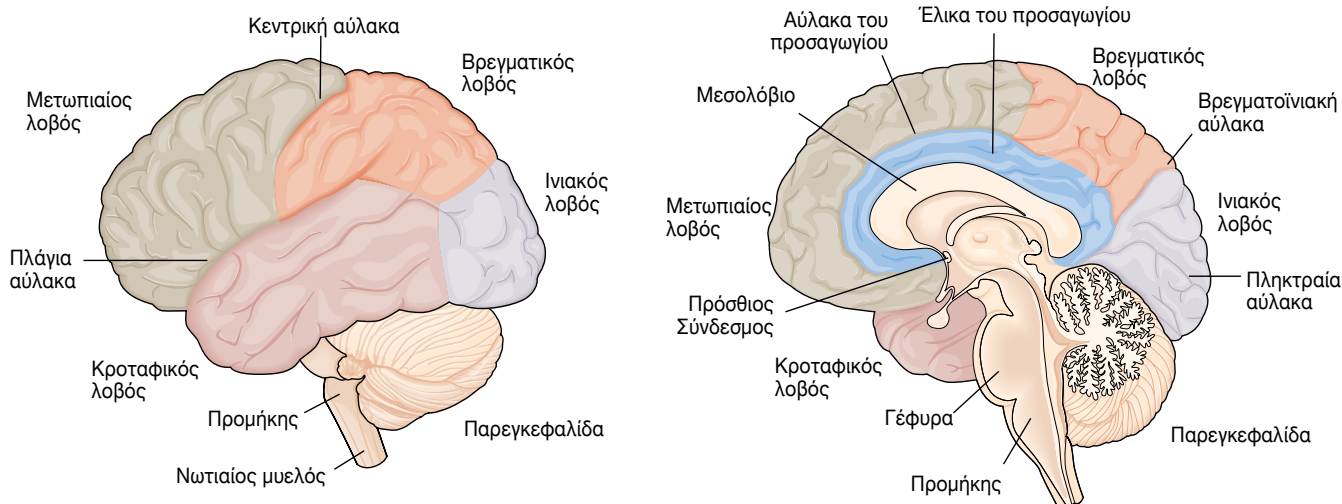
Μετωπιαίος Λοβός

Ο μετωπιαίος λοβός σχετίζεται με τη σκέψη, το σχεδια-

σμό, τις αποφάσεις και τις ενέργειες. Θεωρείται επίσης ότι εκεί εντοπίζεται αυτό που ονομάζουμε προσωπικότητα. Έχει σχετικά μεγάλο μέγεθος στον άνθρωπο και σε άλλα ζώα που θεωρούνται έξυπνα. Ο μετωπιαίος λοβός ξεκινά από την **κεντρική αύλακα** και εκτείνεται κεφαλικά αυτής.

Βρεγματικός Λοβός

Ο βρεγματικός λοβός σχετίζεται με την αισθητικότητα και την αντίληψη. Αποτελεί την κύρια θέση εντόπισης των γενικών αισθήσεων που εισέρχονται από το σωματοαισθητικό σύστημα (δέρμα, μύες, αρθρώσεις, κλπ.), όχι όμως και των ειδικών αισθήσεων (όραση, ακοή, κλπ.). Ο βρεγματικός λοβός συσχετίζει τις σωματοαισθητικές πληροφορίες με πληροφορίες από τις ειδικές αισθήσεις, ώστε να σχηματιστεί μία συνολική αντίληψη. Έτσι, αν και η αρχική ακοή και όραση εντοπίζονται σε άλλους λοβούς, ο βρεγματικός λοβός είναι εκείνος που θα αντιληφθεί από πού προέρχεται ένας ήχος ή πού έγινε ορατό ένα αντικείμενο σε σχέση με τη θέση του σώματος. Οι υψηλότερες αισθητικές εμπειρίες, όπως η εκτίμηση της μουσικής, λαμβάνουν επίσης χώρα στο βρεγματικό λοβό. Το κεφαλικό όριο του βρεγματικού λοβού είναι η κεντρική αύλακα, ενώ το ουραίο είναι η βρεγματοϊνιακή αύλακα, η οποία είναι πιο πρόδηλη στη μέση επιφάνεια του εγκεφάλου. Ο βρεγματικός και ο ινιακός λοβός διαχωρίζονται από μία νοπή γραμμή στην έξω επιφάνεια του εγκεφάλου.



ΕΙΚΟΝΑ 1-5 Λοβοί του εγκεφαλικού φλοιού και δομές που αποτελούν τα όριά τους. Αριστερά, μία πλάγια προβολή του εγκεφάλου απεικονίζει τους τέσσερις κύριους λοβούς. Η κεντρική και η πλάγια αύλακα είναι εμφανείς. Δεξιά απεικονίζεται μία άποψη της εσωτερικής επιφάνειας του εγκεφάλου, ο οποίος έχει διαχωριστεί στο οβελιαίο επίπεδο, κατά μήκος της μέσης γραμμής. Είναι εμφανής η βρεγματοϊνιακή αύλακα, καθώς και η έλικα του προσαγωγίου. (Προσαρμοσμένο κατόπιν αδειας από Martin JH. Neuroanatomy Text and Atlas, 3rd ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2012, Εικόνα 1-9, σελ. 14.)

Ινιακός Λοβός

Ο ινιακός λοβός είναι αφιερωμένος στην όραση. Υπάρχουν διάφοροι σταθμοί στην επεξεργασία των οπτικών πληροφοριών, που περιλαμβάνουν την αρχική αντίληψη, τη διάκριση των χρωμάτων, την αναγνώριση της κίνησης, τη διάκριση των αντικειμένων από το φόντο και ούτω καθεξής. Από τον ινιακό λοβό, οι οπτικές πληροφορίες παίρνουν δύο κύριες κατευθύνσεις. Η ραχιαία οπτική οδός παρέχει πληροφορίες στο βρεγματικό λοβό, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την εντόπιση των αντικειμένων και για την ενσωμάτωση της όρασης στην αντίληψη. Η κοιλιακή οπτική οδός οδηγεί στον κροταφικό λοβό για την αναγνώριση και την ονομασία των αντικειμένων, όπως είναι τα πρόσωπα, η τροφή, οι θηρευτές και τα θηράματα, τα εργαλεία, κλπ. Ο ινιακός λοβός συνορεύει με τον κροταφικό λοβό προς τα έξω και με το βρεγματικό λοβό προς τα έσω.

Κροταφικός Λοβός

Ο κροταφικός λοβός σχετίζεται με την επεξεργασία των ακουστικών ερεθισμάτων, ιδιαίτερα της γλώσσας, καθώς επίσης και με τη μνήμη και με την αναγνώριση των αντικειμένων. Διαχωρίζεται από το βρεγματικό και το μετωπιαίο λοβό με την πλάγια αύλακα. Ωστόσο, δεν υπάρχει σαφές όριο μεταξύ του κροταφικού και του ινιακού λοβού.

Ειδικές Περιοχές του Φλοιού

Νησιδιακός Φλοιός

Ο νησιδιακός φλοιός δε θεωρείται πλέον ξεχωριστός λοβός, αλλά περιοχή (*Εικόνα 1-6Α, Β*). Βρίσκεται βαθιά στην πλάγια αύλακα, μεταξύ του κροταφικού και του βρεγματικού λοβού. Ο φλοιϊκός ιστός στην περιοχή αυτή σχετίζεται με τη διατροφή και τη λειτουργία της πέψης, με τη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος και με αισθήσεις όπως ο πόνος και η νδονή, ιδιαίτερα όταν συσχετίζονται με αισθητικές εμπειρίες.

Φλοιός του Προσαγωγίου

Ο φλοιός του προσαγωγίου (*Εικόνα 1-5, δεξιά*) σχετίζεται με βασικές ορμές και κίνητρα, όπως είναι η πείνα, τα συναισθήματα και η επαγωγή αντιδράσεων. Αν και παλαιότερα θεωρούταν μέρος ενός λοβού που ονομαζόταν μεταιχμιακός, ο φλοιός του προσαγωγίου σήμερα θεωρείται περιοχή, όπως και ο νησιδιακός φλοιός. Το προσαγωγίο βρίσκεται άνωθεν του μεσολοβίου.

● ΥΠΟΦΛΟΙΩΔΕΙΣ ΔΟΜΕΣ

Μέσα στα εγκεφαλικά ημισφαίρια βρίσκονται πολλές σημαντικές δομές της λευκής και της φαιάς ουσίας.

Παρακάτω αναφέρονται εκείνες με τη μεγαλύτερη σημασία για το παρόν κεφάλαιο.

Θάλαμος

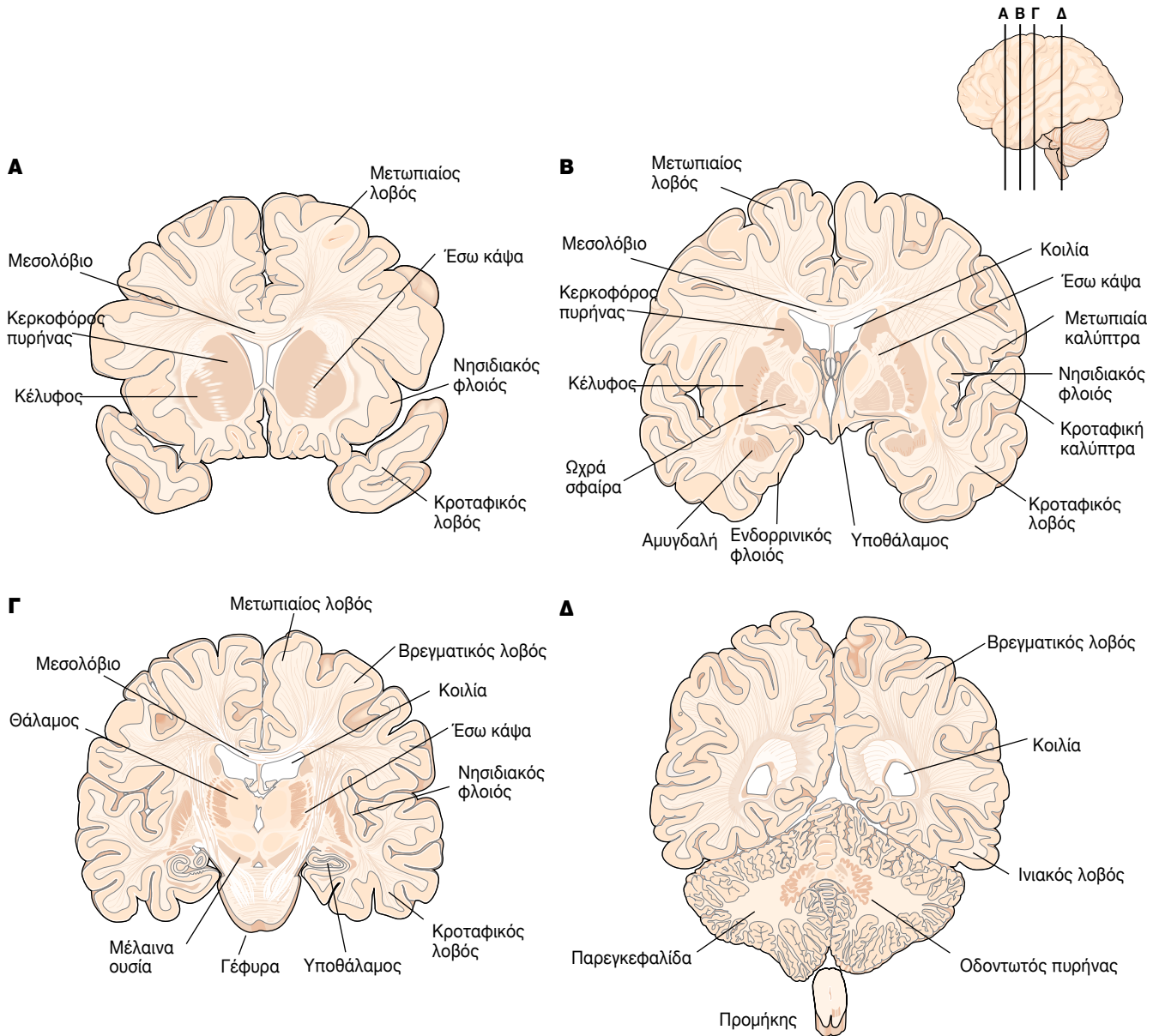
Ο θάλαμος αποτελεί ένα μείζονα πυρήνα που προσλαμβάνει και επεξεργάζεται πληροφορίες οι οποίες θα αποσταλούν στον εγκεφαλικό φλοιό (*Εικόνα 1-6Γ*). Σχεδόν όλες οι πληροφορίες που φτάνουν στον εγκέφαλο θα πρέπει να περάσουν από το θάλαμο, όπου συνάπτονται με ένα νευρώνα. Ο θαλαμικός νευρώνας θα μεταβιβάσει στη συνέχεια την ανάλογη πληροφορία στο φλοιό. Ο θάλαμος αποτελείται από έναν αριθμό πυρήνων που χρησιμεύουν ως σταθμοί διαβίβασης συγκεκριμένων κινητικών και αισθητικών ερεθισμάτων.

Βασικά Γάγγλια

Τα βασικά γάγγλια είναι μία ομάδα πυρήνων εντός των εγκεφαλικών ημισφαιρίων που επεξεργάζονται φλοιϊκές πληροφορίες και τις επαναπροωθούν στο φλοιό μέσω του θαλάμου (*Εικόνα 1-3Α, 1-6Α-Γ*). Υπάρχουν ορισμένα άμεσα νευρικά ερεθίσματα από τα βασικά γάγγλια προς το οφθαλμοκινητικό σύστημα και το σύστημα ελέγχου της στάσης του σώματος, ωστόσο το μεγαλύτερο μέρος των ερεθισμάτων από τα βασικά γάγγλια επιστρέφει στο φλοιό. Οι πυρήνες που περιλαμβάνονται στα βασικά γάγγλια είναι ο **κερκοφόρος πυρήνας** και το **κέλυφος** (που συναποτελούν το ραβδωτό σώμα), η **ωχρά σφαίρα**, ο **υποθαλαμικός πυρήνας** και η **μέλαινα ουσία**. Η τελευταία εντοπίζεται στη ραχιαία μοίρα του μέσου εγκεφάλου και όχι στα εγκεφαλικά ημισφαίρια, ενώ ο υποθαλαμικός πυρήνας βρίσκεται μόλις κάτωθεν του θαλάμου μέσα στην περιοχή εκείνη του εγκεφάλου που ονομάζεται διεγκέφαλος (π.χ. θάλαμος, υποθάλαμος, επιθάλαμος και μεταθάλαμος). Ο κερκοφόρος πυρήνας αφορίζει και ακολουθεί την πλάγια κοιλία, ενώ διακρίνεται στην **κεφαλή** (πρόσθιο τμήμα εντός του μετωπιαίου λοβού) και στην **ουρά** (που κατέρχεται προς τον κροταφικό λοβό). Η ωχρά σφαίρα και το κέλυφος δίνουν την εικόνα μονήρους πυρήνα, ο οποίος αναφέρεται ως **φακοειδής πυρήνας**, μόλις επί τα εντός της νησιδιακής περιοχής.

Υποθάλαμος

Ο υποθάλαμος είναι η περιοχή κάτω από το θάλαμο (*Εικόνα 1-6Β*). Αποτελεί τη θέση ρύθμισης των ορμονών από τον εγκέφαλο, ανίχνευσης της δίψας και της πείνας με βάση φυσιολογικά ερεθίσματα, καθορισμού του κύκλου ύπνου-εγρήγορης και ρύθμισης πολλών άλλων βασικών ομοιοστατικών λειτουργιών. Η περιοχή αυτή διαθέτει συνδέσεις με πολλά άλλα μέρη του εγκεφάλου, γεγονός που της επιτρέπει να διασταυρώνει πολλές πηγές πληροφοριών.



ΕΙΚΟΝΑ 1-6 Εσωτερικές δομές του εγκεφαλικού φλοιού. Η πλάγια άποψη επάνω δεξιά απεικονίζει τις θέσεις στις οποίες πραγματοποιήθηκε κάθε τομή. (Αναπαραγωγή κατόπιν αδειας από Nieuwenhuys, Voogd, and van Huijzen. *The Human Central Nervous System: A Synopsis and Atlas*, 3rd edition. New York: Springer-Verlag; 1988.)

Ιππόκαμπος

Η περιοχή αυτή του φλοιού βρίσκεται στη μέση μοίρα του κροταφικού λοβού, στην κάτω επιφάνεια του εγκεφάλου (*Εικόνα 1-6Γ*). Σχετίζεται ειδικά με το σχηματισμό της δηλωτικής μνήμης, δηλαδή της ικανότητας απομνημόνευσης των πληροφοριών και των εμπειριών (βλ. Κεφάλαιο 7).

Αμυγδαλή

Η αμυγδαλή είναι ένας πυρήνας του κροταφικού λοβού που βρίσκεται στο κεφαλικό άκρο του ιππόκαμπου.

Συnergieζεται με τον ιππόκαμπο για τη δημιουργία των αναμνήσεων, ιδιαίτερα όσων σχετίζονται με έντονες συναισθηματικές καταστάσεις, όπως είναι ο φόβος και ο θυμός.

Μεσολόβιο

Το μεσολόβιο είναι η κύρια δομή που συνδέει το αριστερό με το δεξί ημισφαίριο του εγκεφάλου (*Εικόνες 1-5, 1-6Α-Γ*). Αποτελείται εξ ολοκλήρου από νευράξονες που πορεύονται μεταξύ του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου, κυρίως στο μετωπιαίο και στο βρεγματικό λοβό.

Πρόσθιος Σύνδεσμος

Ο πρόσθιος σύνδεσμος μοιάζει με το μεσολόβιο, αλλά αποτελείται κυρίως από νευράζονες που πορεύονται ανάμεσα στον αριστερό και στο δεξιό κροταφικό λοβό. Λόγω της σταθερής εμφάνισης και εντόπισής του (*Εικόνα 1-5*), χρησιμοποιείται συχνά ως σημείο αναφοράς στις απεικονιστικές μελέτες του εγκεφάλου για τη σύγκριση των εικόνων που έχουν ληφθεί από το ίδιο άτομο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και για τη σύγκριση του εγκεφάλου ενός ατόμου με εικόνες από άτλαντες ανατομίας.

Έσω Κάψα

Η έσω κάψα αποτελεί μία οδό λευκής ουσίας με νευράζονες που ανέρχονται προς τον εγκεφαλικό φλοιό ή κατέρχονται από αυτόν (*Εικόνα 1-6*). Το **πρόσθιο σκέλος** της καθίσταται εμφανές στην αρχή του διαχωρισμού του κερκοφόρου πυρήνα και του κελύφους στο μετωπιαίο λοβό (*Εικόνα 1-A, B*). Το **οπίσθιο σκέλος** της διαχωρίζει το θάλαμο από τα βασικά γάγγλια (*Εικόνα 1-6Γ*). Νευράζονες από νευρώνες του φλοιού διέρχονται από την έσω κάψα καθώς πορεύονται προς το εγκεφαλικό στέλεχος και το νωπιαίο μυελό. Νευράζονες από τα αισθητικά συστήματα που εισέρχονται στον εγκέφαλο διέρχονται από την έσω κάψα καθώς πορεύονται προς το θάλαμο. Επίσης, στην έσω κάψα βρίσκονται θαλαμικές ίνες που καταλήγουν στο φλοιό. Οι βλάβες της έσω κάψας είναι δυνατό να έχουν σοβαρές αισθητικές και κινητικές επιπτώσεις (βλ. Κεφάλαιο 10, Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο).

Ακτινωτός Στέφανος

Κάτω από τον εγκεφαλικό φλοιό υπάρχει μεγάλη ποσότητα λευκής ουσίας που δεν αποτελεί μέρος της έσω κάψας. Αυτή δε σημειώνεται στα προηγούμενα σχεδιαγράμματα, γιατί κάτι τέτοιο δε θα ήταν πρακτικό: αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της υποφλοιώδους λευκής ουσίας. Ως επί το πλείστον αποτελείται από νευράζονες φλοιϊκών νευρώνων που πορεύονται από ένα τμήμα του φλοιού προς ένα άλλο. Οι φλοιο-φλοιϊκές αυτές συνδέσεις δε χρειάζεται να διέλθουν από το θάλαμο, αλλά καταλήγουν άμεσα στο φλοιό. Στη λευκή αυτή ουσία βρίσκονται επίσης ίνες που συνδέουν το φλοιϊκό ιστό με τις υποφλοιώδεις δομές, όπως είναι ο κερκοφόρος πυρήνας και το κέλυφος. Συγκριτικά με τις παραπάνω συνδέσεις, σχετικά λίγοι νευράζονες εγκαταλείπουν στην πράξη τα εγκεφαλικά ημισφαίρια για να επηρεάσουν άλλα μέρη του νευρικού συστήματος.

• ΤΟ ΚΟΙΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο εγκέφαλος περιβάλλεται από τις μνιγγες, μεταξύ των οποίων βρίσκεται το ΕΝΥ.

Επιπλέον, το ΕΝΥ παρατηρείται και μέσα σε κοιλότητες του εγκεφάλου που ονομάζονται κοιλίες. Το κοιλιακό σύστημα περιλαμβάνει τις κοιλίες, τις διόδους επικοινωνίας μεταξύ των κοιλιών, τον ιστό που εκκρίνει το ΕΝΥ και το σύστημα περισυλλογής του ΕΝΥ για την επιστροφή του στην κυκλοφορία. Στο Κεφάλαιο 18 υπάρχουν απεικονίσεις του κοιλιακού συστήματος, πρόσθετη αναφορά στη ροή του ΕΝΥ και παραδείγματα διαταραχών αυτής της ροής που προκαλούν υδροκέφαλο. Οι ονομασίες των παραπάνω δομών παρέχονται εδώ.

Μέσα στα εγκεφαλικά ημισφαίρια υπάρχουν δύο μεγάλες κοιλίες που ονομάζονται πλάγιες κοιλίες, μία στα αριστερά και μία στα δεξιά. Καμία από αυτές δεν ονομάζεται επισήμως πρώτη ή δεύτερη, ωστόσο επειδή είναι δύο η επόμενη ονομάζεται τρίτη κοιλία, μετά την οποία ακολουθεί η τέταρτη. Η τρίτη κοιλία είναι μία δομή της μέσης γραμμής που εντοπίζεται στο επίπεδο του μέσου εγκεφάλου, ενώ η τέταρτη είναι επίσης δομή της μέσης γραμμής που εντοπίζεται μεταξύ του εγκεφαλικού στελέχους και της παρεγκεφαλίδας. Το ΕΝΥ εκκρίνεται μέσα στο κοιλιακό σύστημα από ένα είδος ιστού που ονομάζεται **χοριοειδές πλέγμα**. Το τελευταίο βρίσκεται μέσα στις πλάγιες κοιλίες και στην τέταρτη κοιλία, όχι όμως και στην τρίτη. Η διόδος του υγρού από την πλάγια προς την τρίτη κοιλία σε κάθε πλευρά πραγματοποιείται μέσω μίας οπής που ονομάζεται **μεσοκοιλιακό τρήμα**. Η τρίτη και η τέταρτη κοιλία συνδέονται με τον **υδραγωγό του εγκεφάλου**.

Το ΕΝΥ εξέρχεται από το κοιλιακό σύστημα διαμέσου τριών οπών. Η μεγαλύτερη είναι το μέσο τρήμα ή **τρήμα του Magendie**. Αυτό εντοπίζεται στη μέση γραμμή και συνδέει την τέταρτη κοιλία με την οπίσθια μοίρα του προμήκη στο εγκεφαλικό στέλεχος. Ο συγκεκριμένος χώρος συλλογής του ΕΝΥ κάτω από την παρεγκεφαλίδα και πίσω από το εγκεφαλικό στέλεχος ονομάζεται **παρεγκεφαλιδονωπιαία δεξαμενή**. Υπάρχουν επίσης δύο πλάγιες οπές, μία αριστερή και μία δεξιά, που συνδέουν κάθε πλευρά της τέταρτης κοιλίας με το χώρο ανάμεσα στην παρεγκεφαλίδα και στη γέφυρα. Οι πλάγιες αυτές οπές ονομάζονται **τρήματα του Luschka**. Ο συγκεκριμένος χώρος συλλογής του ΕΝΥ μπροστά και πλάγια της παρεγκεφαλίδας ονομάζεται **δεξαμενή της γεφυροπαρεγκεφαλιδικής γωνίας**. Ο κεντρικός σωλήνας του νωπιαίου μυελού, που σχηματίζεται στην ουραία μοίρα του προμήκη, αποτελεί επίσης θέση εξόδου του ΕΝΥ από την τέταρτη κοιλία, ωστόσο είναι αρκετά μικρός συγκριτικά με τα άλλα τρήματα.

Αφού εξέλθει από το κοιλιακό σύστημα, το ΕΝΥ περικλείεται μεταξύ των μνιγγων προστατεύοντας τον εγκέφαλο τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά, καθώς ο

τελευταίος πρακτικά επιπλέει μέσα στο ΕΝΥ. Ο υπαρχνοειδής χώρος συγκρατεί το ΕΝΥ μεταξύ της αραχνοειδούς και της χοριοειδούς μήνιγγας. Μέσα στη σκληρή μήνιγγα σχηματίζονται φλεβώδεις κόλποι, ενώ οι προβολές της αραχνοειδούς μήνιγγας σε αυτούς, που ονομάζονται **αραχνοειδείς λάχνες**, επιτρέπουν στο ΕΝΥ να διαφεύγει βραδέως στο φλεβικό αίμα επιστρέφοντας στην κυκλοφορία.

● Η ΠΑΡΕΓΚΕΦΑΛΙΔΑ

Όπως και ο εγκέφαλος, έτσι και η παρεγκεφαλίδα διαθέτει ένα εξωτερικό στρώμα φαιάς ουσίας που ονομάζεται φλοιός, πυρήνες φαιάς ουσίας βαθιά στο εσωτερικό της και δομές λευκής ουσίας που παρέχουν τις συνδέσεις (*Εικόνα 1-6Δ*). Η λέξη που περιγράφει καλύτερα τη λειτουργία της παρεγκεφαλίδας είναι συντονισμός. Κυριολεκτικά, αυτό σημαίνει τον ταυτόχρονο έλεγχο δύο ή περισσότερων πραγμάτων. Οι συνδέσεις και τα κυκλώματα της παρεγκεφαλίδας εξυπηρετούν το σκοπό αυτό με πολλούς τρόπους. Όταν ένας ρίπτης του μπέιζμπολ ρίχνει τη μπάλα, θα πρέπει να συντονίσει τις αναμενόμενες ρυθμίσεις της στάσης με τις κινήσεις των κάτω άκρων και του κορμού κατά τη φάση της προετοιμασίας, καθώς και την οπτική σκηνή του αντίπαλου παίκτη με την κίνηση ρίψης του άνω άκρου. Η ομιλία απαιτεί το συντονισμό των μυών του φάρυγγα και των φωνητικών χορδών με τις κινήσεις της γλώσσας και των χειλέων και με τους αναπνευστικούς μύες για την ελεγχόμενη εκπνοή. Η κινητική εκμάθηση απαιτεί το συντονισμό της εμπειρίας από προηγούμενες δοκιμές με το σχεδιασμό της επόμενης προσπάθειας. Περισσότερες λεπτομέρειες για τη λειτουργία της παρεγκεφαλίδας παρέχονται στο Κεφάλαιο 5. Εδώ εστιάζουμε στην ανατομία.

Φλοιός

Ο φλοιός της παρεγκεφαλίδας έχει απλούστερη και πιο ομοιόμορφη δομή σε σχέση με τον εγκεφαλικό φλοιό. Παρατηρούνται τρεις στιβάδες: η στιβάδα των παράλληλων ινών, η στιβάδα Purkinje και η κοκκιώδης στιβάδα, καθεμία από τις οποίες παίρνει την ονομασία της από το κυρίαρχο χαρακτηριστικό της δομής της. Τα **κοκκιώδη κύτταρα** στην αντίστοιχη στιβάδα υποδέχονται τις πληροφορίες που φτάνουν στην παρεγκεφαλίδα. Οι νευράξονες τους προβάλλουν στον παρεγκεφαλιδικό φλοιό και διαχωρίζονται, πορευόμενοι κατά μήκος της επιφάνειας του φλοιού παράλληλα με τα φύλλα. Τα τελευταία είναι οι μικρές πτυχώσεις του ιστού που παρατηρούνται στην επιφάνεια του φλοιού της παρεγκεφαλίδας. Οι παράλληλες ίνες συναπτονται με το συναπτικό δέντρο

των κυττάρων Purkinje. Τα κύτταρα Purkinje φέρουν νευράξονες που προβάλλουν στους εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας.

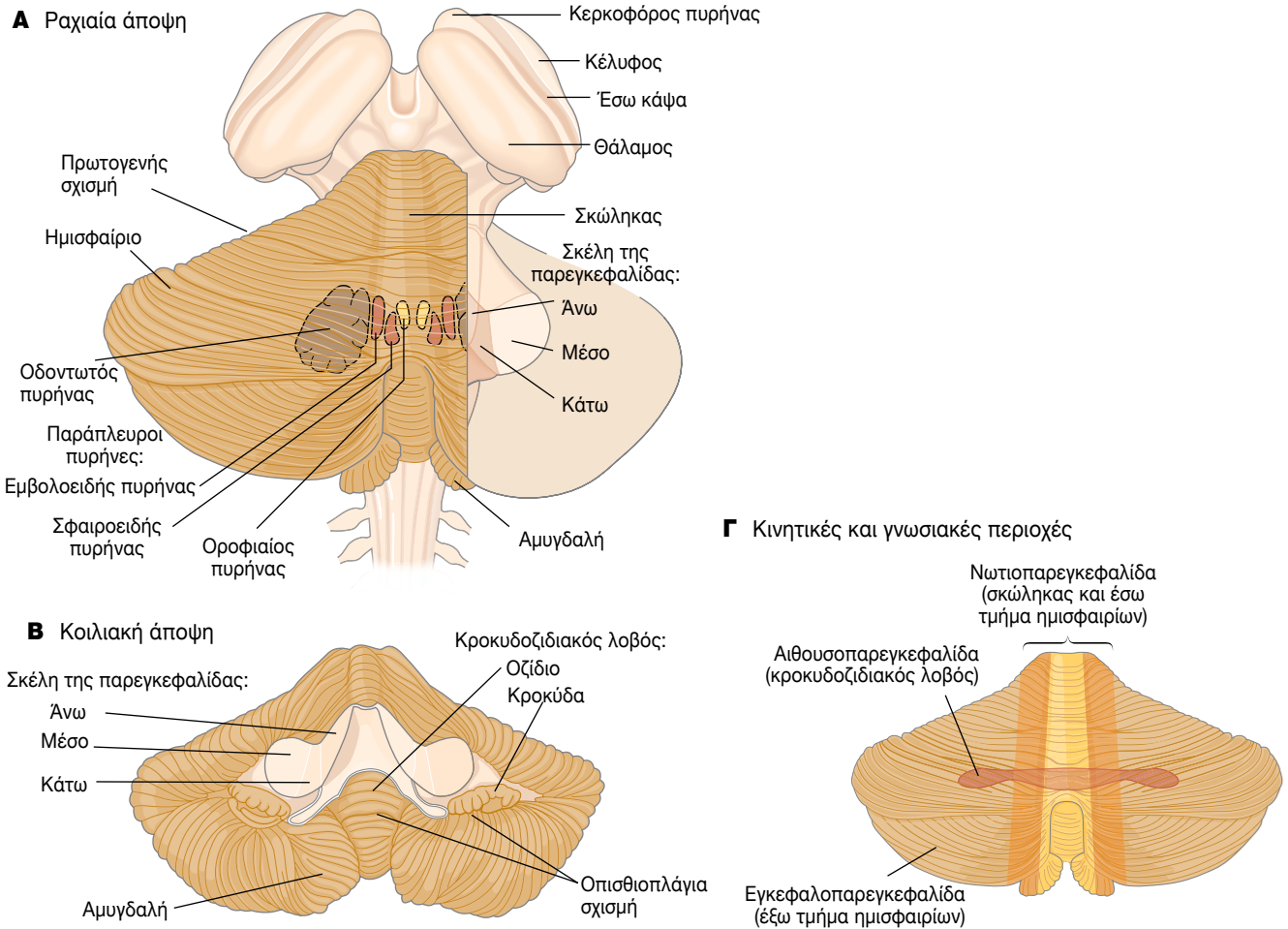
Εν τω Βάθει Πυρήνες Παρεγκεφαλίδας

Οι εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας είναι μία ομάδα δομών φαιάς ουσίας που εντοπίζονται μέσα στην παρεγκεφαλίδα. Κατά μία γενική έννοια, όλοι οι νευρώνες των πυρήνων αυτών αντιστοιχούν στον ίδιο τύπο κυττάρων. Το γεγονός ότι μπορούμε να διακρίνουμε ξεχωριστούς πυρήνες στην παρεγκεφαλίδα είναι απλά συνέπεια του τρόπου με τον οποίο οι δομές της λευκής ουσίας διέρχονται ανάμεσα από τους νευρώνες αυτούς, διαχωρίζοντάς τους σε ανατομικά διακριτές οντότητες. Από λειτουργική άποψη, καθένας από τους εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας έχει την τάση να συνδέεται σταθερά με ένα συγκεκριμένο μέρος του παρεγκεφαλιδικού φλοιού. Έτσι, στο βαθμό που υπάρχουν διαφορές στη λειτουργία των διαφόρων μερών του φλοιού της παρεγκεφαλίδας, παρατηρείται διαφοροποίηση της λειτουργίας και των εν τω βάθει πυρήνων. Παρόλα αυτά, η διαφοροποίηση αυτή είναι αποτέλεσμα των συνδέσεων και δεν οφείλεται σε διαφορές των ίδιων των νευρώνων μεταξύ τους. Στον άνθρωπο, παρατηρούνται τέσσερις διαφορετικοί εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας: ο **οροφαιός**, ο **σφαιροειδής**, ο **εμβολοειδής** και ο **οδονωτός πυρήνας**. Σε άλλα ζώα, οι πυρήνες αυτοί είναι δυνατό να συνδυάζονται με διαφορετικούς τρόπους και να έχουν διαφορετικές ονομασίες, ωστόσο η βασική λειτουργία των νευρώνων τους παραμένει η ίδια.

Λοβοί/Περιοχές της Παρεγκεφαλίδας

Η παρεγκεφαλίδα είναι δυνατό να διαιρεθεί με δύο τρόπους, δηλαδή σε λοβούς και σε λειτουργικές περιοχές. Υπάρχουν τρεις λοβοί. Ο **πρόσθιος λοβός** αποτελεί το μέρος κάτωθεν του ινιακού λοβού, κεφαλικά μίας δομής του φλοιού της παρεγκεφαλίδας που ονομάζεται **πρωτογενής σχισμή**. Η **οπίσθια παρεγκεφαλίδα** είναι το υπόλοιπο μέρος, με εξαίρεση μία μικρή δομή που ονομάζεται **κροκυδοζιδιακός λοβός**. Ο τελευταίος βρίσκεται στο αντίθετο άκρο της παρεγκεφαλίδας σε σχέση με τον πρόσθιο λοβό και στην πρόσθια επιφάνεια, σε επαφή με την τέταρτη κοιλία (*Εικόνα 1-7Α, Β*).

Οι λειτουργικές υποδιαιρέσεις έχουν μεγαλύτερη χρησιμότητα για το φυσικοθεραπευτή. Αυτές περιλαμβάνουν την αιθουσοπαρεγκεφαλίδα, τη νωτιοπαρεγκεφαλίδα και την εγκεφαλοπαρεγκεφαλίδα (*Εικόνα 1-7Γ*). Ο κροκυδοζιδιακός λοβός είναι ταυτόσημος με την **αιθουσοπαρεγκεφαλίδα**. Οι άλλες δύο περιοχές περιλαμβάνουν τόσο την πρόσθια, όσο και την οπίσθια παρεγκεφαλίδα,



ΕΙΚΟΝΑ 1-7 Η παρεγκεφαλίδα. Α. Απεικονίζονται οι εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας στο εσωτερικό της. Δεξιά έχει αφαιρεθεί η παρεγκεφαλίδα, ώστε να απεικονιστούν τα σκέλη της που προέρχονται από το στελέχος. **Β.** Πρόσθια άποψη της παρεγκεφαλίδας, μετά την αφαίρεση του στελέχους. **Γ.** Απεικονίζονται οι λειτουργικές περιοχές της παρεγκεφαλίδας. (Αναπαραγωγή κατόπιν άδειας από Nieuwenhuys R: Chemoarchitecture of the Brain. New York: Springer-Verlag, 1985.)

με τις λειτουργικές υποδιαιρέσεις να ακολουθούν έναν άξονα από έσω προς τα έξω. Η **νωτιοπαρεγκεφαλίδα** περιλαμβάνει τον παρεγκεφαλιδικό ιστό της μέσης γραμμής που ονομάζεται σκώληκας, καθώς επίσης και τα έσω τμήματα κάθε ημισφαιρίου της παρεγκεφαλίδας, που ονομάζονται παρασκώληκας. Η **εγκεφαλοπαρεγκεφαλίδα** περιλαμβάνει το υπόλοιπο τμήμα των ημισφαιρίων της παρεγκεφαλίδας.

Καθένας από τους εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας συνδέεται κατά κύριο λόγο με μία ορισμένη λειτουργική περιοχή της. Η **αιθουσοπαρεγκεφαλίδα** συνδέεται με τον οροφιαίο πυρήνα (ενώ διαθέτει και ορισμένες άμεσες συνδέσεις με τους αιθουσαίους πυρήνες). Έτσι, η λειτουργία της σχετίζεται με τον αιθουσαίο έλεγχο της κίνησης των οφθαλμών, της στάσης και της ισορροπίας. Η **νωτιοπαρεγκεφαλίδα** συνδέεται με τον οροφιαίο, το σφαιροειδή και τον εμβολοειδή πυρήνα και δέχεται αισθητικές πληροφορίες που σχετίζονται

με τη στάση του σώματος μέσω των νωτιοπαρεγκεφαλιδικών δεματίων. Επίσης, προβάλλει στο έσω κατιόν σύστημα (ερυθρονωτιαίο, αιθουσονωτιαίο και δικτυονωτιαίο δεμάτιο) για τον έλεγχο της σταθερότητας της στάσης. Η **εγκεφαλοπαρεγκεφαλίδα** συνδέεται με τον οδοντωτό πυρήνα και χορηγεί φυγόκεντρες ίνες μέσω του θαλάμου στον κινητικό φλοιό και σε άλλες περιοχές του φλοιού του εγκεφάλου, συμμετέχοντας στον κινητικό σχεδιασμό και έλεγχο (βλ. Κεφάλαιο 5).

Σκέλη της Παρεγκεφαλίδας

Σε κάθε πλευρά παρατηρούνται τρία σκέλη της παρεγκεφαλίδας, που συνιστούν συνδέσεις λευκής ουσίας μεταξύ της παρεγκεφαλίδας και του εγκεφαλικού στελέχους. Αυτά είναι το κάτω, το μέσο και το άνω σκέλος της παρεγκεφαλίδας (*Εικόνα 1-7B*). Το **κάτω σκέλος της παρεγκεφαλίδας** περιέχει νευράξονες που μεταφέρουν λεπτομερείς αισθητικές πληροφορίες από το νωτιαίο μυελό, οι οποίες σχε-

τίζονται με τη θέση και τις κινήσεις του σώματος. Ακόμη, μεταφέρει πληροφορίες από έναν πυρήνα του εγκεφαλικού στελέχους που ονομάζεται κάτω **ελαϊκό σύμπλεγμα**, οι οποίες σχετίζονται με σφάλματα που απαιτούν βελτίωση του συντονισμού. Το **μέσο σκέλος της παρεγκεφαλίδας** μεταφέρει πληροφορίες από πυρήνες της γέφυρας προς την παρεγκεφαλίδα. Οι πυρήνες αυτοί αποτελούν στόχους νευραξόνων του εγκεφαλικού φλοιού, με συνέπεια το μέσο σκέλος να αποτελεί το δεύτερο τμήμα της οδού από το φλοιό προς την παρεγκεφαλίδα, η οποία ονομάζεται **φλοιο-γεφυρο-παρεγκεφαλιδική** οδός. Το **άνω σκέλος της παρεγκεφαλίδας** αποτελείται κυρίως από νευράξονες που εξέρχονται από τους εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας και κατευθύνονται προς το στέλεχος και τις φλοιϊκές δομές για τον κινητικό έλεγχο. Υπάρχουν επίσης συγκεκριμένα είδη πληροφοριών από το νωτιαίο μυελό που εισέρχονται μέσω του άνω σκέλους της παρεγκεφαλίδας. Περισσότερες πληροφορίες για την παρεγκεφαλίδα παρέχονται στο Κεφάλαιο 5.

• ΤΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

Το στέλεχος του εγκεφάλου (*Εικόνα 1-8*) διαθέτει πληθώρα σημαντικών δομών που εμπλέκονται σε όλους τους τύπους της νευρικής λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένων της αισθητικής, της κινητικής, της αυτόνομης και της συνθετικής. Εκεί εντοπίζονται οι βασικές λειτουργίες για τη γεύση και τη σίτιση, την ακοή, την ισορροπία και την όραση, καθώς επίσης και τα συστήματα ελέγχου της στάσης και της μετακίνησης, της αντίληψης και της ρύθμισης του πόνου, της ρύθμισης της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας και της εγρήγορσης. Επιπλέον, όλες οι συνδέσεις της λευκής ουσίας μεταξύ του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού θα πρέπει να διέλθουν από το στέλεχος του εγκεφάλου. Μία σοβαρή κάκωση στο στέλεχος είναι συνήθως θανατηφόρος.

Κατά μήκος της κεφαλουραίας κατεύθυνσης του στελέχους βρίσκονται διάσπαρτες ορισμένες δομές, οι οποίες δεν περιορίζονται σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Μία από αυτές είναι ο **πυρήνας του τριδύμου**, ο οποίος εκτείνεται από το μέσο εγκέφαλο έως τον προμήκη. Οι διάφορες περιοχές του συμπλέγματος του τριδύμου επιδεικνύουν διαφορετική εξειδίκευση, ωστόσο συνολικά πρόκειται για μία δομή μεγάλου μήκους που εξυπηρετεί όλες τις αισθητικές και κινητικές λειτουργίες του τριδύμου νεύρου. Μία άλλη περιοχή ονομάζεται **δικτυωτός σχηματισμός**. Πρόκειται για μία μακρά στήλη φαιάς ουσίας που βρίσκεται κοιλιακά και πλάγια του υδραγωγού του εγκεφάλου και της τέταρτης κοιλίας, ενώ εκτείνεται από το μέσο εγκέφαλο έως τον προμήκη. Ο δικτυωτός σχηματισμός έχει

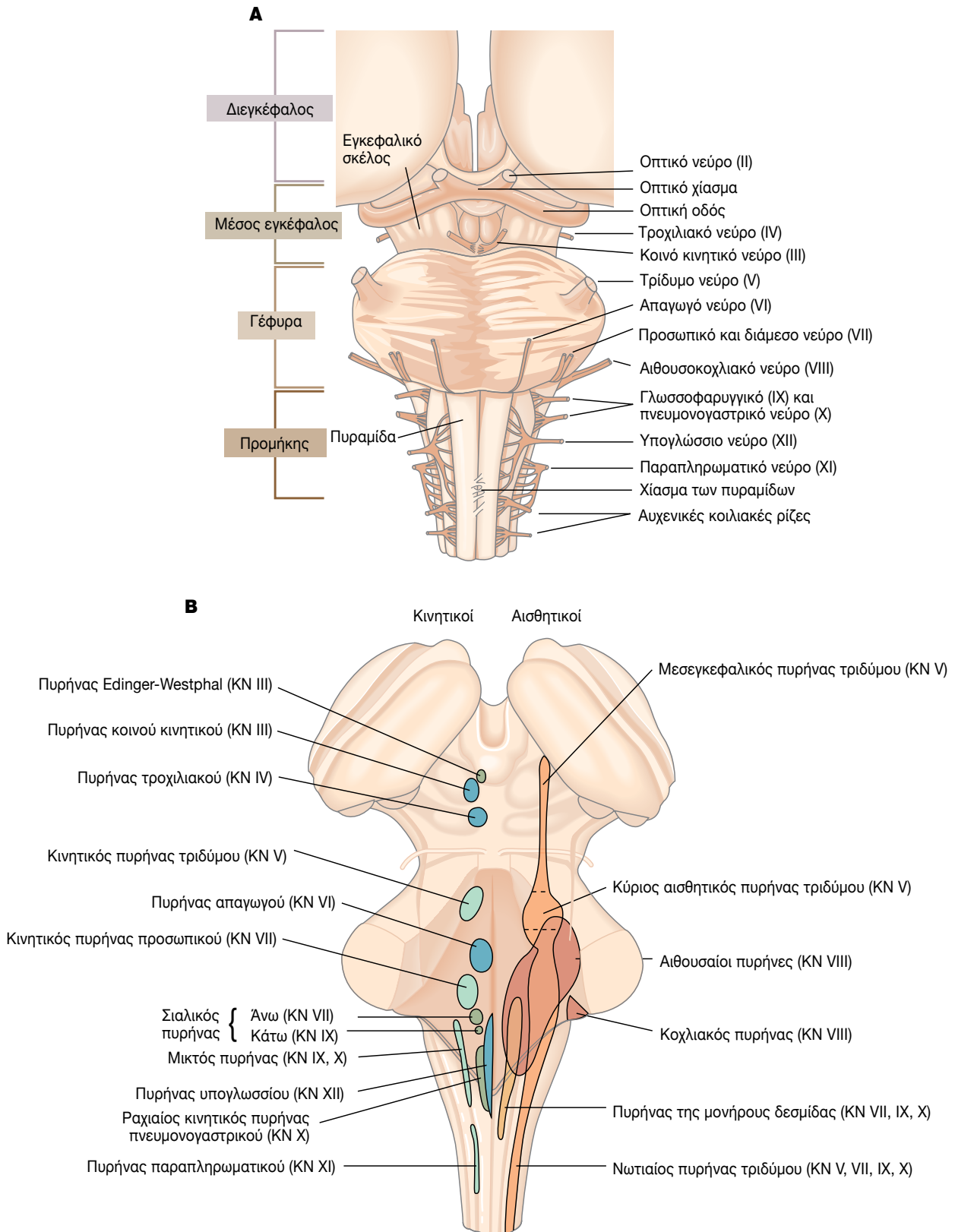
διάφορες λειτουργίες. Αυτές που έχουν σημασία για την αποκατάσταση είναι οι οδοί που συνδέουν το στέλεχος με το νωτιαίο μυελό, δηλαδή τα **δικτυονωτιαία δεμάτια**, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της στάσης, της μετακίνησης και των αδρών κινήσεων των άκρων. Επί τα εντός και κάπως κοιλιακά του δικτυωτού σχηματισμού, στην ουραία μοίρα της γέφυρας και στην κεφαλική μοίρα του προμήκη, βρίσκονται οι **πυρήνες της ραφής**. Αυτοί ρυθμίζουν την κατάσταση άλλων μερών του νευρικού συστήματος, όπως είναι η εγρήγορση, τα κυκλώματα του νωτιαίου μυελού για τον έλεγχο της βάδισης και η μεταβίβαση και η ρύθμιση του πόνου.

Μέσος Εγκέφαλος

Ο μέσος εγκέφαλος αποτελεί το πιο κεφαλικό επίπεδο του στελέχους του εγκεφάλου. Τα πιο έκδηλα χαρακτηριστικά της λευκής ουσίας στο επίπεδο αυτό είναι τα **σκέλη του εγκεφάλου**, που περιέχουν όλους τους νευράξονες που πορεύονται από τον τελικό εγκέφαλο προς το στέλεχος και το νωτιαίο μυελό. Εντός του μέσου εγκεφάλου βρίσκονται διάφοροι σημαντικοί πυρήνες. Η **μέλαινα ουσία**, που αποτελεί μέρος των βασικών γαγγλίων, εντοπίζεται στο επίπεδο του μέσου εγκεφάλου. Η **περιϋδραγωγός φαιά ουσία**, μία κεντρική δομή που συμμετέχει στη ρύθμιση του πόνου, είναι επίσης δομή του μέσου εγκεφάλου. Ένας σημαντικός κινητικός πυρήνας που συμμετέχει στο συντονισμό ανάμεσα στον τελικό εγκέφαλο και στην παρεγκεφαλίδα είναι ο **ερυθρός πυρήνας**, ένας σφαιρικός πυρήνας στο μέσο εγκέφαλο από τον οποίο ξεκινά το ερυθρονωτιαίο δεμάτιο. Στην οπίσθια μοίρα του μέσου εγκεφάλου βρίσκονται δύο θολωτές προεξοχές εκατέρωθεν, τα άνω και τα κάτω διδύμια. Τα **άνω διδύμια** συμμετέχουν στη λειτουργία της όρασης, ενώ τα **κάτω διδύμια** στη λειτουργία της ακοής. Επιπλέον, στο επίπεδο αυτό βρίσκονται ορισμένοι πυρήνες κρανιακών νεύρων, που περιλαμβάνουν τον πυρήνα του κοινού κινητικού (KN III) και του τροχιλιακού νεύρου (KN IV). Ο **σκελογεφυρικός πυρήνας** είναι μία εξειδικευμένη δομή του στελέχους που παίζει σημαντικό ρόλο στην έναρξη της μετακίνησης και στην απελευθέρωση ακετυλοχολίνης σε επιλεγμένες περιοχές του εγκεφάλου. Ο **υπομέλας τόπος** προβάλλει ευρέως σε όλο το ΚΝΣ, απελευθερώνοντας μία νευρορρυθμιστική ουσία, τη νορεπινεφρίνη, η οποία ρυθμίζει τη γενική διεγερσιμότητα. Τέλος, το **κοιλιακό καλυπτρικό πεδίο** σχετίζεται με ντοπαμινεργικές προβολές για τη ρύθμιση της ανταμοιβής και της ηδονής, ενώ συνδέεται μέσω των βασικών γαγγλίων με το μετωπιαίο λοβό.

Γέφυρα και Προμήκης

Η γέφυρα και ο προμήκης αφορίζονται μεταξύ τους κατά



ΕΙΚΟΝΑ 1-8 Τα κρανιακά νεύρα. Αριστερά (A), μία κοιλιακή άποψη του εγκεφαλικού στελέχους και του διεγκεφάλου απεικονίζει τις θέσεις εξόδου των κρανιακών νεύρων από το στέλεχος. Δεξιά (B), μία ραχιαία άποψη απεικονίζει τις θέσεις εντόπισης των πυρήνων των κρανιακών νεύρων για τις κινητικές και τις αισθητικές πληροφορίες. (Τροποποιημένο κατόπιν αδείας από Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. Principles of Neural Science, 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2013, Εικόνες 45-1 και 45-5, σελ. 1020 & 1025.)

κύριο λόγο από το μέσο σκέλος της παρεγκεφαλίδας. Το τελευταίο είναι μία διακριτή δομή λευκής ουσίας στην πρόσθια μοίρα της γέφυρας που σχηματίζεται από νευράξονες οι οποίοι εξέρχονται από τη γέφυρα και περιελίσσονται ουραία προς την παρεγκεφαλίδα. Μέσα στη γέφυρα, η κοιλιακή περιοχή περιέχει τους **γεφυρικούς πυρήνες**, όπου φλοιογεφυρικές προβολές συνάπτονται κατά την πορεία τους προς την παρεγκεφαλίδα. Στη ραχιαία μοίρα της γέφυρας βρίσκουμε τον **πυρήνα του τριδύμου** για το πέμπτο κρανιακό νεύρο (KN IV), τον πυρήνα για το έκτο κρανιακό νεύρο (KN VI) και τον πυρήνα του προσωπικού νεύρου (KN VII). Οι **αιθουσαίοι πυρήνες** βρίσκονται στη γέφυρα ελαφρά επί τα εκτός της μέσης γραμμής και μόλις κοιλιακά της τέταρτης κοιλίας. Δέχονται κεντρομόλες ίνες από το αιθουσαίο σύστημα και διασυνδέουν την αιθουσοπαρεγκεφαλίδα με τον έλεγχο των κινήσεων της κεφαλής, του αυχένα και των οφθαλμών, καθώς επίσης και με αντιδράσεις της στάσης στις κινήσεις και στη θέση της κεφαλής. Ο **κοχλιακός πυρήνας** δέχεται εισερχόμενες ακουστικές πληροφορίες από τον κοχλία, ενώ το άνω ελαϊκό σύμπλεγμα περιέχει νευρικά κυκλώματα που χρησιμοποιούνται για την αρχική εντόπιση του ήχου. Οι ειδικές αισθήσεις, όπως η ακοή και το αιθουσαίο σύστημα, αναλύονται στο Κεφάλαιο 6.

Ο **προμήκης** αναδύεται ως το πιο ουραίο τμήμα του εγκεφαλικού στελέχους, κάτω από τη γέφυρα. Τα πιο έκδηλα χαρακτηριστικά της πρόσθιας επιφάνειάς του είναι οι **πυραμίδες του προμήκη** και οι **κάτω ελαϊές**. Οι πυραμίδες σχηματίζονται από τους νευράξονες του φλοιονωτιαίου δεματίου, δηλαδή από ίνες για τον κινητικό έλεγχο που πορεύονται από το φλοιό του εγκεφάλου προς το νωτιαίο μυελό. Οι ελαϊές περιβάλλουν μία εσωτερική δομή που ονομάζεται **κάτω ελαϊκό σύμπλεγμα**, η οποία αποτελεί πηγή πληροφοριών σχετικά με σφάλματα που αποστέλλονται στην παρεγκεφαλίδα. Στη ραχιαία μοίρα του εγκεφαλικού στελέχους παρατηρούμε τη συνέχεια δύο δεσμίδων από ανιούσες ίνες εκατέρωθεν, που προέρχονται από το νωτιαίο μυελό. Στη μέση γραμμή βρίσκεται το **ισχνό δεμάτιο** που μεταφέρει αισθητικές πληροφορίες από τα κάτω άκρα και τον κατώτερο κορμό, ενώ επί τα εκτός αυτού βρίσκεται το **σφηνοειδές δεμάτιο**, το οποίο μεταφέρει αισθητικές πληροφορίες από τον ανώτερο κορμό και τα άνω άκρα. Τα παραπάνω δεμάτια ονομάζονται συνολικά ραχιαίες στήλες, ενώ στην κορυφή τους βρίσκονται οι πυρήνες των ραχιαίων στηλών (σφηνοειδής και ισχνός). Οι πυρήνες των ραχιαίων στηλών περιέχουν το δεύτερο αισθητικό νευρώνα της οδού που ξεκινά από το νωτιαίο μυελό και καταλήγει στον εγκέφαλο (βλ. Κεφάλαιο 3).

Μέσα στον προμήκη βρίσκονται πολλοί και σημαντι-

κοί πυρήνες, όπως οι πυρήνες των κρανιακών νεύρων IX-XII (γλωσσοφαρυγγικού, πνευμονογαστρικού, παραπληρωματικού και υπογλωσσίου). Επιπλέον, εκεί εντοπίζονται και τα κέντρα ρύθμισης του καρδιοαναπνευστικού συστήματος.

Κρανιακά Νεύρα

Το πρώτο κρανιακό νεύρο ή εγκεφαλική συζυγία είναι το **οσφρητικό νεύρο**. Το συγκεκριμένο είναι σχετικά ξεχωριστό ανάμεσα στα υπόλοιπα κρανιακά νεύρα, καθώς οι οσφρητικοί νευρώνες προβάλλουν στον οσφρητικό βολβό και από εκεί οι νευρώνες δεύτερης τάξης προβάλλουν κατευθείαν στο φλοιό του εγκεφάλου. Το δεύτερο κρανιακό νεύρο είναι το οπτικό, το οποίο ξεκινά από τον οφθαλμό. Το νεύρο αυτό μεταφέρει τις οπτικές πληροφορίες στον εγκέφαλο, με τους νευράξονες να συνάπτονται σε μία δομή που ονομάζεται έξω γονατώδης πυρήνας και μπορεί να θεωρηθεί μέρος του θαλάμου. Ορισμένες ίνες του οπτικού νεύρου προβάλλουν επίσης σε δομές του μέσου εγκεφάλου, όπως είναι τα άνω διδύμια και ο πυρήνας του τρίτου κρανιακού νεύρου, για τις υποσυνείδητες αντιδράσεις στο φως όπως ο προσανατολισμός σε ένα έντονο φως, ο έλεγχος της σύσπασης της κόρης, η φωτορρυθμική του κύκλου ύπνου-εγρήγορσης, κλπ. Το τρίτο κρανιακό νεύρο είναι το **κοινό κινητικό**. Αυτό μεταφέρει κινητικούς νευράξονες στους τέσσερις από τους έξι εξοφθαλμικούς μύες (εκτός από τον έξω ορθό και τον τροχιλιακό). Ακόμη, μεταφέρει ίνες του αυτόνομου νευρικού συστήματος για τον έλεγχο της κόρης και του φακού του οφθαλμού, οι οποίες προέρχονται από τον πυρήνα **Edinger-Westphal** που εντοπίζεται στο μέσο εγκέφαλο, κοντά στον πυρήνα του κοινού κινητικού (KN III) (*Εικόνα 1-8*). Το τέταρτο κρανιακό νεύρο είναι το **τροχιλιακό**, το οποίο μεταφέρει κινητικούς νευράξονες στον τροχιλιακό μυ του οφθαλμού και προέρχεται από τον πυρήνα του τροχιλιακού στο μέσο εγκέφαλο (KN IV).

Το πέμπτο κρανιακό νεύρο είναι το **τριδύμο**, το οποίο εξυπηρετεί αισθητικές και κινητικές λειτουργίες για μεγάλο μέρος του προσώπου και της κεφαλής. Οι κινητικές ίνες νευρώνουν τους βασικούς μύες της μάσησης, συμπεριλαμβανομένου του κροταφίτη, των πτερυγοειδών και του μαστήρα. Οι ίνες αυτές προέρχονται από τον κινητικό πυρήνα του τριδύμου στον κατώτερο μεσεγκέφαλο. Οι αισθητικές ίνες διαχωρίζονται σε οφθαλμικό κλάδο που νευρώνει το δέρμα και τις δομές του μετώπου καθώς επίσης και τη μύτη, σε άνω γναθιαίο κλάδο που νευρώνει την παρειά και το άνω χείλος και σε κάτω γναθιαίο κλάδο που κατανέμεται στην κάτω γνάθο και στον πάγωνα. Η διακριτική αφή που μεταβιβάζεται από το τριδύμο νεύρο φτάνει στον κύριο αισθητικό πυρήνα, ενώ οι

πληροφορίες που αφορούν τον πόνο και τη θερμοκρασία καταλήγουν στο νωτιαίο πυρήνα του τριδύμου.

Το έκτο κρανιακό νεύρο είναι το **απαγωγό**, το οποίο μεταφέρει κινητικούς νευράξονες για τον έξω ορθό μυ του οφθαλμού και εκφύεται από τον πυρήνα του απαγωγού (ΚΝ VI) στη γέφυρα. Το έβδομο είναι το **προσωπικό νεύρο**, το οποίο κατανέμεται σε όλους τους μύες του προσώπου που δεν ελέγχονται από το τρίδυμο και σχετίζονται με τις εκφράσεις του προσώπου, ενώ παράλληλα δέχεται γευστικά ερεθίσματα από την πρόσθια μοίρα της γλώσσας. Το έβδομο κρανιακό νεύρο νευρώνει επίσης τους δακρυϊκούς και σιελογόνους αδένες που εκκρίνουν τα δάκρυα και τη σίελο αντίστοιχα. Οι κινητικές ίνες του προσωπικού νεύρου για τους μύες του προσώπου προέρχονται από τον πυρήνα του προσωπικού στη γέφυρα (ΚΝ VII). Οι απαγωγές ίνες προς τους σιελογόνους αδένες που μεταφέρονται μέσω του προσωπικού νεύρου προέρχονται από το **σιαλικό πυρήνα**. Οι προσαγωγές ίνες για τη γεύση μεταφέρονται μέσω του ΚΝ VII στον **πυρήνα της μονήρους δεσμίδας**, ενώ ορισμένες προσαγωγές ίνες για τον πόνο καταλήγουν μέσω του ΚΝ VII στο νωτιαίο πυρήνα του τριδύμου στον προμήκη. Το όγδοο κρανιακό νεύρο είναι το **αιθουσοκοχλιακό**. Αυτό μεταφέρει όλες τις πληροφορίες από τον κοχλία και τη συσκευή της αίθουσας του έσω ωτός στους αντίστοιχους πυρήνες του εγκεφαλικού στελέχους. Το ένατο κρανιακό νεύρο είναι το **γλωσσοφαρυγγικό**, το οποίο δέχεται γευστικά ερεθίσματα από την οπίσθια μοίρα της γλώσσας και αισθητικότητα από τη μαλακή υπερώα και το φάρυγγα. Οι κινητικές του ίνες προέρχονται από το μικτό πυρήνα και νευρώνουν τους μύες του φάρυγγα και την παρωτίδα. Οι αισθητικές ίνες της γεύσης προβάλλουν στον πυρήνα της μονήρους δεσμίδας. Ορισμένες ίνες για τον πόνο που πορεύονται μέσω του ΚΝ IX φτάνουν στο νωτιαίο πυρήνα του τριδύμου στον προμήκη. Το δέκατο κρανιακό νεύρο είναι το **πνευμονογαστρικό**, το οποίο πορεύεται από το στέλεχος του εγκεφάλου προς το φάρυγγα και τη θωρακική και κοιλιακή κοιλότητα. Στο φάρυγγα, το πνευμονογαστρικό ελέγχει πολλούς από τους μύες που συμμετέχουν στην κατάποση, καθώς επίσης και το αντανακλαστικό εξεμέσεως (ως απάντηση σε προσαγωγά ερεθίσματα από το γλωσσοφαρυγγικό). Οι κινητικές του ίνες προέρχονται από το μικτό πυρήνα και από το ραχιαίο κινητικό πυρήνα του πνευμονογαστρικού, οι οποίοι εντοπίζονται στον προμήκη. Ορισμένες ίνες για τη γεύση και τον πόνο φτάνουν μέσω του πνευμονογαστρικού στον πυρήνα της μονήρους δεσμίδας και στο νωτιαίο πυρήνα του τριδύμου, αντίστοιχα. Το πνευμονογαστρικό φτάνει στη θωρακική και στην ανώτερη κοιλιακή κοιλότητα για τον παρασυμπαθητικό έλεγχο του καρδιοανα-

πνευστικού και του ανώτερου πεπτικού συστήματος. Το ενδέκατο κρανιακό νεύρο είναι το **παραπληρωματικό**, το οποίο μεταφέρει κινητικούς νευράξονες στην άνω μοίρα του τραπεζοειδούς μύος και στο στερνοκλειδομαστοειδή. Προέρχεται από τον πυρήνα του παραπληρωματικού, ο οποίος εντοπίζεται στα ανώτερα αυχενικά μυελοτόμια. Το δωδέκατο κρανιακό νεύρο είναι το **υπογλώσσιο**, το οποίο παρέχει κινητικό έλεγχο της γλώσσας. Οι κινητικές του ίνες προέρχονται από τον πυρήνα του υπογλώσσίου που βρίσκεται στον προμήκη.

Μείζονα Δεμάτια

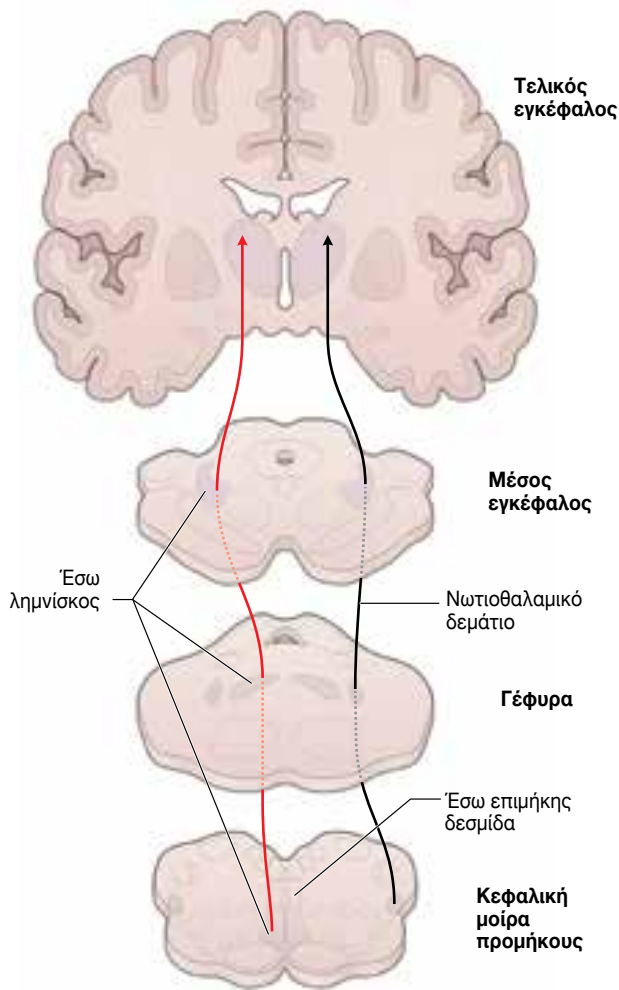
Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα κύρια δεμάτια που διακρίνονται στην επιφάνεια του εγκεφαλικού στελέχους περιλαμβάνουν τα σκέλη του εγκεφάλου και της παρεγκεφαλίδας, τις πυραμίδες του προμήκη και τις ραχιαίες στήλεις. Υπάρχουν επίσης ορισμένα εσωτερικά δεμάτια λευκής ουσίας που έχουν σημασία στην αποκατάσταση (*Εικόνα 1-9*). Ο **έσω λημνίσκος** είναι μία δέσμη νευραξόνων που ανέρχονται από τους πυρήνες των ραχιαίων στηλών μεταφέροντας αισθητικές πληροφορίες προς το θάλαμο (βλ. Κεφάλαιο 3). Μία δέσμη ινών κατά μήκος της μέσης γραμμής σε κάθε πλευρά ονομάζεται **έσω επιμήκης δεσμίδα**. Οι ανιούσες ίνες της συνδέουν τους αιθουσαίους πυρήνες με πυρήνες κρανιακών νεύρων και άλλες δομές για τον έλεγχο της κίνησης των οφθαλμών (βλ. Κεφάλαιο 6). Οι κατιούσες ίνες της έσω επιμήκους δεσμίδας προβάλλουν στα ανώτερα τμήματα του νωτιαίου μυελού για τον έλεγχο των κινήσεων της κεφαλής και του αυχένα, με το μέρος αυτό του συστήματος να ονομάζεται συνήθως έσω αιθουσονωτιαίο δεμάτιο.

● Ο ΝΩΤΙΑΙΟΣ ΜΥΕΛΟΣ

Αδρά Ανατομικά Χαρακτηριστικά

Ο νωτιαίος μυελός (*Εικόνα 1-10*) περιβάλλεται από τη σκληρή, την αραχνοειδή και τη χοριοειδή μήνιγγα, όπως ακριβώς και το υπόλοιπο ΚΝΣ. Χαρακτηριστικό γνώρισμα ωστόσο του νωτιαίου μυελού είναι το γεγονός ότι σε κάθε μυελοτόμιο υπάρχουν μικρές προσεκβολές της χοριοειδούς μήνιγγας προς τα πλάγια, οι οποίες σχηματίζουν **οδοντωτούς συνδέσμους** που συγκρατούν το νωτιαίο μυελό στη σκληρή μήνιγγα, διατηρώντας τον σταθερό μέσα στη σπονδυλική στήλη. Στο ουραίο άκρο του νωτιαίου μυελού παρατηρείται επίσης μία προέκταση χοριοειδούς μήνιγγας που περιβάλλεται από σκληρή μήνιγγα, η οποία καλείται **τελικό νημάτιο** και καθηλώνει το νωτιαίο μυελό στο κατώτερο άκρο του σπονδυλικού σωλήνα.

Εξετάζοντας συνολικά το νωτιαίο μυελό, στη ραχιαία



ΕΙΚΟΝΑ 1-9 Επιλεγμένα δερμάτια ινών στο στέλεχος του εγκεφάλου. Ο έσω λημνίσκος και τα νωτιοθαλαμικά δερμάτια μεταφέρουν αισθητικές πληροφορίες προς τον εγκέφαλο. Η έσω επιμήκης δεσμίδα μεταφέρει πληροφορίες για τον οφθαλμοκινητικό έλεγχο καθώς επίσης και εντολές για τις κινήσεις της κεφαλής και του αυχένα.

επιφάνειά του υπάρχουν οι ραχιαίες στήλες, που περιέχουν αισθητικές ίνες οι οποίες ανέρχονται προς τον προμήκη. Σε όλο το κεφαλουραίο μήκος του νωτιαίου μυελού παρατηρείται μία μέση σχισμή. Στην ανώτερη θωρακική και στην αυχενική μοίρα του νωτιαίου μυελού, στις ραχιαίες στήλες διακρίνονται τόσο το ισχνό (έσω) όσο και το σφηνοειδές (έξω) δερμάτιο. Στην κατώτερη θωρακική και στην οσφυοϊερή μοίρα του νωτιαίου μυελού παρατηρείται μόνο το ισχνό δερμάτιο.

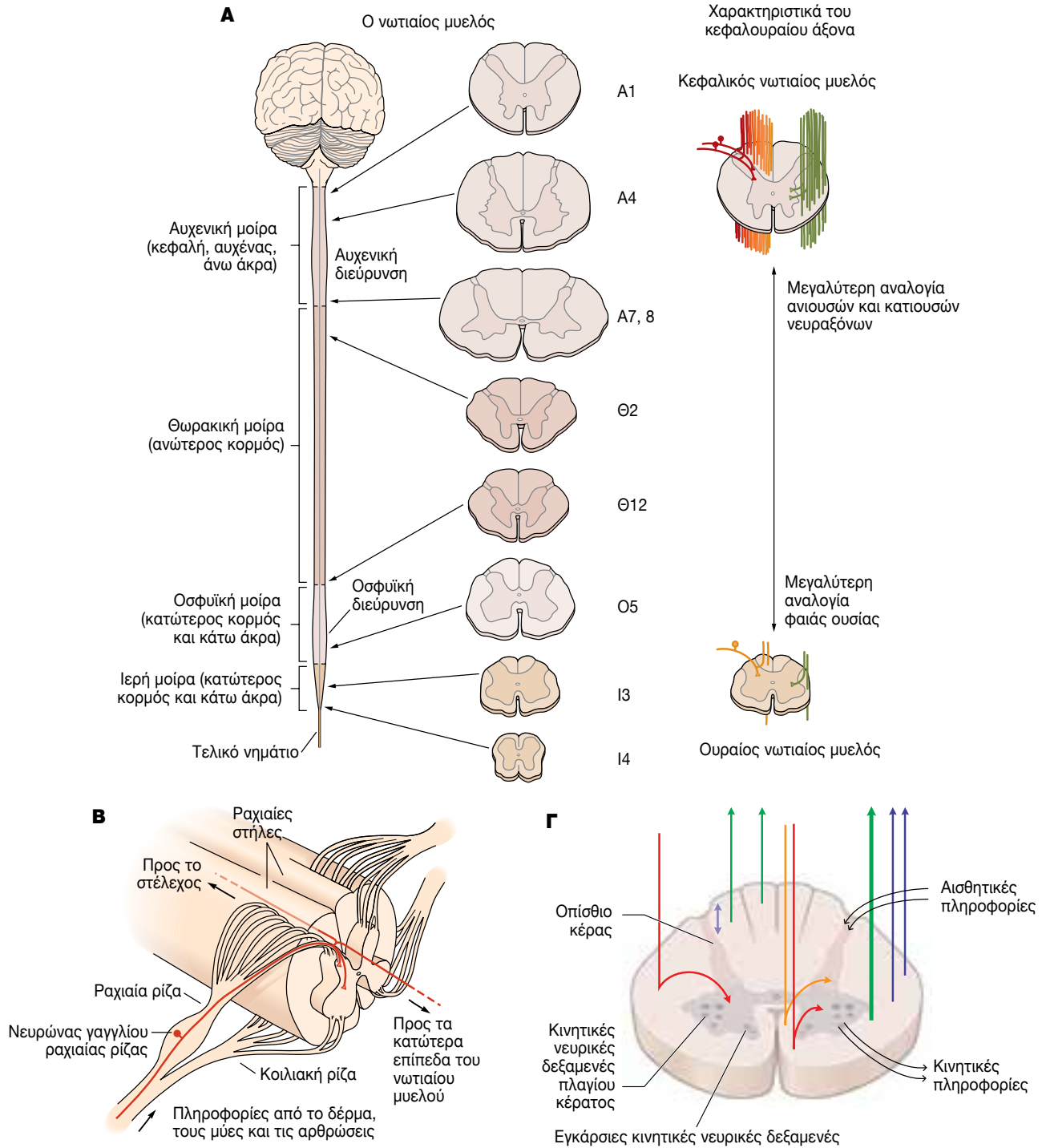
Οι ραχιαίες ρίζες σχηματίζονται από αισθητικές ίνες που εισέρχονται στο νωτιαίο μυελό, με τη ζώνη εισόδου τους να σχηματίζει το πλάγιο όριο των ραχιαίων στηλών. Η λευκή ουσία στην πλάγια μοίρα του νωτιαίου μυελού ονομάζεται πλάγια δεσμίδα. Οι κοιλιακές ρίζες σχηματίζονται από απαγωγούς νευράξονες με κινητική και αυτό-

νομη δράση που πορεύονται από το νωτιαίο μυελό προς το σώμα. Η λευκή ουσία στην επιφάνεια του νωτιαίου μυελού, κοιλιακά και επί τα εντός των κοιλιακών ριζών, ονομάζεται κοιλιακή (ή πρόσθια) δεσμίδα.

Οργάνωση σε Μυελοτόμια

Ο νωτιαίος μυελός είναι οργανωμένος σε μυελοτόμια, το καθένα από τα οποία παίρνει την ονομασία του από τον αντίστοιχο σπόνδυλο μαζί με τον οποίο σχηματίστηκε κατά την εμβρυϊκή ανάπτυξη. Εκατέρωθεν καθενός μυελοτομίου του νωτιαίου μυελού σχηματίζεται ένα νωτιαίο νεύρο από το συνδυασμό των ραχιαίων και των κοιλιακών ριζών. Το πρώτο νωτιαίο νεύρο εξέρχεται από το μεσοσπονδύλιο τμήμα άνωθεν του πρώτου αυχενικού σπονδύλου, ενώ το όγδοο εξέρχεται κάτω από τον έβδομο αυχενικό σπόνδυλο (πάνω από τον Θ1). Αυτά τα πρώτα οκτώ μυελοτόμια ονομάζονται αυχενικά, παρόλο που υπάρχουν επτά αυχενικοί σπόνδυλοι. Από εκεί και κάτω, κάθε μυελοτόμιο παίρνει την ονομασία του από το σπόνδυλο που βρίσκεται πάνω από το αντίστοιχο νωτιαίο νεύρο. Επομένως, το πρώτο θωρακικό μυελοτόμιο διαθέτει σπονδυλικά νεύρα που εξέρχονται κάτω από τον πρώτο θωρακικό σπόνδυλο. Το τρίτο οσφυϊκό μυελοτόμιο διαθέτει νωτιαία νεύρα που εξέρχονται κάτω από τον τρίτο οσφυϊκό σπόνδυλο και ούτω καθεξής. Κατά σύμβαση, στο νωτιαίο μυελό του ανθρώπου υπάρχουν 8 αυχενικά, 12 θωρακικά, 5 οσφυϊκά, 5 ιερά και 1 κοκκυγικό μυελοτόμιο και αντίστοιχος αριθμός νωτιαίων νευρών σε κάθε πλευρά.

Η οργάνωση κάθε μυελοτομίου είναι παρόμοια. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι αισθητικές ίνες ανέρχονται με τα οπίσθια δερμάτια. Υπάρχουν επίσης ορισμένες ανιούσες ίνες στην πλάγια δεσμίδα, κάποιες από τις οποίες προορίζονται για την παρεγκεφαλίδα ενώ άλλες για το εγκεφαλικό στέλεχος και το θάλαμο. Στην πλάγια και στην πρόσθια δεσμίδα παρατηρούνται κατιούσες ίνες από το φλοιό και το εγκεφαλικό στέλεχος. Κάποιες από αυτές είναι για τον άμεσο κινητικό έλεγχο, ενώ άλλες προορίζονται για τη ρύθμιση των νευρώνων και των κυκλωμάτων του νωτιαίου μυελού. Η φαιά ουσία εντοπίζεται στο κέντρο του νωτιαίου μυελού. Τα οπίσθια κέρατα έχουν σα ρόλο την επεξεργασία των αισθητικών πληροφοριών, ενώ τα πρόσθια έχουν ως αποκλειστική λειτουργία την επεξεργασία των κινητικών εντολών. Στην αυχενική και στην οσφυοϊερή μοίρα, η πλάγια διεύρυνση των προσθίων κέρατων είναι η θέση στην οποία εντοπίζονται οι κινητικοί νευρώνες για τους μύες των άκρων. Σε όλο το νωτιαίο μυελό, οι κινητικοί νευρώνες για τους μύες της σπονδυλικής στήλης και του κορμού εντοπίζονται επί τα εντός. Η οργάνωση και η λειτουργία του νωτιαίου μυελού αναφέρονται λεπτομερώς στο Κεφάλαιο 2.



ΕΙΚΟΝΑ 1-10 Ο νωτιαίος μυελός. Α. Ο νωτιαίος μυελός μεταφέρει όλες τις πληροφορίες μεταξύ του εγκεφάλου και του σώματος, με εξαίρεση εκείνες που μεταφέρονται με τα κρανιακά νεύρα. Στην αυχενική και στην οσφυϊκή μοίρα παρατηρούνται διευρύνσεις που περιέχουν πρόσθετη φαιά και λευκή ουσία για τα άνω και τα κάτω άκρα. Απεικονίζονται οι χαρακτηριστικές εγκάρσιες διατομές σε διάφορα επίπεδα. Παρατηρήστε τη μείωση της σχετικής ποσότητας της λευκής ουσίας στα κατώτερα επίπεδα, καθώς από το κατώτερο σώμα έχουν συσσωρευθεί λίγοι αισθητικοί νευράξονες, ενώ οι περισσότεροι κινητικοί νευράξονες έχουν ήδη καταλήξει στα επίπεδα που βρίσκονται παραπάνω. **B.** Απεικονίζεται η οργάνωση ενός τυπικού μυελοτομίου, που περιλαμβάνει τις ραχιαίες ρίζες, τις κοιλιακές ρίζες, το γάγγλιο της ραχιαίας ρίζας και το νωτιαίο νεύρο. **Γ.** Απεικονίζεται η γενική οργάνωση των πληροφοριών που ανέρχονται και κατέρχονται μέσα στο νωτιαίο μυελό. Οι κατιούσες ίνες (κόκκινες) είναι δυνατό να πορεύονται στην πλάγια ή στην κοιλιακή δεσμίδα. Οι ανιούσες ίνες πορεύονται στην πλάγια και στη ραχιαία δεσμίδα, με μέρος αυτών να κατευθύνεται προς τον εγκέφαλο (πράσινες) και μέρος προς την παρεγκεφαλίδα (μωβ). Ειδικά συστήματα κατέρχονται επίσης για την απελευθέρωση ρυθμιστικών παραγόντων για τα κυκλώματα του νωτιαίου μυελού (πορτοκαλί). (Α: Ανατύπωση κατόπιν άδειας από Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. Principles of Neural Science, 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2013, Εικ. 16-3, σελ. 360.)

● ΤΟ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το περιφερικό νευρικό σύστημα σχηματίζεται από τους κινητικούς και αισθητικούς νευράξονες που προέρχονται ή καταλήγουν αντίστοιχα στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Μία σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο αυτών μερών του νευρικού συστήματος είναι ο τύπος των κυττάρων που παράγουν μυελίνη. Στο κεντρικό νευρικό σύστημα, η μυελίνη παράγεται από τα **ολιγοδενδροκύτταρα**. Καθένα από αυτά σχηματίζει ένα τμήμα του ελύτρου μυελίνης που περιβάλλει αρκετούς νευράξονες. Στο περιφερικό σύστημα, αντίθετα, υπάρχουν τα **κύτταρα Schwann**. Καθένα από τα κύτταρα αυτά περιτυλίγεται γύρω από ένα τμήμα ενός μόνο νευράξονα. Στα ανώτερα αυχενικά, στα θωρακικά, στα κατώτερα ιερά και στο κοκκυγικό μυελοτόμιο, τα νωτιαία νεύρα είναι ξεχωριστά και το καθένα νευρώνει ένα καθορισμένο μέρος του σώματος. Από την άλλη, στα κατώτερα αυχενικά μυελοτόμια, συμπεριλαμβανομένου του Θ1, καθώς και στα οσφυοϊερά μυελοτόμια, τα νωτιαία νεύρα στην πορεία τους προς τα άνω και τα κάτω άκρα αντίστοιχα συνενώνονται σχηματίζοντας νευρικά πλέγματα. Από τα πλέγματα αυτά αναδύονται συγκεκριμένα περιφερικά νεύρα που νευρώνουν τους μύες, το δέρμα και άλλες δομές.

● ΤΟ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα αποτελείται από το συμπαθητικό και το παρασυμπαθητικό τμήμα που ρυθμίζουν τη λειτουργία των σπλάγχχνων, των αγγείων και των αδένων. Γενικά, το **συμπαθητικό νευρικό σύστημα** σχετίζεται με την εγρήγορση και συχνά αναφέρεται ως το σύστημα μάχης ή φυγής, ενώ το παρασυμπαθητικό σύστημα σχετίζεται με τη χαλάρωση. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της άσκησης ή ως απάντηση στο φόβο αυξάνεται η εγρήγορση. Η χαλάρωση σχετίζεται με την αυξημένη λειτουργία του πεπτικού συστήματος, με την αποβολή των εκκρίσεων και με την ανάπαυση. Το παρασυμπαθητικό τμήμα του αυτόνομου νευρικού συστήματος εντοπίζεται στα κρανιακά νεύρα και τους αντίστοιχους πυρήνες τους, καθώς επίσης και σε εξειδικευμένες δομές της ιερής μοίρας του νωτιαίου μυελού. Από τις περιοχές αυτές εξέρχονται προγαγγλιακοί νευρώνες που πορεύονται προς τα περιφερικά γάγγλια. Κατόπιν, μεταγαγγλιακοί νευρώνες κατανέμονται στα όργανα-στόχους. Το συμπαθητικό νευρικό σύστημα περιλαμβάνει τα **γάγγλια της συμπαθητικής αλυσού** που βρίσκονται κατά μήκος του νωτιαίου μυελού από τα αυχενικά έως το κοκκυγικό μυελοτόμιο, ορισμένα

απομακρυσμένα γάγγλια κοντά στα σπλάγχχνα και συγκεκριμένες περιοχές της φαιάς ουσίας στη θωρακική και στην ανώτερη οσφυϊκή μοίρα του νωτιαίου μυελού που καθορίζουν τη λειτουργία των παραπάνω δομών. Απαγωγές ίνες από τα θωρακοοσφυϊκά μυελοτόμια εξέρχονται από το νωτιαίο μυελό μαζί με κινητικές ίνες, ωστόσο οι πρώτες συνάπτονται σε ένα συμπαθητικό γάγγλιο και ανέρχονται ή κατέρχονται εντός της συμπαθητικής αλυσού μέχρι ένα ορισμένο επίπεδο, όπου και συνάπτονται με τις ίνες δεύτερης τάξης. Στη συνέχεια, οι νευρώνες δεύτερης τάξης κατανέμονται στα όργανα-στόχους. Τα δύο αυτά συστήματα συνεργάζονται αρμονικά κατά τέτοιο τρόπο, ώστε μία αύξηση της συμπαθητικής δραστηριότητας να σχετίζεται με ταυτόχρονη μείωση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας. Για παράδειγμα, κατά την άσκηση η δραστηριότητα του πεπτικού συστήματος περιορίζεται ενώ ο καρδιακός και ο αναπνευστικός ρυθμός αυξάνονται, μετατοπίζοντας τη ροή του αίματος προς την καρδιά και τους μύες παρά προς το στομάχο.

● ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κατανόηση του νευρικού συστήματος προϋποθέτει την κατανόηση τόσο των ανατομικών δομών του όσο και των αντίστοιχων λειτουργιών τους. Θα πρέπει λοιπόν να γνωρίζει κανείς τον τρόπο με τον οποίο οι δομές αυτές συνδέονται μεταξύ τους, τι είδους νευρώνες και νευρικά κυκλώματα υπάρχουν μέσα σε κάθε δομή και πώς λειτουργούν οι νευροδιαβιβαστές και νευρορρυθμιστικές ουσίες μέσα στη δομή. Με βάση τη γνώση αυτή, είναι δυνατό να κατανοήσει κανείς τις αλλοιώσεις της δομής και της λειτουργίας του εγκεφάλου που σχετίζονται με παθολογικές καταστάσεις. Ταυτόχρονα, μπορεί να γίνει αντιληπτό το πώς και γιατί συγκεκριμένες φυσικοθεραπευτικές προσεγγίσεις θα είναι ωφέλιμες. Γενικά, ο στόχος του κειμένου αυτού είναι να βοηθήσει τον αναγνώστη να αντιληφθεί και να εφαρμόσει στην πράξη τις παραπάνω σχέσεις, ώστε να βοηθήσει τον ασθενή.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Kandel S, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. *Principles of Neural Science*. 5th ed. New York: McGraw-Hill; 2013.
- Vanderah T, Gould D. *Nolte's The Human Brain*. 7th ed. Philadelphia: Elsevier; 2015. ISBN-10: 1455728594.
- Parent A, Carpenter MB. *Carpenter's Human Neuroanatomy*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1996. ISBN 0683067524.
- Haines D. *Neuroanatomy in Clinical Context: An Atlas of Structures, Sections, and Systems*. 9th ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2015. ISBN 1451186258.
- Martin JH. *Neuroanatomy Text and Atlas*. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 2012.

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σε ένα όρθιο άτομο, ποιες είναι οι δύο κατευθύνσεις που αδρά ταυτίζονται στα εγκεφαλικά ημισφαίρια;
 1. Πρόσθια – κοιλιακά.
 2. Κάτω – ραχιαία.
 3. Πρόσθια – κεφαλικά.
 4. Οπίσθια – ραχιαία.
2. Ποια νευρική δομή είναι δυνατό να βρεθεί τόσο στη φαιά όσο και στη λευκή ουσία;
 1. Σώματα νευρώνων.
 2. Νευράξονες.
 3. Δενδρίτες νευρώνων.
 4. Συναψεις.
3. Σε τι διαφέρει ένα γάγγλιο από έναν πυρήνα;
 1. Το γάγγλιο διαθέτει σώματα νευρώνων.
 2. Το γάγγλιο βρίσκεται έξω από το ΚΝΣ.
 3. Το γάγγλιο διαθέτει εισερχόμενες και εξερχόμενες συνδέσεις.
 4. Το γάγγλιο προορίζεται για αισθητικούς νευρώνες.
4. Η παρεγκεφαλίδα συνδέεται με το υπόλοιπο νευρικό σύστημα στο επίπεδο
 1. Του τελικού εγκεφάλου.
 2. Του εγκεφαλικού στελέχους.
 3. Του νωτιαίου μυελού.
 4. Όλα των παραπάνω.
5. Ποιο τμήμα του μηνιγγικού περιβλήματος έχει τη μεγαλύτερη αντοχή και το μεγαλύτερο πάχος;
 1. Η σκληρή μήνιγγα.
 2. Η αραχνοειδής μήνιγγα.
 3. Ο υπαραχνοειδής χώρος.
 4. Η χοριοειδής μήνιγγα.
6. Αντιστοιχήστε το λοβό του εγκεφαλικού ημισφαιρίου με την κατάλληλη λειτουργία.

1. Μετωπιαίος	Αισθήσεις και αντίληψη Β
2. Βρεγματικός	Σχηματισμός αναμνήσεων Δ
3. Ινιακός	Λήψη αποφάσεων Α
4. Κροταφικός	Όραση Γ
7. Ποια από τις παρακάτω δομές είναι περισσότερο έκδηλη στην έσω επιφάνεια του εγκεφαλικού φλοιού, κατά μήκος της μέσης γραμμής;
 1. Η πλάγια αύλακα.
 2. Η κεντρική αύλακα.
 3. Η βρεγματοϊνιακή αύλακα.
 4. Ο νησιδιακός φλοιός.
8. Ποιο μέρος των βασικών γαγγλίων βρίσκεται μόλις επί τα εκτός της πλάγιας κοιλίας;
 1. Ο κερκοφόρος πυρήνας.
 2. Το κέλυφος.
 3. Η ωχρά σφαίρα.
 4. Η μέλαινα ουσία.
9. Ποια δομή δεν περιέχει φλοιονωτιαίες ίνες που πορεύονται από το φλοιό προς το νωτιαίο μυελό;
 1. Η έσω κάψα.
 2. Το μεσολόβιο.
 3. Το εγκεφαλικό σκέλος.
 4. Η πυραμίδα του προμήκν.
10. Ποια δομή σχετίζεται με τη ρύθμιση που ασκεί ο εγκέφαλος στις ορμόνες που κυκλοφορούν στο αίμα;
 1. Η αμυγδαλή.
 2. Ο υποθάλαμος.
 3. Ο υποθαλαμικός πυρήνας.
 4. Ο πυρήνας Edinger-Westphal.
11. Ποια είναι η ονομασία του ιστού που εκκρίνει το εγκεφαλονωτιαίο υγρό;
 1. Κοιλιακός ιστός.
 2. Χοριοειδές πλέγμα.
 3. Χοριοειδής μήνιγγα.
 4. Φλεβώδης κόλπος της σκληρής μήνιγγας.
12. Ποια είναι η ονομασία της διόδου μεταξύ της τρίτης και της τέταρτης κοιλίας;
 1. Τρήμα του Magendie.
 2. Μεσοκοιλιακό τρήμα.
 3. Υδραγωγός του εγκεφάλου.
 4. Κεντρικός σωλήνας.
13. Ποιος από τους εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας συνδέεται κατά κύριο λόγο με τον εγκεφαλικό φλοιό διαμέσου του θαλάμου;
 1. Ο οροφιαίος.
 2. Ο σφαιροειδής.
 3. Ο εμβολοειδής.
 4. Ο οδοντωτός.
14. Μέρος ποιας λειτουργικής περιοχής της παρεγκεφαλίδας θεωρείται ο σκώληκας;
 1. Της εγκεφαλοπαρεγκεφαλίδας.
 2. Της αιθουσοπαρεγκεφαλίδας.

- 3. Της νωτιοπαρεγκεφαλίδας.
 - 4. Της παλαιοπαρεγκεφαλίδας.
- 15. Ποιο μέρος των βασικών γαγγλίων εντοπίζεται στο μέσο εγκέφαλο;**
- 1. Ο κερκοφόρος πυρήνας.
 - 2. Το κέλυφος.
 - 3. Η ωχρά σφαίρα.
 - 4. Η μέλαινα ουσία.
- 16. Πού βρίσκονται οι πυρήνες των ραχιαίων σπηλών;**
- 1. Στο μέσο εγκέφαλο.
 - 2. Στη γέφυρα.
 - 3. Στον προμήκη.
 - 4. Στο νωτιαίο μυελό.
- 17. Ποιο κρανιακό νεύρο μεταφέρει κινητικές ίνες στους εξοφθάλμιους μύες και αυτόνομες ίνες προς τους μύες της κόρης και του φακού;**
- 1. Το οπτικό (II).
 - 2. Το κοινό κινητικό (III).
 - 3. Το τροχλιακό (IV).
 - 4. Το απαγωγό (VI).
- 18. Ποιο κρανιακό νεύρο διαθέτει μία μεγάλη σειρά πυρήνων που εκτείνονται από το μέσο εγκέφαλο έως τον προμήκη;**
- 1. Το τρίδυμο (V).
 - 2. Το προσωπικό (VII).
 - 3. Το αιθουσοκοχλιακό (VIII).
 - 4. Το γλωσσοφαρυγγικό (IX).
- 19. Ποια μοίρα του νωτιαίου μυελού διαθέτει περισσότερα μυελοτόμια από τους σπονδύλους της αντίστοιχης μοίρας της σπονδυλικής στήλης;**
- 1. Η αυχενική.
 - 2. Η θωρακική.
 - 3. Η οσφυϊκή.
 - 4. Η ιερή.
- 20. Ποια δομή της θωρακικής και της κοιλιακής κοιλότητας αποτελεί τον αρχικό στόχο των νευρώνων του αυτόνομου νευρικού συστήματος;**
- 1. Το κεφαλικό γάγγλιο.
 - 2. Το γάγγλιο της ραχιαίας ρίζας.
 - 3. Το γάγγλιο της συμπαθητικής αλύσου.
 - 4. Το επιγάστριο γάγγλιο.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Γ | 2. Β | 3. Β | 4. Β | 5. Α |
| 6. Α | 7. Γ | 8. Α | 9. Β | 10. Β |
| 11. Β | 12. Γ | 13. Δ | 14. Γ | 15. Δ |
| 16. Γ | 17. Β | 18. Α | 19. Α | 20. Γ |

ΠΙΝΑΚΑΣ Κύριες δομές και ανατομικά σημεία του νευρικού συστήματος, με έμφαση στη λειτουργία του αισθητικού και του κινητικού συστήματος	
ΔΟΜΗ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ
Μήνιγγες	Προστατεύουν τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό.
Λοβοί του Τελικού Εγκεφάλου	
Μετωπιαίος	Σχεδιασμός και έναρξη της κίνησης, γλώσσα, προσωπικότητα, επίλυση προβλημάτων, διορατικότητα και προνοητικότητα.
Βρεγματικός	Αισθητική αντίληψη και αφομοίωση, οπτική εντόπιση, ακουστική εντόπιση, εκτίμηση της μουσικής.
Ινιακός	Όραση (κύριος οπτικός φλοιός και φλοιός οπτικής συσχέτισης).
Κροταφικός	Επεξεργασία ακουστικών πληροφοριών, ιδιαίτερα της γλώσσας, αναγνώριση των αντικειμένων, μάθηση και μνήμη.
Νησιδιακός	Αντίληψη της γεύσης.

(συνεχίζεται)

ΠΙΝΑΚΑΣ Κύριες δομές και ανατομικά σημεία του νευρικού συστήματος, με έμφαση στη λειτουργία του αισθητικού και του κινητικού συστήματος (συνέχεια)	
ΔΟΜΗ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ
Μεταιχμιακός	Συναισθηματικές αντιδράσεις, συμπεριφορά που σχετίζεται με τις ορμές και συναισθηματική μνήμη.
Κύρια Ανατομικά Σημεία του Φλοιού	
Κεντρική Αύλακα	Χωρίζει το μετωπιαίο από το βρεγματικό λοβό.
Βρεγματοϊνιακή Αύλακα	Χωρίζει το βρεγματικό από τον ινιακό λοβό.
Πλάγια Αύλακα	Άνω όριο του κροταφικού λοβού.
Αύλακα του Προσαγωγίου	Άνω όριο του μεταιχμιακού λοβού.
Πρόσθια Κεντρική Έλικα	Κύριος κινητικός φλοιός.
Οπίσθια Κεντρική Έλικα	Κύριος αισθητικός φλοιός.
Οπίσθια Περιοχή Συσχέτισης Βρεγματικού Λοβού	Συνδυασμός της επίγνωσης του σώματος με την οπτική αντίληψη.
Υποφλοιώδεις Δομές	
Πλάγιες Κοιλίες	Θάλαμοι ημισεληνοειδούς σχήματος σε κάθε εγκεφαλικό ημισφαίριο, όπου παράγεται το μεγαλύτερο μέρος του εγκεφαλονωτιαίου υγρού (ΕΝΥ). Επικοινωνούν με την τρίτη κοιλία μέσω των δύο μεσοκοιλιακών τρημάτων.
Τρίτη Κοιλία	Κοιλότητα που βρίσκεται στη μέση γραμμή του διεγκεφάλου και η οποία συνδέεται με την τέταρτη κοιλία μέσω του υδραγωγού του εγκεφάλου.
Τέταρτη Κοιλία	Σκηνοειδής κοιλότητα μεταξύ της παρεγκεφαλίδας οπισθίως και της γέφυρας και της κεφαλικής μοίρας του προμήκη προσθίως, η οποία επικοινωνεί με τον υπαραχνοειδή χώρο.
Χοριοειδές Πλέγμα	Αγγειοβριθής ιστός που εκκρίνει ΕΝΥ.
Υδραγωγός του Εγκεφάλου	Πόρος μικρού εύρους στο μέσο εγκεφαλο, ο οποίος συνδέει την τρίτη και την τέταρτη κοιλία.
Τρήμα του Magendie	Οπή στη μεσότητα της τέταρτης κοιλίας, διαμέσου της οποίας το ΕΝΥ ρέει προς τον υπαραχνοειδή χώρο.
Τρήματα του Luschka	Δύο πλάγιες οπές της τέταρτης κοιλίας, διαμέσου των οποίων το ΕΝΥ ρέει προς τον υπαραχνοειδή χώρο.
Βασικά Γάγγλια	Έναρξη και επιλογή των σκέψεων και ιδιαίτερα των ενεργειών.
Κερκοφόρος Πυρήνας Κεφαλή Σώμα Ουρά	Δέχεται πληροφορίες κατά κύριο λόγο από περιοχές συσχέτισης του εγκεφαλικού φλοιού. Είναι σημαντικός για τις γνωσιακές λειτουργίες των βασικών γαγγλίων. Κεφαλικά – Κύριος στόχος του προμετωπιαίου φλοιού. Άνω – βρεγματικές περιοχές. Περιερίσσει στον κροταφικό λοβό – κροταφικές περιοχές.
Κέλυφος	Λειτουργικά και κυτταρικά παρόμοιο με τον Κερκοφόρο Πυρήνα, ωστόσο διαχωρίζεται ανατομικά από αυτόν από ίνες της έσω κάψας. Δέχεται πληροφορίες κατά κύριο λόγο από τις κινητικές και σωματοαισθητικές περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού. Είναι σημαντικό για τις κινητικές λειτουργίες των βασικών γαγγλίων.
Ραβδωτό Σώμα	Ονομασία που χρησιμοποιείται για τον κερκοφόρο πυρήνα και το κέλυφος μαζί.
Ωχρά σφαίρα – έξω τμήμα	Στόχος σημάτων από το Ραβδωτό Σώμα. Συμμετέχει στο ενδιάμεσο στάδιο της επεξεργασίας των πληροφοριών από τα βασικά γάγγλια.
Ωχρά σφαίρα – έσω τμήμα	Πυρήνας τελικών σημάτων από το έξω τμήμα της ωχράς σφαίρας και του υποθαλαμικού πυρήνα – διαθέτει νευρώνες με νευράξονες που κατευθύνονται από τα βασικά γάγγλια προς το θάλαμο και επομένως επηρεάζει το φλοιό και τον έλεγχο των κινήσεων.

(συνεχίζεται)

ΠΙΝΑΚΑΣ Κύριες δομές και ανατομικά σημεία του νευρικού συστήματος, με έμφαση στη λειτουργία του αισθητικού και του κινητικού συστήματος (συνέχεια)	
ΔΟΜΗ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ
Υποθαλαμικός Πυρήνας Μέλαινα Ουσία Συμπαγής μοίρα Δικτυωτή μοίρα	Συνεργάζεται με το έξω τμήμα της ωχράς σφαίρας στα ενδιάμεσα στάδια επεξεργασίας των πληροφοριών από τα βασικά γάγγλια. Ο μεγαλύτερος πυρήνας του μέσου εγκεφάλου. Θέση εντόπισης κυττάρων που παράγουν ντοπαμίνη και προβάλλουν στο ραβδωτό σώμα (κερκοφόρο πυρήνα και κέλυφος) για τον έλεγχο της κίνησης. Τα κύτταρα της δικτυωτής μοίρας είναι παρόμοια με τα κύτταρα του έξω τμήματος της ωχράς σφαίρας, ωστόσο τα πρώτα ελέγχουν τις κινήσεις των οφθαλμών, ενώ τα τελευταία προορίζονται για το υπόλοιπο σώμα.
Έσω Κάψα	Χωνοειδής περιοχή που διαχωρίζει το θάλαμο από τα βασικά γάγγλια. Περιέχει δεμάτια ινών που μεταφέρουν σχεδόν όλες τις πληροφορίες από και προς το φλοιό και άλλες μη φλοιϊκές περιοχές του εγκεφάλου.
Ιππόκαμπος	Σχηματισμός μνήμης (δηλωτικής).
Αμυγδαλή	Συναισθήματα, εκμάθηση για το αν κάτι είναι «καλό» ή «κακό», επιθετικότητα.
Θάλαμος	Δέχεται, φιλτράρει και κατανέμει τις πληροφορίες που προορίζονται για τον εγκεφαλικό φλοιό.
Υποθάλαμος	Αυτόνομες λειτουργίες, ορμές, ορμόνες.
Παρεγκεφαλίδα	Δέχεται πληροφορίες από τα αισθητικά συστήματα, από τον εγκεφαλικό φλοιό και από άλλες θέσεις και συμμετέχει στο σχεδιασμό και στο συντονισμό των κινήσεων.
Φλοιός της Παρεγκεφαλίδας Φύλλα Σκώληκας Κροκυδοζιδιακός λοβός Νωτιοπαρεγκεφαλίδα Πλάγια παρεγκεφαλιδικά ημισφαίρια	Δομή που αποτελείται από τρεις στιβάδες και η οποία δέχεται πληροφορίες και τις προβάλλει στους εν τω βάθει πυρήνες της παρεγκεφαλίδας. Συνεχείς οριζόντιες πτυχές ή έλικες της παρεγκεφαλίδας. Λοβός της μέσης γραμμής της παρεγκεφαλίδας που είναι σημαντικός για τον έλεγχο του σώματος και της στάσης. Παρεγκεφαλιδικός έλεγχος των αιθουσαίων αντιδράσεων και των κινήσεων των οφθαλμών. Αποτελείται από το σκώληκα και από τα έσω τμήματα των πλαγίων παρεγκεφαλιδικών ημισφαιρίων που δέχονται πληροφορίες από το νωτιαίο μυελό. Συμμετέχει στη ρύθμιση της στάσης και στο συντονισμό των κινήσεων των άκρων. Οι κύριοι λοβοί της παρεγκεφαλίδας εκατέρωθεν του σκώληκα. Το έσω τμήμα τους αποτελεί μέρος της νωτιοπαρεγκεφαλίδας, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Το έξω τμήμα τους είναι μέρος της εγκεφαλοπαρεγκεφαλίδας, μίας λειτουργικής περιοχής που επικοινωνεί με το φλοιό του εγκεφάλου για το συντονισμό του σχεδιασμού των κινήσεων και ως ένα βαθμό για το συντονισμό των σκέψεων ανώτερου επιπέδου.
Εν τω Βάθει Πυρήνες της Παρεγκεφαλίδας	Θέση εντόπισης κυττάρων που χορηγούν νευράξονες έξω από την παρεγκεφαλίδα, ώστε να επηρεάσουν άλλα μέρη του νευρικού συστήματος, ιδιαίτερα το εγκεφαλικό στέλεχος και (μέσω του θαλάμου) το φλοιό.
Στέλεχος του Εγκεφάλου	Αποτελείται από το μέσο εγκεφαλο, τη γέφυρα και τον προμήκη.
Μέσος εγκέφαλος Σκέλη του εγκεφάλου Ερυθρός πυρήνας Περιύδραγωγός φαιά ουσία Άνω διδύμια Κάτω διδύμια	Είναι το πιο κεφαλικό τμήμα του στελέχους. Δύο μεγάλες κυλινδρικές μάζες στην κοιλιακή επιφάνεια του μέσου εγκεφάλου που περιέχουν κατιούσες κινητικές ίνες από το φλοιό. Συμμετέχει στα κυκλώματα της παρεγκεφαλίδας και στον έλεγχο των κινήσεων των άκρων, ιδιαίτερα στη διαμόρφωση του σχήματος του χεριού κατά την πρόταξη για τη σύλληψη ενός αντικειμένου. Θέση από την οποία ξεκινά μία κατιούσα οδός ελέγχου του πόνου. Συμμετέχουν στον έλεγχο της οπτικής προσοχής και των κινήσεων των οφθαλμών. Κύριος συνδετικός κρίκος του ακουστικού συστήματος.

(συνεχίζεται)

ΠΙΝΑΚΑΣ Κύριες δομές και ανατομικά σημεία του νευρικού συστήματος, με έμφαση στη λειτουργία του αισθητικού και του κινητικού συστήματος (συνέχεια)	
ΔΟΜΗ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ
Γέφυρα Πυρήνες της γέφυρας Σκέλη της παρεγκεφαλίδας Αιθουσαίοι πυρήνες Δικτυωτός σχηματισμός	Το δεύτερο από τα τρία μέρη του στελέχους, το οποίο βρίσκεται συνεχίζεται κεφαλικά με το μέσο εγκέφαλο και ουραία με τον προμήκη. Πυρήνες στη βάση της γέφυρας που δέχονται πληροφορίες από το φλοιό του εγκεφάλου και προβάλλουν στην αντίθετη πλευρά της παρεγκεφαλίδας. Τρία ζεύγη δεσμιδίων ινών που συνδέουν την παρεγκεφαλίδα με το στέλεχος του εγκεφάλου μέσω προσαγωγών και απαγωγών ινών της παρεγκεφαλίδας. Συμμετέχουν στη ρύθμιση της στάσης και στο συντονισμό των κινήσεων των οφθαλμών και της κεφαλής. Περίπλοκο δίκτυο πυρήνων που συμμετέχουν σε ολοκληρωμένες λειτουργίες, όπως είναι ο έλεγχος των σύνθετων κινήσεων, η μετάδοση των πληροφοριών που αφορούν τον πόνο, οι ζωτικές λειτουργίες, η εγρήγορση και το επίπεδο συνείδησης.
Προμήκης Πυραμίδες Κάτω ελαϊκό σύμπλεγμα Πυρήνες των ραχιαίων στηλών Αιθουσαίοι πυρήνες Δικτυωτός σχηματισμός	Το πιο ουραίο από τα τρία τμήματα του στελέχους. Δύο στρογγυλές μάζες στην κοιλιακή επιφάνεια του προμήκη που περιέχουν κινητικές ίνες. Περιοχή από την οποία ξεκινούν ανιούσες ίνες προς την παρεγκεφαλίδα, οι οποίες συμμετέχουν στην κινητική εκμάθηση. Πυρήνες για τη μετάδοση της ιδιοδεκτικότητας και της διακριτικής αφής στο σύστημα ραχιαίων στηλών-έσω λημνίσκου. Συμμετέχουν στη ρύθμιση της στάσης και στο συντονισμό των κινήσεων των οφθαλμών και της κεφαλής. Περίπλοκο δίκτυο πυρήνων που συμμετέχουν σε ολοκληρωμένες λειτουργίες, όπως είναι ο έλεγχος των σύνθετων κινήσεων, η μετάδοση των πληροφοριών που αφορούν τον πόνο, οι ζωτικές λειτουργίες, η εγρήγορση και το επίπεδο συνείδησης.
Νωτιαίος Μυελός Λευκή ουσία Φαϊά ουσία Αυχενική διεύρυνση (Α5-Θ1) Οσφυϊκή διεύρυνση (Ο2-Ι3) Ραχιαίες ρίζες Κοιλιακές ρίζες Νωτιαία νεύρα Ιππουρίδα Συμπαθητική αλυσος	Μεταβιβάζει αισθητικές/κινητικές πληροφορίες από και προς τον εγκέφαλο. Περιέχει κεντρικές γεννήτριες προτύπων για τον έλεγχο της βάδισης. Δεμάτια νευρικών ινών (δηλ. εμμύελοι νευράξονες) που μεταβιβάζουν πληροφορίες προς το κέντρο και προς την περιφέρεια. Περιέχει κυτταρικά σώματα νευρώνων και κυκλώματα αντανακλαστικών. Διεύρυνση της φαϊάς ουσίας για τον έλεγχο των άνω άκρων, καθώς και διεύρυνση της λευκής ουσίας για τις εισερχόμενες και τις εξερχόμενες πληροφορίες. Διεύρυνση της φαϊάς ουσίας για τον έλεγχο των κάτω άκρων, καθώς και διεύρυνση της λευκής ουσίας για τις εισερχόμενες και τις εξερχόμενες πληροφορίες. Εισερχόμενες (αισθητικές) πληροφορίες. Εξερχόμενες (κινητικές) εντολές. Σχηματίζονται από τη συνένωση των ραχιαίων και των κοιλιακών ριζών πριν από την έξοδό τους από τα μεσοσπονδύλια τρήματα. Νωτιαία νεύρα της κατώτερης σπονδυλικής στήλης που πορεύονται προς τα αντίστοιχα μεσοσπονδύλια τρήματα (στους ενήλικες η σπονδυλική στήλη έχει μεγαλύτερο μήκος από το νωτιαίο μυελό). Σειρά αλληλοσυνδεόμενων γαγγλίων που βρίσκονται κοιλιακά και επί τα εκτός της σπονδυλικής στήλης και τα οποία περιέχουν κυτταρικά σώματα μεταγαγγλιακών νευρώνων του συμπαθητικού νευρικού συστήματος.
Μεσολόβιο	Δεμάτια ινών λευκής ουσίας που συνδέουν το αριστερό και το δεξί εγκεφαλικό ημισφαίριο.