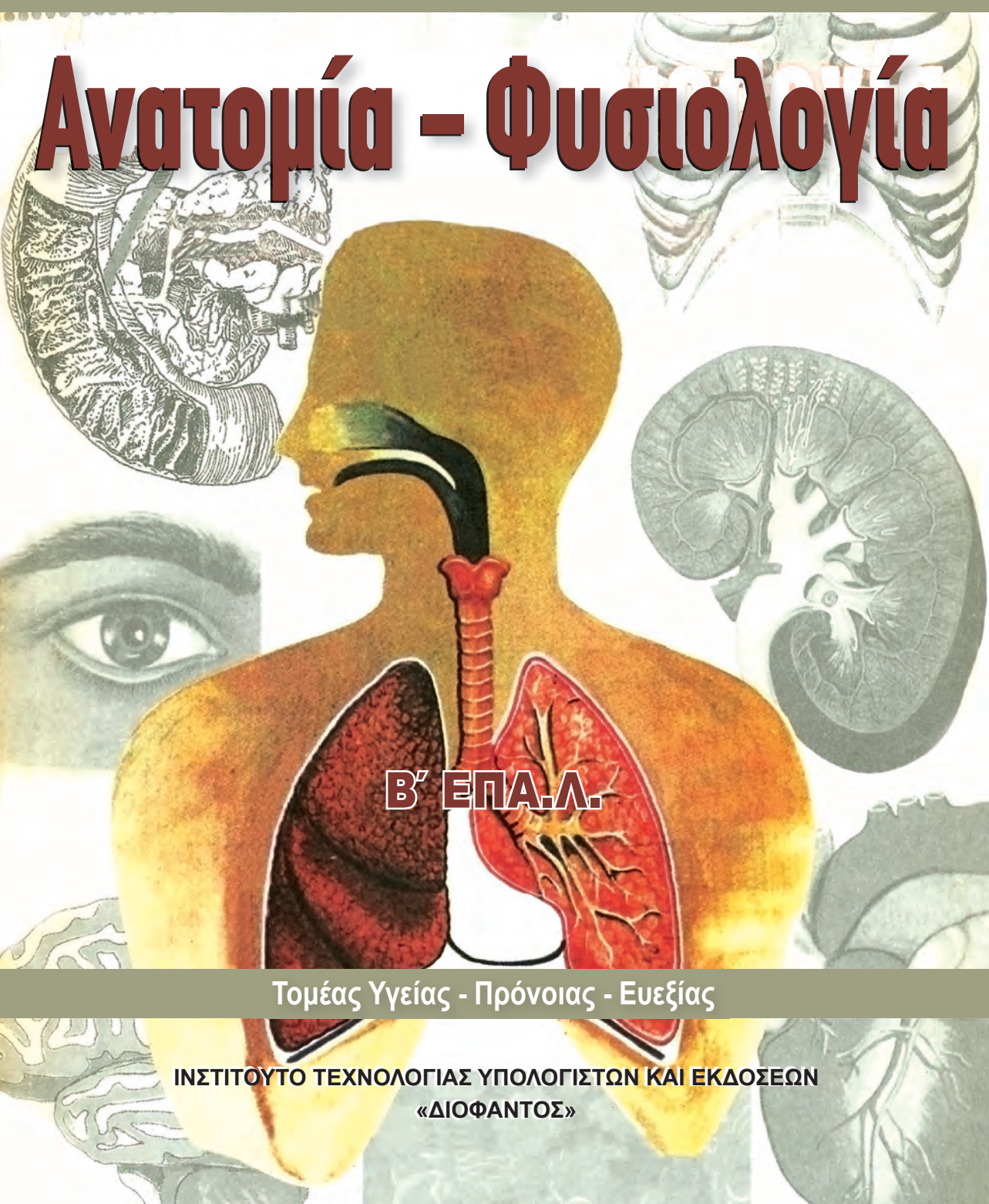


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Ανατομία - Φυσιολογία



Β' ΕΠΑ.Λ.

Τομέας Υγείας - Πρόνοιας - Ευεξίας

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Ανατομία - Φυσιολογία

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ:

Αιγυπτιάδου Μαρία-Νίκη
Ιατρός καρδιολόγος

Κορφιάτη Αικατερίνη
Νοσηλεύτρια, εκπ. Β/θμιας εκπ/σης ΠΕ14

Κουρσούμη Ροδόπη
Ιατρός οδοντίατρος, γναθοχειρουργός

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ:

Δεληκωνσταντίνος Γεώργιος
Διδάκτωρ καθηγητής Ιατρικής σχολής παν/μίου Αθηνών

ΟΜΑΔΑ ΚΡΙΣΗΣ:

Θεοδοσοπούλου Ελένη
Διδάκτωρ νοσηλεύτρια

Μπάρλας Κωνσταντίνος
Ιατρός Υγειονομολόγος

Τσαμουρά Αιμιλία
Βιολόγος, υγειονομολόγος, εκπ. Β/θμιας εκπ/σης ΠΕ4

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

Πηνελλόπη Σκαρσουλή
Φιλολόγος

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας
Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Αιγυπτιάδου Μαρία-Νίκη
Κορφιάτη Αικατερίνη
Κουρσούμη Ροδόπη

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Ανατομία - Φυσιολογία

Β' ΕΠΑ.Λ.

ΤΟΜΕΑΣ ΥΓΕΙΑΣ - ΠΡΟΝΟΙΑΣ - ΕΥΕΞΙΑΣ

κεφάλαιο 1ο

Κυτταρική ομοιοστασία.....	15
I. Μεταφορά μορίων και ιόντων μέσα από την κυτταρική μεμβράνη.....	15
α. Η κυτταρική μεμβράνη.....	σελ. 15
β. Το ενδοκυττάριο και το εξωκυττάριο υγρό.....	σελ. 16
γ. Διάχυση-ώσμωση-ενεργητική μεταφορά.....	σελ. 17
II. Δυναμικό μεμβράνης - Δυναμικό ενέργειας.....	19

κεφάλαιο 2ο

Το αίμα	23
I. Τα ερυθροκύτταρα - Τα λευκοκύτταρα.....	23
α. Η παραγωγή των ερυθροκυττάρων.....	σελ. 24
β. Η παραγωγή της αιμοσφαιρίνης	σελ. 25
γ. Αιμοποιητικοί παράγοντες	σελ. 25
δ. Οι αναιμίες	σελ. 27
ε. Τα λευκοκύτταρα (λευκά αιμοσφαίρια)	σελ. 27
II. Η φλεγμονή και η λειτουργία των ουδετερόφιλων και των μακροφάγων.....	29
α. Η διεργασία και τα στάδια της φλεγμονής	σελ. 29
β. Η απάντηση των μακροφάγων και των ουδετερόφιλων στη φλεγμονή....	σελ. 30
γ. Η λευκοπενία.....	σελ. 31
δ. Η λευχαιμία	σελ. 31
III. Ανοσία-Ενεργητική και παθητική ανοσία.....	32
α. Τα αντιγόνα	σελ. 32
β. Τ και Β λεμφοκύτταρα	σελ. 33
γ. Η χυμική ανοσία και τα αντισώματα	σελ. 33
δ. Τ-λεμφοκύτταρα και κυτταρική ανοσία.....	σελ. 34
ε. Ο εμβολιασμός	σελ. 35
στ. Η παθητική ανοσία	σελ. 35
IV. Ομάδες αίματος συστήματος Α-Β-Ο και Rhesus-Μετάγγιση αίματος.....	36
α. Οι ομάδες αίματος του συστήματος Α-Β-Ο.....	σελ. 36
β. Οι ομάδες αίματος Rh (Rhesus).....	σελ. 37
γ. Ο καθορισμός της ομάδας του αίματος-Η δοκιμασία της διασταύρωσης ...	σελ. 38
δ. Η αιμολυτική νόσος των νεογνών.....	σελ. 39

ε. Η μετάγγιση του αίματος	σελ. 40
V. Ο μηχανισμός πήξης του αίματος.....	42
α. Τα αιμοπετάλια	σελ. 42
β. Ο σχηματισμός του αιμοπεταλιακού θρόμβου.....	σελ. 42
γ. Η πήξη του αίματος.....	σελ. 43
δ. Ο μηχανισμός της ινωδόλυσης	σελ. 44
ε. Τα αντιπηκτικά	σελ. 44

κεφάλαιο 3ο

Το κυκλοφορικό σύστημα.....	51
I. Η ανατομία της καρδιάς.....	51
α. Μακροσκοπική ανατομική της καρδιάς.....	σελ. 51
β. Το περίβλημα της καρδιάς	σελ. 52
γ. Η κατασκευή της καρδιάς.....	σελ. 52
δ. Οι αρτηρίες που τροφοδοτούν την καρδιά.....	σελ. 53
II. Η λειτουργία της καρδιάς.....	54
α. Η μηχανική λειτουργία της καρδιάς	σελ. 54
β. Η ρύθμιση της καρδιακής λειτουργίας	σελ. 55
γ. Η ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς	σελ. 56
III. Οι αρτηρίες και οι φλέβες.....	59
α. Η ανατομία των αρτηριών	σελ. 59
β. Τα τριχοειδή αιμοφόρα αγγεία	σελ. 61
γ. Η ανατομία των φλεβών	σελ. 62
δ. Η μεγάλη (συστηματική) και η μικρή (πνευμονική) κυκλοφορία.....	σελ. 62
IV. Η λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος.....	64
α. Ο σφυγμός.....	σελ. 64
β. Η πίεση του αίματος	σελ. 64
V. Το λεμφικό σύστημα.....	66

κεφάλαιο 4ο

Το αναπνευστικό σύστημα.....	75
I. Η ανατομία του αναπνευστικού συστήματος.....	75
α. Η μύτη	σελ. 75
β. Ο φάρυγγας.....	σελ. 75
γ. Ο λάρυγγας	σελ. 76
δ. Η τραχεία και οι βρόγχοι.....	σελ. 77
ε. Οι πνεύμονες	σελ. 78

II. Η φυσιολογία της αναπνοής	83
α. Ο πνευμονικός αερισμός	σελ. 83
β. Η ανταλλαγή αερίων κατά την αναπνοή	σελ. 85
γ. Η μεταφορά του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μέσω του αίματος προς τα κύτταρα	σελ. 86
δ. Η ρύθμιση της αναπνοής	σελ. 86

κεφάλαιο 5ο

Το πεπτικό σύστημα	95
α. Στοματική κοιλότητα.....	σελ. 95
β. Φάρυγγας	σελ. 100
γ. Οισοφάγος	σελ. 101
δ. Στομάχι	σελ. 102
ε. Λεπτό έντερο.....	σελ. 103
ζ. Παχύ έντερο	σελ. 104
η. Ήπαρ (συκώτι).....	σελ. 105
θ. Πάγκρεας	σελ. 107
ι. Σπλήνας.....	σελ. 108
I. Πέψη και απορρόφηση θρεπτικών ουσιών.....	109

κεφάλαιο 6ο

Το μυοσκελετικό σύστημα	113
I. Οστίτης ιστός - σκελετικό σύστημα.....	113
α. Ο σκελετός του ανθρώπου	σελ. 113
β. Τύποι οστών	σελ. 118
γ. Μορφολογικά χαρακτηριστικά των οστών.....	σελ. 120
II. Οι αρθρώσεις	120
α. Συνάρθρωση	σελ. 120
β. Διάρθρωση.....	σελ. 121
III. Μυϊκός ιστός - μυϊκό σύστημα.....	124
α. Οι ηλείοι μύες.....	σελ. 124
β. Οι γραμμωτοί ή σκελετικοί μύες	σελ. 124
γ. Το μυϊκό σύστημα.....	σελ. 128

κεφάλαιο 7ο

Το νευρικό σύστημα	133
I. Το νευρικό κύτταρο.....	133
α. Ο νευρώνας και τα μέρη του	σελ. 133
β. Μορφές των νευρικών κυττάρων	σελ. 134
γ. Η διάταξη των νευρώνων	σελ. 135
δ. Η λειτουργική διαίρεση των νευρώνων.....	σελ. 135
ε. Η νευρογλοία.....	σελ. 136
II. Λισθητικό και κινητικό σκέλος του νευρικού συστήματος.....	136
α. Αισθητικό σκέλος του νευρικού συστήματος.....	σελ. 136
β. Κινητικό σκέλος του νευρικού συστήματος.....	σελ. 137
III. Πυραμιδικό και εξωπυραμιδικό σύστημα.....	138
α. Πυραμιδικό σύστημα.....	σελ. 138
β. Εξωπυραμιδικό σύστημα	σελ. 138
IV. Η παρεγκεφαλίδα και τα βασικά γάγγλια.....	139
α. Θέση της παρεγκεφαλίδας.....	σελ. 139
β. Λειτουργίες της παρεγκεφαλίδας.....	σελ. 140
γ. Βασικά γάγγλια	σελ. 140

κεφάλαιο 8ο

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα.....	145
I. Παρασυμπαθητικό και συμπαθητικό νευρικό σύστημα	145
α. Το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα	σελ. 145
β. Το συμπαθητικό νευρικό σύστημα	σελ. 146
γ. Η δράση του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού συστήματος ...	σελ. 147
II. Σύνψεις και νευροδιαβιβαστικές ουσίες.....	148
α. Σύνψη	σελ. 148
β. Οι νευροδιαβιβαστικές ουσίες του αυτόνομου νευρικού συστήματος.....	σελ. 150

κεφάλαιο 9ο

Φυσιολογία των αισθήσεων	155
I. Το αισθητήριο όργανο της αφής και της αντίληψης του πόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης	156
α. Η ανατομία του δέρματος	σελ. 156
β. Οι λειτουργίες του δέρματος	σελ. 160

II. Το αισθητήριο όργανο της όσφρησης.....	162
α. Η ανατομία της μύτης	σελ. 162
β. Η λειτουργία της όσφρησης	σελ. 163
III. Το αισθητήριο όργανο της γεύσης.....	164
α. Η ανατομία της γλώσσας.....	σελ. 164
β. Η λειτουργία της γεύσης	σελ. 165
IV. Το αισθητήριο όργανο της όρασης.....	166
α. Η ανατομία του ματιού	σελ. 166
β. Η λειτουργία της όρασης	σελ. 170
V. Το αισθητήριο όργανο της ακοής και του χώρου	172
α. Η ανατομία του αυτιού	σελ. 172
β. Η λειτουργία της ακοής και της αντίληψης του χώρου	σελ. 174

κεφάλαιο 10ο

Οι νεφροί και τα υγρά του σώματος	185
I. Η ανατομία του ουροποιητικού συστήματος.....	185
α. Οι νεφροί	σελ. 185
β. Οι νεφρικοί κάλυκες και η νεφρική πύελος	σελ. 191
γ. Οι ουρητήρες.....	σελ. 191
δ. Η ουροδόχος κύστη	σελ. 191
ε. Η ουρήθρα	σελ. 193
II. Οι νεφροί και τα υγρά του σώματος.....	194
α. Ο μηχανισμός παραγωγής των ούρων.....	σελ. 194
β. Τα ούρα.....	σελ. 196
γ. Η ούρηση	σελ. 198
δ. Η οξεοβασική ισορροπία.....	σελ. 199

κεφάλαιο 11ο

Ενδοκρινολογία.....	207
I. Χημική σύσταση των ορμονών.....	207
II. Οι ενδοκρινείς αδένες του σώματος και οι εκκρίσεις τους.....	208
α. Ο θυρεοειδής αδένας - Ορμόνες του θυρεοειδούς	σελ. 209
β. Οι παραθυρεοειδείς αδένες - Ορμόνες των παραθυρεοειδών αδένων.....	σελ. 210
γ. Ο θύμος αδένας.....	σελ. 211
δ. Οι ορμόνες του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης.....	σελ. 211
ε. Οι ορμόνες του οπίσθιου λοβού της υπόφυσης	σελ. 212
ζ. Ορμόνες της ενδοκρινούς μοίρας του παγκρέατος	σελ. 212

περιεχόμενα

η. Τα επινεφρίδια - ορμόνες των επινεφριδίων	σελ. 213
III. Ανατομία του γεννητικού συστήματος του άνδρα και της γυναίκας	
-Ορμονική ρύθμιση.....	215
α. Γεννητικό σύστημα του άνδρα	σελ. 215
β. Γεννητικό σύστημα της γυναίκας	σελ. 216
γ. Κύηση - τοκετός	σελ. 219
IV.Φυσιολογία της άθλησης.....	220

κεφάλαιο 12ο

Μεταβολισμός - θερμορύθμιση	225
I. Μεταβολισμός	225
α. Μεταβολισμός των υδατανθράκων	σελ. 225
β. Μεταβολισμός των λιπιδίων	σελ. 226
γ. Πρωτεΐνες: είδη και λειτουργίες	σελ. 228
II. Θερμορύθμιση	230

Η εκπαίδευση είναι μια πολύ σημαντική πτυχή της ζωής μας, όχι μόνο για την επαγγελματική μας αποκατάσταση, αλλά και για την ποιότητα της ζωής μας γενικότερα. Στην εποχή μας η εργασία είναι απαραίτητο να εξειδικεύεται και επομένως αντίστοιχα πρέπει να εξειδικεύεται η εκπαίδευση και η προετοιμασία των νέων ανθρώπων που πρόκειται να απασχοληθούν σε συγκεκριμένο τομέα της αγοράς εργασίας. Αυτός είναι ο κύριος σκοπός της συγγραφής του βιβλίου «Ανατομία-Φυσιολογία» για τους μαθητές της Α' τάξης των ΤΕΕ. Είναι μια εισαγωγή για την κατανόηση της κατασκευής και του τρόπου λειτουργίας του ανθρώπινου σώματος.

Το θέμα αυτό βέβαια δεν αποτελεί μόνο αντικείμενο ενδιαφέροντος των εργαζομένων στο χώρο της υγείας, αλλά τραβάει την προσοχή όλων των ανθρώπων συνήθως. Η εμπειρία μας ως γιατρών μας έχει διδάξει ότι οι ασθενείς επιθυμούν να μάθουν όσο το δυνατόν περισσότερα για το πρόβλημα της υγείας τους. Εκτός αυτού, ακόμα και οι υγιείς άνθρωποι πολύ συχνά μας ρωτούν διάφορα πράγματα για το σώμα τους και για τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να αποφύγουν κάποιες ασθένειες εφόσον αυτό είναι δυνατόν, όπως για παράδειγμα ορισμένες καρδιοπάθειες. Για τη σωστή κατανόηση όμως αυτών των θεμάτων, το πρώτο βήμα είναι να γνωρίσουμε πώς είναι φτιαγμένος και με ποιο τρόπο λειτουργεί ο ανθρώπινος οργανισμός.

Πιστεύουμε ότι η απουσία διδακτικών βιβλίων και μαθημάτων σχετικά με την ανατομία και τη φυσιολογία αποτελεί δυσαναπλήρωτο κενό στην εκπαίδευση. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα αν σκεφτεί κανείς ότι πολύ συχνά, όλοι οι άνθρωποι ανεξαρτήτως του επαγγέλματός τους ή του κοινωνικού και μορφωτικού τους επιπέδου χρειάζονται κάποια συμβουλή ή κάποια βοήθεια σχετική με την υγεία τους. Επίσης συχνά κάποιοι βρίσκονται στη δύσκολη θέση να τους ζητείται τέτοιου είδους βοήθεια από έναν συνάνθρωπό τους, την οποία όμως λόγω έλλειψης στοιχειωδών γνώσεων δεν είναι σε θέση να προσφέρουν. Ελπίζουμε ότι αυτό το βιβλίο, γραμμένο όσο γίνεται πιο απλά, θα αποτελέσει το πρώτο βήμα για τη σταδιακή κάλυψη αυτού του κενού, με την πεποίθηση ότι η σωστή εκπαίδευση όλων μας από μικρή ηλικία σ' αυτό τον τομέα, θα είναι θεμέλιος λίθος για να προσέχουμε και να προστατεύουμε την υγεία μας, ώστε να ζούμε περισσότερο και καλύτερα.

Οι συγγραφείς

10

κεφάλαιο

κυτταρική ομοιοστασία

- I. Μεταφορά μορίων και ιόντων
μέσα από την κυτταρική μεμβράνη
- II. Δυναμικό μεμβράνης - Δυναμικό ενέργειας

Κυτταρική ομοιοστασία

Ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελείται από πολλή τρισεκατομμύρια κύτταρα. Το κύτταρο είναι η βασική ζωντανή μονάδα του οργανισμού.

Αποτελείται από τον πυρήνα και το κυτταρόπλασμα μέσα στο οποίο βρίσκονται τα διάφορα οργανύληλα του κυττάρου (μιτοχόνδριο, ενδοπλασματικό δίκτυο, συσκευή Golgi, λυσοσώματα). Ο πυρήνας χωρίζεται από το κυτταρόπλασμα με την πυρηνική μεμβράνη και το κύτταρο από τα γύρω υγρά με την κυτταρική μεμβράνη.

I. Μεταφορά μορίων και ιόντων μέσα από την κυτταρική μεμβράνη

α. Η κυτταρική μεμβράνη

Το κύτταρο είναι ζωντανός οργανισμός. Έχει ανάγκη από τροφή και γι' αυτό είναι απαραίτητη η επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον για την πρόσληψη θρεπτικών ουσιών. Επιτελεί πολλές εξειδικευμένες λειτουργίες για τις οποίες χρειάζεται ενέργεια και αποβάλλει τις άχρηστες ουσίες από τα τελικά προϊόντα των χημικών αντιδράσεων που γίνονται σ' αυτό.

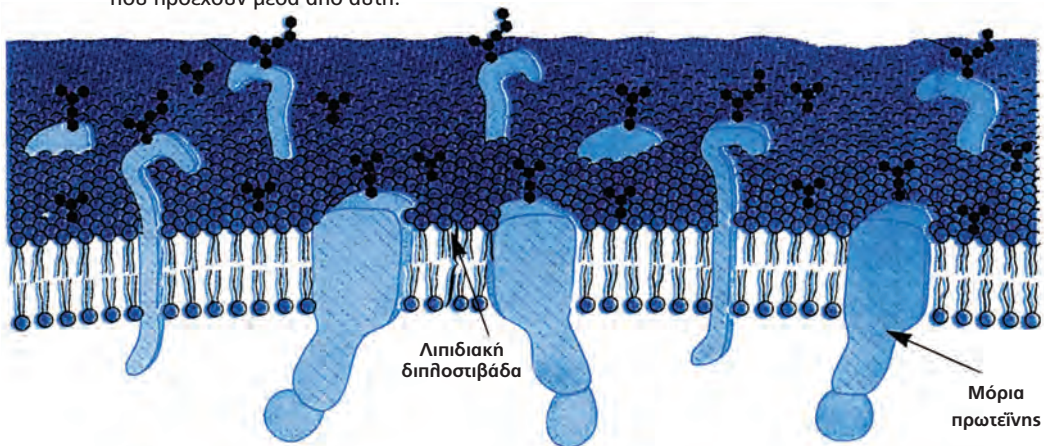
Είναι κατανοητό ότι το κύτταρο βρίσκεται σε «συνεχή επικοινωνία» με το εξωτερικό περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται, δηλαδή τα υγρά του σώματος. Η επικοινωνία αυτή γίνεται μέσω της κυτταρικής μεμβράνης χάρη στην ιδιαίτερη κατασκευή της.

Η κυτταρική μεμβράνη συνιστά μια πολύ λεπτή ελαστική κατασκευή, που περιβάλλει ολόκληρο το κύτταρο. Αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από πρωτεΐνες και λιπίδια.

Το λιπιδιακό φράγμα της κυτταρικής μεμβράνης

Φανταστείτε τα λιπίδια, δύο-δύο, το ένα συνέχεια του άλλου, τοποθετημένα σε σειρά, παράλληλα μεταξύ τους, όπως φαίνονται στην εικόνα 1.1. Αυτές οι δύο σειρές που λέγονται στιβάδες λιπιδίων αποτελούν το βασικό στοιχείο της κυτταρικής

Εικόνα 1.1 Η δομή της κυτταρικής μεμβράνης. Αποτελείται από μια λιπιδιακή διπλοστιβάδα και μόρια πρωτεΐνης που προέχουν μέσα από αυτή.



μεμβράνης. Ο σχηματισμός αυτός λέγεται **λιπιδιακή διπλοστιβάδα** και περικλείει γύρω-γύρω ολόκληρο το κύτταρο. Το πάχος της αντιστοιχεί περίπου στο μήκος δύο λιπιδίων.

Τα λιπίδια της κυτταρικής μεμβράνης είναι δύο ειδών: **φωσφολιποειδή και χοληστερόλη**. Το ένα άκρο του λιπιδίου είναι υδρόφιλο και το άλλο υδρόφοβο. Τα λιπίδια στη λιπιδιακή διπλοστιβάδα είναι τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο ώστε τα υδρόφοβα άκρα τους να βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο στο εσωτερικό μέρος της διπλοστιβάδας. Τα υδρόφιλα άκρα τους βρίσκονται στις δύο πλευρές της κυτταρικής μεμβράνης, προς το εσωτερικό και προς το εξωτερικό μέρος του κυττάρου.

Μέσα στη λιπιδιακή διπλοστιβάδα υπάρχουν διάσπαρτα μεγάλα σφαιρικά μόρια πρωτεΐνης. Οι περισσότερες πρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης είναι γλυκοπρωτεΐνες και διακρίνονται σε:

1) δομικές πρωτεΐνες οι οποίες διαπερνούν ολόκληρο το πάχος της κυτταρικής μεμβράνης.

2) περιφερικές πρωτεΐνες οι οποίες είναι προσκολλημένες στην επιφάνεια της κυτταρικής μεμβράνης και δε φθάνουν στο εσωτερικό του κυττάρου. Αυτές λειτουργούν κυρίως ως **ένζυμα**.

Οι δομικές πρωτεΐνες σε πολλές περιπτώσεις, με κατάλληλη διάταξη του μορίου τους στο χώρο, δημιουργούν ανοίγματα στην κυτταρική μεμβράνη που λέγονται κανάλια ή πόροι. Από αυτά τα κανάλια μπορούν –κάτω από ορισμένες συνθήκες– να περάσουν διάφορες ουσίες, κυρίως ιόντα.

Η συγκεκριμένη αυτή δομή της κυτταρικής μεμβράνης επιτρέπει στο κύτταρο να επικοινωνεί με το εξωτερικό του περιβάλλον, από το οποίο προμηθεύεται θρεπτικές και άλλες ουσίες απαραίτητες για τη λειτουργία του και αποβάλλει τις περιττές.

β. Το ενδοκυττάριο και το εξωκυττάριο υγρό

Το 70% του βάρους του ανθρώπινου οργανισμού είναι υγρό. Ένα μέρος του υγρού αυτού βρίσκεται μέσα στα κύτταρα και λέγεται **ενδοκυττάριο υγρό**. Το υγρό συστατικό του αίματος και το υγρό που βρίσκεται ανάμεσα στα κύτταρα αποτελεί το **εξωκυττάριο υγρό**. Έτσι, όλα τα κύτταρα ζουν μέσα στο ίδιο περιβάλλον, στο εξωκυττάριο υγρό που χαρακτηρίζεται ως **εσωτερικό περιβάλλον** του σώματος.

Τα δύο αυτά υγρά διαφέρουν σημαντικά ως προς τη σύστασή τους. Το εξωκυττάριο υγρό περιέχει μεγάλες ποσότητες νατρίου και πολύ μικρές ποσότητες καλίου. Το ενδοκυττάριο υγρό, αντίθετα, περιέχει μεγάλες ποσότητες καλίου και μικρές νατρίου. Το εξωκυττάριο υγρό επίσης περιέχει μεγάλες ποσότητες άλλων ιόντων και θρεπτικές ουσίες για το κύτταρο, όπως οξυγόνο, γλυκόζη, λιπαρά οξέα και αμινοξέα. Οι διαφορές αυτές στη σύσταση των δύο υγρών είναι εξαιρετικά σημαντικές, τόσο για τη ζωή του κυττάρου όσο και συνολικά για τις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού.

Η κυτταρική μεμβράνη διαχωρίζει το ενδοκυττάριο από το εξωκυττάριο υγρό. Αν υποθέσουμε ότι όλες οι ουσίες που υπάρχουν στα δύο αυτά υγρά μπορούσαν να περνούν ελεύθερα από την κυτταρική μεμβράνη και προς τις δύο πλευρές της, το αποτέλεσμα θα ήταν να έχουμε την ίδια συγκέντρωση ουσιών και στο ενδοκυττάριο και στο εξωκυττάριο υγρό. Αυτό δε συμβιβάζεται με τη ζωή και στην πραγματικότητα δε συμβαίνει. Η κυτταρική μεμβράνη επιτρέπει επιλεκτικά σε ορισμένες ουσίες να περνούν από αυτή. Και επειδή αυτό μόνο δεν είναι αρκετό για τη δημιουργία και

τη διατήρηση διαφορετικών συγκεντρώσεων των μορίων και των ιόντων στο ενδοκυττάριο και το εξωκυττάριο υγρό, η κυτταρική μεμβράνη διαθέτει ειδικούς μηχανισμούς για τη μεταφορά τους μέσα από αυτή. Οι μηχανισμοί αυτοί περιγράφονται παρακάτω.

γ. Διάχυση-ώσμωση-ενεργητική μεταφορά

Οι βασικοί μηχανισμοί με τους οποίους γίνεται η μεταφορά μορίων ή ιόντων μέσα από την κυτταρική μεμβράνη είναι:

- η **διάχυση** ουσιών η οποία λέγεται και παθητική μεταφορά γιατί γίνεται χωρίς την κατανάλωση ενέργειας και
- η **ενεργητική μεταφορά**, δηλαδή η μετακίνηση ουσιών που απαιτεί κατανάλωση ενέργειας για να πραγματοποιηθεί. (Εικ. 1.2).

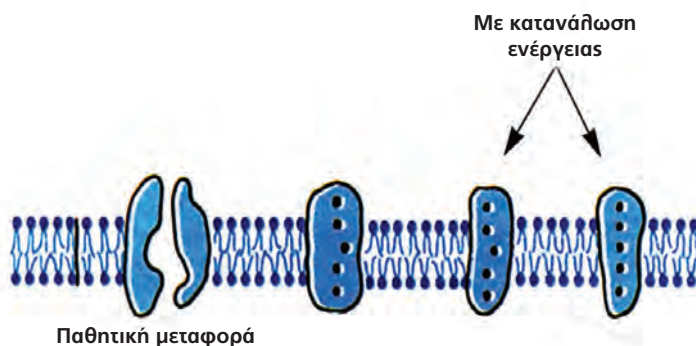
Με **απλή διάχυση** περνούν εύκολα μέσα από την κυτταρική μεμβράνη το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα, το οινόπνευμα και τα λιπαρά οξέα.

Ουσίες όπως η γλυκόζη και τα αμινοξέα για να περάσουν μέσα από την κυτταρική μεμβράνη χρειάζονται τη βοήθεια μιας πρωτεΐνης της μεμβράνης. Έτσι η γλυκόζη συνδέεται στην εξωτερική πλευρά

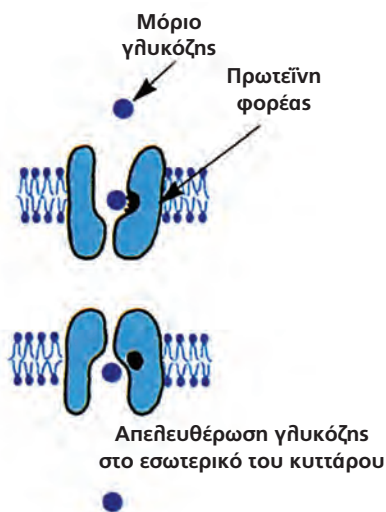
της μεμβράνης με την πρωτεΐνη που λέγεται φορέας, με τη βοήθεια της οποίας περνάει στην άλλη πλευρά και εκεί αποσυνδέεται και μπαίνει μέσα στο εσωτερικό του κυττάρου. Ο μηχανισμός αυτός λέγεται **διευκολυνόμενη διάχυση**. Με το μηχανισμό αυτό μπορεί μια ουσία να μεταφερθεί και προς τις δύο κατευθύνσεις, να μπει στο κύτταρο ή να βγει από αυτό (Εικ. 1.3).

Ώσμωση-καθαρή διάχυση νερού

Ώσμωση ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο σε δύο διαλύματα διαφορετικής πυκνότητας που χωρίζονται με ημιδιαπερατή μεμβράνη παρατηρείται μετακίνηση του διαλύτη από το αραιότερο στο πυκνότερο διάλυμα. Η διαφορετική συγκέντρωση ουσιών στο ενδο-



Εικόνα 1.2 Οι βασικοί μηχανισμοί μεταφοράς μέσα από την κυτταρική μεμβράνη. Διάχυση απλή και διευκολυνόμενη. Ενεργητική μεταφορά.



Εικόνα 1.3 Ο μηχανισμός της διευκολυνόμενης διάχυσης.

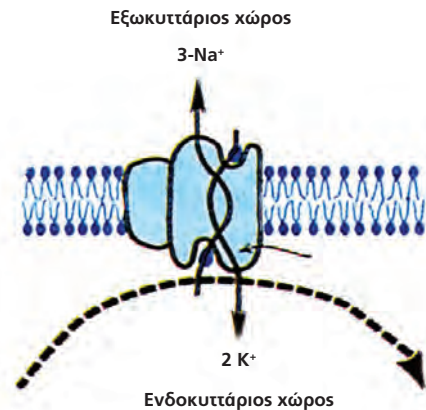
κυττάριο και εξωκυττάριο υγρό προκαλεί καθαρή μετακίνηση νερού μέσα από τη μεμβράνη, με αποτέλεσμα τη διόγκωση ή τη συρρίκνωση του κυττάρου ανάλογα με την κατεύθυνση της μετακίνησης. Στην πραγματικότητα, επειδή λειτουργούν διάφοροι άλλοι πολυπλοκοί μηχανισμοί, καθαρή ποσότητα νερού μετακινείται συνεχώς μέσα από την κυτταρική μεμβράνη με δεδομένο ότι όση ποσότητα νερού μπαίνει στο κύτταρο τόση βγαίνει από αυτό. Έτσι ο όγκος του κυττάρου διατηρείται σταθερός και η κυτταρική μεμβράνη ακέραια.

Η αντλία νατρίου-καλίου

Όπως έχουμε πει, ενεργητική μεταφορά λέγεται η μετακίνηση με κατανάλωση ενέργειας μορίων και κυρίως ιόντων μέσα από την κυτταρική μεμβράνη. Το κύτταρο σε ορισμένες περιπτώσεις χρειάζεται ουσίες, όπως τα ιόντα καλίου, που βρίσκονται σε πολύ μικρή συγκέντρωση στο εξωκυττάριο υγρό. Παράλληλα, στο ενδοκυττάριο υγρό υπάρχει ήδη μεγάλη συγκέντρωση ιόντων καλίου. Παρ' όλα αυτά χρειάζεται να μεταφέρει κι άλλα ιόντα καλίου στο εσωτερικό του. Για να το κάνει αυτό πρέπει να καταναλώσει ενέργεια. Αντίστροφα, μπαίνουν στο κύτταρο ουσίες όπως τα ιόντα νατρίου τα οποία πρέπει να βγουν έξω, παρόλο που η συγκέντρωσή τους μέσα στο κύτταρο είναι πολύ μικρότερη από την εξωτερική. Το κύτταρο πετυχαίνει τη μετακίνηση ιόντων καλίου και νατρίου αντίθετα με τη διαφορά συγκέντρωσης, δηλαδή από τη μικρότερη συγκέντρωση στη μεγαλύτερη, μ' ένα μηχανισμό ενεργητικής μεταφοράς που λέγεται **αντλία $\text{Na}^+ - \text{K}^+$** . Ο μηχανισμός αυτός δουλεύει συνεχώς σαν πραγματική αντλία και για κάθε 3 Na^+ που απομακρύνει από το εσωτερικό του κυττάρου προς τα έξω βάζει 2 K^+ μέσα στο κύτταρο. Η ενέργεια που χρειάζεται απελευθερώνεται από τη διάσπαση του ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη), που είναι το «ενεργειακό νόμισμα» του οργανισμού (Εικ. 1.4).

Η αντλία $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ υπάρχει σε όλα τα κύτταρα του οργανισμού και έχει την ευθύνη για τη διατήρηση της διαφοράς συγκέντρωσης των ιόντων νατρίου και καλίου στις δύο πλευρές της μεμβράνης.

Η μεγάλη συγκέντρωση των ιόντων καλίου και άλλων αρνητικών ιόντων στο εσωτερικό της μεμβράνης έχει σαν αποτέλεσμα την εγκατάσταση αρνητικού φορτίου ενδοκυττάρια.



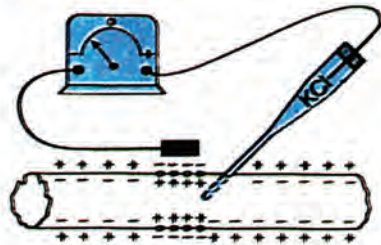
Εικόνα 1.4 Ο μηχανισμός λειτουργίας της αντλίας νατρίου - καλίου.

II. Δυναμικό μεμβράνης - Δυναμικό ενέργειας

Η παρουσία μεγάλου αριθμού ιόντων στο ενδοκυττάριο και το εξωκυττάριο υγρό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ηλεκτρικών φορτίων, θετικών ή αρνητικών, ανάλογα με τη συγκέντρωση των θετικά ή αρνητικά φορτισμένων ιόντων. Στην εσωτερική πλευρά της κυτταρικής μεμβράνης –όπως έχουμε αναφέρει– υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση αρνητικών ιόντων, κυρίως καλίου. Στην εξωτερική της πλευρά, αντίθετα, υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση θετικών ιόντων, κυρίως νατρίου. Μεταξύ της εξωτερικής και εσωτερικής πλευράς της κυτταρικής μεμβράνης δημιουργείται διαφορά δυναμικού. Το δυναμικό αυτό λέγεται **δυναμικό ηρεμίας** και είναι περίπου -70 mV . Αυτό σημαίνει ότι η εσωτερική πλευρά της μεμβράνης είναι ηλεκτραρνητικότερη κατά 70 mV από την εξωτερική. Διαφορές δυναμικού ανάμεσα στις δύο πλευρές της κυτταρικής μεμβράνης υπάρχουν σε όλα τα κύτταρα του οργανισμού.

Δυναμικό ενέργειας

Όταν επιδράσει κάποιο ερέθισμα (μηχανικό, χημικό, θερμικό, ηλεκτρικό) στην επιφάνεια της κυτταρικής μεμβράνης ενός για παράδειγμα νευρικού κυττάρου, η διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης στο σημείο αυτό για τα ιόντα νατρίου και καλίου στιγμιαία αλλιάζει. Η μετακίνηση ιόντων έχει σαν αποτέλεσμα την αναστροφή του δυναμικού της μεμβράνης από αρνητικό σε θετικό και τη γρήγορη επαναφορά του. Οι γρήγορες μεταβολές στο δυναμικό της μεμβράνης συνιστούν το **δυναμικό ενέργειας**. Το δυναμικό ενέργειας που δημιουργείται σ' ένα σημείο της κυτταρικής μεμβράνης μεταδίδεται πολύ γρήγορα σ' ολόκληρη τη μεμβράνη (Εικ. 1.5). Η μετάδοση του δυναμικού ενέργειας κατά μήκος του νευρικού κυττάρου αποτελεί τη **νευρική ώση**.



Εικόνα 1.5 Το δυναμικό ενέργειας της κυτταρικής μεμβράνης και η μετάδοσή του.

Περίληψη

Το κύτταρο αποτελεί τη βασική μονάδα της ζωής. Περιβάλλεται από μια πολύ λεπτή ελαστική κατασκευή, την κυτταρική μεμβράνη. Η κυτταρική μεμβράνη αποτελείται από λιπίδια και πρωτεΐνες. Το κύτταρο μέσω της κυτταρικής μεμβράνης επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον.

Ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελείται από πολλά τρισεκατομμύρια κύτταρα. Τα κύτταρα αυτά ζουν στο ίδιο περιβάλλον, που συνίσταται από τα διάφορα υγρά του οργανισμού και λέγεται εξωκυττάριο υγρό. Η κατασκευή της κυτταρικής μεμβράνης καθώς και οι μηχανισμοί που διαθέτει επιτρέπουν τη μεταφορά μορίων και ιόντων μέσα από αυτή, από το εξωκυττάριο υγρό προς το κύτταρο και από το εσωτερικό του κυττάρου προς τα έξω. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι η διάχυση και η ενεργητική μεταφορά. Ο πιο γνωστός μηχανισμός ενεργητικής μεταφοράς που έχουν όλα τα κύτταρα είναι η αντλία νατρίου - καλίου.

Δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης λέγεται η διαφορά δυναμικού που υπάρχει μεταξύ της εσωτερικής πλευράς της κυτταρικής μεμβράνης και της εξωτερικής.

Δυναμικό ενέργειας ονομάζονται οι γρήγορες μεταβολές που γίνονται στο δυναμικό της μεμβράνης μετά από την επίδραση κάποιου ερεθίσματος.

Ερωτήσεις

1. Περιγράψτε την κυτταρική μεμβράνη.
2. Τι λέγεται ενδοκυττάριο και τι εξωκυττάριο υγρό και ποιες οι διαφορές τους;
3. Ποιες ουσίες περνούν με απλή διάχυση μέσα από την κυτταρική μεμβράνη;
4. Σε ποιες περιπτώσεις γίνεται ενεργητική μεταφορά; Ποιες ουσίες διακινούνται με ενεργητική μεταφορά μέσα από την κυτταρική μεμβράνη;
5. Τι είναι το δυναμικό μεμβράνης;
6. Τι είναι το δυναμικό ενέργειας;
7. Τι γνωρίζετε για την αντλία νατρίου - καλίου;
8. Πώς γίνεται η διευκολυνόμενη διάχυση;
9. Τι είναι τα κανάλια της κυτταρικής μεμβράνης;
10. Από ποιες ουσίες αποτελείται η κυτταρική μεμβράνη;

2ο κεφάλαιο

το αίμα

- I. Τα ερυθροκύτταρα - Τα λευκοκύτταρα
- II. Η φλεγμονή και η λειτουργία των ουδετερόφιλων και των μακροφάγων
- III. Ανοσία-Ενεργητική και παθητική ανοσία
- IV. Ομάδες αίματος συστήματος Α-Β-Ο και Rhesus - Μετάγγιση αίματος
- V. Ο μηχανισμός πήξης του αίματος

Το αίμα

Το αίμα είναι το σπουδαιότερο βιολογικό υγρό του ανθρώπινου οργανισμού. Το αίμα μαζί με τα αιμοποιητικά όργανα αποτελεί ένα οργανικό σύστημα μεγάλης σημασίας για την εκτέλεση των ζωτικών λειτουργιών των ανώτερων οργανισμών. Βοηθά στην ανταλλαγή της ύλης και κυκλοφορεί μέσα σ' ένα κλειστό και πολύπλοκο σύστημα αγγείων (αρτηρίες, φλέβες, τριχοειδή) και την καρδιά, η οποία του εξασφαλίζει την κίνηση μέσα στα αγγεία.

Το αίμα έχει όγκο περίπου 5 λίτρα και αποτελεί το 10% περίπου του βάρους του σώματος. Από τα 5 λίτρα του όγκου του, το 55% είναι πλάσμα και το υπόλοιπο 45% συνίσταται από τα έμμορφα στοιχεία. Οι τιμές αυτές διαφέρουν από άτομο σε άτομο και ο όγκος του αίματος επηρεάζεται από το φύλο, το βάρος και άλλους παράγοντες. Όταν πίνουμε πολλά υγρά, ο όγκος του αίματος αυξάνεται (αυξάνεται το πλάσμα) ενώ σε περίπτωση στέρσης υγρών ο όγκος του ελαττώνεται (λόγω ελάττωσης του πλάσματος).

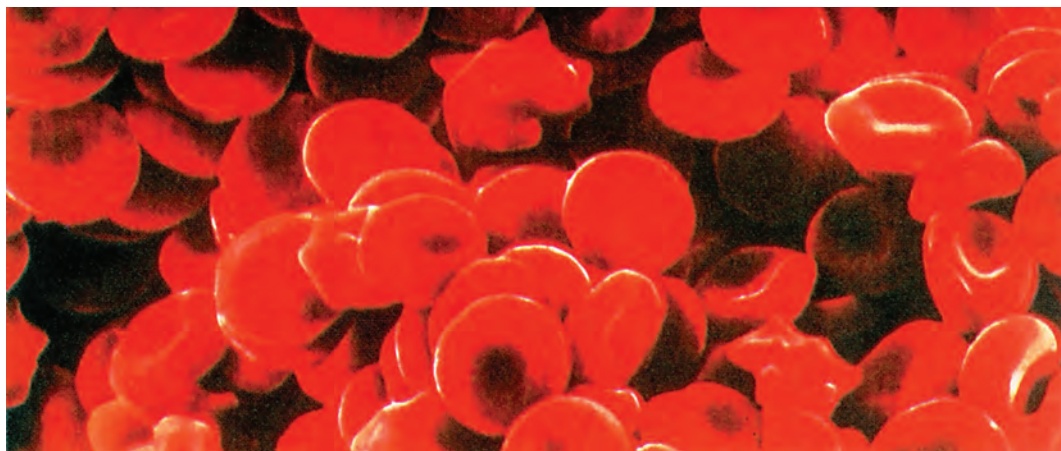
Το αίμα αποτελείται: α) από τα έμμορφα στοιχεία τα οποία είναι τα **ερυθρά αιμοσφαίρια**, τα **λευκά αιμοσφαίρια** και τα **αιμοπετάλια** και β) από το **πλάσμα** μέσα στο οποίο είναι διαλυμένα ανόργανα άλατα, πρωτεΐνες, ορμόνες και διάφορες άλλες θρεπτικές ουσίες.

I. Τα ερυθροκύτταρα - Τα λευκοκύτταρα

Τα **ερυθροκύτταρα (ερυθρά αιμοσφαίρια)** είναι τα πολυπληθέστερα σε σχέση με τα υπόλοιπα κύτταρα του σώματος.

Η κυριότερη λειτουργία των ερυθροκυττάρων ή ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι η μεταφορά οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς με τη βοήθεια της αιμοσφαιρίνης και η απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα από αυτούς. Τα φυσιολογικά ερυθροκύτταρα είναι αμφίκοιλοι δίσκοι παχύτεροι στην περιφέρεια απ' ό,τι στο κέντρο. Το σχήμα τους μεταβάλλεται καθώς περνούν μέσα από τα τριχοειδή. Το ερυθροκύτταρο είναι ένας σάκος που μπορεί να πάρει οποιοδήποτε σχήμα. Η μεμβράνη του είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με τη μάζα ουσίας που περι-

Εικόνα 2.1 Ωριμα ερυθρά αιμοσφαίρια του ανθρώπου.



έχει, με αποτέλεσμα κάθε παραμόρφωση που γίνεται να μη προκαλεί τη ρήξη του ερυθροκυττάρου.

Το σχήμα του αμφίκοιλου δίσκου παρέχει στο ερυθρό αιμοσφαίριο επιφάνεια κατά 40% μεγαλύτερη από την επιφάνεια σφαίρας ίσου όγκου. Έτσι κατορθώνει να δεσμεύει μεγάλη ποσότητα οξυγόνου (Εικ. 2.1).

Το χρώμα των ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι κόκκινο φωτεινό στο κέντρο και στην περιφέρεια σκούρο. Σ' αυτά οφείλεται το κόκκινο χρώμα του αίματος.

Ο αριθμός τους εξαρτάται από την ηλικία, το φύλο, το υψόμετρο κ.ά. Η αύξηση του αριθμού τους ονομάζεται **ερυθροκυττάρωση** και αντίθετα η ελάττωσή του **ερυθροπενία**.

α. Η παραγωγή των ερυθροκυττάρων

Οι περιοχές του σώματος όπου παράγονται τα ερυθροκύτταρα

Στην εμβρυϊκή ζωή τα ερυθροκύτταρα παράγονται στο ήπαρ και το σπλήνα. Λίγο πριν τη γέννηση και σε όλη τη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου, τα ερυθρά αιμοσφαίρια παράγονται αποκλειστικά από το μυελό των οστών με μια πολύπλοκη διαδικασία.

Στον ερυθρό μυελό των οστών υπάρχουν κύτταρα, τα οποία ονομάζονται **πολυδύναμα αιμοποιητικά βλαστικά κύτταρα**, από τα οποία προέρχονται όλα τα κύτταρα που κυκλοφορούν στο αίμα. Πρωτεΐνες που ονομάζονται **επαγωγείς αύξησης** ρυθμίζουν την αύξηση και την αναπαραγωγή των βλαστικών κυττάρων. Άλλες πρωτεΐνες που ονομάζονται **επαγωγείς διαφοροποίησης** αναλαμβάνουν τη διαφοροποίηση του βλαστικού κυττάρου προς την κατεύθυνση του τελικού τύπου του ώριμου κυττάρου του αίματος.

Τα στάδια διαφοροποίησης των ερυθροκυττάρων

Το ερυθροκύτταρο είναι το τελικό προϊόν ωρίμανσης της ερυθροποιητικής σειράς. Από το μυελό των οστών με τη διαφοροποίηση των αρχέγονων βλαστικών κυττάρων προέρχεται το μητρικό κύτταρο της ερυθρής σειράς, η **προερυθροβλάστη**. Η προερυθροβλάστη με αλληπάλληλες διαιρέσεις δημιουργεί πολλή ώριμα ερυθρά αιμοσφαίρια.

Η ρύθμιση της παραγωγής των ερυθρών αιμοσφαιρίων

Ο ρόλος της ερυθροποιητίνης

Στα φυσιολογικά άτομα η πυκνότητα του αίματος σε ερυθρά αιμοσφαίρια είναι περίπου 5.000.000 κύτταρα ανά κυβικό χιλιοστό του αίματος. Οι ανάγκες των ιστών του ανθρώπινου σώματος για οξυγόνο συνιστούν το βασικό ρυθμιστή της παραγωγής των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Κάθε φορά που το οξυγόνο που φθάνει στους ιστούς δεν είναι αρκετό για τις ανάγκες τους, δίνεται το ερέθισμα για αύξηση της παραγωγής των ερυθροκυττάρων. Υπεύθυνη γι' αυτό είναι μια ορμόνη που λέγεται ερυθροποιητίνη.

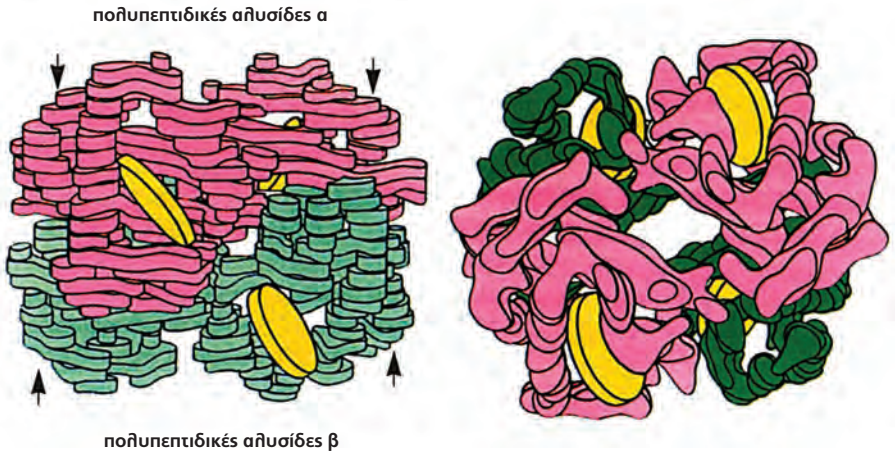
Η **ερυθροποιητίνη** είναι μια γλυκοπρωτεΐνη που παράγεται στους νεφρούς (90%) και στο ήπαρ (10%). Ερέθισμα για την παραγωγή της αποτελεί η έλλειψη οξυγόνου από τους ιστούς (υποξία). Η υποξία επιδρά σε ειδικούς υποδοχείς στους νεφρούς και αυτοί με τη σειρά τους παράγουν ερυθροποιητίνη, η οποία επιδρά στο μυελό των οστών με αποτέλεσμα ν' αυξηθεί η παραγωγή ερυθροκυττάρων.

β. Η παραγωγή της αιμοσφαιρίνης

Η αιμοσφαιρίνη είναι το κύριο συστατικό των ερυθροκυττάρων. Σ' αυτήν οφείλουν το κόκκινο χρώμα τους. Είναι μια σύνθετη ουσία που αποτελείται από μια πρωτεΐνη που λέγεται **σφαιρίνη** και από την **αίμη** που συνίσταται από πορφυρίνη και σίδηρο (Fe).

Η αίμη ενώνεται με τη σφαιρίνη με την εξής αναλογία: 4 μόρια αίμης με 1 μόριο σφαιρίνης.

Η σφαιρίνη αποτελείται από δύο ζεύγη πολυπεπτιδικών αλυσίδων. Έχουμε τέσσερις τύπους αλυσίδων: α, β, γ και δ. Στο φυσιολογικό ενήλικα υπάρχει η αιμοσφαιρίνη τύπου Α που αποτελείται από δύο α και δύο β πολυπεπτιδικές αλυσίδες (α₂, β₂) και τέσσερα μόρια αίμης (Εικ. 2.2).



Εικόνα 2.2 Μόριο αιμοσφαιρίνης.

Η σύνδεση της αιμοσφαιρίνης με το οξυγόνο

Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό του μορίου της αιμοσφαιρίνης είναι η ικανότητά του να συνδέεται χαλαρά και αντιστρεπτά με το οξυγόνο. Η πρωταρχική λειτουργία της αιμοσφαιρίνης στον οργανισμό εξαρτάται από την ικανότητά της να συνδέεται με το οξυγόνο στους πνεύμονες και στη συνέχεια να αποδίδει αυτό το οξυγόνο στα τριχοειδή αγγεία των ιστών, όπου η αέρια τάση του οξυγόνου είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με αυτή των πνευμόνων.

γ. Λιμοποιητικοί παράγοντες

Οι απαραίτητες ουσίες για την αιμοποίηση είναι ο σίδηρος, η βιταμίνη B₁₂ και το φυλλικό οξύ.

1. Ο σίδηρος συμμετέχει στο σχηματισμό της αιμοσφαιρίνης. Περιέχεται σε πολλές από τις τροφές που τρώμε και, αφού απορροφηθεί από το λεπτό έντερο, ενώνεται με την **τρανσφερίνη** ή **σιδηροφιλίνη** με χαλαρό δεσμό και κυκλοφορεί στο πλάσμα του αίματος. Το περίσσειμα του σιδήρου του αίματος αποθηκεύεται στα ηπατικά κύτταρα ως **φερριτίνη**. Όταν ελαττώνεται η ποσότητα του σιδήρου στο πλάσμα, τότε ο σίδηρος αποσυνδέεται εύκολα από τη φερριτίνη και μεταφέρεται όπου χρειάζεται.

Η σιδηροφιλίνη μεταφέρει το σίδηρο στα όργανα και στους ιστούς που τον χρει-

άζονται, κυρίως όμως στο μυελό των οστών όπου χρησιμοποιείται για το σχηματισμό της αιμοσφαιρίνης.

Όταν τα ερυθροκύτταρα καταστραφούν, ο σίδηρος που απελευθερώνεται από τη διάσπαση της αιμοσφαιρίνης αποθηκεύεται μέσα στα κύτταρα. Ένα μέρος του αποθηκεύεται ως φερριτίνη ενώ ένα μικρό μέρος επανέρχεται στην κυκλοφορία. Η ημερήσια απώλεια σιδήρου υπολογίζεται στους άνδρες περίπου σε 1mg, ενώ στις γυναίκες σε 1,5mg γιατί χάνουν αρκετό σίδηρο κατά την έμμηνο ρύση. Η μέση ημερήσια πρόσληψη σιδήρου από τις τροφές πρέπει να είναι ίση ή μεγαλύτερη από τη μέση ημερήσια απώλεια σιδήρου.

2. Η βιταμίνη B_{12} είναι βασική θρεπτική ουσία όλων των κυττάρων καθώς είναι απαραίτητη για τη σύνθεση του DNA. Η έλλειψή της προκαλεί ελάττωση του κυτταρικού πολλαπλασιασμού με αποτέλεσμα να μειώνεται ο ρυθμός παραγωγής των ερυθροκυττάρων. Η βιταμίνη B_{12} προσλαμβάνεται με τις τροφές. Πολλές φορές μπορεί να έχουμε ανεπάρκεια ωρίμανσης της ερυθρής σειράς εξαιτίας της κακής απορρόφησης της βιταμίνης B_{12} από το στομάχι.

Αφού η βιταμίνη αυτή απορροφηθεί από το γαστρεντερικό σύστημα, αποθηκεύεται σε μεγάλες ποσότητες στο ήπαρ. Από το ήπαρ ελευθερώνεται σιγά-σιγά ανάλογα με τις ανάγκες του μυελού των οστών ή άλλου ιστού. Το ήπαρ αποθηκεύει βιταμίνη B_{12} σε ποσότητα αρκετή να καλύψει τις ανάγκες για πολλούς μήνες.

3. Το φυλλικό οξύ αποτελεί φυσιολογικό συστατικό των πράσινων λαχανικών και ορισμένων φρούτων· περιέχεται, επίσης, σε ορισμένα κρέατα και στο συκώτι. Απορροφάται από το λεπτό έντερο. Είναι απαραίτητο για τη σύνθεση του DNA και του RNA. Σε πολλές περιπτώσεις αδυναμίας ωρίμανσης των ερυθροκυττάρων, η αιτία είναι η κακή απορρόφηση του φυλλικού οξέος.

Η καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων

Το ερυθρό δεν είναι ένα τέλειο κύτταρο γιατί δεν έχει πυρήνα. Έχει όμως ενζυμικούς μηχανισμούς που επιδιορθώνουν τις βλάβες που παθαίνει κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Το κάθε ερυθρό κάνει το δρομολόγιο καρδιά-πνεύμονες, καρδιά-ιστοί, περίπου 200.000 φορές. Έχει υπολογιστεί ότι ο χρόνος ζωής του ερυθρού αιμοσφαίριου είναι 120 μέρες. Στη διάρκεια της ζωής του περνά μέσα από τις βαλβίδες της καρδιάς που το χτυπούν με πολλή δύναμη, από τα φίλτρα του σπλήνα, από τα μικροτριχοειδή της κυκλοφορίας που το συνθλίβουν και υφίσταται τις βλαπτικές επιδράσεις του οξυγόνου που οξειδώνει και καταστρέφει την μεμβράνη του καθώς και τις μεταβολές της θερμοκρασίας, του pH και της πίεσης των αγγείων.

Οι φθορές που θα συμβούν στην διάρκεια της ζωής του ερυθροκυττάρου θα ξεπεραστούν αρχικά με τη βοήθεια των ενζυμικών μηχανισμών του. Τα κυτταροπλασματικά του ένζυμα μεταβολίζουν τη γλυκόζη και παράγουν μικρές ποσότητες ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη), το οποίο προμηθεύει την ενέργεια στο ερυθρό αιμοσφαίριο για να διατηρείται ζωντανό και η μεμβράνη του εύκαμπτη. Με την πάροδο του χρόνου τα ενζυμικά του συστήματα εξαντλούνται και το ερυθρό χάνει τη λειτουργική του ικανότητα και γίνεται εύθραυστο αιμοσφαίριο. Η καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων γίνεται κατά το πέρασμά τους από κάποιο στενό σημείο της κυκλοφορίας, κυρίως στο δικτυοενδοθηλιακό σύστημα του σπλήνα. Τα ερυθρά συμπιέζονται στο φίλτρο του σπλήνα και ακινητοποιούνται· εκεί γεμίζουν

με νερό, φουσκώνουν και σπάζουν (αιμολύονται) και η αιμοσφαιρίνη χύνεται στην κυκλοφορία. Μετά από αφαίρεση του σπλήνα, ο αριθμός των παθολογικών και γηρασμένων κυττάρων που κυκλοφορούν στο αίμα αυξάνεται σημαντικά.

δ. Οι αναιμίες

Αναιμία σημαίνει ελάττωση του αριθμού των ερυθροκυττάρων, η οποία μπορεί να οφείλεται είτε σε πολύ γρήγορη απώλεια είτε σε πολύ αργή παραγωγή τους.

Με βάση τους μηχανισμούς ανάπτυξης, οι αναιμίες ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: σε αναιμίες που οφείλονται σε ελάττωση του ρυθμού παραγωγής και σε αναιμίες που προέρχονται από ελάττωση της μέσης διάρκειας ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Ελάττωμένη παραγωγή των ερυθρών αιμοσφαιρίων χαρακτηρίζει κυρίως τις αναιμίες από έλλειψη αιμοποιητικών παραγόντων, από ποσοτικά ανεπαρκή σύνθεση αιμοσφαιρίνης ή από λειτουργική ανεπάρκεια του μυελού των οστών. Ελάττωση της μέσης διάρκειας ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων μπορεί να προκληθεί από απώλεια αίματος (αιμορραγία) ή από αυξημένη καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων (αιμόλυση).

Αναιμίες που οφείλονται σε ελαττωμένο ρυθμό παραγωγής ερυθρών αιμοσφαιρίων (ανεπαρκή ερυθροποίηση)

A. Από ανεπάρκεια αιμοποιητικών παραγόντων

1. σιδηροπενικές αναιμίες (έλλειψη σιδήρου)
2. μεγαλοβλαστικές αναιμίες (κακή απορρόφηση βιταμίνης B12, κακή απορρόφηση φυλλικού οξέος)

B. Από μειονεκτική σύνθεση αιμοσφαιρίνης (ποσοτική διαταραχή)

1. μεσογειακή αναιμία (β-θαλασσαιμία, α-θαλασσαιμία)

Γ. Από λειτουργική ανεπάρκεια του μυελού των οστών

1. απλαστική αναιμία
2. μυελοφθισικές αναιμίες (λευχαιμίες και λεμφώματα)

Αναιμίες που οφείλονται σε ελάττωση της μέσης διάρκειας ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων

1. μεθαιμορραγικές αναιμίες (αυξημένη απώλεια αίματος)
2. αιμολυτικές αναιμίες (αυξημένη καταστροφή ερυθρών αιμοσφαιρίων)

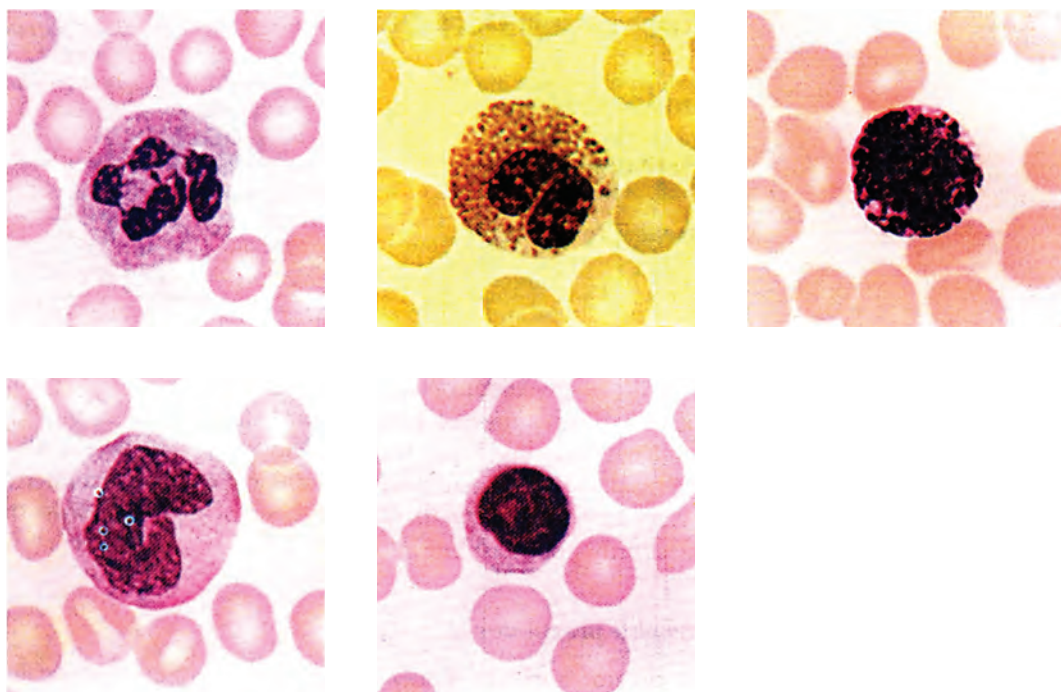
ε. Τα λευκοκύτταρα (λευκά αιμοσφαίρια)

Τα λευκοκύτταρα (λευκά αιμοσφαίρια) κυκλοφορούν στο αίμα ως έμμορφα συστατικά του και αποτελούν τις κινητές μονάδες του συστήματος προστασίας του οργανισμού. Βασική τους αποστολή είναι η άμυνα του οργανισμού απέναντι σε διάφορους λοιμώδεις και τοξικούς παράγοντες.

Τα είδη των λευκών αιμοσφαιρίων

Στο φυσιολογικό αίμα περιέχονται έξι διαφορετικά είδη λευκών αιμοσφαιρίων:

1. τα πολυμορφοπύρρηνα ουδετερόφιλα
2. τα πολυμορφοπύρρηνα ηωσινόφιλα
3. τα πολυμορφοπύρρηνα βασεόφιλα
4. τα μονοκύτταρα
5. τα λεμφοκύτταρα
6. τα πλάσματοκύτταρα (Εικ. 2.3).



Εικόνα 2.3 Φυσιολογικά λευκά αιμοσφαίρια του ανθρώπου.

Τα τρία είδη των πολυμορφοπύρρηνων κυττάρων έχουν κοκκιώδη εμφάνιση και γι' αυτό λέγονται και κοκκιοκύτταρα.

Στον ενήλικα υπάρχουν φυσιολογικά 7.000 περίπου λευκά αιμοσφαίρια ανά κυβικό χιλιοστό του αίματος.

Η παραγωγή των λευκών αιμοσφαιρίων

Από την αρχική διαφοροποίηση του πολυδύναμου αιμοποιητικού βλαστικού κυττάρου, εκτός από την ερυθροποιητική σειρά σχηματίζονται και δύο άλλες μεγάλες σειρές από λευκά αιμοσφαίρια, η **μυελοκυτταρική σειρά** η οποία αρχίζει με τη **μυελοβλάστη** και η **λεμφοκυτταρική σειρά** η οποία αρχίζει με τη **λεμφοβλάστη**.

Από τη μυελοβλάστη με αλληπάλληλες διαιρέσεις παράγονται τελικά τα πολυμορφοπύρρηνα κοκκιοκύτταρα. Η εξέλιξη της κοκκιώδους σειράς γίνεται στον ερυθρό μυελό των οστών. Από το ίδιο μητρικό κύτταρο, τη μυελοβλάστη, παράγονται και τα μονοκύτταρα που είναι τα μεγαλύτερα σε μέγεθος λευκά αιμοσφαίρια. Τα

πολυμορφοπύρνα παραμένουν αποθηκευμένα στο μυελό των οστών και βγαίνουν στην κυκλοφορία του αίματος, όταν τα χρειάζεται ο οργανισμός.

Στα λεμφογάγγλια, το σπλήνα και σε άλλα λεμφογενή όργανα παράγονται τα λεμφοκύτταρα και τα πλάσματοκύτταρα. Αυτά αποτελούν τα ώριμα λευκά αιμοσφαίρια της λεμφοκυτταρικής σειράς και προέρχονται από κοινό μητρικό κύτταρο, τη λεμφοβλάστη.

Βασικές λειτουργίες των λευκών αιμοσφαιρίων

Τα λευκοκύτταρα καθώς και κάποια κύτταρα των ιστών που αρχικά προέρχονται από λευκοκύτταρα αποτελούν ένα ειδικό σύστημα του οργανισμού για την καταπολέμηση των διάφορων λοιμωδών και τοξικών παραγόντων. Τα κύτταρα αυτά λειτουργούν με δύο διαφορετικούς τρόπους για την προφύλαξη από τη νόσο: (1) με την πραγματική καταστροφή των εισβολέων μέσω της διεργασίας της φαγοκυττάρωσης και (2) με την παραγωγή αντισωμάτων και ευαισθητοποιημένων λεμφοκυττάρων, που μπορούν να καταστρέψουν τον εισβολέα.

Τα κοκκιοκύτταρα και τα μονοκύτταρα προστατεύουν το σώμα από τους εισβολείς μικροοργανισμούς με το να τους κατατρώγουν, δηλαδή με τη διαδικασία της φαγοκυττάρωσης. Τα λεμφοκύτταρα και τα πλάσματοκύτταρα λειτουργούν, κατά κύριο λόγο, σε συνδυασμό με το ανοσοποιητικό σύστημα για την παραγωγή αντισωμάτων.

Οι βασικές αυτές λειτουργίες των λευκών αιμοσφαιρίων αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια.

II. Η φλεγμονή και η λειτουργία των ουδετερόφιλων και των μακροφάγων

α. Η διεργασία και τα στάδια της φλεγμονής

Φλεγμονή λέγεται η βλάβη των ιστών του ανθρώπινου οργανισμού την οποία μπορούν να προκαλέσουν διάφοροι βλαπτικοί παράγοντες, όπως μικρόβια, τραυματισμός, θερμότητα, ακτινοβολία, χημικές ουσίες.

Ανεξάρτητα από το είδος του βλαπτικού παράγοντα και τη θέση της βλάβης, η άμεση φλεγμονώδης αντίδραση του οργανισμού είναι πάντα η ίδια, ενώ η έντασή της καθώς και ο βαθμός της ιστικής βλάβης διαφέρουν κάθε φορά.

Η φλεγμονή διακρίνεται σε **οξεία**, **χρόνια** και **υποξεία**.

Τα κλινικά χαρακτηριστικά της οξείας φλεγμονής περιγράφονται με σαφήνεια από τον Κέλσο τον 1ο μ.Χ. αιώνα: **ερυθρότητα** (rubor), **οίδημα** (tumor), **πόνος** (dolor) και **θερμότητα** (calor).

Τα στάδια της φλεγμονής

Οι ιστοί στη θέση που δρα ο βλαπτικός παράγοντας παρουσιάζουν κάποιες μεταβολές, οι οποίες λέγονται στάδια της φλεγμονής και είναι τα εξής:

1. αγγειοδιαστολή των αιμοφόρων αγγείων της περιοχής. Καθώς μεγαλώνει ο αυλός των αγγείων, αυξάνεται η ποσότητα του αίματος που κυκλοφορεί στη

συγκεκριμένη περιοχή.

2. από τα τριχοειδή αγγεία της περιοχής βγαίνει μεγάλη ποσότητα υγρού, η οποία δημιουργεί το οίδημα.
3. το υγρό που βγαίνει από τα τριχοειδή αγγεία μερικές φορές γίνεται πηχτό. Αυτό συμβαίνει γιατί περιέχει πολλές πρωτεΐνες.
4. στη θέση της φλεγμονής μαζεύονται πολλά ουδετερόφιλα πολυμορφοπύρρηνα και μονοκύτταρα του αίματος.
5. τα κύτταρα των ιστών διογκώνονται.

Μ' αυτές τις διεργασίες της φλεγμονής, ένα πρώτο αποτέλεσμα πολύ σημαντικό που πετυχαίνει ο οργανισμός είναι η **περιχαράκωση της βλάβης** και η προστασία των γειτονικών ιστών απέναντι στη δράση των βλαπτικών παραγόντων.

β. Η απάντηση των μακροφάγων και των ουδετερόφιλων στη φλεγμονή

Στη διεργασία της φλεγμονής τα κύτταρα που παίζουν σημαντικό ρόλο είναι τα ουδετερόφιλα πολυμορφοπύρρηνα του αίματος και τα μακροφάγα· τα ουδετερόφιλα πολυμορφοπύρρηνα είναι ώριμα λευκά αιμοσφαίρια τα οποία έχουν την ικανότητα να καταστρέφουν μικρόβια και ιούς. Τα μακροφάγα είναι πολύ μεγάλα κύτταρα, τα οποία έχουν την ικανότητα να φαγοκυτταρώνουν τα μικρόβια και άλλους βλαπτικούς παράγοντες. Προέρχονται από τα μονοκύτταρα του αίματος και πάρα πολλά από αυτά βρίσκονται στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος.

Μόλις προκληθεί οποιαδήποτε βλάβη σε κάποια θέση του σώματος, αμέσως πρώτα τα μακροφάγα των ιστών αρχίζουν τη διαδικασία της φαγοκύτωσης των μικροβίων, αποτελώντας έτσι την πρώτη γραμμή άμυνας.

Στη συνέχεια καταφθάνουν τα ουδετερόφιλα πολυμορφοπύρρηνα του αίματος. Η αυξημένη αιμάτωση της περιοχής βοηθά στη συγκέντρωση μεγάλου αριθμού ουδετερόφιλων, τα οποία αρχίζουν αμέσως να καταστρέφουν κάθε ξένη βλαπτική ουσία.

Τα ουδετερόφιλα και τα μακροφάγα δρουν άμεσα από την πρώτη στιγμή της βλάβης. Αργότερα συγκεντρώνονται στην περιοχή της βλάβης και τα μονοκύτταρα του αίματος, τα οποία όμως χρειάζονται λίγες ώρες για να ωριμάσουν και να είναι σε θέση να φαγοκυτταρώνουν τα μικρόβια και άλλους βλαπτικούς παράγοντες.

Στην περίπτωση που η φλεγμονή διαρκεί πολύ και υπάρχει κίνδυνος να εξαντληθούν τα κοκκιοκύτταρα και τα μονοκύτταρα του αίματος, δίνεται το ερέθισμα στον ερυθρό μυελό των οστών ώστε ν' αυξήσει την παραγωγή τους.

Ο σχηματισμός του πύου

Πύον λέγεται ένα πηχτό, κίτρινο ή πράσινο, με άσχημη μυρωδιά υγρό το οποίο μαζεύεται συνήθως στη θέση της φλεγμονής. Το πύον αποτελείται από νεκρωμένους ιστούς από την περιοχή της βλάβης και νεκρά ουδετερόφιλα και μακροφάγα κύτταρα, τα οποία έχουν ήδη φαγοκυτταρώσει μεγάλο αριθμό μικροβίων.

γ. Η λευκοπενία

Λευκοπενία ή «**ακοκκιοκυττάρωση**» λέγεται η κατάσταση κατά την οποία ο μυελός των οστών σταματά να παράγει λευκά αιμοσφαίρια, με αποτέλεσμα ο οργανισμός να μένει απροστάτευτος απέναντι σε μικροοργανισμούς και άηλους βλαπτικούς παράγοντες.

Στην περίπτωση που ο αριθμός των λευκών αιμοσφαιρίων είναι μικρότερος από 1.000 ανά κυβικό χιλιοστό, ο οργανισμός κινδυνεύει από τους ίδιους τους μικροοργανισμούς που φυσιολογικά βρίσκονται σε πολλά σημεία του σώματος όπως στο στόμα, στο έντερο κ.ά. Οι τελευταίοι δεν προκαλούν βλάβη σ' έναν υγιή οργανισμό, σε περίπτωση όμως λευκοπενίας δημιουργούν πληγές, λοίμωξη, αιμορραγία με αποτέλεσμα ακόμα και το θάνατο.

Απλησία του μυελού των οστών λέγεται η κατάσταση κατά την οποία δεν παράγεται κανένας τύπος κυττάρων. Τα αίτια της μπορεί να είναι:

- 1) φάρμακα: χλωραμφενικόλη, θειουρακίλη, αντιεπιληπτικά κ.ά.
- 2) τοξικές ουσίες: βενζόλιο, πυρήνες ανθρακενίου, εντομοκτόνα κ.ά.
- 3) ακτινοβολία Χ και γ-ακτίνες
- 4) ιδιοπαθής

Στη περίπτωση που μεγάλος αριθμός από πολυδύναμα αιμοποιητικά βλαστικά κύτταρα του μυελού των οστών παραμένουν άθικτα, αυτά διατηρούν την ικανότητα για αναγέννηση του μυελού, με την προϋπόθεση ότι διατίθεται ικανό χρονικό διάστημα, και ο ασθενής έχει κατάλληλη υποστηρικτική αγωγή με αντιβιοτικά για την αντιμετώπιση των λοιμώξεων.

δ. Η λευχαιμία

Λευχαιμία είναι η παθολογική κατάσταση κατά την οποία μετά από νεοπλασματική μετάλλαξη της μυελογενούς ή της λεμφογενούς κυτταρικής σειράς, παρατηρείται ανεξέλεγκτη παραγωγή λευκών αιμοσφαιρίων, με αποτέλεσμα την πολύ μεγάλη αύξηση του αριθμού των παθολογικών λευκών αιμοσφαιρίων στο αίμα.

Οι λευχαιμίες διακρίνονται στις **λεμφογενείς** και τις **μυελογενείς** λευχαιμίες ανάλογα με το είδος του κυττάρου που υπέστη την εξαλληγή.

Τα λευχαιμικά κύτταρα είναι αδιαφοροποιήτα. Όσο περισσότερο αδιαφοροποιήτα είναι τα λευκοκύτταρα τόσο περισσότερο οξεία είναι η λευχαιμία, συχνά δε καταλήγει σε θάνατο μέσα σε λίγους μήνες. Όταν τα λευχαιμικά κύτταρα έχουν καλή διαφοροποίηση, η λευχαιμία είναι **χρόνια** και μπορεί να εξελιχθεί σιγά-σιγά για αρκετά χρόνια.

Τα λευχαιμικά κύτταρα δε διαθέτουν τη λειτουργικότητα των φυσιολογικών λευκών αιμοσφαιρίων με αποτέλεσμα ο οργανισμός να μη μπορεί να αντιμετωπίσει τους βλαπτικούς παράγοντες και επομένως να αναπτύσσει λοιμώξεις.

Βαριά αναιμία και αιμορραγική διάθεση είναι τα αποτελέσματα της εκτόπισης των φυσιολογικών κυττάρων (ερυθροκυττάρων και αιμοπεταλίων) στο μυελό, από τα λευχαιμικά κύτταρα.

Τέλος, οι λευχαιμικοί ιστοί αναπαράγουν τόσο γρήγορα τα κύτταρά τους καταναλώνοντας τα θρεπτικά συστατικά του οργανισμού (αμινοξέα, βιταμίνες κ.ά.) σε βάρος των υπόλοιπων φυσιολογικών ιστών, με αποτέλεσμα να επιφέρουν την εξασθένηση του οργανισμού και το θάνατο.

III. Ανοσία-Ενεργητική και παθητική ανοσία

Το σύνολο των ιδιοτήτων του οργανισμού, που τον κάνουν ανθεκτικό απέναντι στη δράση των μικροοργανισμών και τον προφυλάσσουν από τις βλάβες που αυτά προκαλούν, συνιστούν την **ανοσία**.

Ο οργανισμός αμύνεται στους μικροοργανισμούς και τα τοξικά προϊόντα τους (τοξίνες) με τη βοήθεια των αντισωμάτων τα οποία είναι κύτταρα που παράγονται από το ανοσοποιητικό σύστημα γι' αυτό το σκοπό. Η ανοσία που πετυχαίνεται μ' αυτό τον τρόπο λέγεται **επίκτητη ανοσία**. Διακρίνεται σε **ενεργητική** και **παθητική** ανοσία και σ' αυτήν αναφέρεται αυτό το κεφάλαιο.

Ο οργανισμός διαθέτει επίσης διάφορους άλλους αμυντικούς μηχανισμούς για την προστασία του, οι οποίοι λειτουργούν σε όλες τις περιπτώσεις χωρίς να είναι ειδικοί για κάποιο συγκεκριμένο μικροοργανισμό. Η ανοσία αυτή λέγεται **φυσική ανοσία**. Οι μηχανισμοί της φυσικής ανοσίας είναι:

- η φαγοκυττάρωση
- η αντίσταση του δέρματος, που περιβάλλει το ανθρώπινο σώμα, και των βλεννογόνων
- η παραγωγή αντιμικροβιακών ουσιών από τους ιστούς και τα υγρά του ανθρώπινου οργανισμού, όπως το συμπλήρωμα (στο αίμα), η θυροζύμη (στα δάκρυα και το σάλιο) κ.ά.

α. Τα αντιγόνα

Αντιγόνο είναι κάθε ουσία που, μπαίνοντας στον οργανισμό, προκαλεί το σχηματισμό αντισώματος ή την ενεργοποίηση ειδικών ανοσολογικά ικανών κυττάρων, τα ενεργοποιημένα λεμφοκύτταρα, με τα οποία μπορεί να αντιδρά ειδικά. Τα αντιγόνα δε μπορούν να μπουν στον οργανισμό από το στόμα, διότι καταστρέφονται στον εντερικό σωλήνα και χάνουν την αντιγονική τους ικανότητα.

Αντιγονική ικανότητα ή **αντιγονικότητα** ονομάζεται η ικανότητα μιας ουσίας να δρα ως αντιγόνο.

Ιδιότητες των αντιγόνων

1. Για να είναι μια ουσία αντιγόνο πρέπει να έχει μεγάλο μοριακό βάρος, 8.000 ή μεγαλύτερο.
2. Η χημική σύσταση μιας ουσίας έχει σημασία για την αντιγονικότητά της. Οι πρωτεΐνες και οι πολυσακχαρίτες είναι άριστα αντιγόνα.
3. Το αντιγόνο πρέπει να περιέχει χημικές ομάδες που δεν υπάρχουν σε ουσίες του οργανισμού· πρέπει, δηλαδή, να έχει χαρακτηριστικά ουσίας ξένης (άγνωστης) για τον οργανισμό.
4. Η αντίδραση του αντιγόνου με το αντίσωμα είναι πολύ ειδική. Ένα αντιγόνο αντιδρά μόνο με το αντίσωμα το οποίο φτιάχνει ο οργανισμός όταν μπαίνει το συγκεκριμένο αντιγόνο (ομόλογο). Για παράδειγμα, ο στρεπτόκοκκος, όταν μπει στον οργανισμό, προκαλεί τη δημιουργία αντιστρεπτοκοκκικών αντισωμάτων. Αντιδρά μόνο με αυτά και όχι με άλλα αντισώματα που μπορεί να κυκλοφορούν στον οργανισμό.

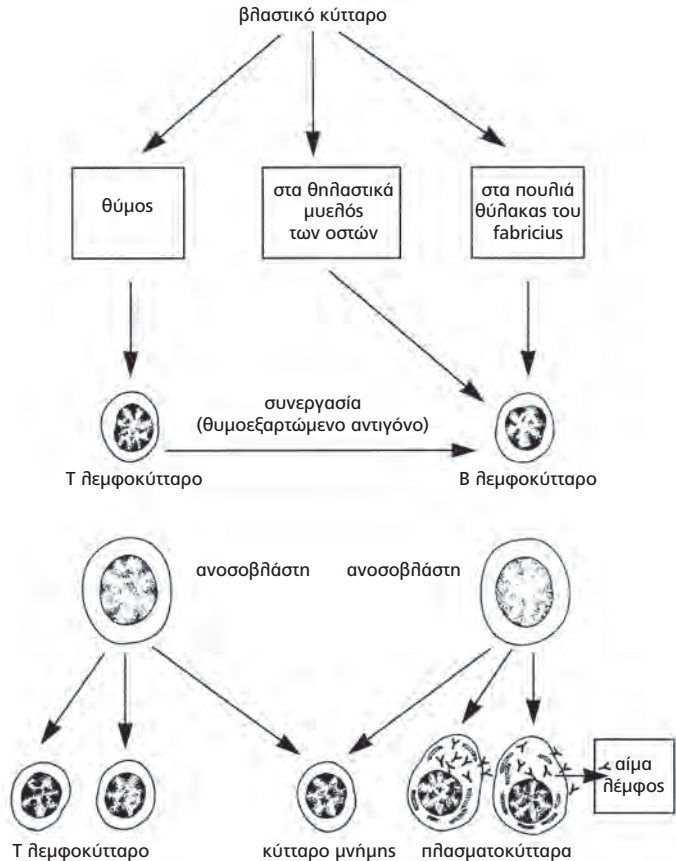
β. Τ και Β λεμφοκύτταρα

Τα λεμφοκύτταρα βρίσκονται, κατά το μεγαλύτερο μέρος τους, στα λεμφογάγγλια αλλιά και μέσα σε λεμφογενή όργανα όπως είναι ο σπλήνας, ο βλεννογόνος του γαστρεντερικού σωλήνα και ο μυελός των οστών. Τα λεμφοκύτταρα –όπως έχουμε ήδη αναφέρει– είναι ώριμα λευκά αιμοσφαίρια που δημιουργούνται από διαιρέσεις του αρχέγονου αιμοποιητικού βλαστικού κυττάρου.

Πριν το τελικό στάδιο ωρίμανσης που γίνεται στο λεμφικό ιστό, τα λεμφοκύτταρα εκείνα που πρόκειται να παίξουν έναν ειδικό ρόλο στην επίκτητη ανοσία περνούν από το θύμο αδένά, όπου εκπαιδεύονται γι' αυτό το ρόλο. Τα κύτταρα αυτά λέγονται **Τ λεμφοκύτταρα** και είναι υπεύθυνα για ένα είδος ανοσίας που λέγεται **κυτταρική ανοσία**.

Τα λεμφοκύτταρα τα οποία πρόκειται να παράγουν αντισώματα λέγονται **Β λεμφοκύτταρα** και το είδος της ανοσίας που προκαλούν ονομάζεται **χυμική ανοσία** (Εικ. 2.4).

Όλα τα λεμφοκύτταρα που έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν ένα εξειδικευμένο αντίσωμα ή Τ κύτταρο ονομάζονται κλώνος λεμφοκυττάρων.



Εικόνα 2.4 Τ και Β λεμφοκύτταρα.

γ. Η χυμική ανοσία και τα αντισώματα

Μετά την είσοδο ενός ξένου αντιγόνου στον οργανισμό, τα Β λεμφοκύτταρα που είναι ειδικά γι' αυτό το αντιγόνο ενεργοποιούνται, και με κατάλληλες διεργασίες διαφοροποιούνται σε ώριμα πλάσματοκύτταρα. Το ώριμο πλάσματοκύτταρο παράγει αντισώματα με πολύ γρήγορο ρυθμό. Τα αντισώματα εκκρίνονται στη λέμφο και από εκεί μεταφέρονται στο αίμα μέσα στο κυκλοφορικό σύστημα.

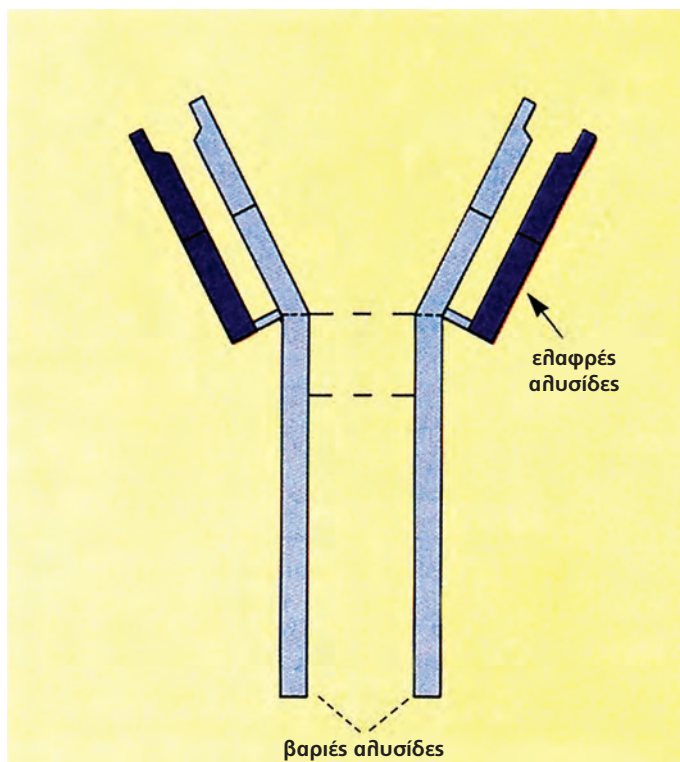
Όταν ένα αντιγόνο μπαίνει για πρώτη φορά στον οργανισμό, δεν εμφανίζονται αμέσως τα αντίστοιχα αντισώματα. Μετά από 4-15 ημέρες, εμφανίζονται ειδικά

αντισώματα και **μνημονικά κύτταρα** που διατηρούν για πολλά χρόνια στη μνήμη τους το είδος του αντιγόνου με το οποίο ήρθαν σε επαφή. Η αντίδραση αυτή του οργανισμού ονομάζεται **πρωτογενής απάντηση**. Κάθε φορά στο μέλλον που το ίδιο αντιγόνο θα μπαίνει ξανά, θα προκαλεί τη **δευτερογενή απάντηση**. Η δευτερογενής απάντηση του οργανισμού αρχίζει αμέσως μόλις ξαναμπει το αντιγόνο στον οργανισμό, είναι πολύ ισχυρότερη από την πρωτογενή και στη διάρκειά της παράγονται αντισώματα για πολλούς μήνες και όχι για λίγες μόνο εβδομάδες. Καθοριστικό ρόλο σ' αυτό παίζουν τα μνημονικά κύτταρα που κυκλοφορούν στο αίμα. Στο γεγονός αυτό βασίζεται ο προφυλακτικός εμβολιασμός.

Η φύση των αντισωμάτων

Τα αντισώματα είναι ειδικές σφαιρίνες του ορού του αίματος, συνήθως γάμμα σφαιρίνες, που σχηματίζονται μετά την είσοδο αντιγόνου στον οργανισμό και ονομάζονται **ανοσοσφαιρίνες**. Έχουν μοριακό βάρος 150.000 - 900.000 (Εικ. 2.5).

Οι ανοσοσφαιρίνες αποτελούνται από τέσσερις πολυπεπτιδικές αλυσίδες, δύο βαριές και δύο ελαφρές αλυσίδες. Διακρίνονται σε πέντε τάξεις με βάση τον τύπο των βαριών αλυσίδων. Έτσι στον ορό του αίματος υπάρχουν πέντε διαφορετικές ανοσοσφαιρίνες με τις ονομασίες **IgM, IgG, IgA, IgD και IgE**.



Εικόνα 2.5 Μόριο ανοσοσφαιρίνης.

Δ. Τ λεμφοκύτταρα και κυτταρική ανοσία

Τα λεμφοκύτταρα τα οποία πριν εγκατασταθούν στο λεμφικό ιστό περνούν και εκπαιδεύονται στο θύμο αδένα είναι τα Τ λεμφοκύτταρα. Μετά την εκπαίδευσή τους είναι ικανά να πολλαπλασιάζονται κατάλληλα και να απελευθερώνουν στη λέμφη και το αίμα μεγάλο αριθμό ενεργών κυττάρων, που λέγονται Τ κύτταρα. Τα Τ κύτταρα μέσω του αίματος φθάνουν σε όλους τους ανθρώπινους ιστούς και παραμένουν εκεί για πολλά χρόνια. Μόλις μπει ένα αντιγόνο στον οργανισμό τα Τ κύτταρα είναι πάντα έτοιμα να το αντιμετωπίσουν, ώστε να μην προκαλέσει βλάβη. Το είδος της ανοσίας που οφείλεται στη δράση των Τ κυττάρων λέγεται **κυτταρική ανοσία**.

Για την ανάπτυξη της κυτταρικής ανοσίας εκτός από τα Τ κύτταρα είναι απαραίτητα και άλλα κύτταρα όπως τα **μακροφάγα** (μονοκύτταρα) τα οποία «παρουσιάζουν» το αντιγόνο στα λεμφοκύτταρα, τα **κύτταρα φονείς (Κ)** και τα **κύτταρα φυσικοί φονείς (Ν.Κ)**.

Ανάπτυξη κυτταρικής ανοσίας προκαλούν μόνο ορισμένα αντιγόνα, όπως ζωντανά ενδοκυτταρικά παράσιτα, μοσχεύματα, νεοπλασματικοί ιστοί.

Η άμυνα του οργανισμού στη φυματίωση αποτελεί κλασικό παράδειγμα κυτταρικής ανοσιακής απάντησης. Με την κυτταρική ανοσία απαντά ο οργανισμός και σε άλλα λοιμώδη νοσήματα που οφείλονται σε 1) σχιζομύκητες (λέπρα, βρουκέλλωση), 2) μύκητες (ασπεργίλλωση, δερματομυκητίαση), 3) ιούς (ευλογιά, παρωτίτιδα), 4) πρωτόζωα (τοξόπλασμα, λείσμάνια), 5) έλμινθες (φιληρίαση, σχιστοσωμίαση).

ε. Ο εμβολιασμός

Ο εμβολιασμός γίνεται με σκοπό την πρόκληση επίκτητης ανοσίας για ορισμένες νόσους, χωρίς να έχει ο οργανισμός προσβληθεί απ' αυτές. Αυτό γίνεται κατορθωτό με την τεχνητή εισαγωγή στον οργανισμό παθογόνων μικροοργανισμών, συστατικών ή προϊόντων τους. Οι ουσίες αυτές που εισάγονται στον οργανισμό για την πρόκληση ανοσίας λέγονται **εμβόλια**, και η χορήγησή τους **εμβολιασμός**.

Οι ουσίες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή εμβολίων πρέπει να έχουν δύο βασικές ιδιότητες:

- 1) να έχουν καλή αντιγονική και ανοσοποιητική ικανότητα
- 2) να είναι αβλαβείς για τον οργανισμό

Ο εμβολιασμός μπορεί να γίνει με την ένεση **νεκρών μικροοργανισμών**, οι οποίοι δε διαθέτουν πια την ικανότητα να προκαλούν νόσο, αλλά διατηρούν τα χημικά τους αντιγόνα. Αυτός ο τύπος εμβολιασμού χρησιμοποιείται εναντίον του τυφοειδούς πυρετού, του κοκκύτη, της διφθερίτιδας και άλλων μικροβιακών νόσων.

Ανοσία μπορεί επίσης να αναπτυχθεί με την ένεση **τοξινών** μετά από κατάλληλη χημική επεξεργασία, με αποτέλεσμα την καταστροφή της τοξικής τους δράσης, ενώ διατηρούνται τα αντιγόνα τους. Εμβόλιο αυτού του είδους είναι το εμβόλιο του τετάνου.

Εμβολιασμός μπορεί να γίνει με μόλυνση του ατόμου με **ζωντανούς μικροοργανισμούς, εξασθενημένους**, χωρίς τοξικότητα, ώστε να μη μπορούν να προκαλέσουν νόσο, αλλά να εξακολουθούν να διατηρούν τα ειδικά τους αντιγόνα. Αυτός ο εμβολιασμός χρησιμοποιείται για την προφύλαξη από την πολιομυελίτιδα, την ιλαρά, την ευλογιά και άλλες ιογενείς νόσους.

Ο εμβολιασμός γίνεται στην παιδική ηλικία. Τα σχήματα των εμβολιασμών αλλάζουν ανάλογα με τις νέες γνώσεις και υποδείξεις για την ανοσοποίηση, και εφαρμόζονται με την ευθύνη των αρμόδιων κρατικών υγειονομικών υπηρεσιών και τη συμμετοχή γιατρών, παιδιάτρων, δασκάλων και γονέων.

Η εκτέλεση των εμβολιασμών πρέπει να γίνεται υπό τις απαραίτητες συνθήκες υγιεινής και αντισηψίας.

στ. Η παθητική ανοσία

Η επίκτητη ανοσία που συζητήθηκε ως αυτό το σημείο είναι ενεργητική ανοσία. Δηλαδή, ο οργανισμός του ανθρώπου αναπτύσσει αντισώματα ή ενεργοποιημένα λεμφοκύτταρα, ως αντίδραση στην εισβολή του ξένου αντιγόνου.

Παθητική ανοσία λέγεται η ανοσία που αποκτά ο οργανισμός με τη χορήγηση έτοιμων αντισωμάτων. Η παθητική ανοσία είναι πρόσκαιρη· διαρκεί δύο ή τρεις εβδομάδες περίπου. Έχει το πλεονέκτημα ότι ενεργοποιείται αμέσως μετά την εισαγωγή των έτοιμων αντισωμάτων. Δε μεσοθαβεί επομένως το χρονικό διάστημα που χρειάζεται ο οργανισμός για να φτιάξει τα δικά του αντισώματα και να εξασφαλίσει την άμυνά του στην εισβολή των αντιγόνων.

Τα έτοιμα αντισώματα χορηγούνται με τη μορφή ορού. Ο ορός αυτός λέγεται **άνοσος ορός**. Η πρόκληση παθητικής ανοσίας με άνοσο ορό έχει ιδιαίτερη αξία για την πρόληψη νόσων όπως ο τέτανος (αντιτετανικός ορός), η διφθερίτιδα, η αλλαντίαση, η αεριογόνος γάγγραινα.

Η **ανθρώπινη γ-σφαιρίνη** με τη χορήγησή της προκαλεί παθητική ανοσία διότι περιέχει αντισώματα τα οποία προφυλάσσουν από τη λοιμώδη ηπατίτιδα, την πολιομυελίτιδα, την ιλαρά κ.ά. Η ανθρώπινη γ-σφαιρίνη λαμβάνεται είτε από υγιή φυσιολογικά άτομα είτε μετά από εμβολιασμό ατόμων.

Η φυσική παθητική ανοσία

Παρατηρείται στο έμβρυο χάρη στη μετάδοση αντισωμάτων από τη μητέρα μέσω της κυκλοφορίας του πλάκουντα. Η ανοσία αυτή ενισχύεται με τα αντισώματα από το μητρικό γάλα που παίρνει το παιδί στο θηλασμό (κυρίως με το πρωτόγαλα). Τα αντισώματα αυτά προστατεύουν το βρέφος από διάφορες λοιμώξεις κατά τους πρώτους μήνες της ζωής του. Η ανοσία αυτού του τύπου διαρκεί μέχρι τον τέταρτο με έκτο μήνα της εξωμητρικής ζωής. Ήδη τότε έχει αρχίσει η διαδικασία της ενεργητικής επίκτητης ανοσίας.

IV. Ομάδες αίματος συστήματος A-B-O και Rhesus - Μετάγγιση αίματος

Τις πρώτες φορές που επιχειρήθηκε μετάγγιση αίματος από ένα άτομο σε άλλο, η μετάγγιση πέτυχε σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις, σε πολλές όμως άλλες προκαλούνταν συγκόλληση και αιμόλυση των ερυθρών αιμοσφαιρίων με συνέπεια ακόμα και το θάνατο. Τα συμβλήματα αυτά διαπιστώθηκε ότι οφείλονται στην ύπαρξη αντιγόνων στα ερυθρά αιμοσφαίρια του ανθρώπου και αντισωμάτων στον ορό του αίματος καθώς και στη μεταξύ τους αντίδραση στην περίπτωση που δεν ταιριάζουν (ασυμβατότητα). Σήμερα υπάρχει η γνώση και η δυνατότητα ελέγχου, πριν από τη μετάγγιση, της παρουσίας τόσο στο αίμα του ανθρώπου που το δίνει (του δότη) όσο και στον ορό του ανθρώπου που παίρνει το αίμα (του δέκτη) των υπεύθυνων αντισωμάτων και αντιγόνων ώστε ν' αποφεύγονται οι ανεπιθύμητες αντιδράσεις.

α. Οι ομάδες αίματος του συστήματος A-B-O

Δύο συσχετιζόμενα αντιγόνα, το A και το B, βρίσκονται στη μεμβράνη των ερυθροκυττάρων σε μεγάλη μερίδα του πληθυσμού. Σύμφωνα με τον τρόπο με τον οποίο κληρονομούνται τα δύο αυτά αντιγόνα, ένα άτομο μπορεί να μην έχει κανένα από αυτά στα ερυθροκύτταρά του, μπορεί να έχει το ένα μόνο ή και τα δύο μαζί.

Εναντίον αυτών των αντιγόνων υπάρχουν φυσικά ισχυρά αντισώματα, το αντίσωμα αντί-A και το αντίσωμα αντί-B. Τα αντισώματα αυτά, όταν έλθουν σε επαφή με το ομόλογο αντιγόνο που βρίσκεται στην κυτταρική μεμβράνη των ερυθρών αιμο-

σφαιρίων, προκαλούν τη συγκόλλησή τους, γι' αυτό ονομάζονται **συγκολλητίνες**, το δε αντίστοιχο αντιγόνο **συγκολλητινογόνο**.

Όταν ένα άτομο έχει στα ερυθρά αιμοσφαίριά του το αντιγόνο Α, στον ορό του αίματός του έχει τη συγκολλητίνη αντί-Β. Δε θα μπορούσε φυσικά να έχει τη συγκολλητίνη αντί-Α, γιατί τότε θα γινόταν αυτόματη συγκόλληση των ερυθροκυττάρων του. Στην περίπτωση που έχει στα ερυθρά αιμοσφαίρια το αντιγόνο Β, έχει στον ορό του αίματος τη συγκολλητίνη αντί-Α. Στην περίπτωση πάλι που έχει στα ερυθρά αιμοσφαίρια και τα δύο συγκολλητινογόνα (Α και Β), στον ορό του αίματος δεν έχει καμιά συγκολλητίνη, και τέλος όταν στα ερυθρά αιμοσφαίρια δεν έχει κανένα αντιγόνο, στον ορό του αίματος έχει και αντί-Α και αντί-Β αντισώματα.

Με βάση την παρουσία ή την απουσία των συγκολλητινογόνων στα ερυθρά αιμοσφαίρια, το αίμα διακρίνεται σε ομάδες για τις ανάγκες που προκύπτουν σε σχέση με τη μετάγγισή του.

Οι τέσσερις ομάδες αίματος του συστήματος Α-Β-Ο

Όταν υπάρχουν και τα δύο συγκολλητινογόνα (το Α και το Β), η ομάδα αίματος είναι ΑΒ (άλφα-βήτα). Όταν υπάρχει μόνο το Α συγκολλητινογόνο, η ομάδα αίματος είναι Α (άλφα). Όταν υπάρχει μόνο το Β συγκολλητινογόνο, η ομάδα αίματος είναι Β (βήτα). Και όταν απουσιάζουν και το Α και το Β συγκολλητινογόνο, η ομάδα αίματος είναι Ο (όμικρον).

ΟΜΑΔΕΣ ΑΙΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΙΝΟΓΟΝΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΙΝΕΣ

%	Ομάδες αίματος	Συγκολλητινογόνα	Συγκολλητίνες
3%	ΑΒ (πρώτη)	Α και Β	-
41%	Α (δεύτερη)	Α	αντί-Β
9%	Β (τρίτη)	Β	αντί-Α
47%	Ο (τέταρτη)	-	αντί-Α και αντί-Β

Τα ποσοστά αντιστοιχούν στη συχνότητα των ομάδων αίματος στη λευκή φυλή. Η ομάδα του αίματος παραμένει η ίδια σε όλη τη ζωή του ατόμου.

β. Οι ομάδες αίματος Rh (Rhesus)

Μέχρι το 1939 ήταν γνωστές οι τέσσερις ομάδες αίματος του συστήματος Α-Β-Ο. Δε μπορούσε όμως να δοθεί εξήγηση σε ορισμένες αντιδράσεις, που μερικές φορές ήταν πολύ σοβαρές, παρόλο που το μεταγγιζόμενο αίμα δεν είχε καμιά ασυμβατότητα ως προς το σύστημα Α-Β-Ο, ήταν δηλαδή της ίδιας ομάδας.

Το 1940 παρατηρήθηκε από τους Landsteiner και Wiener ότι ο εμβολιασμός σε κουνέλια (ή ινδικά χοιρίδια) αίματος του πιθήκου *Macacus Rhesus* προκαλούσε στον ορό των κουνελιών τη δημιουργία αντισωμάτων που συγκολλούσαν τα ερυθρά αιμοσφαίρια του πιθήκου *M. Rhesus*. Παρατηρήθηκε επίσης ότι ο ορός αυτός συγκολλούσε και τα ερυθρά αιμοσφαίρια του 85% των ανθρώπων. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια του υπόλοιπου 15% των ανθρώπων δεν παρουσίαζαν καμιά συγκόλληση με τον ορό αυτό. Βγήκε λοιπόν το συμπέρασμα ότι στο 85% των ανθρώπων, όπως και στον πίθηκο *Macacus Rhesus*, υπάρχει στα ερυθρά αιμοσφαίριά τους ένα αντιγόνο που ονομάστηκε **παράγοντας Rhesus**.

Αντισώματα εναντίον του αντιγόνου Rh φυσιολογικά δεν υπάρχουν. Δημιουργούνται, όμως, μετά από μεταγγίσεις ασύμβατου, ως προς τον παράγοντα Rh, αί-

ματος.

Αργότερα, αποδείχθηκε ότι το αντιγόνο Rh δεν είναι απλό, αλλά αποτελείται από ολόκληρο σύστημα αντιγόνων.

Τα άτομα που έχουν το αντιγόνο λέγονται **θετικά κατά Rh**, ενώ τα άτομα τα οποία δεν το έχουν λέγονται **αρνητικά κατά Rh**.

γ. Ο καθορισμός της ομάδας του αίματος Η δοκιμασία της διασταύρωσης

Ο καθορισμός της ομάδας αίματος είναι η πρώτη εργαστηριακή εξέταση που γίνεται στο αίμα εθελοντών αιμοδοτών, μετά την αιμοληψία που γίνεται στα οργανωμένα Κέντρα Αιμοδοσίας ή σε Σταθμούς Αιμοδοσίας ή στις Κινητές Μονάδες Αιμοδοσίας.

Προσδιορισμός της ομάδας αίματος με βάση το σύστημα A-B-O

Ο προσδιορισμός αυτός στηρίζεται στην ιδιότητα των ερυθρών να συγκολληθούν όταν τα αντιγόνα που έχουν στην επιφάνειά τους έρχονται σε επαφή με τις αντίστοιχες συγκολλητικές. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το αίμα του δότη και δύο αντιορούς A, B, δηλαδή ορούς που περιέχουν αντίστοιχα συγκολλητίνες αντί-A και αντί-B. Φέρνουμε σε επαφή το αίμα του δότη με καθέναν από τους αντιορούς σε αντικειμενοφόρο πλάκα ή σε σωληνάρια και η αξιολόγηση του αποτελέσματος γίνεται κατά τον τρόπο που ακολουθεί:

Σε περίπτωση που θα συγκολληθούν τα ερυθρά που ήρθαν σε επαφή με αντί-A ορό ενώ καμιά συγκόλληση δεν έγινε με τον άλλο αντιορό, το αίμα ανήκει στην ομάδα άλφα (A).

Αν η συγκόλληση γίνει με τον αντιορό B και όχι με τον αντιορό A, τότε το αίμα είναι ομάδας βήτα (B).

Αν γίνει συγκόλληση και με τους δύο ορούς, τότε η ομάδα αίματος θα είναι άλφα-βήτα (AB).

Αν δεν διαπιστωθεί συγκόλληση με κανέναν αντιορό, τότε το αίμα ανήκει στην ομάδα όμικρον (O).

Προσδιορισμός του παράγοντα Rh (Rhesus)

Για τον προσδιορισμό του παράγοντα Rh χρησιμοποιούμε το αίμα του δότη το οποίο φέρνουμε σε επαφή με αντιορό αντί-Rh, και ο χαρακτηρισμός γίνεται ως εξής: σε περίπτωση που διαπιστωθεί συγκόλληση των ερυθρών που ήρθαν σε επαφή με τον αντιορό αντί-Rh, τότε συμπεραίνουμε ότι το αίμα περιέχει τον παράγοντα Rhesus και χαρακτηρίζεται θετικό κατά Rh. Αν δε διαπιστωθεί συγκόλληση των ερυθρών, αυτό σημαίνει ότι το αίμα δεν περιέχει τον παράγοντα Rhesus και χαρακτηρίζεται αρνητικό κατά Rh.

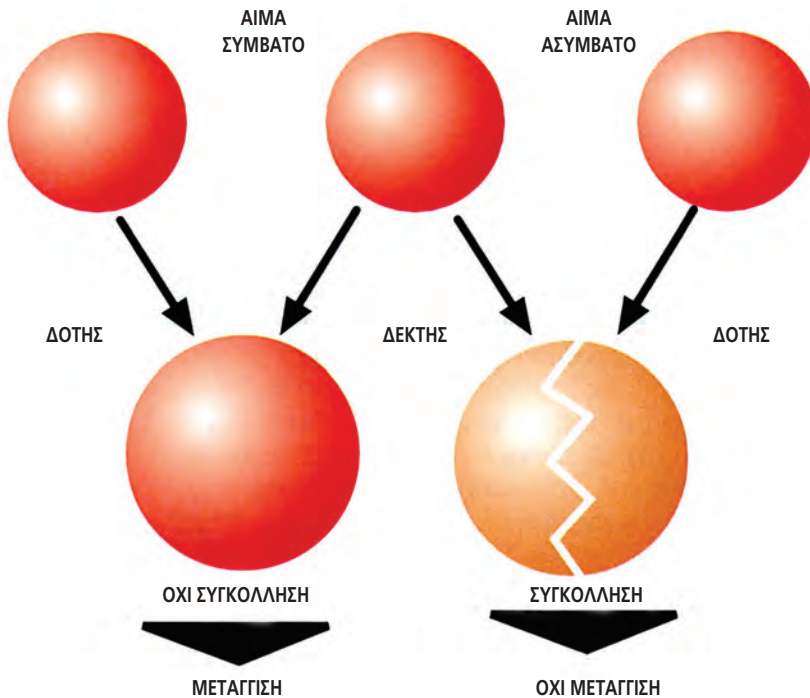
Η δοκιμασία της διασταύρωσης

Οι παραπάνω δοκιμασίες είναι αρκετές για τον προσδιορισμό της ομάδας του αίματος με βάση το σύστημα A-B-O και Rh. Στα ερυθρά αιμοσφαίρια του ανθρώπου εκτός από τα αντιγόνα A και B και τους παράγοντες Rh, έχουν βρεθεί τριάντα τουλάχιστον συνηθισμένα αντιγόνα και εκατοντάδες άλλα σπάνια, από τα οποία το

καθένα μπορεί να προκαλέσει αντίδραση αντιγόνου-αντισώματος, δημιουργώντας ανεπιθύμητες αντιδράσεις στο δέκτη μετά τη μετάγγιση του αίματος.

Ο έλεγχος και ο προσδιορισμός αυτών των άλλων αντιγονικών συστημάτων, αφού είναι αδύνατο να ελεγχθεί ο κάθε αντιγονικός παράγοντας ξεχωριστά, γίνεται συλλογικά με μια δοκιμασία που λέγεται **δοκιμασία διασταύρωσης**. Πρόκειται για πολύπλοκη δοκιμασία, καθώς έχει ως στόχο, όσο είναι δυνατόν, τον έλεγχο όλων των αντισωμάτων του ορού.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε ερυθροκύτταρα από το αίμα του δότη, πρόσφατο ορό αίματος του δέκτη (το δείγμα αίματος συνοδεύει την αίτηση για μετάγγιση) και διάφορους αντιορούς, τους οποίους φέρνουμε διαδοχικά σε επαφή ταυτόχρονα με τα ερυθροκύτταρα του δότη και τον ορό αίματος του δέκτη. Παρατηρούμε με γυμνό μάτι ή στο μικροσκόπιο αν θα γίνει συγκόλληση ή αιμόλυση των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Σε περίπτωση που δε γίνει συγκόλληση ή αιμόλυση, η δοκιμασία θεωρείται αρνητική και το αίμα **συμβατό για μετάγγιση** στο δέκτη (Εικ. 2.6).



Εικόνα 2.6

δ. Η αιμολυτική νόσος των νεογνών

Η αιμολυτική νόσος των νεογνών χαρακτηρίζεται από προοδευτική συγκόλληση και αιμόλυση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και εκδηλώνεται κλινικά ως αναιμία και βαρύς ίκτερος των νεογνών.

Οφείλεται σε ασυμβατότητα μεταξύ μητέρας και εμβρύου, όσον αφορά τα αντιγόνα του συστήματος του παράγοντα Rhesus. Όταν η μητέρα είναι αρνητική κατά Rh,

ο πατέρας είναι θετικός κατά Rh και το έμβρυο έχει κληρονομήσει το θετικό κατά Rh γονότυπο από τον πατέρα, τότε, σε περιπτώσεις επιπλοκών κατά την εγκυμοσύνη ή στον τοκετό, η μητέρα ευαισθητοποιείται στον παράγοντα Rh και αναπτύσσει συγκολλητικές αντί-Rh. Σε περίπτωση δεύτερης εγκυμοσύνης θετικού κατά Rh εμβρύου, τα αντί-Rh αντισώματα που έχει ήδη αναπτύξει η μητέρα περνούν από τον πλακούντα στο αίμα του εμβρύου. Εκεί προκαλούν σιγά-σιγά συγκόλληση των ερυθροκυττάρων του, τα οποία αιμολύονται και έτσι απελευθερώνεται η αιμοσφαιρίνη η οποία μετατρέπεται σε χολερυθρίνη. Μ' αυτόν τον τρόπο εκδηλώνονται τα συμπτώματα της νόσου, η **αναιμία** και ο **ίκτερος**. Πολλά παιδιά που κατορθώνουν να επιβιώσουν από την αναιμία, εμφανίζουν μόνιμη διανοητική διαταραχή ή βλάβη σε κινητικές περιοχές του εγκεφάλου λόγω της αυξημένης χολερυθρίνης που καταστρέφει τα νευρικά κύτταρα. Η κατάσταση αυτή λέγεται **πυρηνικός ίκτερος**.

Η συνηθισμένη θεραπευτική αγωγή είναι η αντικατάσταση του αίματος του νεογνού με αρνητικό κατά Rh αίμα έτσι ώστε να μην αιμολύονται τα ερυθρά και να μην αυξάνεται η χολερυθρίνη. Αυτό επαναλαμβάνεται τις πρώτες εβδομάδες της ζωής έως ότου οι συγκολλητικές αντί-Rh που έχουν προέλθει από τη μητέρα να καταστραφούν και το βρέφος να αναπτύξει τα δικά του θετικά κατά Rh ερυθροκύτταρα.

Η ίδια ευαισθητοποίηση μπορεί να εκδηλωθεί και μετά από μετάγγιση ασύμβατου κατά Rh αίματος.

ε. Η μετάγγιση του αίματος

Μετάγγιση αίματος ονομάζεται η θεραπευτική πράξη κατά την οποία μια ποσότητα αίματος από υγιές άτομο δίνεται σ' έναν ασθενή που το έχει ανάγκη. Το αίμα συλλέγεται με ευθύνη των υπηρεσιών αιμοδοσίας από υγιείς εθελοντές αιμοδότες και, ως ζωντανός ιστός του ανθρώπινου οργανισμού, δε μπορεί παρά να διατίθεται δωρεάν σε ασθενείς για τους οποίους εκτιμάται με αυστηρά ιατρικά κριτήρια ότι το έχουν ανάγκη. Στο αίμα μετά την αιμοληψία γίνεται μια σειρά εργαστηριακών εξετάσεων για τον καθορισμό της ομάδας αίματος με βάση τα συστήματα A-B-O και Rh καθώς και για την ανίχνευση σύφιλης, ηπατίτιδας και AIDS. Κατόπιν, φυλάσσεται σε θερμοκρασία 4°C. Το πλήρες αίμα μπορεί να χορηγηθεί μέχρι και την εικοστή πρώτη ημέρα από τη συλλογή του.

Καταστάσεις που απαιτούν μετάγγιση αίματος

1. **Απώλεια αίματος:** σε βαριές και μεγάλες αιμορραγίες η απώλεια αίματος μπορεί να προκαλέσει ολιγαιμικό Shock, κατάσταση που δεν επιδέχεται καμιά άλλη θεραπευτική αντιμετώπιση εκτός από την χορήγηση αίματος.
2. **Αναιμίες:** χορήγηση αίματος δε συνιστάται για όλες τις αναιμίες, αλλήλ μόνο για τις σοβαρές περιπτώσεις.
3. **Αιμορραγικά νοσήματα και καταστάσεις:** παλιότερα χορηγούνταν νωπό πλήρες αίμα. Σήμερα εξακριβώνεται η έλλειψη του παράγοντα, που ευθύνεται για την αιμορραγική κατάσταση, και χορηγείται αυτός χωριστά.
4. **Τοξικές καταστάσεις:** μεγάλη περιεκτικότητα τοξικών ουσιών στο αίμα είναι ασυμβίβαστη με τη ζωή. Η αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων πετυχαίνεται συνήθως με αφαιμαξομετάγγιση (αφαίρεση του μοιησμένου αίματος και ταυτόχρονα αντικατάστασή του με ξένο υγιές αίμα).

Απαραίτητες ενέργειες πριν από κάθε μετάγγιση

Από τη στιγμή που θα κριθεί απαραίτητη η μετάγγιση αίματος σε ασθενή, το ζητούμενο είναι να βρεθεί και να χορηγηθεί **συμβατό αίμα** για την αποφυγή δυσάρεστων αντιδράσεων. Για το σκοπό αυτό γίνονται οι παρακάτω ενέργειες:

- λαμβάνεται αίμα από τον δέκτη-ασθενή, προσδιορίζεται η ομάδα αίματός του με βάση τα συστήματα A-B-O και Rh, και αποχωρίζεται ο ορός του δέκτη για τη δοκιμασία διασταύρωσης
- επιλέγεται στην αιμοδοσία η κατάλληλη φιάλη της ίδιας ομάδας αίματος A-B-O και Rh. Αν δεν έχει προηγηθεί, γίνεται εκείνη τη στιγμή ο εργαστηριακός έλεγχος για την ανίχνευση σύφιλης, ηπατίτιδας και AIDS
- γίνεται η δοκιμασία διασταύρωσης, όπως έχει περιγραφεί παραπάνω, με τον ορό αίματος του δέκτη και δείγμα αίματος από τη φιάλη αίματος που έχει επιλεγεί για την μετάγγιση, με σκοπό τον έλεγχο της συμβατότητας και ως προς τα άλλα αντιγονικά συστήματα, εκτός από τα συστήματα A-B-O και Rh.

Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του παραπάνω ελέγχου, το αίμα κρίνεται **συμβατό** και παραδίδεται για μετάγγιση, η οποία πρέπει να ξεκινήσει τις επόμενες δύο ώρες.

Σύμφωνα με την κλασική αντίληψη, η πρόκληση αντίδρασης σε μια μετάγγιση αίματος εξαρτάται από τα ερυθρά αιμοσφαίρια του δότη, τα οποία συγκολληούνται και αιμολύονται από τα αντισώματα του δέκτη. Ο ορός του δότη, ο οποίος μπορεί να έχει αντισώματα, δε συγκολληλά τα ερυθρά του δέκτη λόγω του ότι αραιώνεται πάρα πολύ. Έτσι, τα άτομα της ομάδας O, που τα ερυθρά αιμοσφαίριά τους δεν έχουν αντιγόνα ούτε A ούτε B, μπορούν να μεταγγιστούν σε άτομα όλων των άλλων ομάδων, και γι' αυτό ονομάστηκαν **παγκόσμιοι δότες**. Αντίθετα, τα άτομα της ομάδας AB που ο ορός τους δεν έχει συγκολλητινή αντί-A ούτε αντί-B μπορούν να πάρουν αίμα από άτομα όλων των άλλων ομάδων και γι' αυτό ονομάστηκαν **παγκόσμιοι δέκτες**.

Η αιμοδοσία σύμφωνα με την κλασική αυτή αντίληψη ως προς τις ομάδες του συστήματος A-B-O γίνεται σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα.



Με τις σημερινές όμως γνώσεις, η κλασική αυτή αντίληψη πρέπει να εγκαταλειφθεί και να εφαρμόζεται μόνο σε απόλυτη ανάγκη και όταν δεν υπάρχει διαθέσιμο αίμα της ίδιας ομάδας. Σήμερα η αρχή που ισχύει είναι ότι κάθε άτομο παίρνει αίμα της δικής του ομάδας.

Οι αντιδράσεις μετά από μετάγγιση ασύμβατου αίματος

Μετά από μετάγγιση ασύμβατου αίματος προκαλείται συγκόλληση ή αιμόλυση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και αύξηση της χολερυθρίνης στα υγρά του σώματος.

Τα κλινικά συμπτώματα μπορεί να είναι ελαφρά και αντιστρεπτά, όπως αίσθημα παλημών, ταχυκαρδία, αίσθημα βάρους στο θώρακα, οσφυαλγία, κεφαλαλγία.

Παρατηρήθηκαν όμως και αντιδράσεις που κατέληξαν στο θάνατο. Από τις περισσότερες θανατηφόρες επιδράσεις των αντιδράσεων μετάγγισης είναι η **οξεία νεφρική ανεπάρκεια** η οποία μπορεί να εμφανιστεί μέσα σε λίγα μόνο λεπτά έως λίγες ώρες. Η οξεία αναστολή της λειτουργίας των νεφρών έχει σαν αποτέλεσμα την πλήρη ανουρία (ο οργανισμός δε βγάζει ούρα) και το θάνατο. Ασθενείς που κατορθώνουν να επιζήσουν μετά το στάδιο της ανουρίας θεραπεύονται συνήθως γιατί το σωληναριακό σύστημα των νεφρών χαρακτηρίζεται από μεγάλη αναγεννητική ικανότητα.

V. Ο μηχανισμός πήξης του αίματος

Η διαδικασία με την οποία ο οργανισμός πετυχαίνει το σταμάτημα της αιμορραγίας λέγεται **αιμόσταση**. Όταν ένα αγγείο κοπεί η αιμόσταση γίνεται με τους εξής μηχανισμούς:

- 1) σύσπαση του αγγείου
- 2) σχηματισμός αιμοπεταλιακού θρόμβου
- 3) πήξη του αίματος
- 4) ανάπτυξη ινώδους ιστού μέσα στο θρόμβο του αίματος

Ο ρόλος των αιμοπεταλίων σ' αυτούς τους μηχανισμούς είναι καθοριστικός.

α. Τα αιμοπετάλια

Τα αιμοπετάλια είναι στρογγυλοί ή ωοειδείς δίσκοι με διάμετρο 2-4 μικρά. Παράγονται στο μυελό των οστών από τα μεγακαρυοκύτταρα, τα οποία είναι εξαιρετικά μεγάλα κύτταρα που κατατεμαχίζονται δημιουργώντας τα αιμοπετάλια μέσα στο μυελό των οστών ή με την είσοδό τους στην κυκλοφορία του αίματος ή όταν περνούν από τα πολύ στενά τριχοειδή αγγεία του πνεύμονα. Η φυσιολογική συγκέντρωση των αιμοπεταλίων στο αίμα είναι 150.000-300.000 ανά κυβικό χιλιοστό του αίματος .

Τα αιμοπετάλια, ενώ έχουν πολλά λειτουργικά χαρακτηριστικά των ολοκληρωμένων κυττάρων (μιτοχόνδρια, κοκκία, υπολείμματα ενδοπλασματικού δικτύου και συσκευής Golgi, μικροσωληνάρια), δε διαθέτουν πυρήνα και δεν έχουν την ικανότητα να πολλαπλασιάζονται. Ο χρόνος ζωής τους είναι οκτώ με δώδεκα ημέρες. Τα αιμοπετάλια, όταν κλείσουν τον κύκλο της ζωής τους, καταστρέφονται στο σπλήνα.

Τα αιμοπετάλια αποτελούν την πρώτη και πιο σημαντική αμυντική γραμμή σε περίπτωση αιμορραγίας γιατί αυτά φράζουν τα ανοίγματα στα αιμοφόρα αγγεία δημιουργώντας τον αιμοπεταλιακό θρόμβο.

β. Ο σχηματισμός του αιμοπεταλιακού θρόμβου

Όταν ένα αγγείο για οποιοδήποτε λόγο υποστεί τομή ή ρήξη, αυτόματα προκαλείται **συστολή του τοιχώματός του**, και το άνοιγμα μικραίνει. Μ' αυτόν τον τρόπο λιγοστεύει η ποσότητα του αίματος που χάνεται. Η συστολή προκαλείται με νευρικά αντανakλαστικά, τοπικό μυϊκό σπασμό και διάφορες ουσίες που εκκρίνονται από τους τραυματισμένους ιστούς και τα αιμοπετάλια.

Ο **σχηματισμός του αιμοπεταλιακού θρόμβου** οφείλεται στα αιμοπετάλια που

προσπαθούν να φράξουν το άνοιγμα του αγγείου. Τα αιμοπετάλια προσκολληούνται στα ινίδια του κολληαγόνου του τοιχώματος των αγγείων, τα οποία «αποκαλύπτονται» κατά τον τραυματισμό. Αμέσως μετά την προσκόλληση αρχίζει μια σειρά μεταβολικών αντιδράσεων στα αιμοπετάλια που προκαλούν την ισχυροποίηση του αιμοπεταλιακού θρόμβου.

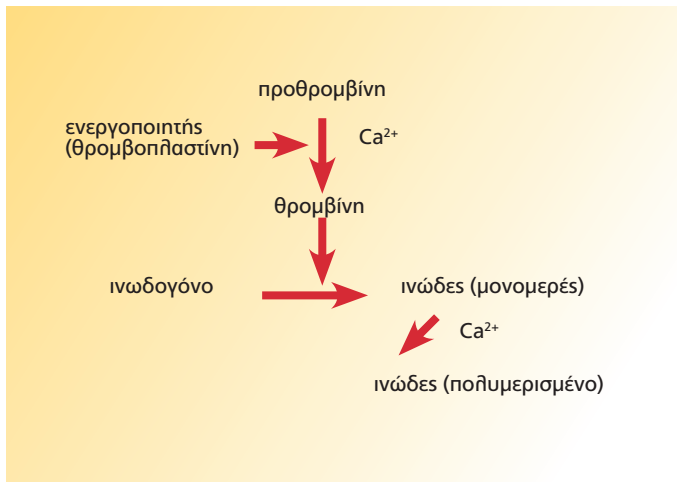
Έτσι, αρχίζουν να διογκώνονται, να γίνονται σφαιρικά, να βγάζουν ακανθώδη ψευδοπόδια, να γίνονται κολληώδη και να εκκρίνουν μεγάλες ποσότητες ADP (διφωσφορική αδενοσίνη) και ενζύμων, που προκαλούν μέσα στο πλάσμα το σχηματισμό της θρομβοξάνης A. Η ADP και η θρομβοξάνη δρουν στα γειτονικά αιμοπετάλια προσκολλώντας τα στα αρχικά ενεργοποιημένα αιμοπετάλια. Έτσι η διαδικασία ενεργοποίησης συνεχίζεται ενώ ενισχύεται συνεχώς η **συσσώρευση όλο και περισσότερων αιμοπεταλίων**, που σχηματίζουν τον αιμοπεταλιακό θρόμβο.

Αν το αγγείο είναι μικρό, ο αιμοπεταλιακός θρόμβος σταματά μόνος του την αιμορραγία, αν όμως το αγγείο είναι μεγάλο, για να σταματήσει η αιμορραγία απαιτείται ο σχηματισμός θρόμβου αίματος.

γ. Η πήξη του αίματος

Η πήξη του αίματος στο αγγείο που έχει κοπεί έχει σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό θρόμβου αίματος.

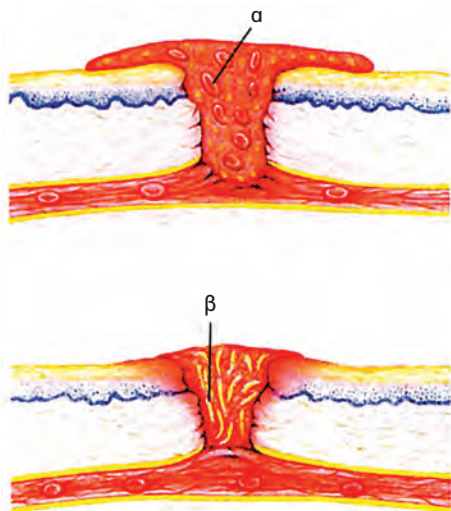
Η πήξη του αίματος γίνεται σε τρεις φάσεις: στην πρώτη φάση, ως αντίδραση στο κομμένο αγγείο, σχηματίζεται μια ουσία που λέγεται **ενεργοποιός παράγοντας της προθρομβίνης**. Στη δεύτερη φάση, ο ενεργοποιός παράγοντας της προθρομβίνης προκαλεί τη **μετατροπή της προθρομβίνης σε θρομβίνη**. Στην τρίτη φάση, η θρομβίνη δρα ως ένζυμο για τη **μετατροπή του ινωδογόνου σε δοκίδες ινώδους (ινικής)**, που σχηματίζουν ένα δίκτυο στο οποίο συσκολλούνται αιμοπετάλια, κύτταρα του αίματος και πλάσμα, με αποτέλεσμα το σχηματισμό του θρόμβου (Εικ. 2.7).



Εικόνα 2.7 Η μετατροπή της προθρομβίνης σε θρομβίνη και η συμμετοχή της θρομβίνης στη διαδικασία πήξης του αίματος.

Η πήξη του αίματος είναι ένα πολύπλοκο βιοχημικό φαινόμενο στο οποίο συμμετέχουν τριάντα τουλάχιστον διαφορετικές ουσίες, από τις οποίες άλλες προάγουν την πήξη και λέγονται **παράγοντες της πήξης**, ενώ άλλες την αναστέλλουν και λέγονται **αναστολείς της πήξης**, και άλλες δρουν ως συνένζυμα.

Η παραγωγή της θρομβίνης από την προθρομβίνη γίνεται με τη βοήθεια δύο μεταβολικών οδών: της ενδογενούς και της εξωγενούς. Η **εξωγενής οδός** αρχίζει από τον τραυματισμό του αγγειακού τοιχώματος ή των ιστών γύρω από τα αιμοφόρα αγγεία, ενώ η **ενδογενής οδός** αρχίζει από το ίδιο το αίμα.



Εικόνα 2.8 Ο σχηματισμός θρόμβου αίματος μετά από τραυματισμό:
α. τραυματισμός αιμοφόρου αγγείου
β. συγκέντρωση αιμοπεταλίων, σχηματισμός ινικής
γ. σχηματισμός θρόμβου και επούλωσης

Ο θρόμβος του αίματος μετά το σχηματισμό του μπορεί να ακολουθήσει δύο διαφορετικές πορείες: να μπουν σ' αυτόν ινοβλάστες και να σχηματίσουν συνδετικό ιστό σε όλη την έκταση του ή να διαλυθεί. Αυτό γίνεται με το φυσιολογικό μηχανισμό της ινωδόλυσης (Εικ. 2.8).

δ. Ο μηχανισμός της ινωδόλυσης

Ο ινωδολυτικός μηχανισμός επιτελεί μια φυσιολογική λειτουργία που ανταγωνίζεται τη λειτουργία της πήξης του αίματος. Έχει σαν σκοπό τη **διατήρηση της ακεραιότητας και της βατότητας του αυλού των αγγείων**. Οι δύο μηχανισμοί βρίσκονται σε δυναμική ισορροπία. Ο μηχανισμός της πήξης φράζει, με την τελική δημιουργία ινώδους, οποιοδήποτε άνοιγμα του αγγειακού τοιχώματος, και ο μηχανισμός ινωδόλυσης απομακρύνει το ινώδες από τον αυλό του αγγείου, όταν το άνοιγμα στο τοίχωμά του έχει κλείσει και δεν υπάρχει κίνδυνος αιμορραγίας.

Στο μηχανισμό της ινωδόλυσης συμμετέχουν το π्लाσμινογόνο, η π्लाσμίνη, ενεργοποιητικοί και ανασταλτικοί παράγοντες. Το **π्लाσμινογόνο** είναι μια φυσιολογικά αδρανής σφαιρίνη του πλάσματος, η οποία με τους ενεργοποιητικούς παράγοντες μετατρέπεται σε π्लाσμίνη. Η **π्लाσμίνη** είναι πρωτεολυτικό ένζυμο ικανό να διασπά πρωτεΐνες σαν το ινωδογόνο, το ινώδες και τις άλλες ουσίες του θρόμβου, με αποτέλεσμα τη διάλυσή του.

Μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες του συστήματος της π्लाσμίνης είναι η διάλυση και η απομάκρυνση των πολύ μικρών θρόμβων από τα εκατομμύρια των μικρών περιφερικών αγγείων, τα οποία χωρίς αυτή την εκκαθαριστική λειτουργία θα είχαν φράξει.

ε. Τα αντιπηκτικά

Σε ορισμένες παθολογικές θρομβοεμβολικές καταστάσεις, είναι αναγκαία και επιθυμητή η καθυστέρηση της διεργασίας της πήξης του αίματος. Για τη θεραπευτική αντιμετώπιση αυτών των καταστάσεων, δημιουργήθηκαν διάφορα αντιπηκτικά φάρμακα. Αυτά που χρησιμοποιούνται πιο συχνά είναι η **ηπαρίνη** και οι **κουμαρίνες**.

Περίληψη

Το αίμα είναι το σπουδαιότερο βιολογικό υγρό του ανθρώπινου οργανισμού. Αποτελείται από 1) τα έμμορφα στοιχεία τα οποία είναι τα ερυθρά αιμοσφαίρια, τα λευκά αιμοσφαίρια και τα αιμοπετάλια και από 2) το πλάσμα.

Τα ερυθροκύτταρα ή ερυθρά αιμοσφαίρια έχουν σαν κύρια λειτουργία τη μεταφορά οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς με τη βοήθεια της αιμοσφαιρίνης. Παράγονται στον ερυθρό μυελό των οστών και είναι το τελικό προϊόν ωρίμανσης της ερυθροποιητικής σειράς. Η αιμοσφαιρίνη είναι το κύριο συστατικό των ερυθροκυττάρων και έχει την ικανότητα να συνδέεται με το οξυγόνο στους πνεύμονες και στη συνέχεια να το μεταφέρει στα τριχοειδή των ιστών του σώματος. Απαραίτητοι αιμοποιητικοί παράγοντες είναι ο σίδηρος, η βιταμίνη B12 και το φυλλικό οξύ. Ο χρόνος ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι 120 ημέρες και καταστρέφονται στο σπλήνα.

Αναιμία ονομάζεται η κατάσταση εκείνη που χαρακτηρίζεται από ελάττωση του αριθμού των ερυθροκυττάρων, η οποία μπορεί να οφείλεται είτε σε πολύ ταχεία απώλεια είτε σε πολύ αργή παραγωγή τους.

Τα λευκοκύτταρα ή λευκά αιμοσφαίρια κυκλοφορούν στο αίμα ως έμμορφα συστατικά του και αποτελούν τις κινητές μονάδες του συστήματος προστασίας του οργανισμού. Βασική τους αποστολή είναι η άμυνα του οργανισμού σε διάφορους λοιμώδεις και τοξικούς παράγοντες. Στο φυσιολογικό αίμα περιέχονται έξι διαφορετικά είδη λευκών αιμοσφαιρίων: τα πολυμορφοπύρρηνα ουδετερόφιλα, ηωσινόφιλα, και βασεόφιλα, τα μονοκύτταρα, τα λεμφοκύτταρα και τα πλάσμα-τοκύτταρα. Παράγονται στον ερυθρό μυελό των οστών και είναι τα τελικά προϊόντα ωρίμανσης της μυелоκυτταρικής και της λεμφοκυτταρικής σειράς.

Φλεγμονή ονομάζεται η βλάβη των ιστών του ανθρώπινου οργανισμού την οποία μπορούν να προκαλέσουν βλαπτικοί παράγοντες, όπως μικρόβια, τραυματισμός, θερμότητα, ακτινοβολία, χημικές ουσίες. Τα ουδετερόφιλα πολυμορφοπύρρηνα καθώς και τα μακροφάγα που προέρχονται από τα μονοκύτταρα αποτελούν την πρώτη γραμμή άμυνας του οργανισμού απέναντι στη φλεγμονή.

Λευκοπενία ή ακοκκιοκυττάρωση λέγεται η κατάσταση κατά την οποία ο μυελός των οστών σταματά να παράγει λευκά αιμοσφαίρια, με αποτέλεσμα ο οργανισμός να μένει απροστάτευτος απέναντι σε μικροοργανισμούς και άλλους βλαπτικούς παράγοντες.

Λευχαιμία είναι η παθολογική κατάσταση στην οποία παρατηρείται ανεξέλεγκτη παραγωγή παθολογικών λευκών αιμοσφαιρίων στο αίμα (μορφή καρκίνου του αίματος).

Ανοσία λέγεται η ικανότητα του οργανισμού να αντιμετωπίζει όλα σχεδόν τα είδη των μικροοργανισμών ή τις τοξίνες τους που μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στους ιστούς και τα όργανα. Η ανοσία διακρίνεται στη φυσική ή έμφυτη ανοσία και την επίκτητη. Η επίκτητη ανοσία διακρίνεται στην ενεργητική και την παθητική. Τα κύτταρα του αίματος που διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της επίκτητης ανοσίας είναι τα Β λεμφοκύτταρα τα οποία παράγουν αντισώματα και είναι υπεύθυνα για τη χυμική ανοσία και τα Τ λεμφοκύτταρα τα οποία είναι υπεύθυνα για την κυτταρική ανοσία. Ο εμβολιασμός γίνεται με σκοπό την πρόκληση επίκτητης ανοσίας για ορισμένες νόσους.

Το αίμα διακρίνεται σε τέσσερις ομάδες με βάση την παρουσία ή όχι των συγκολλητινογόνων Α και Β στα ερυθρά αιμοσφαίρια: ομάδα ΑΒ, Α, Β, και Ο. Με βάση την παρουσία ή όχι του παράγοντα Rhesus το αίμα διακρίνεται σε: θετικό κατά

Rh και αρνητικό κατά Rh.

Μετάγγιση αίματος ονομάζεται η θεραπευτική πράξη στην οποία μια ποσότητα αίματος από υγιές άτομο δίνεται σ' έναν ασθενή που το έχει ανάγκη, και απαιτεί συμβατότητα του αίματος με βάση τις παραπάνω ομάδες.

Αιμόσταση λέγεται η διαδικασία με την οποία ο οργανισμός πετυχαίνει το σταμάτημα της αιμορραγίας. Ο μηχανισμός πήξης του αίματος παίζει καθοριστικό ρόλο σ' αυτή τη διαδικασία.

Τα αιμοπετάλια είναι τα κύτταρα του αίματος που αποτελούν την πρώτη γραμμή άμυνας σε περίπτωση αιμορραγίας. Η πήξη του αίματος είναι ένα πολύπλοκο βιολογικό φαινόμενο στο οποίο συμμετέχουν οι παράγοντες της πήξης και το οποίο πραγματοποιείται με τη βοήθεια της ενδογενούς και της εξωγενούς μεταβολικής οδού.

Ερωτήσεις

1. Από τι αποτελείται το αίμα;
2. Τι γνωρίζετε για την παραγωγή των ερυθρών αιμοσφαιρίων;
3. Ποιος ο λειτουργικός ρόλος της αιμοσφαιρίνης;
4. Τι είναι η αναιμία και με ποιους μηχανισμούς αναπτύσσεται; Αναφέρετε μορφές αναιμιών.
5. Τι είναι τα λευκά αιμοσφαίρια και ποια τα είδη τους;
6. Ποιες είναι οι βασικές λειτουργίες των λευκών αιμοσφαιρίων;
7. Τι είναι φλεγμονή και ποια τα κλινικά χαρακτηριστικά της;
8. Ποια είναι τα στάδια της οξείας φλεγμονής;
9. Ποιος είναι ο ρόλος των μακροφάγων και των ουδετερόφιλων στη φλεγμονή;
10. Τι ονομάζεται λευκοπενία και τι λευχαιμία;
11. Τι καλείται ανοσία και ποια τα είδη της;
12. Τι είναι το αντιγόνο και ποιες ιδιότητες έχει;
13. Τι είναι τα αντισώματα και σε ποιο είδος ανοσίας συμμετέχουν;

14. Τι είναι η κυτταρική ανοσία, ποια κύτταρα συμμετέχουν σ' αυτήν και σε ποια νοσήματα αναπτύσσεται;
15. Ποιες ουσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εμβόλιο; Τι πετυχαίνουμε με τον εμβολιασμό;
16. Τι λέγεται παθητική ανοσία και με ποιο τρόπο δημιουργείται;
17. Πώς ταξινομείται το αίμα σε ομάδες με βάση το σύστημα A-B-O;
18. Τι γνωρίζετε για τον παράγοντα Rhesus;
19. Πώς καθορίζεται η ομάδα αίματος;
20. Τι είναι η αιμολυτική νόσος των νεογνών;
21. Τι είναι η μετάγγιση αίματος, πότε γίνεται και ποιες οι προϋποθέσεις της;
22. Τι είναι η αιμόσταση και με ποιους μηχανισμούς πραγματοποιείται;
23. Ποιος ο ρόλος των αιμοπεταλίων στη διαδικασία της αιμόστασης;
24. Σε ποια στάδια πραγματοποιείται η πήξη του αίματος;
25. Τι γνωρίζετε για το μηχανισμό της ινωδόλυσης;
26. Ποιος είναι ο ρόλος των αντιπηκτικών φαρμάκων; Ποια αντιπηκτικά γνωρίζετε;

30

κεφάλαιο

το κυκλοφορικό σύστημα

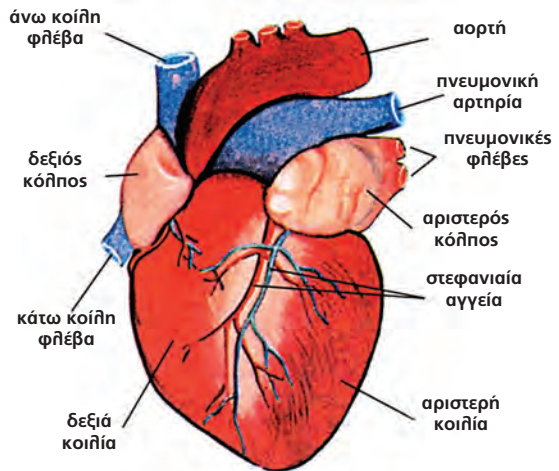
- I. Η ανατομία της καρδιάς
- II. Η λειτουργία της καρδιάς
- III. Οι αρτηρίες και οι φλέβες
- IV. Η λειτουργία του καρδιαγγειακού
συστήματος
- V. Το λεμφικό σύστημα

Το κυκλοφορικό σύστημα

Το κυκλοφορικό ή καρδιαγγειακό σύστημα αποτελείται από την καρδιά και τα αγγεία (αρτηρίες - φλέβες). Η κύρια αποστολή του καρδιαγγειακού συστήματος είναι η προώθηση του αίματος προς όλα τα κύτταρα του οργανισμού.

I. Η ανατομία της καρδιάς

Η καρδιά (Εικ. 3.1) είναι ένα κοίλο μυώδες όργανο που βρίσκεται στο κέντρο και προς τα αριστερά της θωρακικής κοιλότητας, πίσω από το στέρνο, πάνω από το διάφραγμα και ανάμεσα στους δύο πνεύμονες. Έχει μέγεθος γροθιάς και σχήμα τρίπλευρης πυραμίδας με τη βάση προς τα πάνω και την κορυφή προς τα κάτω. Από τη βάση της καρδιάς ξεκινούν οι μεγάλες αρτηρίες, δηλαδή η αορτή και η πνευμονική αρτηρία, και στη βάση επιστρέφουν και οι μεγάλες φλέβες του οργανισμού, δηλαδή η άνω και η κάτω κοίλη φλέβα, καθώς και οι πνευμονικές φλέβες.

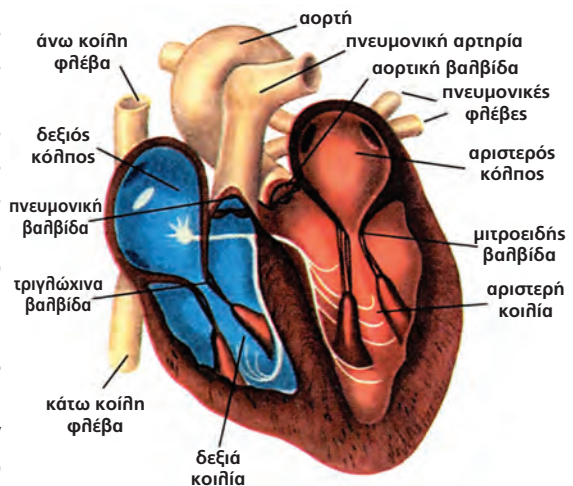


Εικόνα 3.1 Η καρδιά εξωτερικά.

α. Μακροσκοπική ανατομική της καρδιάς

Η καρδιά χωρίζεται με δύο διαφράγματα σε τέσσερις κοιλότητες (Εικ. 3.2): τους δύο κόλπους (αριστερό και δεξιό) προς τα πάνω και τις δύο κοιλίες (αριστερή και δεξιά) προς τα κάτω. Φυσιολογικά οι δύο κόλποι δεν επικοινωνούν μεταξύ τους, επειδή χωρίζονται μεταξύ τους από ένα συνεχόμενο διάφραγμα που ονομάζεται **μεσοκοιλιακό διάφραγμα**. Το ίδιο ισχύει και για τις δύο κοιλίες, οι οποίες δεν επικοινωνούν, επειδή χωρίζονται μεταξύ τους από το **μεσοκοιλιακό διάφραγμα**.

Κάθε κόλπος επικοινωνεί με την αντίστοιχη κοιλία με ένα στόμιο, το οποίο ονομάζεται **κοιλοκοιλιακό στόμιο**. Έτσι, ο δεξιός κόλπος επικοινωνεί με τη δεξιά κοιλία με το δεξιό



Εικόνα 3.2 Το εσωτερικό της καρδιάς.

κοιλιοκοιλιακό στόμιο και ο αριστερός κόλπος επικοινωνεί με την αριστερή κοιλία με το αριστερό κοιλιοκοιλιακό στόμιο. Σε κάθε κοιλιοκοιλιακό στόμιο υπάρχει και μια βαλβίδα, που ονομάζεται κοιλιοκοιλιακή βαλβίδα, η οποία ανοίγει και κλείνει ρυθμικά, ώστε να περνάει το αίμα από τον κόλπο στην κοιλία κατά ώσεις. Επομένως οι *κοιλιοκοιλιακές βαλβίδες* είναι δύο:

α) η **τριγλώχινα βαλβίδα** που βρίσκεται στο δεξιό κοιλιοκοιλιακό στόμιο και

β) η **μιτροειδής βαλβίδα** που βρίσκεται στο αριστερό κοιλιοκοιλιακό στόμιο.

Η τριγλώχινα βαλβίδα ονομάζεται έτσι επειδή αποτελείται από τρία πέταλα που ονομάζονται γλωχίνες. Η μιτροειδής βαλβίδα ονομάζεται έτσι γιατί αποτελείται από δύο γλωχίνες που της δίνουν το σχήμα μίτρας καθολικού επισκόπου. Οι βαλβίδες σε φυσιολογικά άτομα επιτρέπουν τη ροή του αίματος μόνο προς την κοιλία και όχι αντίστροφα.

Εκτός από την τριγλώχινα και τη μιτροειδή βαλβίδα, στην καρδιά υπάρχουν και άλλες δύο βαλβίδες που ονομάζονται μηννοειδείς βαλβίδες και είναι:

α) η **αορτική βαλβίδα** και

β) η **πνευμονική βαλβίδα**.

Η αορτική βαλβίδα βρίσκεται μεταξύ της αριστερής κοιλίας και της αορτής και υπό φυσιολογικές συνθήκες επιτρέπει τη ροή του αίματος μόνο προς την αορτή και όχι αντίστροφα. Η πνευμονική βαλβίδα βρίσκεται μεταξύ της δεξιάς κοιλίας και της πνευμονικής αρτηρίας και σε φυσιολογικά άτομα επιτρέπει τη ροή του αίματος μόνο προς την πνευμονική αρτηρία και όχι αντίστροφα.

β. Το περίβλημα της καρδιάς

Η καρδιά βρίσκεται μέσα σ' έναν ινώδη σάκο που ονομάζεται **περικάρδιο**. Το περικάρδιο αποτελείται από δύο πέταλα, το ορογόνο πέταλο προς τα μέσα και το ινώδες πέταλο προς τα έξω. Μεταξύ αυτών των δύο πετάλων υπάρχει μικρή ποσότητα υγρού που ονομάζεται **περικαρδιακό υγρό**.

Σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις, το περικαρδιακό υγρό αυξάνεται πολύ και μπορεί να προκαλέσει έντονο πόνο στο στήθος. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται υγρή περικαρδίτιδα και μπορεί να υποχωρήσει με φάρμακα, ή μπορεί να χρειαστεί να γίνει παρακέντηση του περικαρδίου και να αναρροφηθεί το επιπλέον υγρό με μια βελόνα.

γ. Η κατασκευή της καρδιάς

Τα τοιχώματα της καρδιάς αποτελούνται από τρία στρώματα από έξω προς τα μέσα (Εικ. 3.3):

α) το **επικάρδιο**,

β) το **μυοκάρδιο** και

γ) το **ενδοκάρδιο**.

Από αυτά, το σημαντικότερο είναι το μυοκάρδιο που αποτελείται από μυϊκές ίνες. Οι μυϊκές ίνες από τις οποίες



Εικόνα 3.3 Το τοίχωμα της καρδιάς.

επικάρδιο

μυοκάρδιο

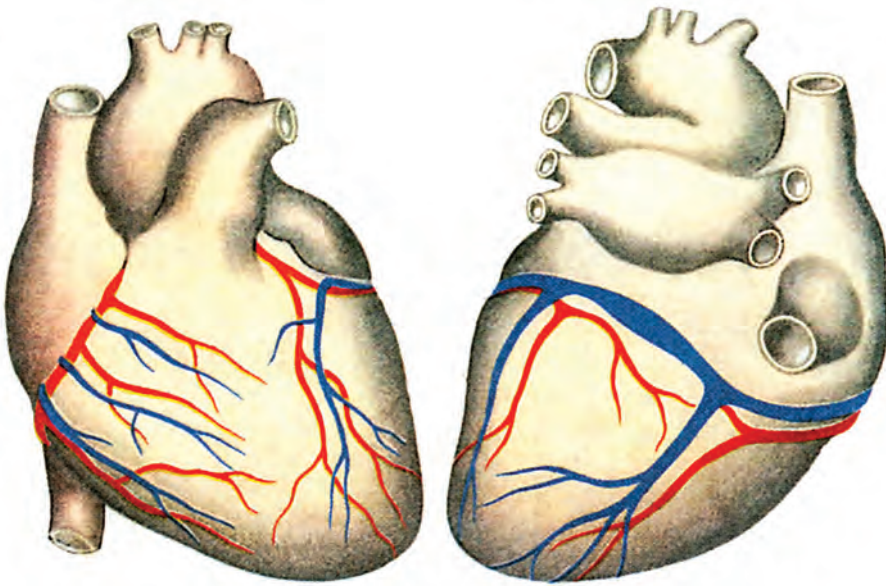
ενδοκάρδιο

αποτελείται η καρδιά έχουν μια ιδιαιτερότητα: είναι γραμμωτού τύπου μυϊκές ίνες, οι οποίες όμως δεν υπακούουν στη θέλησή μας. Αυτό είναι μοναδικό φαινόμενο στον οργανισμό, αφού, όπως είναι γνωστό, σε όλο το υπόλοιπο σώμα υπάρχουν δύο ειδών μυϊκές ίνες: οι γραμμωτές που ελέγχονται από τη βούλησή μας και οι λείες που δεν ελέγχονται από αυτήν.

Το μυοκάρδιο δεν έχει το ίδιο πάχος σε όλη την καρδιά. Από τις δύο κοιλίες, η αριστερή έχει παχύτερο μυοκάρδιο από τη δεξιά, διότι η πίεση του αίματος μέσα στην αριστερή κοιλία είναι πολύ μεγαλύτερη από την πίεση της δεξιάς κοιλίας, και το έργο το οποίο καλείται να επιτελέσει η αριστερή κοιλία απαιτεί πιο παχύ και πιο ισχυρό μυοκάρδιο.

δ. Οι αρτηρίες που τροφοδοτούν την καρδιά

Η τροφοδοσία του καρδιακού μυός με οξυγόνο δε γίνεται από το αίμα που περιέχεται στις καρδιακές κοιλότητες, αλλά από ειδικές αρτηρίες που ονομάζονται **στεφανιαίες αρτηρίες** και ξεκινούν από την αρχή της αορτής (Εικ. 3.4).

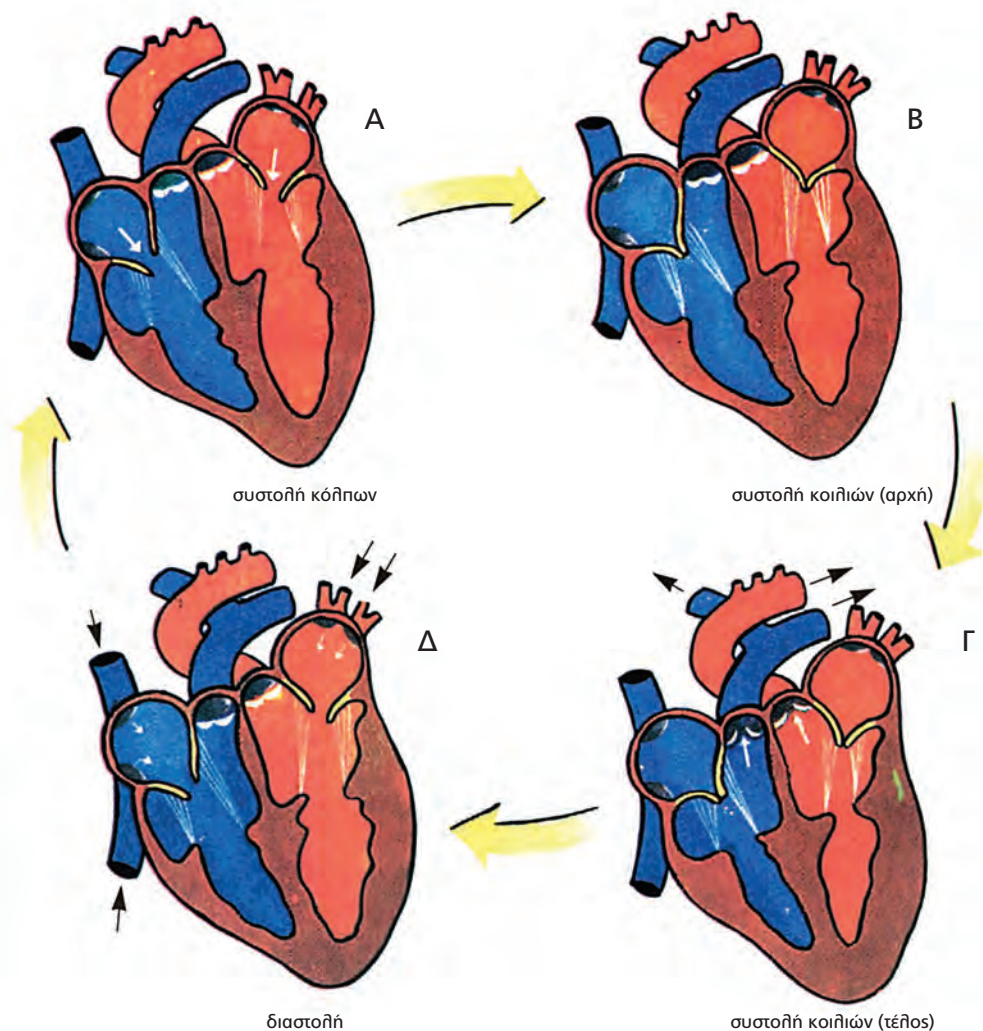


Εικόνα 3.4 Οι στεφανιαίες αρτηρίες.

II. Η λειτουργία της καρδιάς

α. Η μηχανική λειτουργία της καρδιάς

Όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο της ανατομίας της καρδιάς, τα τοιχώματά της αποτελούνται από μυϊκές ίνες. Γι' αυτό το λόγο, το τοίχωμα της καρδιάς ονομάζεται και μυοκάρδιο. Το μυοκάρδιο συσπάται αυτόματα 70 φορές το λεπτό (Εικ. 3.5). Οι συσπάσεις όμως αυτές δε γίνονται ταυτόχρονα σε ολόκληρη την καρδιά. Πρώτα συστέλλονται οι κόλποι (ενώ ταυτόχρονα οι κοιλίες χαλαρώνουν), ενώ στη



Εικόνα 3.5 Ο καρδιακός κύκλος.

συνέχεια συστέλλονται οι κοιλίες (ενώ ταυτόχρονα οι κόλποι χαλαρώνουν).

Όταν συστέλλονται οι κόλποι, οι κοίποκοιλιακές βαλβίδες ανοίγουν και το κοίπο-κοιλικό αίμα ρέει προς τις κοιλίες. Όταν συστέλλονται οι κοιλίες, επειδή οι κοίπο-κοιλιακές βαλβίδες είναι κλειστές, το αίμα δε μπορεί να γυρίσει πίσω. Η συστολή των κοιλιών προκαλεί αύξηση της πίεσης μέσα σ' αυτές. Όταν η ενδοκοιλιακή

πίεση της αριστερής κοιλίας υπερβεί την πίεση της αορτής, τότε η αορτική βαλβίδα αναγκάζεται ν' ανοίξει, οπότε το αίμα της αριστερής κοιλίας εξωθείται (δηλαδή εκσφενδονίζεται με πίεση) προς την αορτή. Αντίστοιχα, όταν η πίεση στη δεξιά κοιλία υπερβεί την πίεση της πνευμονικής αρτηρίας, το αίμα της δεξιάς κοιλίας εξωθείται προς την πνευμονική αρτηρία.

Στη συνέχεια οι κοιλίες διαστέλλονται, δηλαδή χαλαρώνουν και διευρύνονται. Λόγω της διεύρυνσης αυτής και λόγω του ότι μόλις πριν άδειασαν από μια ποσότητα αίματος που εξωθήθηκε προς τα μεγάλα αγγεία (δηλαδή την αορτή και την πνευμονική αρτηρία), η πίεση μέσα σ' αυτές ελαττώνεται. Όταν η πίεση μέσα στις κοιλίες γίνει μικρότερη από την πίεση στα μεγάλα αγγεία, τότε οι μηννοειδείς βαλβίδες κλείνουν. Στη συνέχεια, η πίεση των κοιλιών ελαττώνεται περισσότερο και γίνεται μικρότερη και από την πίεση των κόλπων, οπότε ανοίγουν οι κοιλποκοιλιακές βαλβίδες και το αίμα που βρίσκεται μέσα στους κόλπους ρέει προς τις κοιλίες, οι οποίες γεμίζουν και πάλι. Όλη αυτή η διαδικασία ονομάζεται **καρδιακός κύκλος** και επαναλαμβάνεται 70 φορές το λεπτό κατά τη διάρκεια ολόκληρης της ζωής μας.

Όταν οι βαλβίδες της καρδιάς κλείνουν, παράγεται ένας ήχος που ονομάζεται καρδιακός τόνος. Φυσιολογικά ακούγονται δύο καρδιακοί τόνοι:

- α) ο πρώτος τόνος (συμβολίζεται με S1), που παράγεται από τη σύγκλιση των κοιλποκοιλιακών βαλβίδων, δηλαδή της μιτροειδούς και της τριγλώχινας που κλείνουν σχεδόν ταυτόχρονα, και
- β) ο δεύτερος τόνος (συμβολίζεται με S2), που παράγεται από τη σύγκλιση των μηννοειδών βαλβίδων, δηλαδή της αορτικής και της πνευμονικής βαλβίδας, οι οποίες επίσης κλείνουν σχεδόν ταυτόχρονα.

Σε γενικές γραμμές, το διάστημα μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου τόνου αντιστοιχεί στη *συστολή* των κοιλιών (οι οποίες εξωθούν αίμα μέχρι να κλείσουν οι αντίστοιχες βαλβίδες), ενώ το διάστημα μεταξύ του δεύτερου τόνου και του πρώτου τόνου του επόμενου καρδιακού κύκλου, αντιστοιχεί στη *διαστολή ή χαλάρωση* των κοιλιών.

Τους καρδιακούς τόνους μπορούμε να τους ακούσουμε με το σπηθοσκόπιο (που συχνά αποκαλείται «ακουστικό»), το οποίο ο γιατρός τοποθετεί στο θωρακικό τοίχωμα. Η εξέταση αυτή είναι πολύ σημαντική και ονομάζεται καρδιακή ακρόαση. Φυσιολογικά, η διάνοιξη των καρδιακών βαλβίδων δεν ακούγεται. Σε ορισμένες παθήσεις των βαλβίδων ακούγονται ήχοι που ονομάζονται φυσημάτα.

Σε κάθε κοιλιακή συστολή εξωθούνται περίπου 70 κυβικά εκατοστά αίματος από την αριστερή κοιλία προς την αορτή. Ο αριθμός των καρδιακών συστολών μέσα σ' ένα λεπτό ονομάζεται καρδιακή συχνότητα. Εάν η αριστερή κοιλία συστέλλεται 70 φορές το λεπτό (δηλαδή εάν η καρδιακή συχνότητα είναι 70 παλμοί ανά λεπτό), είναι εμφανές ότι κάθε λεπτό η καρδιά διοχετεύει στον οργανισμό $70 \times 70 = 4.900$ κυβικά εκατοστά αρτηριακού αίματος. Η ποσότητα αυτή ονομάζεται κατά λεπτόν όγκος αίματος (Κ.Λ.Ο.Α.). Όταν ένας φυσιολογικός άνθρωπος πραγματοποιεί έντονη σωματική άσκηση, όπως για παράδειγμα κατά τη διάρκεια του αθλητισμού, ο κατά λεπτόν όγκος αίματος μπορεί να αυξηθεί.

β. Η ρύθμιση της καρδιακής λειτουργίας

Η προσαρμογή της καρδιακής λειτουργίας σε αυξημένες ανάγκες γίνεται με δύο τρόπους:

- α) με την *ενδογενή αυτορρύθμιση της λειτουργίας της καρδιάς ως αντλίας* και
- β) με τον *αντανακλαστικό έλεγχο της καρδιακής συχνότητας και της έντασης της καρδιακής συστολής από το αυτόνομο νευρικό σύστημα*.

Η ενδογενής αυτορρύθμιση

Η ενδογενής αυτορρύθμιση της λειτουργίας της καρδιάς ως αντλίας ανταποκρίνεται στις μεταβολές του όγκου αίματος που μπαίνει στην καρδιά. Ο όγκος του αίματος που μπαίνει στην καρδιά και ονομάζεται φλεβική επιστροφή είναι το φλεβικό αίμα που επιστρέφει από τις μεγάλες φλέβες (δηλαδή την άνω και την κάτω κοίλη φλέβα) στο δεξιό κόλπο της καρδιάς. Στην πραγματικότητα δηλαδή, η ενδογενής αυτορρύθμιση της λειτουργίας της καρδιάς ως αντλίας εξαρτάται από την αιματική ροή κάθε περιφερικού ιστού του σώματος. Επομένως θα μπορούσαμε να πούμε ότι η καρδιά προωθεί στον οργανισμό το αίμα που ο ίδιος ο οργανισμός της επιστρέφει, αφού το καρδιαγγειακό σύστημα, όταν δεν υπάρχουν προβλήματα υγείας, είναι στην ουσία ένα κλειστό κύκλωμα χωρίς απώλειες. Άρα η καρδιά προσαρμόζεται στις ανάγκες των ιστών που τροφοδοτεί, δηλαδή, αν οι ιστοί χρειάζονται λιγότερο οξυγονωμένο αίμα επειδή υπολειτουργούν (όπως για παράδειγμα όταν κοιμόμαστε), τότε το φλεβικό αίμα που επιστρέφει από αυτούς στην καρδιά είναι λιγότερο, οπότε και η καρδιά τους στέλνει λιγότερο αίμα. Αντίθετα, όταν οι ιστοί χρειάζονται περισσότερο οξυγονωμένο αίμα επειδή υπερλειτουργούν (όπως για παράδειγμα κατά τη διάρκεια έντονης σωματικής προσπάθειας), τότε το φλεβικό αίμα που επιστρέφει από αυτούς στην καρδιά είναι περισσότερο, οπότε και η καρδιά τους στέλνει περισσότερο αρτηριακό αίμα. Αυτή η ικανότητα προσαρμογής της καρδιάς στις μεταβολές του όγκου του αίματος βασίζεται στο νόμο Frank-Starling, προς τιμή των δύο επιστημόνων που τον ανακάλυψαν πρώτοι. Σύμφωνα μ' αυτόν το νόμο, όσο μεγαλύτερη είναι η καρδιακή πλήρωση κατά τη διαστολή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποσότητα αίματος που θα προωθηθεί στην αορτή. Έτσι, το επιπλέον φλεβικό αίμα των ιστών δε λιμνάζει στις φλέβες. Ο νόμος αυτός έχει ένα ανώτατο όριο, πάνω από το οποίο παύει να ισχύει. Ο λόγος που ισχύει ο νόμος Frank-Starling είναι η κατασκευή και οι ιδιότητες του μυοκαρδίου. Η αυξημένη ποσότητα αίματος στην καρδιά χρειάζεται μεγαλύτερο χώρο. Το μυοκάρδιο έχει την ικανότητα να διαταθεί περισσότερο από το κανονικό στη διάρκεια της διαστολής, έτσι ώστε να χωρέσει το επιπλέον αίμα στην καρδιά. Όσο περισσότερο διαταθεί το μυοκάρδιο, τόσο πιο μεγάλα θα είναι η δύναμη με την οποία θα συσταθεί, με αποτέλεσμα να είναι ικανό και να εξωθήσει την επιπλέον ποσότητα αίματος.

Ο αντανakηστικός έλεγχος από το αυτόνομο νευρικό σύστημα

Η καρδιακή συχνότητα και η ένταση της καρδιακής συστολής ελέγχονται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα. Στην καρδιά φθάνουν πολλές νευρικές ίνες που προέρχονται και από το συμπαθητικό και από το παρασυμπαθητικό (πνευμονογαστρικό νεύρο) σύστημα. Η διέγερση του παρασυμπαθητικού συστήματος ελαττώνει την καρδιακή συχνότητα, ενώ η διέγερση του συμπαθητικού αυξάνει την καρδιακή συχνότητα. Επίσης, η διέγερση του συμπαθητικού συστήματος αυξάνει την ένταση της συστολής του μυοκαρδίου, ενώ η διέγερση του παρασυμπαθητικού συστήματος την ελαττώνει.

Εξάλλου, η αύξηση της καρδιακής συχνότητας μετά από διέγερση του συμπαθητικού συστήματος αυξάνει την απόδοση της καρδιάς, διότι στη διάρκεια ενός λεπτού της ώρας, εάν η καρδιά χτυπάει περισσότερες φορές, τότε μπορεί να εξωθήσει και περισσότερο αίμα. Όμως, αυτό το φαινόμενο έχει επίσης τον περιορισμό του, δηλαδή αν η καρδιακή συχνότητα υπερβεί τους 150 παλμούς το λεπτό περίπου, τότε η καρδιακή απόδοση δεν αυξάνεται πια, αλλά αντιθέτως ελαττώνεται, επειδή μειώνεται η διάρκεια της καρδιακής συστολής και επομένως η αριστερή κοιλία δεν έχει αρκετό χρόνο στη διάθεσή της ώστε να εξωθήσει αρκετή ποσότητα αίματος.

γ. Η ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς

Η συστολή της καρδιάς αρχίζει μόνο εάν το μυοκάρδιο διεγερθεί από ένα ηλεκτρικό ερέθισμα. Το ηλεκτρικό αυτό ερέθισμα παράγεται και μεταδίδεται στο μυοκάρδιο από ειδικά κύτταρα που βρίσκονται στην καρδιά, τα οποία ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν ένα «ηλεκτρικό» δίκτυο, που ονομάζεται **ερεθισματογωγό σύστημα** (Εικ. 3.6). Το σύστημα αυτό αποτελείται από:

α) το **φλεβόκομβο** που βρίσκεται ψηλά στο δεξιό κόλπο και ο οποίος φυσιολογικά παράγει πρώτος το ηλεκτρικό σήμα,

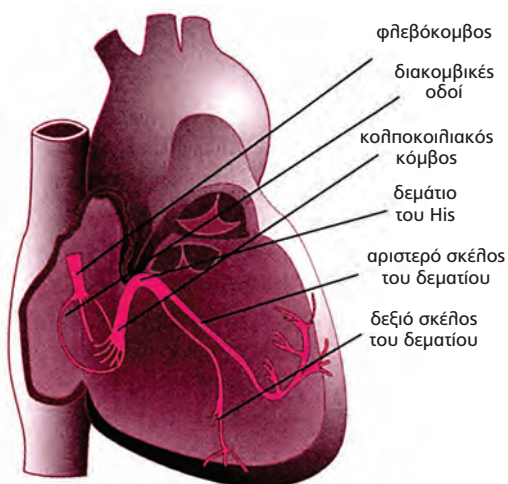
β) τις διακομβικές οδούς, μέσω των οποίων το ηλεκτρικό σήμα μεταφέρεται στα τοιχώματα των κόλπων,

γ) τον κοιλποκοιλιακό κόμβο, που βρίσκεται στο τέλος του μεσοκοιλιακού διαφράγματος και στον οποίο το ηλεκτρικό σήμα καθυστερεί για μερικά χιλιοστά του δευτερολέπτου, ώστε να δοθεί στους κόλπους ο απαραίτητος χρόνος ν' αδειάσουν το περιεχόμενό τους στις κοιλίες πριν αρχίσει η συστολή των κοιλιών.

δ) το κοιλποκοιλιακό δεμάτιο (δεμάτιο του His) που φθάνει μέχρι την αρχή του μεσοκοιλιακού διαφράγματος και

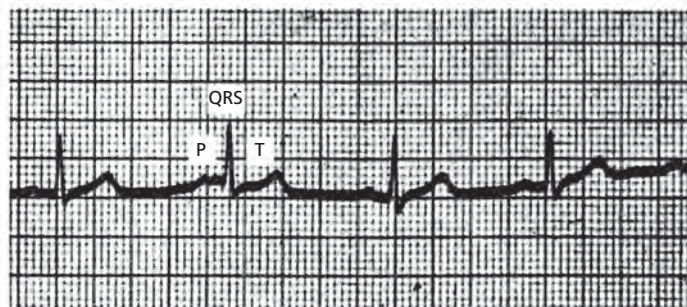
ε) το αριστερό και το δεξιό σκέλος του δεματίου, που πορεύονται στη δεξιά και αριστερή πλευρά του μεσοκοιλιακού διαφράγματος και στη συνέχεια επεκτείνονται σε όλο το μυοκάρδιο των κοιλιών, στο οποίο μεταφέρουν το ηλεκτρικό σήμα.

Επειδή στα φυσιολογικά άτομα το ηλεκτρικό σήμα ξεκινάει από το φλεβόκομβο, αυτός θεωρείται ο *βηματοδότης της καρδιάς*. Εάν όμως για κάποιο λόγο ο φλεβόκομβος δε λειτουργήσει, τότε η καρδιά μπορεί να βηματοδοτηθεί από τον κοιλποκοιλιακό κόμβο ή από άλλο σημείο του ερεθισματογωγού συστήματος, ή ακόμα και από τα μυοκαρδιακά κύτταρα. Μόνο που σ' αυτήν την περίπτωση, ο καρδιακός ρυθμός θα είναι πολύ πιο αργός απ' ό,τι φυσιολογικά και επιπλέον μπορεί να προκληθούν και αρρυθμίες. Παρ' όλη αυτά, η υποκατάσταση της λειτουργίας του φλεβόκομβου από άλλα σημεία της καρδιάς είναι σωτήρια για τη ζωή, διότι διαφορετικά η καρδιά θα σταματούσε να χτυπά.



Εικόνα 3.6 Το ερεθισματογωγό σύστημα της καρδιάς.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, όμως, η υποκατάσταση της λειτουργίας του φλεβόκομβου μπορεί είτε να μην επαρκεί για την καρδιακή λειτουργία είτε, ακόμη, να μη συμβαίνει καθόλου, οπότε τοποθετείται στο θώρακα μια μικρή ηλεκτρική συσκευή, η οποία ονομάζεται τεχνητός βηματοδότης. Από τη συσκευή αυτή ξεκινούν ένα ή δύο καλώδια, τα οποία φθάνουν μέχρι την καρδιά και της δίνουν την εντολή να συστέλλεται.



Εικόνα 3.7 Το ηλεκτροκαρδιογράφημα.

Η ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς μπορεί να καταγραφεί σε χαρτί μ' ένα ειδικό μηχάνημα που ονομάζεται **ηλεκτροκαρδιογράφος**. Έτσι, με το **ηλεκτροκαρδιογράφημα** (Εικ. 5.7) μπορούμε να ελέγχουμε αν το ερεθισματοαγωγό σύστημα της καρδιάς λειτουργεί φυσιολογικά. Επίσης μπορούμε

να βγάλουμε συμπεράσματα και για άλλες παθήσεις της καρδιάς, οι οποίες επηρεάζουν και την ηλεκτρική δραστηριότητά της, όπως συμβαίνει στο οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου.

Ας δούμε, όμως, πώς είναι ένα φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα.

Το φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτελείται από ένα έπαρμα P, ένα σύμπλεγμα QRS και ένα έπαρμα T. Τα έπαρματα αυτά συνδέονται μεταξύ τους με μια γραμμή, η οποία ονομάζεται *ισοηλεκτρική γραμμή* και φυσιολογικά είναι ευθεία.

Το έπαρμα P αντιπροσωπεύει την εκπόλωση των δύο κόλπων, δηλαδή τη διέγερση των τοιχωμάτων τους από το ηλεκτρικό σήμα που παράγεται, όπως είπαμε, από το φλεβόκομβο. Αμέσως μετά από το έπαρμα P, οι κόλποι συστέλλονται και το αίμα που περιέχουν ρέει προς τις κοιλίες. Από τη μορφή του επάρματος P, ο γιατρός μπορεί να καταλάβει εάν ο φλεβόκομβος, που όπως προαναφέρθηκε είναι ο βηματοδότης της καρδιάς, λειτουργεί φυσιολογικά.

Το σύμπλεγμα QRS αποτελείται από τρία συνεχόμενα έπαρματα, το έπαρμα Q, το έπαρμα R και το έπαρμα S. Τα έπαρματα αυτά αντιπροσωπεύουν την *εκπόλωση των διαφόρων τμημάτων των δύο κοιλιών*, δηλαδή αντιστοιχούν στην καταγραφή των ηλεκτρικών σημάτων που διεγείρουν τα τοιχώματα των δύο κοιλιών και τους δίνουν την εντολή να συσπαστούν. Αμέσως μετά την καταγραφή του συμπλέγματος QRS στο ηλεκτροκαρδιογράφημα, οι δύο κοιλίες συστέλλονται.

Επομένως, το έπαρμα P και το σύμπλεγμα QRS στο ηλεκτροκαρδιογράφημα αντιστοιχούν στη διαδοχική ηλεκτρική διέγερση των καρδιακών κοιλοτήτων.

Αντίθετα, το έπαρμα T αντιπροσωπεύει την ηλεκτρική επαναπόλωση των κοιλιών. Αυτό σημαίνει ότι τα κύτταρα του μυοκαρδίου «ηρεμούν» μετά από την ηλεκτρική φόρτιση της εκπόλωσης και επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση ηρεμίας.

Βεβαίως, η επαναπόλωση δε συμβαίνει μόνο στις κοιλίες, αλλά συμβαίνει και στους κόλπους. Μόνο που η επαναπόλωση των κόλπων συμβαίνει ταυτόχρονα με την εκπόλωση των κοιλιών. Επειδή, λοιπόν, η ηλεκτρική δραστηριότητα που αντιστοιχεί στην επαναπόλωση των κόλπων είναι πολύ ασθενής, ενώ η ηλεκτρική δραστηριότητα που αντιστοιχεί στην εκπόλωση των κοιλιών είναι πολύ έντονη και καταγράφεται με τη μορφή του συμπλέγματος QRS, το έπαρμα καταγραφής της επαναπόλωσης των κόλπων (το οποίο συμβολίζεται ως Ta, είναι «κρυμμένο» μέσα στο σύμπλεγμα QRS και έτσι δε μπορούμε να το δούμε σ' ένα απλό ηλεκτροκαρδιογράφημα.

Η καταγραφή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος γίνεται σε ειδικό χαρτί, το οποίο είναι χωρισμένο σε τετραγωνάκια. Κάθε τετραγωνάκι έχει εμβადόν ενός τετραγωνικού χιλιοστού. Βάσει αυτών των μικρών τετραγώνων μπορούμε να υπολογίσουμε τη διάρκεια κάθε επάρματος του ηλεκτροκαρδιογραφήματος, καθώς και το ύψος του. Τη διάρκεια τη μετράμε στον οριζόντιο άξονα και το ύψος το μετράμε στον κάθετο άξονα. Οι μετρήσεις αυτές έχουν μεγάλη σημασία για την ερμηνεία του ηλεκτροκαρδιογραφήματος από τον γιατρό.

Κάθε ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτελείται από δώδεκα διαφορετικές καταγραφές. Καθεμία από αυτές αντιστοιχεί στο ίδιο ηλεκτρικό σήμα το οποίο καταγράφεται από διαφορετική οπτική γωνία. Έτσι, μπορούμε να έχουμε μια πιο σφαιρική εικόνα της ηλεκτρικής δραστηριότητας της καρδιάς. Κάθε διαφορετική καταγραφή ονομάζεται **απαγωγή**. Για να καταγραφούν οι δώδεκα απαγωγές, ο ηλεκτροκαρδιογράφος έχει δέκα καλώδια, που ονομάζονται ηλεκτρόδια, τα οποία τοποθετούνται στους δύο καρπούς, στους δύο αστραγάλους και στο θωρακικό τοίχωμα. Ο συνδυασμός τους έχει ως αποτέλεσμα την καταγραφή του **ηλεκτροκαρδιογραφήματος ηρεμίας 12 απαγωγών**.

III. Οι αρτηρίες και οι φλέβες

Τα αγγεία χωρίζονται σε αρτηρίες και σε φλέβες. Το αίμα φεύγει από την καρδιά με τις αρτηρίες και γυρίζει πίσω σ' αυτήν με τις φλέβες. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι οι αρτηρίες είναι αγγεία απαγωγά (διότι απάγουν το αίμα από την καρδιά), ενώ οι φλέβες είναι αγγεία προσαγωγά (διότι προσάγουν το αίμα στην καρδιά). Εκτός από αυτό, οι αρτηρίες και οι φλέβες διαφέρουν μεταξύ τους αρκετά. Οι σημαντικότερες διαφορές τους είναι οι εξής:

Αρτηρίες

Περιέχουν αρτηριακό (δηλαδή πλούσιο σε οξυγόνο) αίμα.

Έχουν μεγαλύτερη ελαστικότητα από τις φλέβες.

Δεν έχουν βαλβίδες.

Έχουν σφυγμό.

Έχουν μικρότερο διάμετρο από τις φλέβες.

Είναι λιγότερες από τις φλέβες.

Έχουν μικρότερη χωρητικότητα από τις φλέβες.

Φλέβες

Περιέχουν φλεβικό (δηλαδή φτωχό σε οξυγόνο) αίμα.

Έχουν μικρότερη ελαστικότητα από τις αρτηρίες.

Έχουν βαλβίδες.

Δεν έχουν σφυγμό.

Έχουν μεγαλύτερο διάμετρο από τις αρτηρίες.

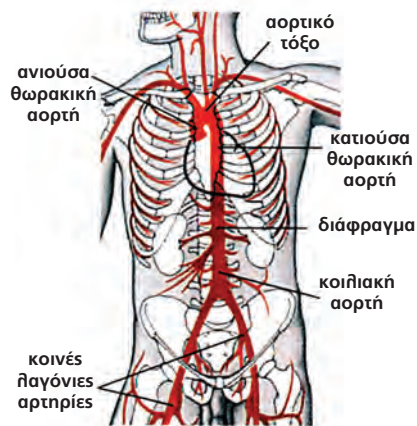
Είναι περισσότερες από τις αρτηρίες.

Έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα από τις αρτηρίες.

α. Η ανατομία των αρτηριών

Το μεγαλύτερο αγγείο του σώματος που περιέχει αρτηριακό αίμα είναι η αορτή. Η **αορτή** (Εικ. 3.8) ξεκινάει από την αριστερή κοιλία της καρδιάς και χωρίζεται σε δύο μεγάλα τμήματα: τη θωρακική και την κοιλιακή αορτή. Το όριο μεταξύ των δύο τμημάτων είναι το διάφραγμα. Επομένως, το τμήμα της αορτής που βρίσκεται πάνω από το διάφραγμα ονομάζεται θωρακική αορτή, ενώ το τμήμα της αορτής που βρίσκεται κάτω από το διάφραγμα ονομάζεται κοιλιακή αορτή.

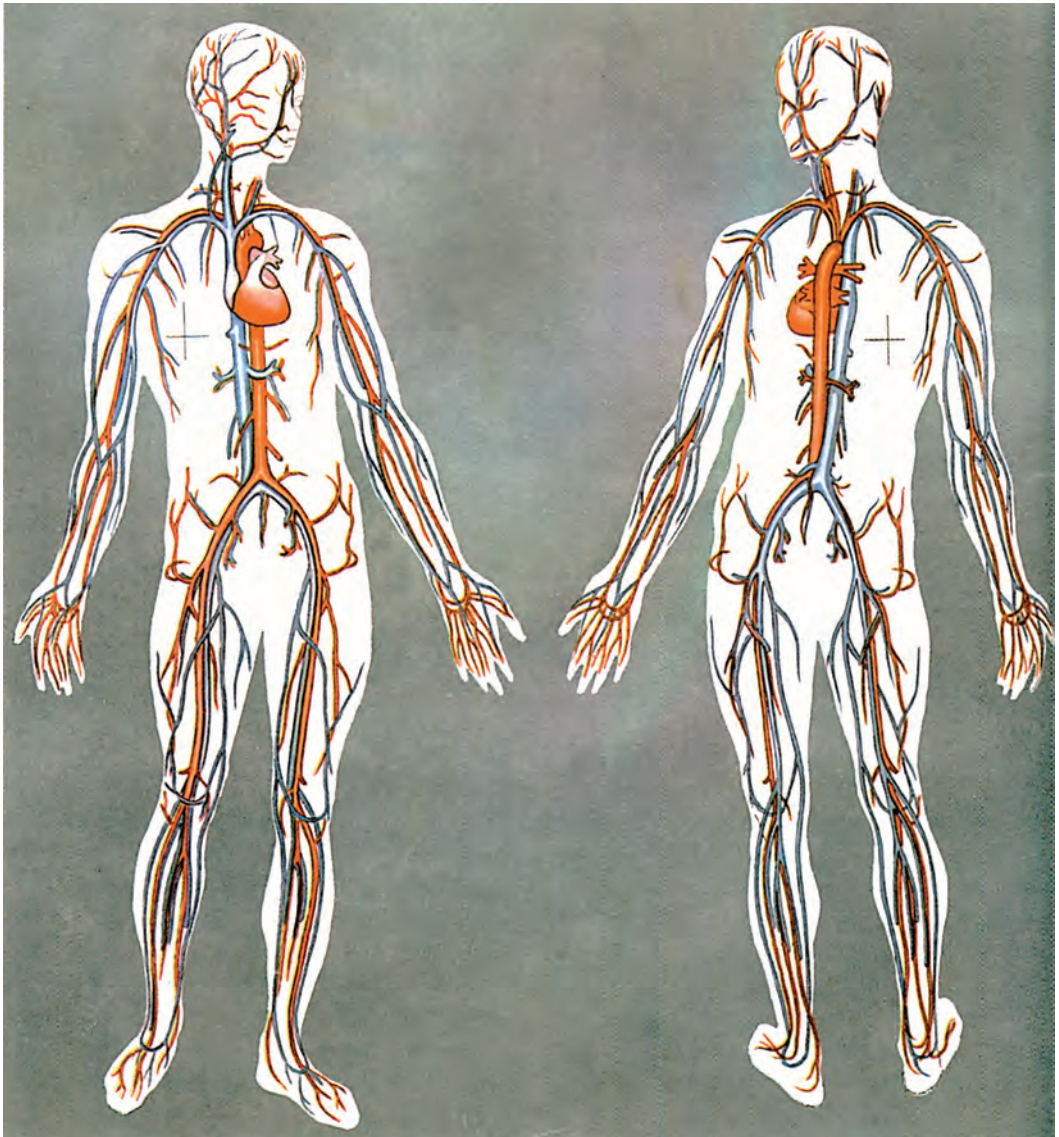
Εικόνα 3.8 Η αορτή.



Η θωρακική αορτή χωρίζεται σε τρία τμήματα. Το πρώτο τμήμα της θωρακικής αορτής φέρεται προς τα πάνω και ονομάζεται *ανιούσα αορτή*. Το δεύτερο τμήμα της θωρακικής αορτής κάμπτεται και σχηματίζει το αορτικό τόξο. Το τρίτο τμήμα της πορεύεται προς τα κάτω και ονομάζεται *κατιούσα αορτή*.

Όλες οι αρτηρίες του σώματος εκφύονται (δηλαδή ξεκινούν) από την αορτή, η οποία καθώς δίνει τους κλάδους της στενεύει όλο και περισσότερο, ενώ οι κύριοι κλάδοι της δίνουν και άλλους κλάδους, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται ένα αρτηριακό δίκτυο, το οποίο ονομάζεται **αρτηριακό δένδρο** (Εικ. 3.9).

Εικόνα 3.9 Το αρτηριακό δένδρο.



Όπως αναφέρθηκε στην περιγραφή της ανατομίας της καρδιάς, οι πρώτοι αρτηριακοί κλάδοι που εκφύονται από την αορτή, και συγκεκριμένα από το *αρχικό τμήμα της ανιούσας θωρακικής αορτής*, είναι οι στεφανιαίες αρτηρίες που τροφοδοτούν τα τοιχώματα της καρδιάς με αρτηριακό αίμα.

Στη συνέχεια, από το αορτικό τόξο εκφύονται τρεις σημαντικές αρτηρίες, οι οποίες από δεξιά προς τ' αριστερά είναι:

- α) η ανώνυμη αρτηρία,
- β) η αριστερή κοινή καρωτίδα και
- γ) η αριστερή υποκλείδια αρτηρία.

Οι αρτηρίες αυτές και οι κλάδοι τους τροφοδοτούν με αρτηριακό αίμα το κεφάλι, τον τράχηλο και τα χέρια.

Από την *κατιούσα θωρακική αορτή* εκφύονται οι εξής αρτηρίες:

- α) οι μεσοπλευρικές αρτηρίες, που πορεύονται παράλληλα με τις πλευρές και τροφοδοτούν το θωρακικό τοίχωμα,
- β) οι βρογχικές αρτηρίες για τους πνεύμονες,
- γ) οι οισοφαγικές αρτηρίες για τον οισοφάγο και
- δ) οι οπίσθιοι μεσοπνευμόνιοι κλάδοι για τα λεμφογάγγλια του οπίσθιου μεσοπνευμόνιου χώρου.

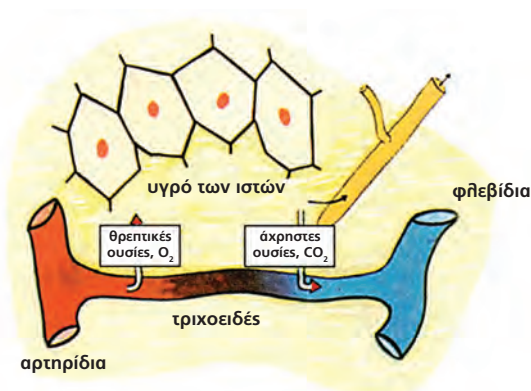
Από την *κοιλιακή αορτή* εκφύονται οι εξής αρτηρίες:

- α) η κάτω φρενική αρτηρία για το διάφραγμα,
- β) οι οσφυϊκές αρτηρίες για το κοιλιακό τοίχωμα,
- γ) οι δύο μέσες επινεφρίδιες αρτηρίες για τα δύο επινεφρίδια,
- δ) οι δύο νεφρικές αρτηρίες για τους νεφρούς,
- ε) οι δύο έσω σπερματικές αρτηρίες,
- στ) η κοιλιακή αρτηρία για το στομάχι, το δωδεκαδάκτυλο, το ήπαρ, το πάγκρεας και το σπλήνα,
- ζ) η άνω μεσεντέρια αρτηρία για τα κοιλιακά όργανα και
- η) η κάτω μεσεντέρια αρτηρία για το παχύ έντερο.

Αφού δώσει όλους αυτούς τους κύριους κλάδους, η κοιλιακή αορτή χωρίζεται σε δύο αρτηρίες που ονομάζονται **κοινές λαγόνιες αρτηρίες**, οι οποίες στη συνέχεια διχάζονται στις *έσω και έξω λαγόνιες αρτηρίες*. Όλοι αυτοί οι κύριοι κλάδοι χωρίζονται σε όλο και μικρότερες αρτηρίες, που φθάνουν μέχρι και το τελευταίο σημείο του ανθρώπινου σώματος.

β. Τα τριχοειδή αιμοφόρα αγγεία

Τα τριχοειδή αιμοφόρα αγγεία (Εικ. 3.10) συνδέουν τους τελικούς μικρούς κλάδους των αρτηριών (που ονομάζονται και *αρτηρίδια*) με τους αρχικούς μικρούς κλάδους των φλεβών (που ονομάζονται και *φλεβίδια*). Έχουν πολύ μεγάλη σημασία γιατί μέσω του τοιχώματός τους πραγματοποιείται η ανταλλαγή της ύλης. Αυτό συμβαίνει γιατί το τοίχωμα των τριχοειδών αγγείων είναι πάρα πολύ λεπτό, αφού αποτελείται μόνο από ένα λεπτό υμένα πάνω στον οποίο βρίσκεται μια σειρά ειδικών κυττάρων που ονομάζονται πηλακώδη κύτταρα



Εικόνα 3.10 Τα τριχοειδή αγγεία και η ανταλλαγή της ύλης.

και συνιστούν το ενδοθήλιο των τριχοειδών αγγείων. Επίσης τα τριχοειδή αγγεία βρίσκονται σε στενή επαφή με τα κύτταρα των ιστών. Μεταξύ των τριχοειδών και των κυττάρων υπάρχει μόνο το υγρό των ιστών. Έτσι, είναι δυνατή η μεταφορά οξυγόνου και θρεπτικών ουσιών από τα τριχοειδή προς τα κύτταρα, καθώς και η απομάκρυνση των άχρηστων προϊόντων της ανταλλαγής της ύλης από τα κύτταρα προς τα τριχοειδή αγγεία. Σε αντίθεση με τα τριχοειδή, οι αρτηρίες και οι φλέβες έχουν πολύ πιο παχιά τοιχώματα και επομένως το αίμα δε μπορεί να βγει έξω από αυτά τα αγγεία.

γ. Η ανατομία των φλεβών

Τα εκατοντάδες φλεβίδια που ξεκινούν από τα τριχοειδή αγγεία ενώνονται μεταξύ τους σε όλο και μεγαλύτερες φλέβες, οι οποίες πορεύονται περίπου παράλληλα με τις αρτηρίες και τελικά εκβάλλουν στις δύο μεγαλύτερες φλέβες του σώματος που είναι η άνω και η κάτω κοίλη φλέβα. Αυτές αδειάζουν το περιεχόμενό τους στο δεξιό κόλπο της καρδιάς.

δ. Η μεγάλη (συστηματική) και η μικρή (πνευμονική) κυκλοφορία

Το αίμα εξωθείται από την αριστερή κοιλία στην αορτή και από εκεί με τους αρτηριακούς κλάδους της που γίνονται όλο και μικρότεροι οδηγείται σε όλα τα όργανα και τους ιστούς του σώματος (Εικ. 3.11). Εκεί οι αρτηρίες αποσχίζονται σε τριχοειδή αγγεία και πραγματοποιείται η ανταλλαγή της ύλης. Τα τριχοειδή αγγεία από κάθε σημείο του σώματος ενώνονται σε μικρούς φλεβικούς κλάδους, οι οποίοι επίσης ενώνονται μεταξύ τους κατά ομάδες και έτσι σχηματίζονται οι μεγαλύτερες φλέβες. Αυτές εκβάλλουν τελικά στις δύο μεγαλύτερες φλέβες του οργανισμού, την άνω και την κάτω κοίλη φλέβα, οι οποίες εκβάλλουν στο δεξιό κόλπο της καρδιάς.

Από το δεξιό κόλπο το αίμα περνάει μέσω της τριγλώχινας βαλβίδας στη δεξιά κοιλία. Από τη δεξιά κοιλία το αίμα εξωθείται στην πνευμονική αρτηρία. Αυτή η «αρτηρία» έχει ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό: ενώ είναι αρτηρία, περιέχει το φλεβικό αίμα των κοίλων φλεβών που έχει περάσει από τις δεξιές καρδιακές κοιλότητες. Μέσω της πνευμονικής αρτηρίας, λοιπόν, το αίμα οδηγείται στους πνεύμονες. Εκεί διαιρείται σε μικρότερους κλάδους και τελικά αποσχίζεται στα πνευμονικά τριχοειδή, τα οποία επίσης έχουν μια ιδιαιτερότητα: σ' αυτά δεν πραγματοποιείται η ανταλλαγή της ύλης με την έννοια που γίνεται στα υπόλοιπα όργανα του σώματος, αλλήλ το φλεβικό αίμα «καθαρίζεται», και συγκεκριμένα εμπλουτίζεται μέσω της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης με οξυγόνο, ενώ απαηλλάσσεται από το διοξείδιο του άνθρακα που περισσεύει. Τα πνευμονικά τριχοειδή ενώνονται σε πνευμονικές φλέβες, οι οποίες, όπως είναι αναμενόμενο και σε αντίθεση με όλες τις άλλες φλέβες του οργανισμού, δεν περιέχουν φλεβικό, αλλήλ αρτηριακό οξυγονωμένο από τους πνεύμονες αίμα. Οι πνευμονικές φλέβες εκβάλλουν τελικά στον αριστερό κόλπο της καρδιάς. Το αίμα του αριστερού κόλπου μεταφέρεται μέσω της μιτροειδούς βαλβίδας στην αριστερή κοιλία, από την οποία καθαρό πλέον εξωθείται προς την αορτή, και έτσι η κυκλική πορεία του αίματος αρχίζει από την αρχή.

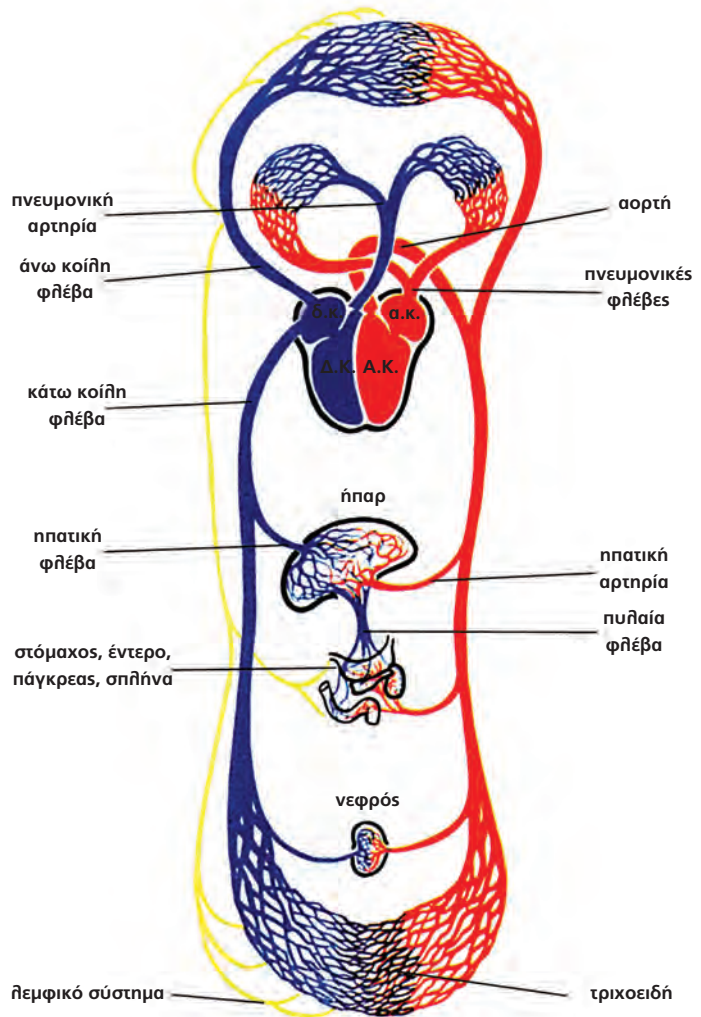
Η κυκλοφορία του αίματος από την αριστερή κοιλία και την αορτή μέχρι τις κοίλες φλέβες και το δεξιό κόλπο ονομάζεται μεγάλη ή συστηματική κυκλοφορία και μπορούμε να τη συνοψίσουμε με τον ακόλουθο τρόπο:

Μεγάλη κυκλοφορία: αριστερή κοιλία - αορτή - αρτηρίες - τριχοειδή - φλέβες - άνω και κάτω κοίλη φλέβα - δεξιός κόλπος.

Η κυκλοφορία του αίματος από τη δεξιά κοιλία και την πνευμονική αρτηρία μέχρι τις πνευμονικές φλέβες και τον αριστερό κόλπο ονομάζεται μικρή ή πνευμονική κυκλοφορία και μπορούμε να την συνοψίσουμε ως εξής:

Μικρή κυκλοφορία: δεξιά κοιλία - πνευμονική αρτηρία - πνευμονικά τριχοειδή - πνευμονικές φλέβες - αριστερός κόλπος.

Επομένως, το αρτηριακό αίμα φεύγει από την καρδιά μέσω της αορτής, αποδίδει το οξυγόνο και τα θρεπτικά συστατικά που περιέχει σε ολόκληρο τον οργανισμό και παραλαμβάνει το διοξείδιο του άνθρακα και τις υπόλοιπες άχρηστες ουσίες της ανταλλαγής της ύλης από αυτόν, οπότε μετατρέπεται σε φλεβικό αίμα. Το φλεβικό αίμα επιστρέφει στην καρδιά, απ' όπου οδηγείται στους πνεύμονες, στους οποίους καθαρίζεται και μετατρέπεται πάλι σε αρτηριακό. Το αρτηριακό αυτό αίμα επιστρέφει στην καρδιά και ο κύκλος αρχίζει και πάλι.

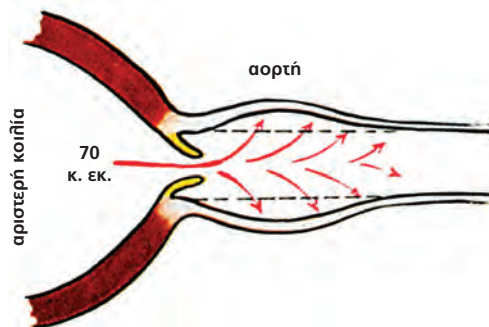


Εικόνα 3.11 Η μεγάλη και η μικρή κυκλοφορία.

IV. Η λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος

α. Ο σφυγμός

Σε κάθε συστολή της αριστερής κοιλίας εξωθείται ποσότητα αίματος προς την αορτή, η οποία όμως είναι ήδη γεμάτη με αίμα. Για να χωρέσει λοιπόν το επιπλέον αίμα στην αορτή, το τοίχωμά της που είναι ελαστικό διατείνεται, ώστε να δημιουργηθεί ο κατάλληλος χώρος γι' αυτό (Εικ. 3.12). Στη συνέχεια, το αρχικό τμήμα του αορτικού τοιχώματος επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση, αλλά διατείνονται τα τμήματα αυτού που βρίσκονται παρακάτω, καθώς το αίμα προχωράει προς τα κάτω.



Εικόνα 3.12 Ο σφυγμός.

Έτσι δημιουργείται ένα κύμα, το οποίο μεταδίδεται σ' όλο το μήκος του ελαστικού τοιχώματος των αρτηριών· η αρχική δηλαδή διεύρυνση της αορτής «προχωράει» κατά μήκος όλου του αρτηριακού δένδρου, σύμφωνα με την ροή του αίματος. Το κύμα αυτό ονομάζεται **σφυγμός**. Η κυματοειδής κίνηση όμως του ελαστικού τοιχώματος των αρτηριών προχωράει με γρηγορότερο ρυθμό από την ταχύτητα του αίματος μέσα στα αγγεία. Συγκεκριμένα, ο σφυγμός προχωράει με ταχύτητα 7 μέτρα το δευτερόλεπτο περίπου, ενώ το αίμα προχωράει με ταχύτητα 30 εκατοστά το δευτερόλεπτο περίπου.

Κάθε σφυγμός αντιστοιχεί σ' έναν καρδιακό παλμό. Κατά μέσο όρο έχουμε 70 καρδιακούς παλμούς το λεπτό, επομένως και 70 σφυγμούς το λεπτό. Σφυγμό



Εικόνα 3.13 Η ψηλάφηση του σφυγμού.

έχουν μόνο οι αρτηρίες, κατά μήκος των οποίων μπορούμε να τον ψηλαφήσουμε, δηλαδή να τον αισθανθούμε με την άκρη των δακτύλων μας στις αρτηρίες που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του σώματος. Η θέση που συχνότερα χρησιμοποιείται για τη ψηλάφηση του σφυγμού είναι η εσωτερική επιφάνεια του καρπού προς την πλευρά του αντίχειρα, απ' όπου περνάει η **κερκιδική αρτηρία** (Εικ. 3.13).

β. Η πίεση του αίματος

Τα αίμα που βρίσκεται μέσα στις αρτηρίες πιέζει το τοίχωμά τους. Αυτή την πίεση, που ονομάζεται αρτηριακή πίεση, μπορούμε να την μετρήσουμε με το γνωστό σε όλους **πιεσόμετρο**, ή πιο σωστά, το **σφυγμομανόμετρο**.

Το σφυγμομανόμετρο αποτελείται βασικά από έναν αεροθάλαμο και ένα μετρητή. Τον αεροθάλαμο, που τοποθετείται στο βραχίονα (δηλαδή στο μπράτσο), τον φουσκώνουμε με αέρα μέχρι η πίεση μέσα σ' αυτόν να υπερβεί την αρτηριακή πίεση. Τότε, η βραχιόνια αρτηρία που βρίσκεται από κάτω, συμπιέζεται τόσο πολύ, ώστε για μερικά δευτερόλεπτα να σταματάει το αίμα να περνάει από αυτήν και επομένως να μη φθάνει στις αρτηρίες που βρίσκονται περιφερικότερα από την βραχιόνια αρτηρία και άρα να μην φθάνει ούτε στην κερκιδική αρτηρία όπου ψηλαφούμε το σφυγμό. Στη συνέχεια ξεφουσκώνουμε πολύ αργά τον αεροθάλαμο, ενώ έχουμε τοποθετήσει το δείκτη και το μεσαίο δάκτυλο στη θέση ψηλάφησης του σφυγμού της κερκιδικής αρτηρίας. Τη στιγμή που η πίεση του αεροθαλάμου γίνει ελάχιστα μικρότερη από την πίεση της βραχιόνιας αρτηρίας, το αίμα θα κυλήσει με δύναμη μέσα σ' αυτήν και θα περάσει μέχρι την κερκιδική αρτηρία, οπότε θα αισθανθούμε το σφυγμό. Η ένδειξη στο μετρητή εκείνη τη στιγμή ισούται περίπου με την αρτηριακή πίεση. Αυτός είναι ένας απλός τρόπος με τον οποίο μπορεί να μετρήσει κανείς την αρτηριακή πίεση.



Εικόνα 3.14 Η λήψη της αρτηριακής πίεσης.

Έτσι, όμως, μπορεί να μετρηθεί μόνο η συστολική αρτηριακή πίεση (ή «μεγάλη» όπως συχνά αποκαλείται). Στην πραγματικότητα υπάρχει μια συνεχής διακύμανση της πίεσης μέσα στις αρτηρίες, το υψηλότερο όριο της οποίας είναι η συστολική πίεση που προαναφέρθηκε, ενώ το χαμηλότερο όριο αυτής είναι η διαστολική αρτηριακή πίεση (η επανομαζόμενη «μικρή» πίεση). Αυτή μπορεί να τη μετρήσει κανείς μόνο εάν τοποθετήσει ένα στηθοσκόπιο (δηλαδή «ακουστικό»), κάτω από τον αεροθάλαμο, στο ύψος της βραχιόνιας αρτηρίας (Εικ. 3.14).

V. Το λεμφικό σύστημα

Τα κύτταρα του οργανισμού περιβάλλονται από ένα θρεπτικό υγρό που λέγεται υγρό των ιστών. Από το υγρό αυτό τα κύτταρα αντλούν χρήσιμες ουσίες για τη θρέψη τους και σ' αυτό αποβάλλονται οι άχρηστες ουσίες από την ανταλλαγή της ύλης που πραγματοποιείται μέσα σ' αυτά. Επομένως, το υγρό των ιστών είναι πολύ σημαντικό για την ανταλλαγή της ύλης.

Το υγρό των ιστών προέρχεται από τα τριχοειδή αιμοφόρα αγγεία που βρίσκονται σε όλους τους ιστούς του σώματος. Σε κάθε τριχοειδές αγγείο διακρίνουμε την *αρτηριακή μοίρα* και τη *φλεβική μοίρα*. Από την αρτηριακή μοίρα βγαίνουν θρεπτικές ουσίες και οξυγόνο. Στη φλεβική μοίρα μπαίνει υγρό των ιστών μαζί με άχρηστες ουσίες και διοξείδιο του άνθρακα. Όλα αυτά τα προϊόντα παράγονται κατά την ανταλλαγή της ύλης στα κύτταρα.

Το υγρό των ιστών που περισσεύει και που δε μπορεί να απομακρυνθεί από τη φλεβική μοίρα των τριχοειδών απομακρύνεται με ειδικά αγγεία που λέγονται λεμφικά τριχοειδή αγγεία. Το υγρό των λεμφικών τριχοειδών αγγείων ονομάζεται λέμφος. Επομένως θα μπορούσαμε να πούμε ότι *η λέμφος είναι το υγρό των ιστών με τις άχρηστες ουσίες που αποβάλλουν τα κύτταρα, το οποίο περισσεύει και απομακρύνεται από τα λεμφικά τριχοειδή αγγεία*. Η λέμφος αποτελείται κυρίως από πλάσμα, μέσα στο οποίο αιωρούνται και λεμφοκύτταρα (που είναι μια από τις διάφορες μορφές λευκών αιμοσφαιρίων). Πολλά λεμφικά τριχοειδή αγγεία ενώνονται σε ολόένα και μεγαλύτερα αγγεία που στο τέλος καταλήγουν στον *αριστερό ή μείζονα θωρακικό πόρο* και στο *δεξιό ή ελάσσονα θωρακικό πόρο*. Οι πόροι αυτοί εκβάλλουν σε μεγάλες φλέβες που βρίσκονται στη βάση του τραχήλου, στις οποίες και παροχετεύεται η λέμφος. Επομένως η λέμφος ενώνεται τελικά με το φλεβικό αίμα.

Η λέμφος που προέρχεται από το λεπτό έντερο και που ιδίως όταν γίνεται η πέψη είναι πλούσια σε σταγονίδια από λίπος λέγεται *χυλός*. Τα λεμφικά αγγεία που μεταφέρουν το χυλό έχουν ειδική ονομασία: λέγονται *χυλοφόρα αγγεία*.

Εκτός από τη συμβολή της λέμφου στην ανταλλαγή της ύλης, αυτή έχει και προστατευτικό ρόλο. Κάθε λεμφικό αγγείο περνάει από ένα τουλάχιστο λεμφογάγγλιο, το οποίο αποτελείται από ειδικά «καθαριστικά» κύτταρα. Έτσι, η λέμφος καθαρίζεται στα λεμφογάγγλια, καθώς εκεί εξοντώνονται διάφορα μικρόβια, ξένα σώματα. Εκτός αυτού, τα λεμφογάγγλια παράγουν λεμφοκύτταρα, τα οποία είναι χρήσιμα για την άμυνα του οργανισμού και διοχετεύονται στη λέμφο.

Περίληψη

Η κύρια αποστολή του καρδιαγγειακού συστήματος, το οποίο αποτελείται από την καρδιά και τα αγγεία, είναι η προώθηση του αίματος προς όλα τα κύτταρα του οργανισμού. Η **καρδιά** βρίσκεται στη θωρακική κοιλότητα και έχει σχήμα τρίπλευρης πυραμίδας με την κορυφή προς τα κάτω και τη βάση προς τα πάνω, από την οποία ξεκινούν οι **μεγάλες αρτηρίες** (*αορτή και πνευμονική αρτηρία*) και στην οποία επιστρέφουν οι **μεγάλες φλέβες** (*άνω και κάτω κοίλη φλέβα*), καθώς και οι **πνευμονικές φλέβες**.

Τα **τοιχώματα της καρδιάς** αποτελούνται από τρία στρώματα: το ενδοκάρδιο εσωτερικά, το μυοκάρδιο στη μέση και το επικάρδιο εξωτερικά. Το μυοκάρδιο αποτελείται από ειδικές γραμμωτές μυϊκές ίνες, οι οποίες όμως δεν ελέγχονται από τη βούλησή μας. Εξωτερικά η καρδιά περιβάλλεται από το **περικάρδιο**, το οποίο έχει δύο πέταλα: το *ορογόνο πέταλο* εσωτερικά και το *ινώδες πέταλο* εξωτερικά. Η τροφοδοσία του μυοκαρδίου με οξυγόνο γίνεται από τις στεφανιαίες αρτηρίες που εκφύονται από την αρχή της αορτής.

Η καρδιά χωρίζεται σε τέσσερις κοιλότητες: τους **δύο κόλπους** και τις **δύο κοιλίες**. Οι κόλποι χωρίζονται μεταξύ τους με το **μεσοκοιλιακό διάφραγμα**, ενώ οι κοιλίες χωρίζονται μεταξύ τους με το **μεσοκοιλιακό διάφραγμα**. Κάθε κόλπος επικοινωνεί με την ομόπλευρη κοιλία με ένα κοίποκοιλιακό στόμιο, στο οποίο υπάρχει μια κοίποκοιλιακή βαλβίδα. Η αριστερή κοίποκοιλιακή βαλβίδα ονομάζεται **μιτροειδής**, ενώ η δεξιά κοίποκοιλιακή βαλβίδα ονομάζεται **τριγλώχινα**. Επίσης, κάθε κοιλία επικοινωνεί με μια μεγάλη αρτηρία μέσω μιας μηννοειδούς βαλβίδας. Η αριστερή κοιλία επικοινωνεί με την αορτή μέσω της **αορτικής βαλβίδας**, ενώ η δεξιά κοιλία επικοινωνεί με την πνευμονική αρτηρία μέσω της **πνευμονικής βαλβίδας**. Όλες οι βαλβίδες επιτρέπουν τη ροή του αίματος προς μια κατεύθυνση μόνο.

Η καρδιά συσπάται 70 φορές το λεπτό. Πρώτα συστέλλονται οι κόλποι (**συστολή των κόλπων**), οπότε ανοίγουν οι κοίποκοιλιακές βαλβίδες και το αίμα ρέει από τους κόλπους στις κοιλίες. Στη συνέχεια συσπώνται οι κοιλίες (**συστολή των κοιλιών**). Τότε οι κοίποκοιλιακές βαλβίδες είναι κλειστές και το αίμα των κοιλιών δε μπορεί να γυρίσει πίσω. Κατά τη διάρκεια της συστολής των κοιλιών η πίεση μέσα σε αυτές αυξάνεται και οι μηννοειδείς βαλβίδες αναγκάζονται ν' ανοίξουν, ώστε το αίμα να προωθηθεί από τις κοιλίες στις μεγάλες αρτηρίες. Τέλος οι κοιλίες διαστέλλονται (**διαστολή των κοιλιών**) και γεμίζουν πάλι με αίμα, ώστε ο καρδιακός κύκλος ν' αρχίσει και πάλι από την αρχή. Η σύγκληση των βαλβίδων παράγει τους **καρδιακούς τόνους**, οι οποίοι ακούγονται με το **στηθοσκόπιο** από το γιατρό. Σε κάθε κοιλιακή συστολή εξωθούνται περίπου 70 κυβικά εκατοστά αίματος από την αριστερή κοιλία προς την αορτή. Κάθε λεπτό πραγματοποιούνται 70 συστολές και επομένως ο **κατά λεπτόν όγκος αίματος** ισούται με 4.900 κυβικά εκατοστά αρτηριακού αίματος.

Η καρδιακή λειτουργία ρυθμίζεται με δύο τρόπους: με την ενδογενή αυτορρύθμισή της και με τον αντανakλαστικό έλεγχο της καρδιακής συχνότητας και της έντασης της καρδιακής συστολής από το αυτόνομο νευρικό σύστημα. Η ενδογενής αυτορρύθμιση βασίζεται στο νόμο Frank-Starling, σύμφωνα με τον οποίο, όσο περισσότερο φλεβικό αίμα επιστρέφει στην καρδιά από τους ιστούς τόσο περισσότερο διατείνεται το μυοκάρδιο της αριστερής κοιλίας για να το χωρέσει,

και όσο περισσότερο διατείνεται το μυοκάρδιο στη διαστολή, τόσο πιο ισχυρή είναι η ένταση της συστολής του, οπότε αυξάνεται αντίστοιχα και η ποσότητα του αρτηριακού αίματος που εξωθείται προς την περιφέρεια.

Ο αντανακλαστικός έλεγχος από το αυτόνομο νευρικό σύστημα έχει δύο αντίθετα σκέλη· η διέγερση του παρασυμπαθητικού συστήματος προκαλεί ελάττωση της καρδιακής συχνότητας και ελάττωση της έντασης της συστολής του μυοκαρδίου, ενώ η διέγερση του συμπαθητικού συστήματος προκαλεί αύξηση της καρδιακής συχνότητας και αύξηση της έντασης της συστολής του μυοκαρδίου.

Η συστολή της καρδιάς πυροδοτείται από μια ηλεκτρική διέγερση, η οποία παράγεται και μεταδίδεται στο μυοκάρδιο από ειδικά κύτταρα της καρδιάς που αποτελούν το **ερεθισματοαγωγό της σύστημα**. Το ερεθισματοαγωγό σύστημα αποτελείται από το *φλεβόκομβο* (ο οποίος κανονικά είναι ο βηματοδότης της καρδιάς), τις *διακομβικές οδούς*, τον *κοιλιοκοιλιακό κόμβο*, το *κοιλιοκοιλιακό δεμάτιο* (δεμάτιο του His) και το *αριστερό και δεξιό σκέλος του δεματίου του His*. Η ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς μπορεί να καταγραφεί σε χαρτί (**ηλεκτροκαρδιογράφημα**) με τον **ηλεκτροκαρδιογράφο**. Το φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτελείται από το έπαρμα P και το σύμπλεγμα QRS, τα οποία αντιπροσωπεύουν την εκπόλωση των κόλπων και των κοιλιών αντίστοιχα, καθώς και από το έπαρμα T, το οποίο αντιπροσωπεύει την επαναπόλωση των κοιλιών.

Τα **αγγεία** διακρίνονται σε *αρτηρίες* και σε *φλέβες*. Η μεγαλύτερη αρτηρία είναι η **αορτή**, η οποία ξεκινάει από την αριστερή κοιλία της καρδιάς και χωρίζεται σε *θωρακική* και *κοιλιακή αορτή*. Η θωρακική αορτή διακρίνεται σε *ανιούσα αορτή* (από την οποία εκφύονται οι στεφανιαίες αρτηρίες), σε *αορτικό τόξο* (από το οποίο εκφύονται η ανώνυμη αρτηρία, η αριστερή κοινή καρωτίδα και η αριστερή υποκλείδια αρτηρία) και σε *κατιούσα αορτή*, από την οποία εκφύονται οι μεσοπλευρίες, οι βρογχικές και οι οισοφαγικές αρτηρίες καθώς και οι οπίσθιοι μεσοπνευμόνιοι κλάδοι. Από την κοιλιακή αορτή εκφύονται η κάτω φρενική αρτηρία, οι οσφυϊκές αρτηρίες, οι δύο μέσες επινεφρίδες αρτηρίες, οι δύο νεφρικές αρτηρίες, οι δύο έσω σπερματικές αρτηρίες, η κοιλιακή αρτηρία και η άνω και κάτω μεσεντέρια αρτηρία. Τέλος η κοιλιακή αορτή διχάζεται στις δύο κοινές λαγόνιες αρτηρίες. Όλοι αυτοί οι κύριοι αρτηριακοί κλάδοι χωρίζονται σε όλο και μικρότερες αρτηρίες, οι οποίες φθάνουν μέχρι το τελευταίο σημείο του ανθρώπινου σώματος συναποτελώντας το **αρτηριακό δένδρο**.

Τα **τριχοειδή αιμοφόρα αγγεία** συνδέουν τα αρτηρίδια με τα φλεβίδια και αποτελούνται από πολύ λεπτό τοίχωμα (λεπτός υμένας και ενδοθήλιο), το οποίο βρίσκεται σε επαφή με τα κύτταρα των ιστών. Έτσι είναι δυνατή η ανταλλαγή της ύλης μεταξύ τους, δηλαδή η μεταφορά οξυγόνου και θρεπτικών ουσιών από τα τριχοειδή προς τα κύτταρα και η απομάκρυνση των άχρηστων προϊόντων από τα κύτταρα προς τα τριχοειδή αγγεία. Τα φλεβίδια που ξεκινούν από τα τριχοειδή ενώνονται μεταξύ τους σε όλο και μεγαλύτερες φλέβες, οι οποίες πορεύονται περίπου παράλληλα με τις αρτηρίες και τελικά εκβάλλουν στην **άνω** και στην **κάτω κοίλη φλέβα**.

Η κυκλοφορία του αίματος από την αριστερή κοιλία προς την αορτή, τις αρτηρίες του σώματος, τα τριχοειδή αγγεία, και την άνω και κάτω κοίλη φλέβα που εκβάλλουν στο δεξιό κόλπο αποτελεί τη **μεγάλη ή συστηματική κυκλοφορία**. Στη συνέχεια από το δεξιό κόλπο το φλεβικό αίμα περνάει στη δεξιά κοιλία και από εκεί μέσω της πνευμονικής αρτηρίας οδηγείται στους πνεύμονες όπου πραγμα-

τοποιείται η οξυγόνωσή του. Το οξυγονωμένο αρτηριακό αίμα επιστρέφει μέσω των πνευμονικών φλεβών στον αριστερό κόλπο και από εκεί στην αριστερή κοιλία, ώστε να προωθηθεί και πάλι στη συστηματική κυκλοφορία. Η κυκλοφορία του αίματος από τη δεξιά κοιλία στην πνευμονική αρτηρία, στους πνεύμονες, στις πνευμονικές φλέβες και στον αριστερό κόλπο ονομάζεται **μικρή ή πνευμονική κυκλοφορία**.

Ο **σφυγμός** αντιστοιχεί στην κυματοειδή κίνηση του ελαστικού τοιχώματος των αρτηριών και μπορούμε να τον ψηλαφήσουμε σε επιφανειακές αρτηρίες, όπως είναι η κερκιδική αρτηρία στον καρπό. Η **αρτηριακή πίεση** μπορεί να μετρηθεί με το σφυγμομανόμετρο και διακρίνεται σε συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση.

Εκτός από τις αρτηρίες και τις φλέβες, υπάρχει και το **δίκτυο των λεμφαγγείων**, τα οποία ξεκινούν από τη φλεβική μοίρα των τριχοειδών, απ' όπου παραλαμβάνουν το υγρό των ιστών που δε μπορεί ν' απομακρυνθεί με τα φλεβικά τριχοειδή και το οποίο ονομάζεται **λήμφος**. Αυτά τα λεμφικά τριχοειδή αγγεία ενώνονται σε μεγαλύτερους κλάδους, οι οποίοι περνούν από τα **λεμφογάγγλια**, όπου η λήμφος καθαρίζεται από τυχόν μικρόβια, και τελικά ενώνονται στον **αριστερό ή μείζονα και στο δεξιό ή ελάσσονα θωρακικό πόρο**, οι οποίοι εκβάλλουν στις μεγάλες φλέβες του τραχήλου.

Ερωτήσεις

1. Από τι αποτελείται το καρδιαγγειακό σύστημα και ποια είναι η κύρια αποστολή του;
2. Πού βρίσκεται η καρδιά, ποιο είναι περίπου το μέγεθός της και με τι μοιάζει το σχήμα της;
3. Ποια αγγεία βρίσκονται στη βάση της καρδιάς;
4. Ποιες είναι οι κοιλότητες της καρδιάς και πώς χωρίζονται μεταξύ τους;
5. Ποιες είναι οι βαλβίδες της καρδιάς, ποια είναι η λειτουργία τους και πού βρίσκονται;
6. Τι γνωρίζετε για το περίβλημα της καρδιάς;
7. Από ποιους χιτώνες αποτελούνται τα καρδιακά τοιχώματα;
8. Ποια είναι η ιδιαιτερότητα του μυοκαρδίου;
9. Ποιες είναι οι αρτηρίες που τροφοδοτούν το μυοκάρδιο με αρτηριακό αίμα;
10. Περιγράψτε έναν καρδιακό κύκλο.
11. Τι είναι οι καρδιακοί τόνοι και πώς μπορούμε να τους ακούσουμε;
12. Τι είναι ο κατά λεπτόν όγκος αίματος και σε πόσα κυβικά εκατοστά αντιστοιχεί σ' έναν φυσιολογικό άνθρωπο;
13. Με ποιους τρόπους ρυθμίζεται η καρδιακή λειτουργία;
14. Ποιος είναι ο νόμος Frank-Starling;
15. Πώς επιδρά το παρασυμπαθητικό και πώς το συμπαθητικό σύστημα στην καρδιακή λειτουργία;
16. Τι είναι το ερεθισματογωγό σύστημα και ποια η λειτουργία του;
17. Από ποια μέρη αποτελείται το ερεθισματογωγό σύστημα της καρδιάς;
18. Ποιος είναι ο βηματοδότης της καρδιάς;
19. Τι είναι ο τεχνητός βηματοδότης;
20. Τι είναι το ηλεκτροκαρδιογράφημα;
21. Ποια είναι τα επάρματα ενός φυσιολογικού ηλεκτροκαρδιογραφήματος;

22. Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ αρτηριών και φλεβών;
23. Τι είναι το αρτηριακό δένδρο;
24. Ποιο είναι το μεγαλύτερο αγγείο του σώματος που φέρει αρτηριακό αίμα;
25. Από πού ξεκινάει η αορτή και ποια είναι τα μέρη στα οποία χωρίζεται;
26. Τι είναι τα τριχοειδή αιμοφόρα αγγεία, από τι αποτελείται το τοίχωμά τους και ποια είναι η σημασία τους;
27. Ποιες είναι οι μεγαλύτερες φλέβες του σώματος και πού εκβάλλουν;
28. Ποια είναι η συστηματική και ποια η πνευμονική κυκλοφορία;
29. Ποια είναι η ιδιαιτερότητα της πνευμονικής αρτηρίας και των πνευμονικών φλεβών;
30. Πώς δημιουργείται ο σφυγμός; Πού μπορούμε να τον ψηλαφήσουμε;
31. Τι είναι η αρτηριακή πίεση και πώς μπορούμε να την μετρήσουμε;
32. Από πού ξεκινούν τα λεμφικά τριχοειδή αγγεία και τι περιέχουν;
33. Σε ποιους πόρους ενώνεται το δίκτυο των λεμφαγγείων και πού εκβάλλουν αυτοί;
34. Τι είναι τα λεμφογάγγλια και ποια η σημασία τους;

4

κεφάλαιο

το αναπνευστικό σύστημα

- I. Η ανατομία του αναπνευστικού συστήματος
- II. Η φυσιολογία της αναπνοής

Το αναπνευστικό σύστημα

I. Η ανατομία του αναπνευστικού συστήματος

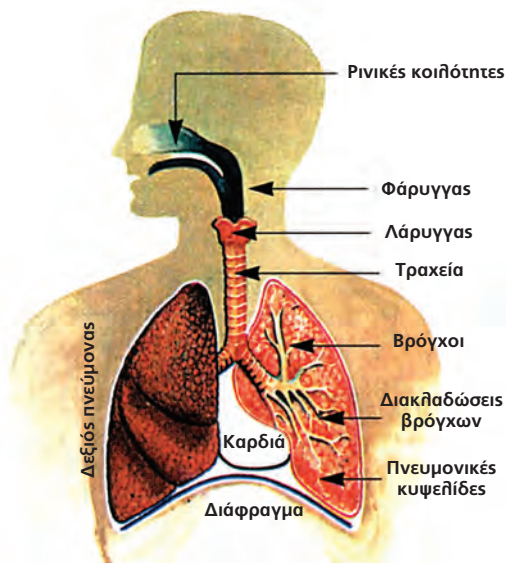
Σκοπός της ύπαρξης του αναπνευστικού συστήματος είναι η λειτουργία της αναπνοής (πνευμονική αναπνοή), δηλαδή η πρόσληψη οξυγόνου και η αποβολή διοξειδίου του άνθρακα από τον οργανισμό, η οποία αποκαλείται επίσης «ανταλλαγή αερίων».

Παράλληλα με την πνευμονική αναπνοή, υπάρχει και η «αναπνοή των ιστών», δηλαδή η χρησιμοποίηση του οξυγόνου που φθάνει σ' αυτούς μέσω του αίματος και η αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από αυτούς. Η λειτουργία αυτή πραγματοποιείται μέσα σε κάθε κύτταρο του ανθρώπινου οργανισμού.

Το αναπνευστικό σύστημα (Εικ. 4.1) αποτελείται από:

- α) τη μύτη,
- β) το φάρυγγα,
- γ) το λάρυγγα,
- δ) την τραχεία,
- ε) τους βρόγχους και
- στ) τους πνεύμονες.

Η μύτη, ο φάρυγγας, ο λάρυγγας, η τραχεία και οι βρόγχοι είναι οι **αεραγωγοί**, δηλαδή οι «σωλήνες» μέσα από τους οποίους μεταφέρεται ο αέρας που αναπνέουμε μέχρι τους πνεύμονες. Οι αεραγωγοί αντιστοιχούν στα **κοίλα τμήματα** του αναπνευστικού συστήματος, ενώ οι πνεύμονες αποτελούν τα **συμπαγή τμήματα** του τελευταίου, στα οποία πραγματοποιείται η ανταλλαγή των αερίων.



Εικόνα 4.1 Το αναπνευστικό σύστημα.

α. Η μύτη

Η ανατομία και η λειτουργία της μύτης περιγράφονται στο κεφάλαιο των αισθητηρίων οργάνων.

β. Ο φάρυγγας

Ο φάρυγγας συνδέει τη μύτη με το λάρυγγα και έχει μήκος 14 εκατοστών περίπου. Εκτός από τη δίοδο του ατμοσφαιρικού αέρα προς τους πνεύμονες, χρησιμεύει και για τη δίοδο των τροφών κατά την κατάποση. Ο φάρυγγας χωρίζεται σε τρία μέρη:

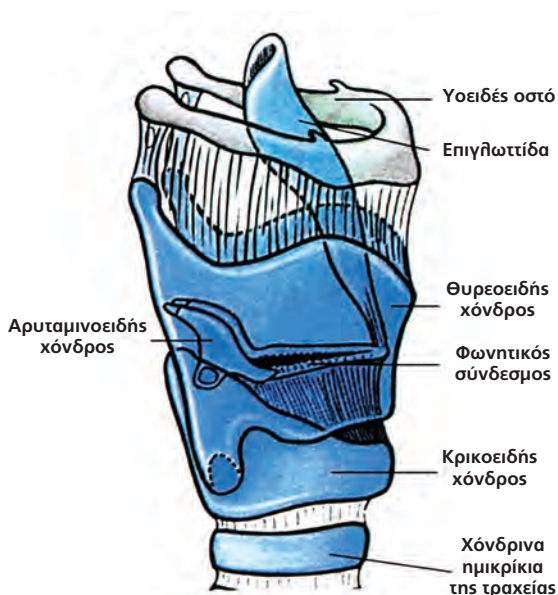
- α) το **ρινοφάρυγγα** που επικοινωνεί με τις δύο ρινικές κοιλότητες,
- β) το **στοματοφάρυγγα** που βρίσκεται πίσω από τη στοματική κοιλότητα και
- γ) τη **λάρυγγική μοίρα του φάρυγγα** που επικοινωνεί με το λάρυγγα.

γ. Ο λάρυγγας

Ο λάρυγγας συνδέει το φάρυγγα με την τραχεία και έχει μήκος 7 εκατοστών στους άνδρες και 5 εκατοστών στις γυναίκες. Βρίσκεται στο λαιμό μπροστά από τον οισοφάγο και το τοίχωμά του αποτελείται από μύες και **εννέα χόνδρους**.

- Οι χόνδροι του λάρυγγα είναι (Εικ. 4.2α):
- α) ο **θυρεοειδής**,
- β) ο **κρικοειδής**,
- γ) οι **δύο αρυταινοειδείς**,
- δ) η **επιγλωττίδα**,
- ε) οι **δύο κερατοειδείς** και
- στ) οι **δύο σφηνοειδείς**.

Ο **θυρεοειδής** είναι ο μεγαλύτερος χόνδρος του λάρυγγα και βρίσκεται προς τα μπρος. Στο κέντρο του σχηματίζεται ένα εξόγκωμα, το οποίο φαίνεται εξωτερικά στο λαιμό, ιδιαίτερα στους άνδρες, και ονομάζεται «**μήλο του Αδάμ**». Ο **κρικοειδής** χόνδρος βρίσκεται προς τα κάτω και οι δύο **αρυταινοειδείς** βρίσκονται στα πλάγια, δεξιά και αριστερά. Η **επιγλωττίδα** βρίσκεται μπροστά από το άνω στόμιο του λάρυγγα, ώστε να μπορεί να το αποφράσει κατά τη διάρκεια της κατάποσης.



Εικόνα 4.2α Χόνδροι του λάρυγγα.

Στην πραγματικότητα, όταν καταπίνουμε, η επιγλωττίδα παραμένει ακίνητη, ενώ το στόμιο του λάρυγγα κλείνει καθώς αυτός κινείται προς τα πάνω. Έτσι η τροφή που καταπίνουμε δεν εισέρχεται στις αναπνευστικές οδούς, αλλά στον οισοφάγο. Μόλις ολοκληρωθεί η κατάποση, η επιγλωττίδα ανυψώνεται αμέσως, έτσι ώστε ο λάρυγγας να μπορέσει να αφήσει τον αέρα να περάσει και πάλι. Πραγματικά, όταν αναπνέουμε δε μπορούμε να καταπιούμε και όταν καταπίνουμε δε μπορούμε να αναπνεύσουμε.

Εκτός από τη δίοδο του αέρα του περιβάλλοντος προς τους πνεύμονες, ο λάρυγγας χρησιμεύει και για την παραγωγή της φωνής, που ονομάζεται και «φώνηση». Η **φώνηση** παράγεται όταν πάλλονται οι **φωνητικές χορδές**, οι οποίες συνίστανται από δύο πτυχές τεντωμένες μεταξύ του θυρεοειδούς και ενός αρυταινοειδούς χόνδρου. (Εικ. 4.2β).

A: ανοιχτές

B: κλειστές



Εικόνα 4.2β Οι φωνητικές χορδές.

Ο αέρας που βγαίνει από τους πνεύμονες περνάει από την κοιλότητα του λάρυγγα και αναγκάζει τις φωνητικές χορδές να πάλλονται. Ανάλογα με το αν οι φωνητικές χορδές είναι περισσότερο ή λιγότερο τεντωμένες, οι ήχοι που παράγονται είναι περισσότερο ή λιγότερο οξείς. Μέσα στις φωνητικές χορδές βρίσκεται ένας μικρός μυς που ονομάζεται θυρεοαρυτανοειδής μυς. Η τάση αυτού του μυός εξαρτάται από τη θέλησή μας, μπορούμε δηλαδή να τον ελέγξουμε· οι εντολές μας μεταβιβάζονται από το κάτω λαρυγγικό νεύρο, το οποίο με τη σειρά του προκαλεί σύσπαση ή χαλάρωση (διεύρυνση) του θυρεοαρυτανοειδούς μυός. Τα εσωτερικά χείλη των δύο φωνητικών χορδών αποτελούν τη *γλωττίδα*. Μεταξύ των χειλέων αυτών υπάρχει μια τριγωνική σχισμή που ονομάζεται *σχισμή της γλωττίδας*. Η φωνή παράγεται μόνο κατά την εκπνοή. Ο εκπνεόμενος αέρας προκαλεί τη διάνοιξη της σχισμής της γλωττίδας και τη δόνηση των φωνητικών χορδών.

Το χρώμα της φωνής εξαρτάται κυρίως από το σχήμα του λάρυγγα και μπορεί να μεταβληθεί αν, λόγω διαφόρων παθήσεων, αλλάξει και το σχήμα του λάρυγγα. Στους άνδρες, πριν από την ήβη, η κοιλότητα του λάρυγγα είναι πιο στρογγυλή και η φωνή τους είναι «παιδική». Μετά την ήβη, το σχήμα του λάρυγγα γίνεται ελλειπτικό και ο τόνος της φωνής τους γίνεται βαρύτερος. Στις γυναίκες το σχήμα του λάρυγγα δε μεταβάλλεται σημαντικά και η γυναικεία φωνή παραμένει σχεδόν αναλλοίωτη.

Για τη λειτουργία της ομιλίας είναι απαραίτητος ο συντονισμός:

- α) των φωνητικών χορδών,
- β) των ειδικών κέντρων λόγου στο φλοιό του εγκεφάλου,
- γ) των αναπνευστικών κέντρων που βρίσκονται στο στέλεχος του εγκεφάλου και
- δ) των αρθρώσεων και άλλων τμημάτων του στόματος και των ρινικών κοιλοτήτων που ευθύνονται για την άρθρωση και την αντήχηση.

δ. Η τραχεία και οι βρόγχοι

Η τραχεία είναι η προς τα κάτω συνέχεια του λάρυγγα και έχει μήκος 12 εκατοστών περίπου. Το τοίχωμά της αποτελείται από 12 έως 16 χόνδρινα ημικίρια που συνδέονται μεταξύ τους με ινώδη ιστό. Η εσωτερική επιφάνεια της τραχείας καλύπτεται από βλεννογόνο, του οποίου τα κύτταρα έχουν χαρακτηριστική κροσσωτή μορφή. Οι κροσσοί αυτών των κυττάρων εμποδίζουν την είσοδο ξένων σωμάτων μικρού μεγέθους στο αναπνευστικό σύστημα. Τα μεγαλύτερου μεγέθους ξένα σώματα αποβάλλονται από την αναπνευστική οδό με το μηχανισμό του βήχα.

Η τραχεία διχάζεται στους **δύο κύριους βρόγχους** (Εικ. 4.3), το δεξιό που οδηγεί στο δεξιό πνεύμονα και τον αριστερό που οδηγεί στον αριστερό πνεύμονα.

Ο δεξιός κύριος βρόγχος έχει μεγαλύτερη διάμετρο, είναι πιο κοντός (έχει μήκος 2,5 περίπου εκατοστών) και πορεύεται περισσότερο κάθετα από τον αριστερό. Ο αριστερός κύριος βρόγχος έχει μήκος 5 περίπου εκατοστών και περνάει κάτω από το αορτικό τόξο και μπροστά από τον οισοφάγο και την κατιούσα αορτή. Όπως και στην τραχεία, τα τοιχώματα των βρόγχων περιέχουν δακτυλιοειδή χόνδρινα ημικίρια.

Κάθε κύριος βρόγχος εισέρχεται στον αντίστοιχο πνεύμονα από την *πύλη του πνεύμονα* και στη συνέχεια διακλαδίζεται σε όλο και μικρότερους βρόγχους. Όλες αυτές οι διακλαδώσεις μαζί ονομάζονται **βρογχικό δένδρο**, ακριβώς επειδή μοιάζουν με τις διακλαδώσεις των κλαδιών ενός δένδρου. Καθώς οι βρόγχοι διακλαδίζονται, η διάμετός τους μικραίνει σταδιακά.

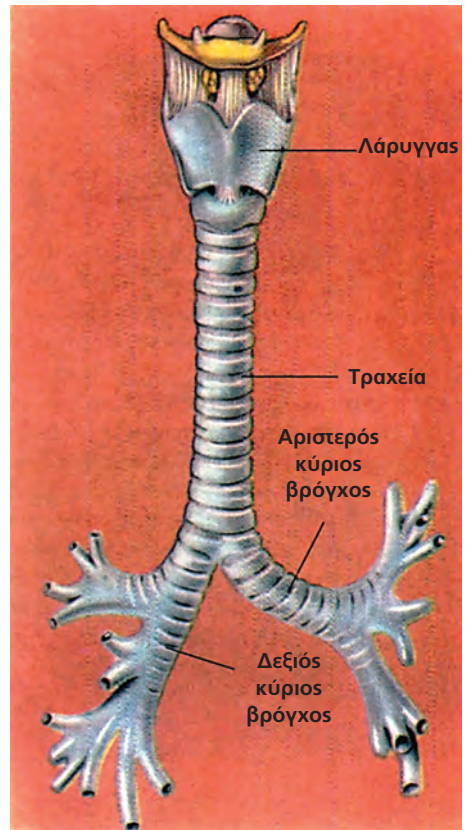
Μέσα σε κάθε πνεύμονα οι βρόγχοι διαιρούνται έτσι ώστε κάθε κλάδος να τροφοδοτεί ένα καθορισμένο τμήμα του πνεύμονα. Συγκεκριμένα, κάθε κύριος βρόγχος αποσχίζεται σε **λοβαίους** (ονομάζονται και **δευτερογενείς**) βρόγχους (δύο στον αριστερό και τρεις στο δεξιό πνεύμονα), καθένας από τους οποίους τροφοδοτεί ένα *λοβό του πνεύμονα*. Κάθε λοβαίος βρόγχος αποσχίζεται σε **τμηματικούς** (ονομάζονται και **τριτογενείς**) βρόγχους που τροφοδοτούν συγκεκριμένα τμήματα των πνευμόνων, τα οποία καλούνται *βροχοπνευμονικά τμήματα*.

Η εσωτερική επιφάνεια των βρόγχων καλύπτεται επίσης από βλεννογόνο που περιέχει κυλινδρικά κροσσωτά κύτταρα. Αυτό παρατηρείται στους βρόγχους που έχουν μεγαλύτερη διάμετρο, ενώ στους βρόγχους με μικρότερη διάμετρο, τα κύτταρα αυτά έχουν σχήμα κύβου και δε φέρουν κροσσούς.

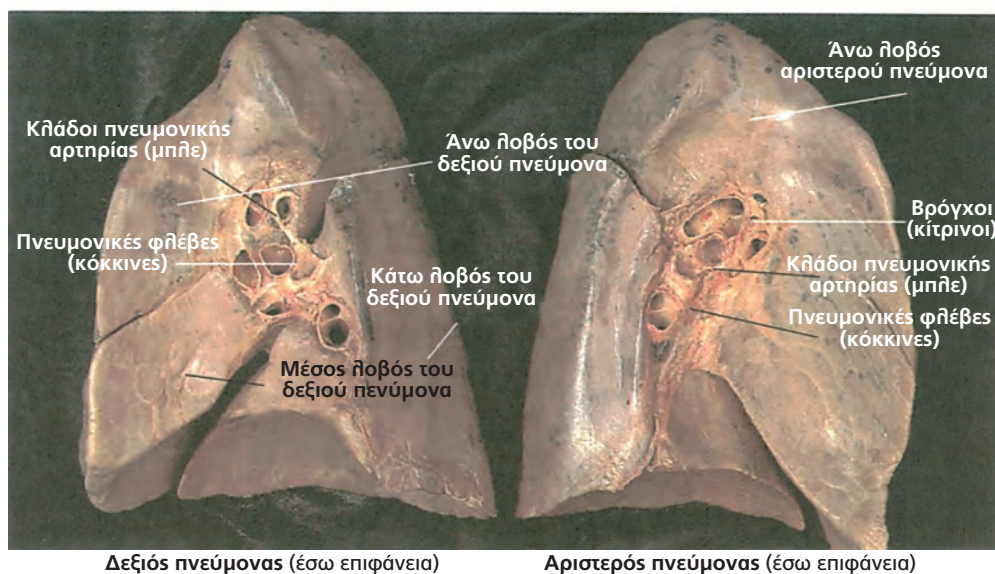
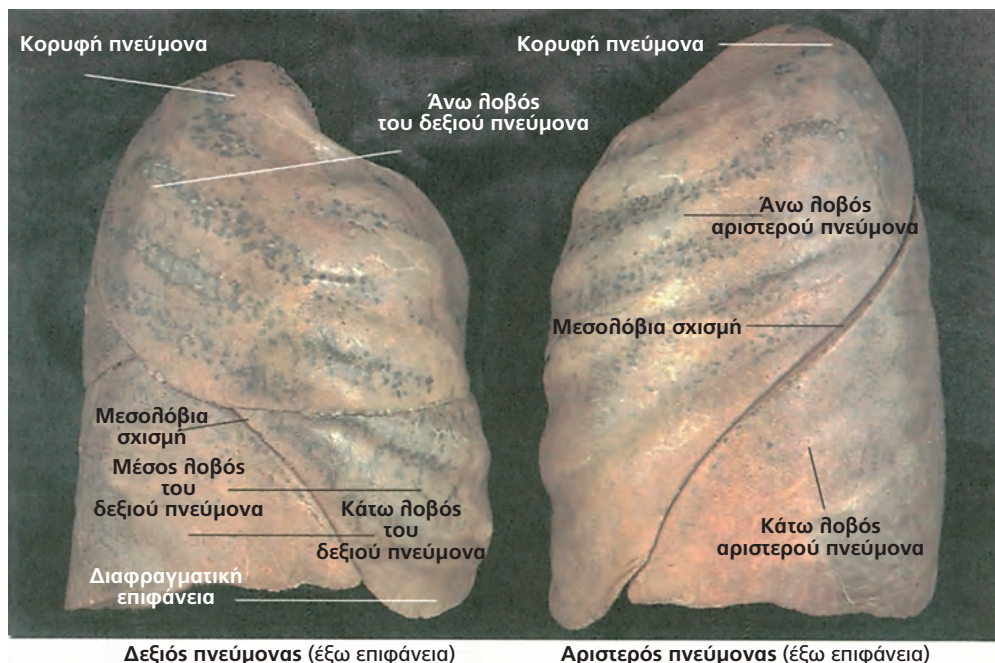
ε. Οι πνεύμονες

Οι πνεύμονες (Εικ. 4.4) καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της θωρακικής κοιλότητας και αποτελούν τα βασικά όργανα της αναπνοής. Η κύρια λειτουργία τους είναι η οξυγόνωση του φλεβικού αίματος (που είναι σκοτεινόχρωμο και περιέχει μεγάλη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα) και η μετατροπή του σε αρτηριακό αίμα (που έχει έντονο κόκκινο χρώμα και είναι πλούσιο σε οξυγόνο). Μέσα σ' αυτούς, ο εισπνεόμενος αέρας έρχεται σε στενή σχέση με το αίμα των πνευμονικών τριχοειδών. Μεταξύ των πνευμόνων παρεμβάλλονται η καρδιά και τα μεγάλα αγγεία του μέσου μεσοθωρακίου.

Ο δεξιός πνεύμονας είναι μεγαλύτερος και πιο βαρύν από τον αριστερό, αλλή



Εικόνα 4.3 Λάρυγγας - Τραχεία - Βρόγχοι.



Εικόνα 4.4 Οι πνεύμονες.

είναι πιο βραχύς και πιο πλατύς λόγω της υψηλής θέσης του δεξιού θόλου του διαφράγματος (κάτω από τον οποίο βρίσκεται το ήπαρ) και της προς τα αριστερά θέσης της καρδιάς και του περικαρδίου.

Οι πνεύμονες υγιών ανθρώπων που ζουν σε καθαρό περιβάλλον έχουν χρώμα έντονο ροζ· αντίθετα, στους κατοίκους των πόλεων είναι συχνά σκοτεινοί και διάστικτοι, λόγω της συσσώρευσης εισπνεόμενων μορίων σκόνης, που παγιδεύονται στα μόνιμα πνευμονικά φαγοκύτταρα.

Μακροσκοπική ανατομική των πνευμόνων

Κάθε πνεύμονας περιβάλλεται από το δικό του υπεζωκοτικό σάκο και έχει σχήμα κώνου, του οποίου η **κορυφή** βρίσκεται προς τα πάνω, ενώ η **βάση** είναι κοίλη και βρίσκεται προς τα κάτω. Κάτω από τις βάσεις των πνευμόνων βρίσκονται οι θόλοι του διαφράγματος. Η βάση του δεξιού πνεύμονα παρουσιάζει μεγαλύτερη κοίλωση, διότι ο δεξιός θόλος του διαφράγματος βρίσκεται πιο ψηλά από τον αριστερό.

Εκτός από κορυφή και βάση, κάθε πνεύμονας έχει και ρίζα και πύλη. Η **ρίζα** του πνεύμονα εξυπηρετεί τη στήριξη του πνεύμονα και αποτελεί την «οδό» διέλευσης των ανατομικών στοιχείων που εισέρχονται και εξέρχονται από τις πύλες του πνεύμονα.

Οι ρίζες των πνευμόνων βρίσκονται στην εσωτερική τους επιφάνεια και αποτελούνται κυρίως από τις *πνευμονικές αρτηρίες*, τις *πνευμονικές φλέβες* και τους *κύριους βρόγχους*, με τους οποίους συνδέονται με την τραχεία. Επίσης συνδέονται με το περικάρδιο (που περιβάλλει την καρδιά) με τους *πνευμονικούς συνδέσμους*.

Στο σχηματισμό των ριζών των πνευμόνων συμβάλλουν επίσης οι βρογχικές αρτηρίες και φλέβες, τα νεύρα, τα λεμφικά αγγεία και οι λεμφαδένες. Μεταξύ αυτών παρεμβάλλεται συνδετικός ιστός.

Η **πύλη** του πνεύμονα (που επίσης βρίσκεται στην εσωτερική του επιφάνεια) αποτελεί το σημείο πρόσφυσης της ρίζας στον πνεύμονα. Από την πύλη περνάει ο κύριος βρόγχος, τα πνευμονικά αγγεία (μια αρτηρία και δύο φλέβες), τα βρογχικά αγγεία, τα λεμφαγγεία και τα νεύρα.

Κάθε πνεύμονας έχει **τρεις επιφάνειες** (*εξωτερική ή πλευρική, εσωτερική ή μεσοπνευμόνιος και κάτω ή διαφραγματική*).

Η έξω ή πλευρική επιφάνεια του πνεύμονα είναι κυρτή και έρχεται σε σχέση με τον πλευρικό υπεζωκότα, ο οποίος τη διαχωρίζει από τις *πλευρές*, τους *πλευρικούς χόνδρους* και τους *εσωτερικούς μεσοπλευρίους μύες*. Η οπίσθια μοίρα της πλευρικής επιφάνειας έρχεται σε σχέση με τους *θωρακικούς σπονδύλους* και για το λόγο αυτό αναφέρεται μερικές φορές ως σπονδυλική μοίρα της πλευρικής επιφάνειας. Η έσω ή μεσοπνευμόνια επιφάνεια του πνεύμονα είναι κοίλη, διότι έρχεται σε σχέση με το μέσο μεσοθωράκιο, που περιέχει το *περικάρδιο* και την *καρδιά*. Στην έσω επιφάνεια εμφανίζεται η ρίζα του πνεύμονα, την οποία περιβάλλει ο υπεζωκότας, σχηματίζοντας ένα είδος «θήκης» γύρω από αυτήν. Η κάτω ή διαφραγματική επιφάνεια του πνεύμονα είναι κοίλη, συχνά αναφέρεται ως βάση του πνεύμονα και εφάπτεται με τον κυρτό *θόλο του διαφράγματος*.

Κάθε πνεύμονας έχει **τρία χείλη**: το *πρόσθιο*, το *οπίσθιο* και το *κάτω χείλος*.

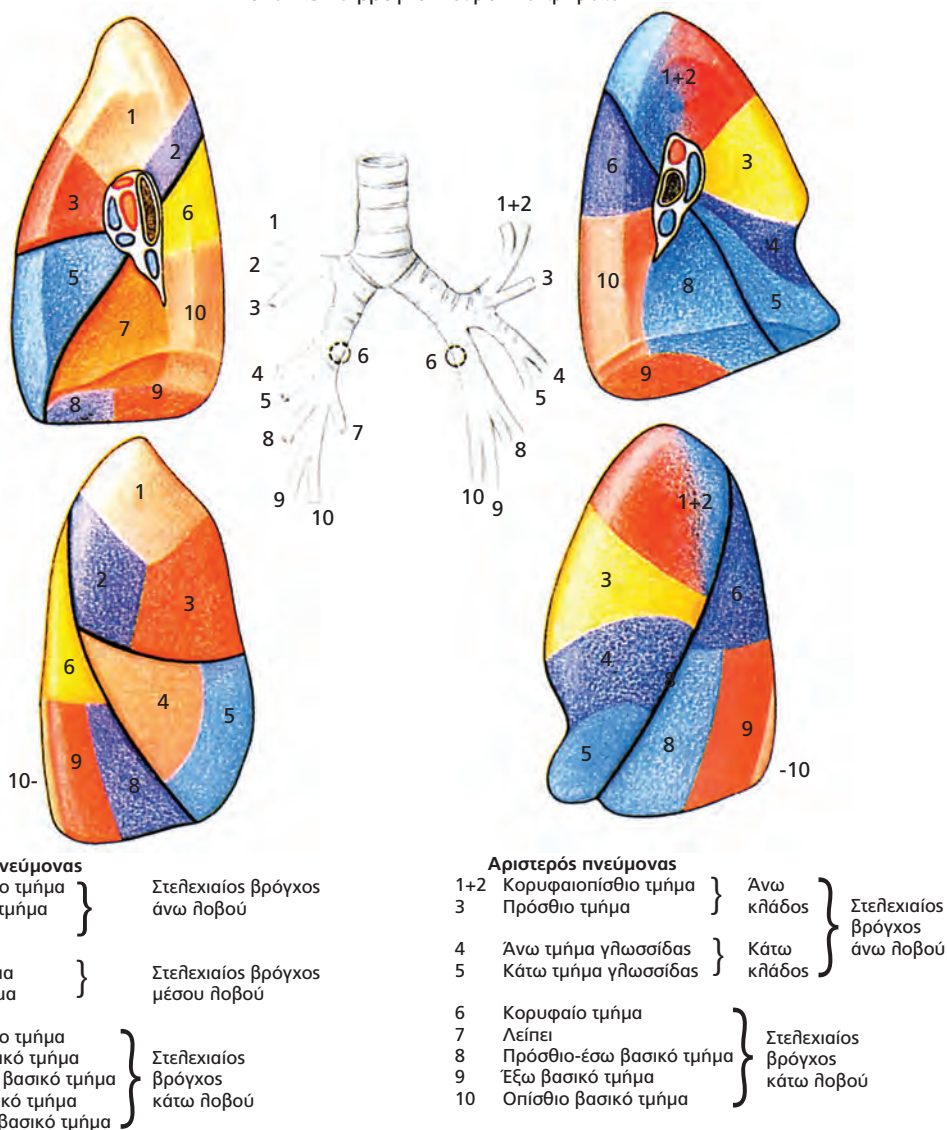
Το πρόσθιο χείλος του πνεύμονα χωρίζει την πλευρική από τη μεσοπνευμόνια επιφάνεια, είναι λεπτό και οξύ και επικαλύπτει το περικάρδιο. Το πρόσθιο χείλος του δεξιού πνεύμονα είναι ευθύ, ενώ στο πρόσθιο χείλος του αριστερού πνεύμονα εμφανίζεται η βαθιά *καρδιακή εντομή*. Το οπίσθιο χείλος του πνεύμονα, που χωρίζει επίσης την πλευρική από τη μεσοπνευμόνια επιφάνεια αλλά στο οπίσθιο όριο, είναι πλατύ, με στρογγυλεμένα άκρα. Το κάτω χείλος του πνεύμονα προς τα έξω είναι λεπτό και οξύ και χωρίζει τη διαφραγματική από την πλευρική επιφάνεια, ενώ προς τα μέσα είναι αμβλύ και κυκλικό και χωρίζει τη διαφραγματική από τη μεσοπνευμόνια επιφάνεια.

Οι πνεύμονες χωρίζονται με τις **μεσοηόβιες σχισμές** σε **λοβούς**. Ο δεξιός πνεύμονας έχει τρεις λοβούς, ενώ ο αριστερός έχει δύο. Ο **δεξιός πνεύμονας** χωρίζεται σε **άνω, μέσο και κάτω λοβό** με την **οριζόντια** και τη **λοξή μεσοηόβια σχισμή**.

Ο **αριστερός πνεύμονας** χωρίζεται σε **άνω και κάτω λοβό** με τη **λοξή μεσοηόβια σχισμή**, που εκτείνεται από την πλευρική (εξωτερική) ως την εσωτερική του επιφάνεια. Ο άνω λοβός εμφανίζει την καρδιακή εντομή στο πρόσθιο χείλος του, λόγω της πίεσης που ασκείται από την καρδιά. Στο πρόσθιο κάτω τμήμα του άνω λοβού σχηματίζεται μια γλωσσοειδής προεκβολή, που ονομάζεται **γλωσσίδα**.

Βρογχοπνευμονικό τμήμα ονομάζεται το τμήμα του πνεύμονα, στο οποίο διανέμεται ένας τμηματικός βρόγχος. Μέσα σε κάθε βρογχοπνευμονικό τμήμα ο βρόγχος διαιρείται σε ακόμα μικρότερους κλάδους. Κάθε τμήμα έχει πυραμοειδές σχήμα με την κορυφή του προς τη ρίζα του πνεύμονα και τη βάση του στην πλευρική επιφάνεια. Τα ονόματα και η διάταξη των βρογχοπνευμονικών τμημάτων φαί-

Εικόνα 4.5 Τα βρογχοπνευμονικά τμήματα.



νονται στην εικόνα 4.5. Κάθε τμήμα ονομάζεται ανάλογα με τον τμηματικό βρόγχο που φθάνει σ' αυτό. Ο αριστερός άνω λοβός έχει ένα γλωσσοειδές βρογχοπνευμονικό τμήμα. Κάθε βρογχοπνευμονικό τμήμα έχει το δικό του τμηματικό βρόγχο, αρτηρία και φλέβα.

Οι πνεύμονες περιβάλλονται εξωτερικά από έναν υμένα, τον **υπεζωκότα**, ο οποίος καλύπτει επίσης και το εσωτερικό τοίχωμα του θώρακα. Υπάρχει δηλαδή ο *περισπλάγχνιος υπεζωκότας* (ο οποίος περιβάλλει τους πνεύμονες) και ο *περίτονος υπεζωκότας* (που ακουμπά στο θώρακα). Ανάμεσα στον πνεύμονα και στο θώρακα βρίσκεται η *κοιλότητα του υπεζωκότα*, στην οποία φυσιολογικά υπάρχει μικρή ποσότητα υγρού, που ονομάζεται *πλευριτικό υγρό*.

Μικροσκοπική κατασκευή των πνευμόνων

Οι πνεύμονες αποτελούνται από το βρογχικό δένδρο, τα αγγεία, τα νεύρα και από συνδετικό ιστό. Κάθε βρόγχος διαιρείται σε ολοένα και μικρότερους κλάδους, οι τελικές διακλαδώσεις των οποίων καταλήγουν στις πνευμονικές κυψελίδες. Οι **πνευμονικές κυψελίδες** είναι αεροφόροι σάκοι, το τοίχωμα των οποίων αποτελείται από μια σειρά κυττάρων (*μονόστιβο πλακώδες επιθήλιο*). Γύρω από το τοίχωμα αυτό υπάρχει δίκτυο τριχοειδών αιμοφόρων αγγείων. Οι κυψελίδες αποτελούν τη λειτουργική μονάδα ανταλλαγής αερίων, όπως περιγράφεται παρακάτω. Υπολογίζεται ότι οι πνεύμονες περιέχουν περίπου 750 εκατομμύρια κυψελίδες.

Τα αγγεία των πνευμόνων περνούν από τις πύλες των τελευταίων και στη συνέχεια διακλαδίζονται όπως και οι βρόγχοι. Οι **αρτηρίες των πνευμόνων** είναι δύο ειδών: οι *πνευμονικές* και οι *βρογχικές*. Οι **πνευμονικές αρτηρίες** (δεξιά για το δεξιό πνεύμονα και αριστερή για τον αριστερό πνεύμονα) μεταφέρουν φλεβικό αίμα (με χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο) από την καρδιά στους πνεύμονες, όπου διακλαδίζονται σε ολοένα και μικρότερους κλάδους. Οι τελικοί κλάδοι έχουν πολύ μικρή διάμετρο και αποσχίζονται σε τριχοειδή στα τοιχώματα των κυψελίδων. Εκεί το αίμα οξυγονώνεται (δηλαδή προσλαμβάνει οξυγόνο) και μετατρέπεται σε αρτηριακό αίμα. Από εκεί ξεκινούν λεπτοί φλεβικοί κλάδοι που ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν ολοένα και μεγαλύτερες φλέβες (πνευμονικές φλέβες), οι οποίες τελικά εξέρχονται από τις πύλες των πνευμόνων και μεταφέρουν το οξυγονωμένο αρτηριακό αίμα και πάλι στην καρδιά.

Επομένως, ειδικά για τα πνευμονικά αγγεία που αποτελούν τη **μικρή κυκλοφορία**, πρέπει να θυμάται κανείς ότι αντίθετα απ' ό,τι συμβαίνει στον υπόλοιπο οργανισμό, οι πνευμονικές αρτηρίες μεταφέρουν φλεβικό (και όχι αρτηριακό) αίμα, ενώ οι πνευμονικές φλέβες μεταφέρουν αρτηριακό (και όχι φλεβικό) αίμα.

Οι **βρογχικές αρτηρίες** μεταφέρουν αρτηριακό αίμα για την τροφοδοσία του βρογχικού δένδρου. Οι βρογχικές φλέβες παροχετεύουν μέρος του αίματος που παρέχεται από τις βρογχικές αρτηρίες στο βρογχικό δένδρο. Μέρος του αίματος παροχετεύεται και από τις πνευμονικές φλέβες.

Οι πνεύμονες νευρώνονται από το πρόσθιο και οπίσθιο πνευμονικό πλέγμα, το οποίο βρίσκεται αντίστοιχα μπροστά και πίσω από τις ρίζες των πνευμόνων. Τα πλέγματα αυτά περιέχουν και παρασυμπαθητικές και συμπαθητικές ίνες, ενώ σχηματίζονται από το πνευμονογαστρικό νεύρο και από συμπαθητικά στελέχη.

II. Η φυσιολογία της αναπνοής

Για να πραγματοποιηθεί η λειτουργία της αναπνοής είναι απαραίτητος ο συντονισμός τεσσάρων ομάδων μηχανισμών:

α. Ο **πνευμονικός αερισμός**, δηλαδή η είσοδος και η έξοδος του ατμοσφαιρικού αέρα στις πνευμονικές κυψελίδες.

β. Η **διάχυση του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα** μέσω των κυψελιδικών μεμβρανών και του αίματος.

γ. Η **μεταφορά του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα** μέσω του αίματος και των υγρών του οργανισμού προς τα κύτταρα και η απομάκρυνσή τους από αυτά.

δ. Η **ρύθμιση του αερισμού και της αναπνοής**.

α. Ο πνευμονικός αερισμός

Οι αναπνευστικές κινήσεις

Ο πνευμονικός αερισμός εξαρτάται από τις **αναπνευστικές κινήσεις**, δηλαδή από την **εισπνοή** και την **εκπνοή**.

Κατά την **εισπνοή** ο θώρακας διευρύνεται (εκπύσσεται), αφού το διάφραγμα κινείται προς τα κάτω και οι πλευρές κινούνται προς τα έξω και πάνω, με αποτέλεσμα να αυξάνονται και οι τρεις διαστάσεις του θώρακα. Η εισπνοή πραγματοποιείται με ενεργητικό μηχανισμό που εξαρτάται από τη συστολή ορισμένων μυών, οι οποίοι ονομάζονται **αναπνευστικοί μύες** και είναι το **διάφραγμα** (ο πλάτυς γραμμωτός μυς που χωρίζει το θώρακα από την κοιλιακή χώρα) και οι **έξω μεσοπλευριοί μύες** (δηλαδή αυτοί που βρίσκονται μεταξύ των πλευρών).

Στην **εκπνοή** ο θώρακας συμπτύσσεται και πάλι με παθητικό κυρίως μηχανισμό, δηλαδή με αναστολή της δράσης των αναπνευστικών μυών, οι οποίοι επανέρχονται και πάλι στη θέση τους (το διάφραγμα έρχεται προς τα πάνω και οι έξω μεσοπλευριοί μύες προς τα μέσα και κάτω).

Οι πνεύμονες ακολουθούν παθητικά τις κινήσεις των τοιχωμάτων του θώρακα, με αποτέλεσμα κατά την εισπνοή να αυξάνεται η χωρητικότητα των κυψελίδων. Έτσι, ο αέρας που περιέχεται σ' αυτές αραιώνεται, η ενδοπνευμονική πίεση ελαττώνεται (γίνεται χαμηλότερη από την ατμοσφαιρική), με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η είσοδος του ατμοσφαιρικού αέρα στους πνεύμονες.

Στη συνέχεια, κατά την εισπνοή, επειδή ελαττώνεται η χωρητικότητα της θωρακικής κοιλότητας, ο αέρας που βρίσκεται μέσα στους πνεύμονες συμπιέζεται, με αποτέλεσμα η ενδοπνευμονική πίεση να αυξάνεται μέχρι να ξεπεράσει την πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα. Έτσι, ο αέρας που βρίσκεται μέσα στους πνεύμονες μπορεί να βγει από αυτούς. Να σημειωθεί ότι η διαφορά πίεσης που επιτρέπει την είσοδο και έξοδο του αέρα προς και από τις κυψελίδες κατά την ήρεμη αναπνοή είναι μικρή (2 mm Hg περίπου).

Συχνότητα αναπνευστικών κινήσεων

Η συχνότητα των αναπνευστικών κινήσεων διαφέρει ανάλογα με το φύλο και την ηλικία. Όταν οι **ενήλικες** αναπνέουν ήρεμα, ο **αριθμός των αναπνευστικών κινήσεων** είναι περίπου 16 το λεπτό, ενώ στα **παιδιά** είναι 25 το λεπτό. Η αύξηση της συχνότητας των αναπνευστικών κινήσεων ονομάζεται **ταχύπνοια**, ενώ η ελάττωσή τους ονομάζεται **βραδύπνοια**.

Μορφές αναπνοής Υπάρχουν δύο μορφές αναπνοής.

1. Η **διαφραγματική ή κοιλιακή**, που χαρακτηρίζεται από την υπερίσχυση της κίνησης του διαφράγματος, με αποτέλεσμα να πιέζεται το περιεχόμενο της κοιλιακής κοιλότητας προς τα κάτω και έξω και να προβάλλει η κοιλιά κατά την εισπνοή.

2. Η **πλευρική αναπνοή**, που χαρακτηρίζεται από την υπερίσχυση της κίνησης των έξω μεσοπλευρίων μυών, με αποτέλεσμα την προβολή του θώρακα προς τα έξω.

Παραλλήλαγές αναπνευστικών κινήσεων Υπάρχουν παραλλήλαγές των αναπνευστικών κινήσεων, οι οποίες είναι οι εξής:

- α) το φτέρνισμα,
- β) ο βήχας,
- γ) το γέλιο,
- δ) το χασμουρητό,
- ε) ο λόξυγγας και
- στ) το ροχαλητό.

Οι πνευμονικοί όγκοι

Αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

1. **Αναπνεόμενος αέρας:** είναι ο όγκος του αέρα που μπαίνει στους πνεύμονες κατά τη διάρκεια μιας ήρεμης εισπνοής, ο οποίος στους ενήλικες αντιστοιχεί σε 500 κυβικά εκατοστά περίπου. Ο ίδιος όγκος αέρα βγαίνει από τους πνεύμονες κατά τη διάρκεια μιας ήρεμης εκπνοής.
2. **Συμπληρωματικός αέρας:** είναι ο αέρας που μπορεί να μπει στους πνεύμονες κατά τη διάρκεια μιας παρατεταμένης εισπνοής, ο οποίος στους ενήλικες μπορεί να φτάσει τα 2.000 κυβικά εκατοστά. Δηλαδή, σε μια βαθιά εισπνοή, ο όγκος του εισπνεόμενου αέρα μπορεί να φθάσει τα 2.500 κυβικά εκατοστά (500 + 2000).
3. **Εφεδρικός αέρας:** είναι ο αέρας που μπορεί να βγει από τους πνεύμονες κατά τη διάρκεια μιας παρατεταμένης εκπνοής, που ακολουθεί μια ήρεμη εισπνοή, και αντιστοιχεί σε 2.000 κυβικά εκατοστά περίπου. Επομένως, σε μια βαθιά εκπνοή, που ακολουθεί μια ήρεμη εισπνοή, ο όγκος του εκπνεόμενου αέρα μπορεί να φθάσει τα 2.500 κυβικά εκατοστά.
4. **Υπολειπόμενος αέρας:** είναι ο όγκος του αέρα που παραμένει μέσα στους πνεύμονες μετά από μια πολύ βαθιά εκπνοή, και αντιστοιχεί σε 1.000 κυβικά εκατοστά περίπου και δεν είναι δυνατόν να τον βγάλουμε από εκεί με τη θέλησή μας. Ο υπολειπόμενος αέρας μπορεί να βγει από τους πνεύμονες μόνο μετά από τραυματισμό τους, εφόσον προκληθεί μια παθολογική κατάσταση που ονομάζεται πνευμοθώρακας.
5. **Ελάχιστος αέρας:** είναι ο αέρας που παραμένει πάντα μέσα στους πνεύμονες ακόμα και μετά την έξοδο του υπολειπόμενου αέρα από αυτούς.

Αυτό σημαίνει ότι εάν ένας άνθρωπος αναπνεύσει έστω και μια φορά, οι πνεύμονές του περιέχουν μια, έστω και ελάχιστη, ποσότητα αέρα (τον ελάχιστο αέρα) ακόμα και μετά το θάνατό του. Έτσι, οι πνεύμονες ενός νεκρού ανθρώπου, επειδή περιέχουν αυτόν τον λίγο αέρα, επιπλέουν σε νερό. Έτσι ένας ιατροδικαστής μπορεί να διαπιστώσει εάν ένα νεογνό γεννήθηκε ζωντανό ή νεκρό. Εάν γεννήθηκε ζωντανό, επειδή ανέπνευσε μια τουλάχιστον φορά στη ζωή του, οι πνεύμονές του περιέχουν τον ελάχιστο αέρα και επιπλέουν στο νερό, ενώ αυτό δε συμβαίνει με τους πνεύμονες ενός νεογνού που γεννήθηκε νεκρό.

Ζωτική χωρητικότητα είναι ο όγκος του αέρα που βγαίνει από τους πνεύμονες μετά από μια πολύ βαθιά εισπνοή που ακολουθείται από μια πολύ βαθιά εκπνοή. Επομένως, η ζωτική χωρητικότητα είναι το άθροισμα του συμπληρωματικού (2.000 κυβικά εκατοστά), του αναπνεόμενου (500 κυβικά εκατοστά) και του εφεδρικού (2.000 κυβικά εκατοστά) αέρα, αντιστοιχεί δηλαδή σε 4.500 κυβικά εκατοστά σ' ένα υγιές άτομο.

Νεκρός ή βλαβερός χώρος. Σε κάθε εισπνοή, ένα μέρος μόνο (350 κυβικά εκατοστά περίπου) του εισπνεόμενου αέρα φθάνει μέχρι τις κυψελίδες. Ο υπόλοιπος όγκος αέρα κινείται μέσα στην αναπνευστική οδό (δηλαδή τη μύτη, το φάρυγγα, το λάρυγγα, την τραχεία και τους βρόγχους) και δε συμμετέχει στην ανταλλαγή αερίων. Η χωρητικότητα του νεκρού χώρου αντιστοιχεί σε 150 κυβικά εκατοστά περίπου.

Η ποσότητα του αέρα την οποία ο πνεύμονας δέχεται ή αποβάλλει σε κάθε εισπνοή και εκπνοή μπορεί να μετρηθεί μ' ένα ειδικό όργανο, το σπιρόμετρο.

Η χρησιμότητα των αεραγωγών

Οι αεραγωγοί δεν εξυπηρετούν μόνο τη διέλευση του αέρα προς τους πνεύμονες και την έξοδό του από αυτούς, αλλά έχουν επίσης ως αποστολή την «επεξεργασία» του ατμοσφαιρικού αέρα, έτσι ώστε, όταν φθάνει στους πνεύμονες, να έχει την κατάλληλη θερμοκρασία και υγρασία και να είναι καθαρός. Αυτό επιτυγχάνεται:

- α) με τη **θέρμανση** του εισπνεόμενου αέρα από το βλεννογόνο (δηλαδή την εσωτερική στιβάδα) των ρινικών κοιλοτήτων κυρίως, ο οποίος περιέχει πολλά αιμοφόρα αγγεία,
- β) με την **ύγρανση** του εισπνεόμενου αέρα, δηλαδή με την προσθήκη υδατμών στον ατμοσφαιρικό αέρα, οι οποίοι προέρχονται από τη βλέννα που επικαλύπτει τις αεροφόρους οδούς και
- γ) με τον **καθαρισμό** του αέρα που πραγματοποιείται με την παγίδευση της σκόνης και άλλων σωματιδίων που κυκλοφορούν στην ατμόσφαιρα, τα οποία αφ' ενός κολλάνε πάνω στη βλέννα και αφ' ετέρου «συλλεγόμενοι» από τους κροσσούς, που υπάρχουν στο εσωτερικό των αεραγωγών. Οι κροσσοί αυτοί κινούνται συνεχώς προς τα έξω με ταχύτητα 2,5 εκατοστά το λεπτό μεταφέροντας τα ξένα σωματίδια προς το εξωτερικό περιβάλλον και μ' αυτόν τον τρόπο ο ατμοσφαιρικός αέρας καθαρίζεται πριν φθάσει στους πνεύμονες.

β. Η ανταλλαγή αερίων κατά την αναπνοή

Η **διάχυση** του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μέσω των κυψελιδικών μεμβρανών και του αίματος συνιστά την ανταλλαγή αερίων.

Ο ατμοσφαιρικός αέρας που αναπνέουμε περιέχει 21% οξυγόνο (O_2), 0,03% διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και 79% άζωτο (N_2). Ο αέρας αυτός, όπως αναλήφθηκε προηγουμένως, θερμαίνεται, υγραίνεται και καθαρίζεται καθώς περνάει από τους αεραγωγούς και φθάνει στις πνευμονικές κυψελίδες. Οι κυψελίδες είναι οι τελικές απολήξεις των βρόγχων και αποτελούνται από μια σειρά κυττάρων τα οποία έρχονται σε επαφή με τα τριχοειδή αγγεία, το τοίχωμα των οποίων αποτελείται επίσης από μια σειρά κυττάρων. Γι' αυτό το λόγο τα δύο αυτά τοιχώματα που εφάπτονται ονομάζονται **κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη**. Μέσω αυτής γίνεται η ανταλλαγή

αερίων, η οποία εξαρτάται από τη μερική τάση των αερίων στις δύο πλευρές της μεμβράνης.

Σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής, τα αέρια μετακινούνται προς την περιοχή με τη μικρότερη τάση. Η τάση του οξυγόνου που βρίσκεται μέσα στις κυψελίδες είναι 100 mm Hg, ενώ η τάση του οξυγόνου που βρίσκεται μέσα στα τριχοειδή αγγεία είναι 40 mm Hg. Έτσι, το οξυγόνο μετακινείται από τις κυψελίδες προς τα τριχοειδή. Η τάση του διοξειδίου του άνθρακα που βρίσκεται μέσα στις κυψελίδες είναι 40 mm Hg, ενώ η τάση του διοξειδίου του άνθρακα που βρίσκεται μέσα στα τριχοειδή αγγεία είναι 46 mm Hg. Έτσι, το διοξείδιο του άνθρακα μετακινείται από τα τριχοειδή προς τις κυψελίδες.

Η ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων δε σταματάει καθόλου λόγω:

- α) της συνεχούς ανανέωσης του κυψελιδικού αέρα και
- β) της συνεχούς ροής αίματος μέσα στα τριχοειδή αγγεία.

γ. Η μεταφορά του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μέσω του αίματος προς τα κύτταρα

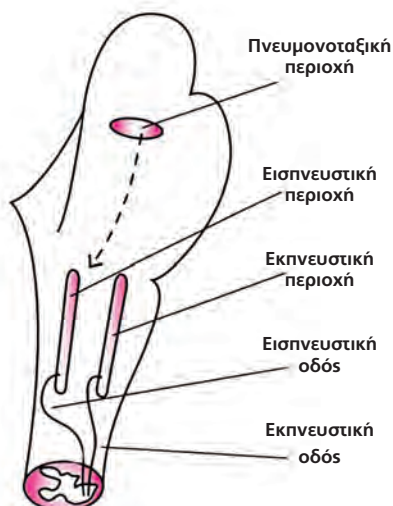
Όταν το οξυγόνο εισέρχεται στο αίμα των τριχοειδών αγγείων ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη και μετατρέπεται σε **οξυαιμοσφαιρίνη**. Στη συνέχεια το οξυγόνο σ' αυτήν τη μορφή μεταφέρεται στα κύτταρα των διαφόρων ιστών όπου αποδεσμεύεται από την αιμοσφαιρίνη και ενώνεται με οργανικές ουσίες (υδατάνθρακες, λίπη). Η ένωση αυτή οδηγεί σε παραγωγή ενέργειας και σε παραγωγή ουσιών, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα μεταφέρεται μέσω της κυκλοφορίας και πάλι στους πνεύμονες, όπου διαχέεται μέσω της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης από το αίμα προς τις κυψελίδες και αποβάλλεται με την εκπνοή στον ατμοσφαιρικό αέρα.

Έτσι ο εκπνεόμενος αέρας έχει διαφορετική σύσταση από τον εισπνεόμενο. Συγκεκριμένα περιέχει 16% οξυγόνο και 4% διοξείδιο του άνθρακα, υδατμούς και άζωτο. Το άζωτο δε συμμετέχει σε όλη αυτή τη διαδικασία. Επομένως το εκπνέουμε στην ποσότητα που το εισπνέουμε.

δ. Η ρύθμιση της αναπνοής

Το νευρικό σύστημα ρυθμίζει την ταχύτητα του κυψελιδικού αερισμού σύμφωνα με τις ανάγκες του οργανισμού, με αποτέλεσμα οι πιέσεις του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα στο αίμα να μεταβάλλονται ελάχιστα ακόμα και κατά τη διάρκεια έντονης σωματικής άσκησης.

Η αναπνευστική λειτουργία ρυθμίζεται από το **πρωτεύον αναπνευστικό κέντρο**, (Εικ. 4.6), το οποίο απο-



Εικόνα 4.6 Το αναπνευστικό κέντρο.

τελείται από μια ομάδα νευρώνων (δηλαδή νευρικών κυττάρων), που βρίσκονται στον *προμήκη μυελό* και στη *γέφυρα*. Το πρωτεύον αναπνευστικό κέντρο διαιρείται σε τρεις περιοχές:

- α) την *εισπνευστική περιοχή*,
- β) την *εκπνευστική περιοχή* και
- γ) την *πνευμονοταξική περιοχή*.

Το σημαντικότερο ρόλο στον έλεγχο της αναπνοής παίζει η εισπνευστική περιοχή. Η περιοχή αυτή του πρωτεύοντος αναπνευστικού κέντρου λαμβάνει μηνύματα από ειδικούς *περιφερικούς χημειούποδοχείς* και από τους πνεύμονες, και σύμφωνα με τα μηνύματα αυτά στέλνει εντολές στο διάφραγμα και τους άλλους αναπνευστικούς μύες για τη ρύθμιση του βάθους και της συχνότητας της αναπνοής. Οι εντολές αυτές περνούν από τα *δευτερεύοντα αναπνευστικά κέντρα του νωτιαίου μυελού*, όπου υφίστανται επεξεργασία. Κατά τη διάρκεια της εισπνοής η εισπνευστική περιοχή του αναπνευστικού κέντρου είναι ενεργός, δηλαδή λειτουργεί, όπως προαναφέρθηκε, για δύο περίπου δευτερόλεπτα, ενώ κατά τη διάρκεια της εκπνοής αδρανοποιείται για τρία περίπου δευτερόλεπτα.

Η εκπνευστική περιοχή του πρωτεύοντος αναπνευστικού κέντρου προκαλεί διέγερση των εκπνευστικών μυών (δηλαδή τους δίνει την εντολή να συσταθούν) μόνο σε περίπτωση που η αναπνευστική κίνηση γίνει πολύ μεγαλύτερη απ' ό,τι φυσιολογικά, γεγονός για το οποίο η εκπνευστική περιοχή «ειδοποιείται» από την εισπνευστική περιοχή. Κατά τη διάρκεια της ήρεμης αναπνοής, όμως, η εκπνευστική περιοχή παραμένει συνήθως αδρανής, διότι, όπως προαναφέρθηκε, η εκπνοή πραγματοποιείται λόγω της επανόδου των αναπνευστικών μυών σε κατάσταση ηρεμίας.

Η πνευμονοταξική περιοχή του πρωτεύοντος αναπνευστικού κέντρου στέλνει ανασταλτικά μηνύματα στην εισπνευστική περιοχή, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η διάρκεια της εισπνοής. Κατά δεύτερο λόγο, προκαλεί αύξηση της αναπνευστικής συχνότητας (δηλαδή του αριθμού των αναπνοών), καθώς η ελάττωση της διάρκειας της εισπνοής έχει ως αποτέλεσμα να ελαττώνεται η συνολική διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου με συνέπεια ο επόμενος κύκλος ν' αρχίζει πολύ νωρίτερα.

Η λειτουργία του πρωτεύοντος αναπνευστικού κέντρου εξαρτάται από τις ποσότητες του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα που κυκλοφορούν στον οργανισμό. Όταν το διοξείδιο του άνθρακα υπερβεί τις φυσιολογικές του τιμές, αυτό γίνεται αντιληπτό από το αναπνευστικό κέντρο, το οποίο διεγείρεται και προκαλεί αύξηση του αερισμού, με αποτέλεσμα ν' αποβάλλεται περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα κατά τη διάρκεια των εκπνοών. Τελικά το διοξείδιο του άνθρακα εντός του οργανισμού μειώνεται και η κατάσταση διορθώνεται.

Το διοξείδιο του άνθρακα διεγείρει το πρωτεύον αναπνευστικό κέντρο· χωρίς αυτή τη διέγερση, η αναπνοή δεν είναι δυνατή. Επομένως, η ζωή δεν είναι δυνατή σε ατμόσφαιρα που περιέχει μόνο οξυγόνο καθώς η συνύπαρξη διοξειδίου του άνθρακα και μάλιστα σε σταθερή αναλογία (0,03%) αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την επιβίωση του ανθρώπου. Από την άλλη μεριά, εάν ο αέρας που αναπνέουμε περιέχει διοξείδιο του άνθρακα σε ποσοστό μεγαλύτερο από 9%, τότε επέρχεται ο θάνατος λόγω παράλυσης του πρωτεύοντος αναπνευστικού κέντρου που οδηγεί σε ασφυξία.

Περίληψη

Η ανατομία του αναπνευστικού συστήματος

Το αναπνευστικό σύστημα αποτελείται από τη μύτη, το φάρυγγα, το λάρυγγα, την τραχεία, τους βρόγχους και τους πνεύμονες. Ο **φάρυγγας** συνδέει τη μύτη με το λάρυγγα και χωρίζεται σε τρία μέρη: το **ρινοφάρυγγα**, το **στοματοφάρυγγα** και τη **λάρυγγική μοίρα** του φάρυγγα. Ο λάρυγγας συνδέει το φάρυγγα με την τραχεία και το τοίχωμά του αποτελείται από χόνδρους και μύες.

Στο **λάρυγγα** παράγεται η φωνή, όταν περνάει ο αέρας που εκπνέουμε και προκαλεί τη δόνηση των **φωνητικών χορδών**, οι οποίες είναι δύο πτυχές τεντωμένες μεταξύ του **θυρεοειδούς χόνδρου** και των **δύο αρυταινοειδών χόνδρων** του λάρυγγα.

Η **τραχεία** είναι η προς τα κάτω συνέχεια του λάρυγγα, αποτελείται από χόνδρινα ημικρίκια που ενώνονται μεταξύ τους με ινώδη συνδετικό ιστό, και προς τα κάτω χωρίζεται στους δύο κύριους βρόγχους. Η εσωτερική επιφάνεια της τραχείας καλύπτεται από βλεννογόνο που περιέχει κύτταρα με κροσσούς (**κροσσωτά κύτταρα**). Οι κροσσοί αυτοί απομακρύνουν τυχόν ξένα σώματα που φθάνουν έως εκεί.

Κάθε **κύριος βρόγχος** εισέρχεται στον αντίστοιχο πνεύμονα από την πύλη του πνεύμονα και στη συνέχεια διακλαδίζεται σε όλο και μικρότερους βρόγχους, σχηματίζοντας το **βρογχικό δένδρο**. Καταρχήν ένας κύριος βρόγχος χωρίζεται σε **λοβαίους** ή **δευτερογενείς βρόγχους**, ένα για κάθε λοβό του πνεύμονα. Μέσα σε κάθε πνευμονικό λοβό, οι λοβαίοι βρόγχοι χωρίζονται σε **τμηματικούς** ή **τριτογενείς βρόγχους**, ένα για κάθε βροχοπνευμονικό τμήμα του πνεύμονα.

Τελικά οι μικρότερες διακλαδώσεις των βρόγχων σχηματίζουν τις **πνευμονικές κυψελίδες**, που είναι μικροί σάκοι που περιέχουν αέρα και των οποίων το τοίχωμα εφάπτεται με το τοίχωμα των τριχοειδών αιμοφόρων αγγείων του πνεύμονα. Τα δύο αυτά τοιχώματα μαζί αποτελούν την **κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη**, κατά μήκος της οποίας πραγματοποιείται η ανταλλαγή των αερίων.

Οι **πνεύμονες** είναι τα βασικά όργανα της αναπνοής. Κάθε πνεύμονας παρουσιάζει **βάση** προς τα κάτω (που ακουμπάει στον αντίστοιχο θόλο του διαφράγματος), **κορυφή** προς τα πάνω, **ρίζα** και **πύλη**. Επίσης, κάθε πνεύμονας έχει τρεις επιφάνειες: την **εξωτερική** ή **πλευρική**, την **εσωτερική** ή **μεσοπνευμόνια** που έρχεται σε σχέση με το περικάρδιο και την καρδιά, καθώς και την **κάτω** ή **διαφραγματική επιφάνεια** (βάση). Οι επιφάνειες αυτές χωρίζονται μεταξύ τους με τρία χείλη: το **πρόσθιο** που χωρίζει την πλευρική από τη μεσοπνευμόνια επιφάνεια μπροστά, το **οπίσθιο** που χωρίζει την πλευρική από τη μεσοπνευμόνια επιφάνεια πίσω και το **κάτω χείλος** που χωρίζει τη διαφραγματική από την πλευρική και από τη μεσοπνευμόνια επιφάνεια του πνεύμονα.

Οι πνεύμονες χωρίζονται με τις **μεσολήβιες σχισμές** σε **λοβούς**. Ο δεξιός πνεύμονας έχει δύο μεσολήβιες σχισμές, την οριζόντια και τη λοξή, που τον χωρίζουν σε τρεις λοβούς: τον άνω, το μέσο και τον κάτω. Ο αριστερός πνεύμονας έχει μια μεσολήβια σχισμή, τη λοξή μεσολήβια σχισμή, που τον χωρίζει σε δύο λοβούς, τον άνω και τον κάτω. Κάθε λοβός χωρίζεται περαιτέρω σε **βροχοπνευμονικά τμήματα**.

Η **ρίζα** κάθε πνεύμονα αποτελείται από την **πνευμονική αρτηρία**, την **πνευμονική φλέβα** και τον **κύριο βρόγχο**. Η **πύλη** του πνεύμονα είναι το σημείο διέλευσης

της πνευμονικής αρτηρίας, των πνευμονικών φλεβών, του κύριου βρόγχου, των βρογχικών αγγείων, των λεμφαγγείων και των νεύρων, και βρίσκεται στην εσωτερική επιφάνεια του πνεύμονα.

Οι **αρτηρίες** των πνευμόνων είναι δύο ειδών: οι *πνευμονικές* και οι *βρογχικές*. Οι πνευμονικές αρτηρίες μεταφέρουν φλεβικό αίμα από την καρδιά στους πνεύμονες. Το αίμα αυτό οξυγονώνεται στην κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη και μεταφέρεται μέσω των πνευμονικών φλεβών πίσω στην καρδιά. Οι βρογχικές αρτηρίες είναι αυτές που τροφοδοτούν το βρογχικό δένδρο με οξυγόνο και οι βρογχικές φλέβες παροχετεύουν το φλεβικό αίμα αυτού.

Η φυσιολογία της αναπνοής

Σκοπός της ύπαρξης του αναπνευστικού συστήματος είναι η λειτουργία της αναπνοής, δηλαδή η πρόσληψη οξυγόνου και η αποβολή διοξειδίου του άνθρακα από τον οργανισμό, διαδικασία που ονομάζεται **ανταλλαγή αερίων**. Για να πραγματοποιηθεί η ανταλλαγή αερίων πρέπει να συντονιστούν πολλές επιμέρους λειτουργίες μεταξύ τους, οι οποίες είναι: ο πνευμονικός αερισμός, η διάχυση του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μέσω της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης, η μεταφορά του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μέσω του αίματος προς τα κύτταρα και η ρύθμιση όλων αυτών από το νευρικό σύστημα.

Πνευμονικός αερισμός καλείται η είσοδος και η έξοδος του ατμοσφαιρικού αέρα στις πνευμονικές κυψελίδες που πραγματοποιείται με τις αναπνευστικές κινήσεις, δηλαδή την *εισπνοή* και την *εκπνοή*. Η εισπνοή είναι ενεργητική λειτουργία και είναι δυνατή λόγω της έκπτυξης του θώρακα με τη δράση των αναπνευστικών μυών (διάφραγμα και έξω μεσοπλευριοί μύες), την οποία ακολουθούν και οι πνεύμονες, οι οποίοι διευρύνονται· η εκπνοή με τη σειρά της συνίσταται στην παθητική επαναφορά του θωρακικού τοιχώματος και επομένως και των πνευμόνων στην αρχική τους κατάσταση. Κατά την εισπνοή διευρύνονται οι κυψελίδες και η πίεση μέσα σ' αυτές γίνεται χαμηλότερη από την πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα, ο οποίος, έτσι, μπορεί να μπει σ' αυτές, ενώ κατά την εκπνοή συμβαίνει το αντίθετο. Η συχνότητα των αναπνευστικών κινήσεων στον υγιή ενήλικα είναι περίπου 16 το λεπτό.

Οι **πνευμονικοί όγκοι** είναι ο *αναπνεόμενος αέρας*, ο *συμπληρωματικός αέρας*, ο *εφεδρικός αέρας*, ο *υπολειπόμενος αέρας* και ο *ελάχιστος αέρας*. Η **ζωτική χωρητικότητα** είναι ο όγκος του αέρα που βγαίνει από τους πνεύμονες μετά από μια πολύ βαθιά εισπνοή που ακολουθείται από μια πολύ βαθιά εκπνοή, δηλαδή αντιστοιχεί στο άθροισμα του συμπληρωματικού, του αναπνεόμενου και του εφεδρικού αέρα που ισούται περίπου με 4.500 κυβικά εκατοστά. **Νεκρός ή βλαβερός χώρος** είναι ο όγκος αέρα που κινείται μέσα στις αναπνευστικές οδούς χωρίς να συμμετέχει στην ανταλλαγή αερίων. Οι πνευμονικοί όγκοι ελέγχονται με μια ειδική εξέταση που ονομάζεται σπιρομέτρηση.

Η **διάχυση** του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μέσω των κυψελιδικών μεμβρανών και του αίματος εξαρτάται από τη μερική τάση των αερίων αυτών στις δύο πλευρές της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης. Τα αέρια μετακινούνται προς την περιοχή με τη μικρότερη τάση. Έτσι, το οξυγόνο μετακινείται από τις κυψελίδες προς τα τριχοειδή, ενώ το διοξείδιο του άνθρακα μετακινείται από τα τριχοειδή προς τις κυψελίδες ώστε να αποβληθεί κατά τη διάρκεια της εκπνοής.

Η **μεταφορά** του οξυγόνου προς τα κύτταρα του οργανισμού γίνεται μέσω του αίματος που ρέει στις αρτηρίες. Το αίμα περιέχει αιμοσφαιρίνη, η οποία ενώνεται με το οξυγόνο και σχηματίζει την *οξυαιμοσφαιρίνη*. Στα κύτταρα το οξυγόνο απελευθερώνεται και συμμετέχει στις καύσεις και την παραγωγή ενέργειας. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται στα κύτταρα μεταφέρεται μέσω του αίματος των φλεβών πίσω στις κυψελίδες.

Η **ρύθμιση** της αναπνοής πραγματοποιείται στο *πρωτεύον αναπνευστικό κέντρο*, στο οποίο υπάρχουν τρεις περιοχές: η εισπνευστική, η εκπνευστική και πνευμονοταξική. Η λειτουργία του αναπνευστικού κέντρου εξαρτάται από τις ποσότητες του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα που κυκλοφορούν στον οργανισμό. Έτσι, η λειτουργία της αναπνοής ρυθμίζεται ανάλογα με τις ανάγκες του ανθρώπου.

Ερωτήσεις

1. Ποια είναι η λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος;
2. Τι είναι η αναπνοή των ιστών;
3. Από ποια όργανα αποτελείται το αναπνευστικό σύστημα;
4. Πού βρίσκεται ο φάρυγγας και σε τι χρησιμεύει;
5. Ποια είναι τα τμήματα του φάρυγγα;
6. Πού βρίσκεται ο λάρυγγας και από τι αποτελείται το τοίχωμά του;
7. Τι είναι η επιγλωττίδα και ποια η χρησιμότητά της;
8. Τι είναι οι φωνητικές χορδές, τι η γλωττίδα και τι η σχισμή της γλωττίδας;
9. Πώς παράγεται η φωνή;
10. Μπορούμε να μιλήσουμε κατά τη διάρκεια της εισπνοής;
11. Από τι εξαρτάται το χρώμα της φωνής;
12. Πού βρίσκεται η τραχεία, από τι αποτελείται το τοίχωμά της και ποιο είναι το χαρακτηριστικό του βλεννογόνου της;
13. Τι είναι το βρογχικό δένδρο;
14. Ποιες είναι οι κύριες διακλαδώσεις των βρόγχων και σε ποιες περιοχές των πνευμόνων αντιστοιχούν;
15. Πού βρίσκονται οι πνεύμονες και ποια είναι η αποστολή τους;

16. Ποια είναι τα εξωτερικά ανατομικά χαρακτηριστικά των πνευμόνων;
17. Τι είναι η βάση του πνεύμονα;
18. Τι είναι η ρίζα του πνεύμονα και ποια η χρησιμότητά της;
19. Ποια ανατομικά στοιχεία περνούν από την πύλη του πνεύμονα;
20. Ποιες είναι οι επιφάνειες και ποια τα χείλη του πνεύμονα;
21. Ποιες είναι οι μεσοηόβιες σχισμές και ποιοι οι λοβοί κάθε πνεύμονα;
22. Τι είναι ένα βροχοπνευμονικό τμήμα;
23. Τι είναι ο υπεζωκότας και σε ποια τμήματα χωρίζεται;
24. Τι είναι το πλευριτικό υγρό και πού βρίσκεται;
25. Από τι αποτελείται το εσωτερικό των πνευμόνων;
26. Τι είναι οι πνευμονικές κυψελίδες;
27. Πόσων ειδών αρτηρίες έχει ο πνεύμονας;
28. Τι είδους αίμα περιέχουν οι πνευμονικές αρτηρίες και τι αίμα περιέχουν οι βρογχικές αρτηρίες;
29. Από ποιες ομάδες μηχανισμών εξαρτάται η αναπνοή;
30. Ποιες είναι οι αναπνευστικές κινήσεις, πώς πραγματοποιούνται και πώς συμβάλλουν στην είσοδο και την έξοδο του αέρα από τους πνεύμονες;
31. Ποια είναι η φυσιολογική συχνότητα των αναπνευστικών κινήσεων;
32. Τι είναι η ταχύπνοια και τι η βραδύπνοια;
33. Ποιες μορφές αναπνοής υπάρχουν;
34. Ποιες είναι οι παραήλαγές των αναπνευστικών κινήσεων;
35. Ποιοι είναι οι πνευμονικοί όγκοι;
36. Τι είναι η ζωτική χωρητικότητα και τι ο νεκρός ή βλαβερός χώρος;
37. Ποια είναι η χρησιμότητα των αεραγωγών εκτός από τη διέλευση του αέρα μέσα από αυτούς;

κεφάλαιο 4ο

38. Ποια είναι η σύσταση του αέρα που αναπνέουμε;
39. Τι είναι η κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη;
40. Πώς γίνεται η διάχυση των αερίων μέσω της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης;
41. Ποια είναι η μερική τάση του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα στις δύο πλευρές της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης;
42. Για ποιους λόγους δε σταματάει η ανταλλαγή των αερίων;
43. Πώς μεταφέρεται το οξυγόνο στα κύτταρα;
44. Ποια είναι η σύσταση του αέρα που εκπνέουμε;
45. Σε ποιο τμήμα του νευρικού συστήματος γίνεται η ρύθμιση της αναπνευστικής λειτουργίας;
46. Πού βρίσκεται το πρωτεύον αναπνευστικό κέντρο και από ποια τμήματα αποτελείται;
47. Ποια είναι η λειτουργία της εκπνευστικής, της εισπνευστικής και της πνευμονοταξικής περιοχής του πρωτεύοντος αναπνευστικού κέντρου;
48. Από τι εξαρτάται η λειτουργία του πρωτεύοντος αναπνευστικού κέντρου;

50

κεφάλαιο

ΤΟ ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- α. Στοματική κοιλότητα
- β. Φάρυγγας
- γ. Οισοφάγος
- δ. Στομάχι
- ε. Λεπτό έντερο
- ζ. Παχύ έντερο
- η. Ήπαρ (συκώτι)
- θ. Πάγκρεας
- ι. Σπλήνας
- Ι. Πέψη και απορρόφηση θρεπτικών ουσιών

Το πεπτικό σύστημα

Το πεπτικό σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο οργάνων, τα οποία συνιστούν τον πεπτικό ή εντερικό σωλήνα.

Ο πεπτικός σωλήνας αποτελείται από τα εξής όργανα: στοματική κοιλότητα, φάρυγγας, οισοφάγος, λεπτό και παχύ έντερο. Στο πεπτικό σύστημα ανήκουν και οι πεπτικοί αδένες, οι οποίοι διακρίνονται σε μικρούς και σε μεγάλους. Οι μικροί πεπτικοί αδένες βρίσκονται μέσα στο τοίχωμα του εντερικού σωλήνα, ενώ οι μεγάλοι που είναι οι σιελογόνοι, το ήπαρ και το πάγκρεας, φέρνουν το έκκριμά τους μέσω των εκφορητικών τους πόρων στο εσωτερικό του εντερικού σωλήνα.

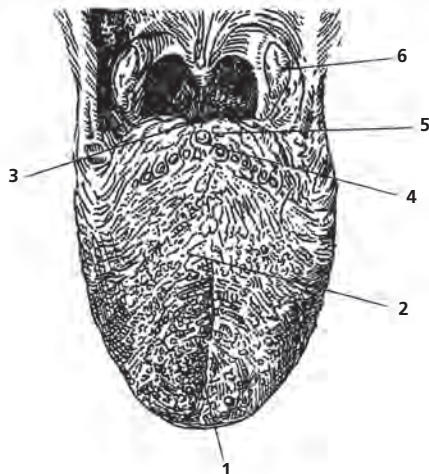
Διαδικασία της πέψης: όλες οι ουσίες που απαιτούνται για να γίνουν οι λειτουργίες του οργανισμού (εκτός από το οξυγόνο) εισάγονται στον οργανισμό από το πεπτικό σύστημα με τη στερεά και την υγρή τροφή. Ορισμένες από τις ουσίες αυτές, όπως είναι το νερό, τα ανόργανα άλατα, οι βιταμίνες, το οινόπνευμα κτλ., μπορούν να εισέρχονται στο αίμα μέσα από το τοίχωμα του γαστρεντερικού σωλήνα, χωρίς να απαιτείται να υποστούν προηγουμένως οποιαδήποτε τροποποίηση του μορίου τους. Για τις περισσότερες όμως από τις θρεπτικές ουσίες, υπό τη στενή έννοια του όρου, απαιτείται, πριν από την είσοδό τους στο αίμα, να υποβληθούν σε ειδική διεργασία, κατά την οποία υφίστανται τροποποίηση του μορίου τους. Η τροποποίηση αυτή συνίσταται συνήθως στη διάσπαση του μορίου σε απλούστερα μόρια κατάλληλα να απομυζηθούν από το έντερο στο αίμα. Η διεργασία αυτή λέγεται **πέψη**.

α. Στοματική κοιλότητα

Η στοματική κοιλότητα αποτελείται από τα εξής όργανα:

Γλώσσα

Η γλώσσα βρίσκεται στο έδαφος του στόματος (Εικ. 5.1). Αποτελείται από τρία μέρη: τη βάση ή ρίζα, το σώμα και την κορυφή. Περιφερικά η γλώσσα έχει δύο επιφάνειες, την πάνω και την κάτω, και δύο πλάγια χείλη. Στην πάνω επιφάνειά της η γλώσσα έχει πολλή προεξοχή, τις θηλές, που ανάλογα με το σχήμα τους ονομάζονται τριχοειδείς, μυκητοειδείς, φυλλοειδείς και περιχαρακωμένες. Οι περιχαρακωμένες θηλές είναι τοποθετημένες στο πίσω μέρος της γλώσσας και σχηματίζουν ένα Λ, το **γευστικό λάμδα**.



Εικόνα 5.1 Γλώσσα: 1. κορυφή της γλώσσας, 2. σώμα της γλώσσας, 3. ρίζα της γλώσσας, 4. περιχαρακωμένες θηλές (γευστικό λάμδα), 5. γλωσσική αμυγδαλή, 6. παρίσθια αμυγδαλή.

Επίσης, περιέχουν ειδικά κύτταρα για τη γεύση, τους **γευστικούς κάλυκες**. Τα γευστικά όργανα για το γλυκό, το ξινό, το αλμυρό και το πικρό δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα σε όλη τη γλώσσα. Το γλυκό γίνεται αισθητό κυρίως στην κορυφή της γλώσσας, το πικρό στη ρίζα της γλώσσας, το αλμυρό και το ξινό στα πλάγια χείλη της.

Ο μυς της γλώσσας έχει μοναδική δομή: οι μυϊκές ίνες έχουν φορά και προς τις τρεις διευθύνσεις του χώρου: α) από εμπρός προς τα πίσω, β) από τα πλάγια προς το μέσο, γ) από πάνω προς τα κάτω. Μ' αυτήν τη διάταξη η γλώσσα διαθέτει μεγάλη κινητικότητα. Είναι ο μόνος γραμμωτός μυς που μπορεί από μόνος του να επιμηκυνθεί. Έτσι μπορεί κανείς να «βγάλει τη γλώσσα έξω».

Λειτουργίες της γλώσσας

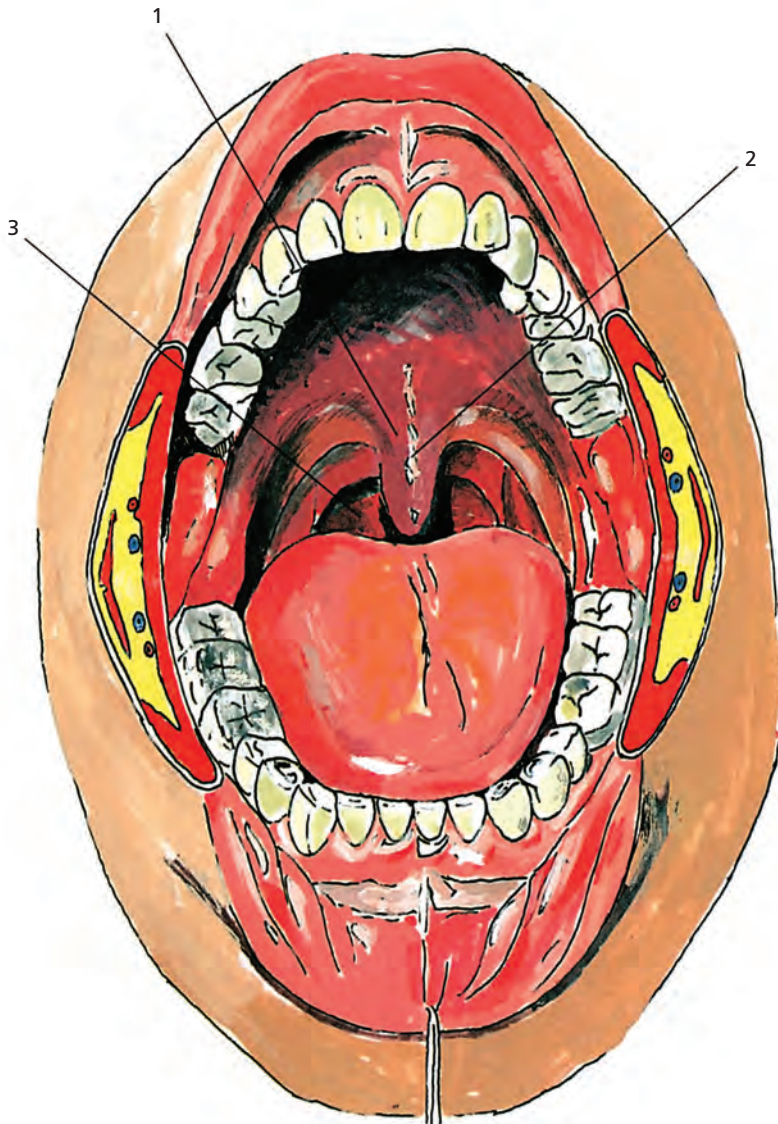
Η γλώσσα είναι πολυδύναμο όργανο. Πιο συγκεκριμένα αποτελεί:

- α) **όργανο μάσησης**: οι μαλακές τροφές θρυμματίζονται μεταξύ της γλώσσας και της σκληρής υπερώας.
- β) **όργανο κατάποσης**: ο βήλωμός (μπουκιά) της τροφής ωθείται από τη γλώσσα προς το φάρυγγα, όπου και αρχίζει η διαδικασία της κατάποσης.
- γ) **όργανο ομιλίας**: η γλώσσα επιτελεί αποφασιστική λειτουργία κατά το σχηματισμό των φθόγγων.
- δ) **όργανο αφής**: η άκρη της γλώσσας είναι το μέρος του σώματος με τη μεγαλύτερη ικανότητα επιπολής αισθητικότητας.
- ε) **όργανο γεύσης**: στη ράχη της γλώσσας βρίσκονται οι γευστικοί κάλυκες με τη βοήθεια των οποίων μπορούμε να διακρίνουμε τις διάφορες γεύσεις.
- στ) **όργανο άμυνας**: η φαρυγγική επιφάνεια της γλώσσας περιέχει άφθονο λεμφικό ιστό τη «γλωσσική αμυγδαλή».

Υπερώα

Η υπερώα αποτελεί το διαχωριστικό τοίχωμα μεταξύ της στοματικής κοιλότητας και των ρινικών κοιλοτήτων (Εικ. 5.2). Διαιρείται σε δύο τμήματα:

- 1. **σκληρή υπερώα**: είναι το μπροστινό τμήμα της υπερώας που ενισχύεται από οστά και μ' αυτόν τον τρόπο αντιστέκεται στη γλώσσα.
- 2. **μαλακή υπερώα**: το πίσω μέρος της υπερώας δεν έχει οστά. Το ελεύθερο χείλος της καταλήγει στη σταφυλή· κατά την κατάποση ανεβαίνει και πιέζεται πάνω στο πίσω τοίχωμα του φάρυγγα. Έτσι, απομονώνεται η ρινική κοιλότητα σε σχέση με το φάρυγγα και παρεμποδίζεται η κατάληξη των τροφών σ' αυτήν. Κατά την ομιλία, η θέση της μαλακής υπερώας είναι σημαντική για το σχηματισμό ορισμένων φθόγγων. Κατά τη διάρκεια του ύπνου και στην ύπτια θέση, με το στόμα ανοιχτό, η μαλακή υπερώα ταλαντεύεται από το ρεύμα αέρα προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση (ροχαλητό).



Εικόνα 5.2 Υπερώα: 1. μαλακή υπερώα, 2. σκληρή υπερώα, 3. ισθμός του φάρυγγα.

Τα δόντια

Τα δόντια είναι σκληρά όργανα τα οποία χρησιμεύουν για τη μάσηση της τροφής. Διακρίνουμε δύο γενιές δοντιών.

Τα **νεογιλά δόντια** ή προσωρινά βγαίνουν από την ηλικία των έξι μηνών περίπου, ολοκληρώνονται στο δεύτερο χρόνο της ζωής και παραμένουν μέχρι την ηλικία των έξι χρόνων. Τα νεογιλά δόντια είναι συνοδικά 20. Η αντικατάσταση των νεογιλών δοντιών γίνεται από τη **μόνιμη οδοντοστοιχία**, η οποία αποτελείται από 32 δόντια, ανά οκτώ σε κάθε μισό της άνω και της κάτω γνάθου (Εικ. 5.3). Ανάλογα με τη θέση τους τα δόντια αυτά έχουν διαφορετική λειτουργία και κατά

Εικόνα 5.3 Δόντια: 1 & 2. τομείς, 3. κυνόδοντας, 4 & 5. προγόμφιοι, 6 & 7. γομφίοι, 8. 3ος γομφίος (σώφρονιστήρας ή φρονημίτης), 9. ούλα.

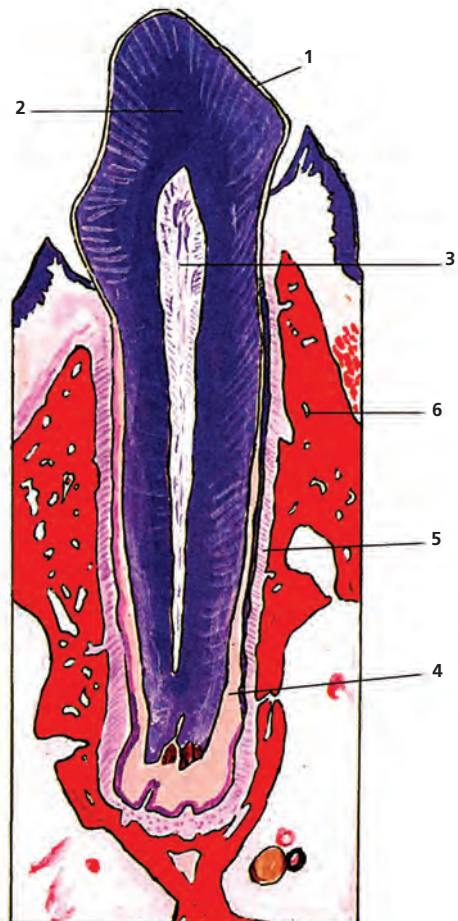
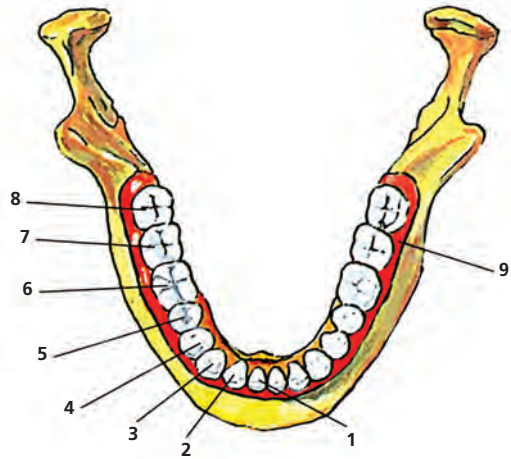
συνέπεια διαφορετικό σχήμα. Με τα μπροστινά δόντια (τομείς) κόβουμε την τροφή. Τα πίσω δόντια (γομφίοι) συνθλίβουν την τροφή δουλεύοντας σαν τις πέτρες αλευρόμυλου. Μεταξύ τους βρίσκονται οι κυνόδοντες που είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένοι στα σαρκοφάγα και χρησιμεύουν για τη συγκράτηση του θηράματος. Μεταξύ των κυνόδοντων και των γομφίων βρίσκονται οι προγόμφιοι ως ενδιάμεση μορφή. Ο «οδοντικός τύπος» του ανθρώπου είναι 2-1-2-3, δηλαδή δύο τομείς, ένας κυνόδοντας, δύο προγόμφιοι και τρεις γομφίοι σε κάθε μισό της κάθε γνάθου.

Κατασκευή των δοντιών

Το κάθε δόντι αποτελείται από σκληρά μέρη, δηλαδή την **οδοντίνη**, την **αδαμαντίνη** και την **οστεΐνη** ουσία που συγκροτούν το τοίχωμα της οδοντικής κοιλότητας, και από μαλακά μέρη, δηλαδή τον **πολφό**, ένα χαλαρό συνδετικό ιστό, πλούσιο σε αγγεία και νεύρα, που καταλαμβάνει ολόκληρη την οδοντική κοιλότητα (Εικ. 3.4).

Το μεγαλύτερο τμήμα του δοντιού αποτελείται από την οδοντίνη, η οποία είναι ιστός συγγενής με το οστό. Επειδή η οδοντίνη θα φθειρόταν πολύ εύκολα κατά τη μάσηση, επενδύεται με ένα στρώμα πολύ σκληρής ουσίας, την αδαμαντίνη. Η αδαμαντίνη είναι η πιο σκληρή ουσία του σώματος. Τα μέρη του δοντιού που είναι εμφυτευμένα μέσα στη γνάθο δε χρειάζεται να καλύπτονται από την αδαμαντίνη και γι' αυτό επενδύονται με την οστεΐνη.

Εικόνα 5.4 Κατασκευή δοντιών: 1. αδαμαντίνη, 2. οδοντίνη, 3. πολφική κοιλότητα, 4. οστεΐνη, 5. περιοδόντιο, 6. φατνιακή απόφυση.



Σιελογόνοι αδένες

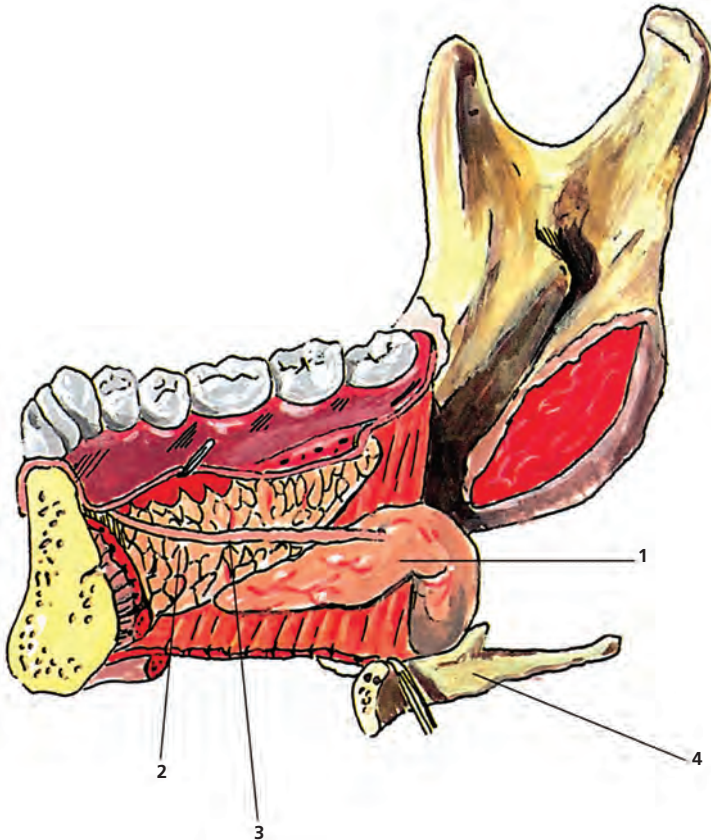
Οι αδένες της στοματικής κοιλότητας διακρίνονται σε μικρούς και μεγάλους. Οι μικροί βρίσκονται στο βλεννογόνο ή τον υποβλεννογόνιο συνδετικό ιστό διαφόρων περιοχών της στοματικής κοιλότητας και ανάλογα με τη θέση τους περιγράφονται ως χειλικοί, παρειικοί, υπερώιοι και γλωσσικοί αδένες. Οι μεγάλοι συνίστανται από τρία ζευγάρια αδένων, που είναι οι κυρίως σιελογόνοι αδένες, δηλαδή δεξιά και αριστερά, η **παρωτίδα**, ο **υπογνάθιος** και ο **υπογλώσσιος αδένας** (Εικ. 5.5). Όλοι οι αδένες της στοματικής κοιλότητας συμμετέχουν στην παραγωγή του σιέλου, αλλά το μεγαλύτερο μέρος του τελειωτικού παράγεται από τους τρεις μεγάλους σιελογόνους αδένες, οι οποίοι προετοιμάζουν την τροφή για την πέψη στο στομάχι και το έντερο.

Οι εκφορητικοί πόροι του υπογνάθιου και του υπογλώσσιου αδένος εκβάλλουν κάτω από τη γλώσσα. Ο εκφορητικός πόρος της παρωτίδας εκβάλλει στο προστόμιο, στο ύψος του δεύτερου άνω γομφίου.

Σίελος

Ο σίελος είναι υδαρές υγρό που εκκρίνεται μέσα στη στοματική κοιλότητα από τους σιελογόνους αδένες. Το ΡΗ του είναι μεταξύ 6,0-7,4 και περιέχει σε μεγάλες ποσότητες κάλιο και διττανθρακικά ιόντα. Περιέχει, επίσης, το ένζυμο α-αμυλάση και βλέννα.

Εικόνα 5.5 Σιελογόνοι αδένες: 1. υπογνάθιος αδένας, 2. υπογλώσσιος αδένας, 3. υπογνάθιος πόρος, 4. υοειδές οστό.



Ο σείληος βοηθάει ώστε η τροφή να μεταφέρεται ευκολότερα στο στομάχι, συμβάλλει στη λειτουργία της γεύσης, βοηθάει στον αυτοκαθαρισμό της στοματικής κοιλότητας (διάλυση υπολειμμάτων τροφής), και συμμετέχει στη διαδικασία της γεύσης.

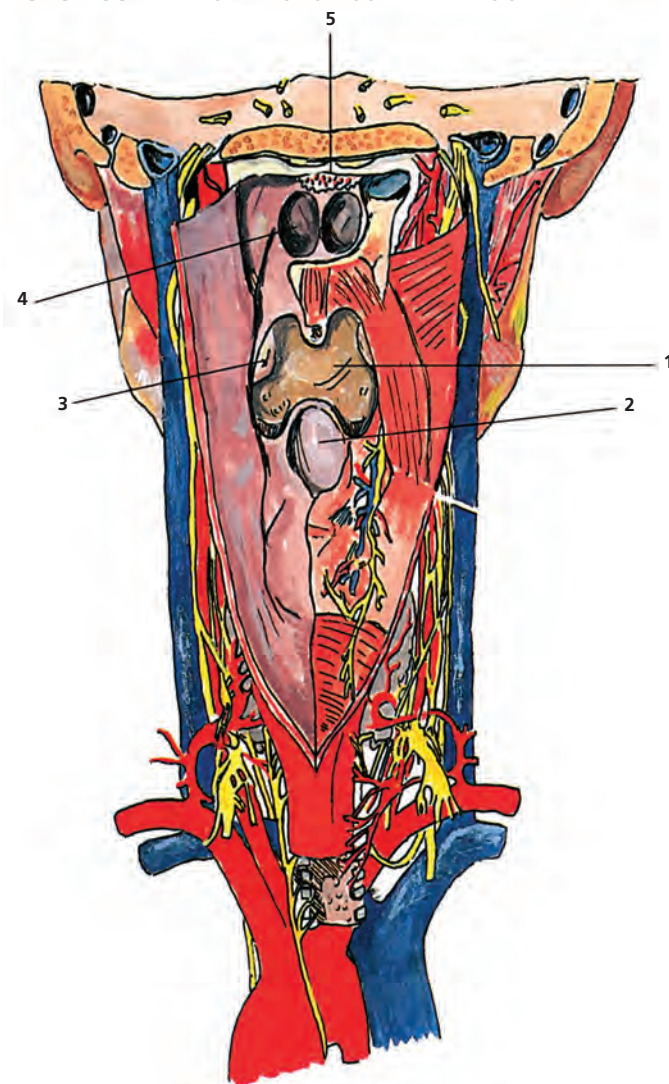
β. Φάρυγγας

Ο φάρυγγας είναι ινομυώδης σωλήνας μήκους 15 εκατοστών, που χρησιμεύει για το πέρασμα τόσο του αέρα όσο και της τροφής· αποτελεί δηλαδή το συνδετικό τμήμα μεταξύ της αναπνευστικής και της πεπτικής οδού (Εικ. 5.6).

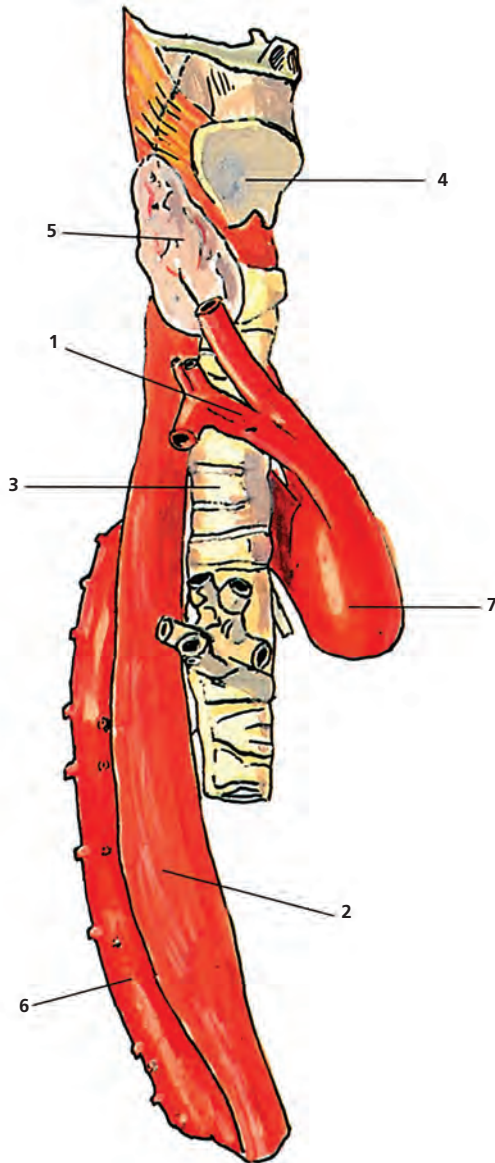
Στο φάρυγγα διακρίνουμε:

1. τη **ρινική μοίρα του φάρυγγα** (ρινοφάρυγγας) που βρίσκεται πίσω από τη ρινική κοιλότητα.
2. τη **στοματική μοίρα του φάρυγγα** (στοματοφάρυγγας) που βρίσκεται πίσω από τη στοματική κοιλότητα.
3. τη **λάρυγγική μοίρα του φάρυγγα** (λάρυγγοφάρυγγας) που βρίσκεται πίσω από το λάρυγγα.

Ο φάρυγγας είναι επίσης σημαντικός ως αμυντικό όργανο, καθώς σε στενή σχέση μ' αυτόν βρίσκονται οι συσσωρεύσεις του λεμφικού ιστού, που αποτελούν τη γλωσσική, παρίσθμια και φαρυγγική αμυγδαλή.



Εικόνα 5.6 Φάρυγγας: 1. ρίζα της γλώσσας, 2. επιγλωττίδα, 3. παρίσθμια αμυγδαλή, 4. ρινικές κόγχες, 5. φάρυγγική αμυγδαλή.



Εικόνα 5.7 Οισοφάγος: 1. τραχηλική μοίρα οισοφάγου, 2. θωρακική μοίρα οισοφάγου, 3. τραχεία, 4. θυρεοειδής χόνδρος, 5. θυρεοειδής αδένας, 6. θωρακική αορτή, 7. αορτικό τόξο.

γ. Οισοφάγος

Ο οισοφάγος αποτελεί συνέχεια του φάρυγγα και έχει μήκος περίπου 25 εκατοστών. Βρίσκεται στο ύψος του 6ου αυχενικού μέχρι τον 4ο-5ο θωρακικό σπόνδυλο. Έτσι διακρίνουμε τέσσερις μοίρες του οισοφάγου: την **τραχηλική**, τη **θωρακική**, τη **διαφραγματική** (επειδή περνάει μέσα από το διάφραγμα) και την **κοιλιακή** (Εικ. 5.7).

Επειδή ο οισοφάγος έρχεται σε στενή σχέση με γειτονικά όργανα, δεν έχει παντού το ίδιο εύρος. Τα στενότερά του σημεία είναι φυσιολογικά τρία: α) στο όριο με το φάρυγγα, β) στο μέσο, όπου ο οισοφάγος συμπιέζεται μεταξύ αορτικού τόξου και διχασμού της τραχείας, γ) στο όριο με το στομάχι.

Στις θέσεις αυτές, κυρίως, παγιδεύονται μεγάλα ξένα σώματα.

Μηχανισμός της κατάποσης

Κατάποση ονομάζεται η λειτουργία κατά την οποία η τροφή μεταφέρεται από τη στοματική κοιλότητα μέσω του φάρυγγα και του οισοφάγου στο στομάχι.

Στην πρώτη φάση της γίνεται μετακίνηση του βληνώ (μπουκιός) στο πίσω μέρος της στοματικής κοιλότητας. Για να γίνει αυτό, η γλώσσα συμπιέζεται πάνω στη σκληρή υπερώα. Όταν το στόμα είναι κλειστό, η μόνη διέξοδος που παραμένει για το βληνώ είναι προς τα πίσω.

Σε μια δεύτερη φάση, ο λάρυγγας ανεβαίνει προς τα πάνω και εμπρός έτσι, ώστε η επιγλωττίδα να κατεβαίνει και να τοποθετείται στο στόμιο του λάρυγγα για να τον προφυλάξει. Στη συνέχεια, γίνεται μεταφορά του βληνώ διαμέσου του ισθμού του φάρυγγα από τη στοματική προς τη φαρυγγική κοιλότητα και τον οισοφάγο. Τέλος, στον οισοφάγο ένα περισταλτικό κύμα προωθεί το βληνώ προς το στομάχι.

δ. Στομάχι

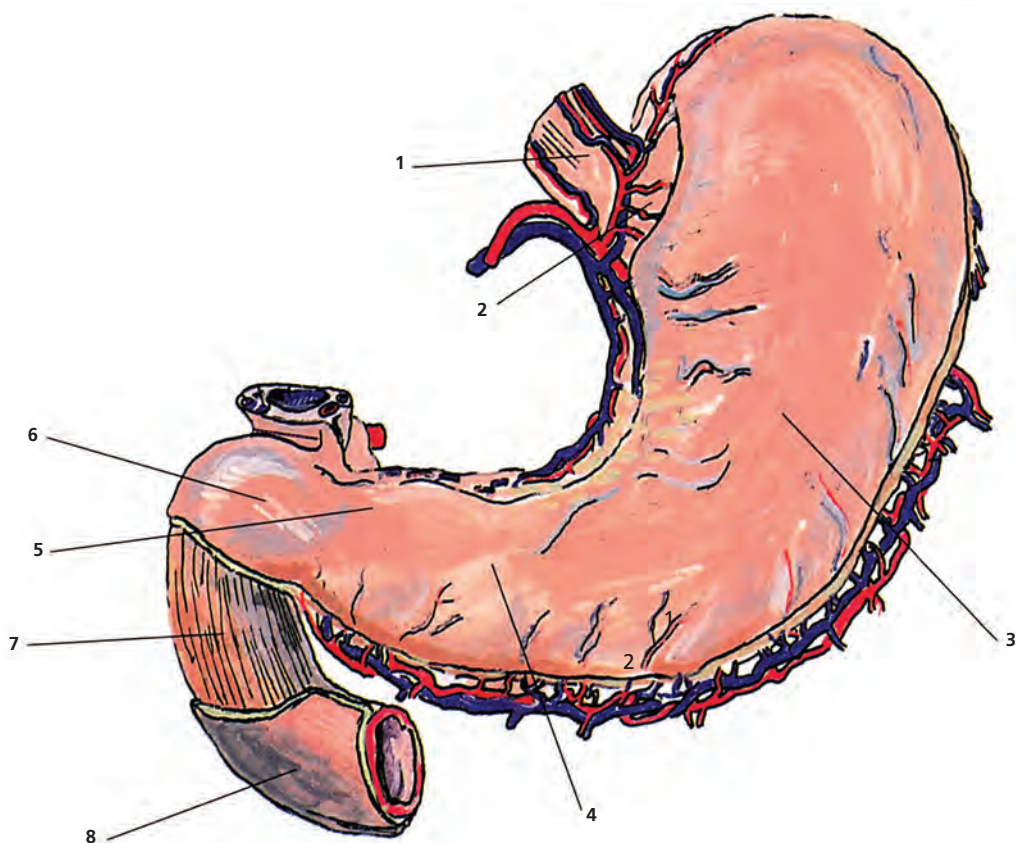
Βρίσκεται στο ιδίως επιγάστριο κάτω από τον αριστερό θόλο του διαφράγματος. Αποτελεί το ευρύτερο τμήμα του εντερικού σωλήνα και επικοινωνεί με τον οισοφάγο και το λεπτό έντερο μέσω του καρδιακού στομίου και του πυλωρικού στομίου αντίστοιχα. (Εικ. 5.8)

Ανατομικά το στομάχι χωρίζεται σε δύο κύρια μέρη: στο **κυρίως στομάχι** και στην **πυλωρική μοίρα** του στομάχου. Το κυρίως στομάχι υποδιαιρείται στο θόλο, ο οποίος αποτελεί το τμήμα του στομάχου που είναι πάνω από το επίπεδο του καρδιακού στομίου, και στο σώμα του στομάχου. Η πυλωρική μοίρα αποτελείται από το πυλωρικό άντρο και τον πυλωρικό σωλήνα, ο οποίος καταλήγει στο πυλωρικό στόμιο.

Το στομάχι αποτελείται από τέσσερις χιτώνες οι οποίοι είναι από έξω προς τα μέσα: ο ορογόνος, ο μυϊκός, ο υποβλεννογόνιος και ο βλεννογόνος.

Η νεύρωση του στομαχιού γίνεται από το συμπαθητικό και το παρασυμπαθητικό σύστημα.

Εικόνα 5.8 Στομάχος: 1. κοιλιακή μοίρα οισοφάγου, 2. καρδιακή μοίρα στομάχου, 3. σώμα στομάχου, 4. πυλωρική μοίρα στομάχου, 5. πυλωρός, 6. 1η μοίρα 12δακτύλου, 7. 2η μοίρα 12δακτύλου, 8. 3η μοίρα 12δακτύλου.



Είδη κυττάρων που διακρίνονται στους γαστρικούς αδένες

1. **Κύρια κύτταρα:** εκκρίνουν το προένζυμο πεψινογόνο, το οποίο στο εσωτερικό του στομάχου ενεργοποιείται ως ένζυμο της πεψίνης, που διασπά τις πρωτεΐνες.
2. **Καλυπτήρια** (τοιχωματικά): παράγουν τα γαστρικά οξέα.
3. **Βλεννώδη κύτταρα:** παράγουν βλέννα. Μ' αυτήν προστατεύεται ο βλεννογόνος από την αυτοπεψία λόγω των οξέων και της πεψίνης. Τα βλεννώδη κύτταρα εκκρίνουν επίσης τον ενδογενή παράγοντα που είναι απαραίτητος για το σχηματισμό των ερυθρών.
4. **G-κύτταρα:** βρίσκονται κυρίως στην πυλωρική μοίρα. Τα κύτταρα αυτά παράγουν την ορμόνη γαστρίνη.

Το στομάχι δε χρησιμεύει μόνο για την αποθήκευση και την πέψη της τροφής. Σ' αυτό, η τροφή ταυτόχρονα αποστειρώνεται. Για το σκοπό αυτό το τοίχωμα του στομάχου εκκρίνει **υδροχλωρικό οξύ**, που αδρανοποιεί τα περισσότερα μικρόβια.

Ο βλεννογόνος του στομάχου επενδύεται με στρώμα βλέννας για να προστατεύεται από το οξύ. Αν παλινδρομήσει γαστρικό περιεχόμενο στον οισοφάγο, το οξύ ερεθίζει το βλεννογόνο του (κάψιμο).

Έλκος του στομάχου: Η υπερβολική έκκριση υδροχλωρικού οξέος φαίνεται πως αποτελεί σημαντικό παράγοντα δημιουργίας έλκους του στομάχου. Αν δεν υπάρχει παράλληλα αρκετή προστατευτική βλέννα, το γαστρικό υγρό μπορεί να διαβρώσει το ίδιο το στομάχι. Η θεραπεία επομένως του έλκους του στομάχου έχει ως σκοπό την ελάττωση της παραγωγής οξέος.

ε. Λεπτό έντερο

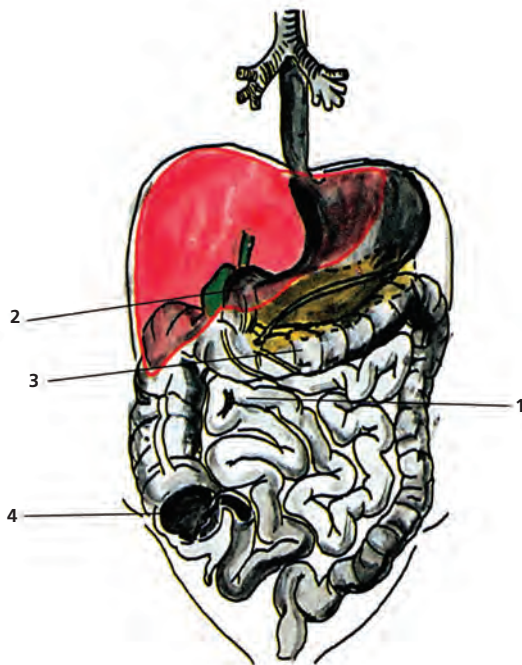
Το λεπτό έντερο αρχίζει από τη νησιδοδωδεκαδακτυλική καμπή και φτάνει μέχρι την ειλεοτυφλική βαλβίδα. Έχει συνολικό μήκος 6-7 μέτρα. (Εικ. 5.9).

Το λεπτό έντερο διακρίνεται σε τρία μέρη:

- α) το δωδεκαδάκτυλο
- β) τη νήστιδα
- γ) τον ειλεό.

Στα τρία μέρη του λεπτού εντέρου συνεχίζεται και ολοκληρώνεται η επεξεργασία της πέψης της τροφής, της οποίας τα τελικά προϊόντα μπορούν να απορροφηθούν στη συνέχεια από τον εντερικό βλεννογόνο και να περάσουν στα αιμοφόρα και τα λεμφικά αγγεία.

Την πεπτική και απορροφητική λειτουργία του λεπτού εντέρου διευκολύνουν και γενικά προάγουν μερικοί ειδικοί σχηματισμοί. Κυρίως όμως η απορροφητική λειτουργία του λεπτού εντέρου πολλαπλασιάζεται χάρη στην παρουσία των κυκλικών πτυχών του



Εικόνα 5.9 Λεπτό έντερο: 1. λεπτό έντερο, 2. ηπατικός πόρος, 3. παγκρεατικός πόρος, 4. ειλεοτυφλική βαλβίδα.

εντερικού βλεννογόνου, δηλαδή χάρη στις **εντερικές λήχνες** και τις μικρολήχνες της επιφάνειας των απορροφητικών κυττάρων του εντερικού επιθηλίου.

Το δωδεκαδάκτυλο έχει μήκος περίπου όσο το πλάτος δώδεκα δακτύλων. Σ' αυτό εκβάλλουν οι εκφορητικοί πόροι των μεγάλων πεπτικών αδένων (ήπαρ και πάγκρεας). Ο εκφορητικός πόρος του ήπατος (**χοληδόχος πόρος**) παροχετεύει τη χολή και ο εκφορητικός πόρος του παγκρέατος (**παγκρεατικός πόρος**) παροχετεύει το παγκρεατικό υγρό. Τα δύο αυτά υγρά μαζί με το εντερικό υγρό, το οποίο εκκρίνεται από αδένες του τοιχώματος του λεπτού εντέρου, συντελούν στη διάσπαση του εντερικού περιεχομένου σε μικρότερα μόρια.

ζ. Παχύ έντερο

Το παχύ έντερο είναι το τελευταίο τμήμα του πεπτικού σωλήνα και έχει μήκος περίπου 1,5 μέτρο. Αρχίζει από την ειλεοκοιλική βαλβίδα και καταλήγει στον πρωκτό. (Εικ. 5.10)

Τα κυριότερα τμήματα του παχέος εντέρου είναι:

α) το **τυφλό με τη σκωληκοειδή απόφυση**

β) το **κόλο με τέσσερα μέρη**: το ανιόν, το εγκάρσιο, το κατίον και το σιγμοειδές.

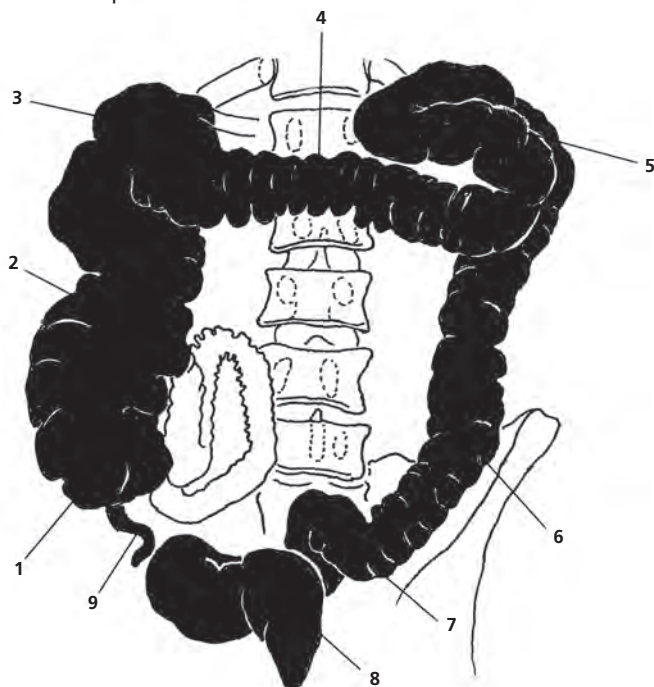
γ) το **ορθό**

Το παχύ έντερο χρησιμεύει για τη διάσπαση ορισμένων θρεπτικών ουσιών με τη βοήθεια μικροβίων, την απορρόφηση νερού, ηλεκτρολυτών, βιταμινών, και την έκκριση άφθονης βλήννας.

Στο παχύ έντερο συμπυκνώνονται τα υπολείμματα της τροφής χάρη στην απορρόφηση νερού. Ταυτόχρονα προστίθεται βλήννα, ώστε να γίνουν ολισθηρά σαν κόπρανα. Τα εντερικά, τέλος μικρόβια (κυρίως το κολλοβακτηρίδιο) διασπούν συστατικά της τροφής που δε μπορούν να διασπαστούν από τα πεπτικά ένζυμα (π.χ. μερικές ινώδεις ουσίες) και έτσι τα κάνουν απορροφήσιμα.

Στον άνθρωπο η διεργασία αυτή δεν είναι τόσο σημαντική όσο στα ζώα. Τα φυτοφάγα ζώα εξαρτώνται από τα μικρόβια για την πέψη της τροφής τους. Εντούτοις, και στον άνθρωπο είναι σημαντική για την υγεία η ύπαρξη υγιούς «εντερικής χλωρίδας». Αν για παράδειγμα η χλωρίδα αυτή καταστραφεί από αντιβιοτικά, τότε εμφανίζονται εύκολα διαρροϊκές παθήσεις.

Εικόνα 5.10 Παχύ έντερο: 1. τυφλό έντερο, 2. ανιόν κόλο, 3. δεξιά κοιλική καμπή, 4. εγκάρσιο κόλο, 5. αριστερή κοιλική καμπή, 6. κατίον κόλο, 7. σιγμοειδές κόλο, 8. ορθό, 9. σκωληκοειδής απόφυση.



Σκωληκοειδής απόφυση: έχει μήκος συνήθως 6 – 10 εκατοστών.

Η σκωληκοειδής απόφυση έχει τοίχωμα πλούσιο σε λεμφικό ιστό. Επομένως συγγενεύει με τις αμυγδαλές και έχει ονομαστεί «εσωτερική αμυγδαλή». Λεμφικός ιστός υπάρχει σ' όλα τα τμήματα του εντέρου, είναι όμως ιδιαίτερα πλούσιος στη σκωληκοειδή απόφυση. Στα πλάισια της λειτουργίας της ως αμυντικού οργάνου η σκωληκοειδής απόφυση μπορεί να πτηθεί από τους εισβολείς, τα μικρόβια.

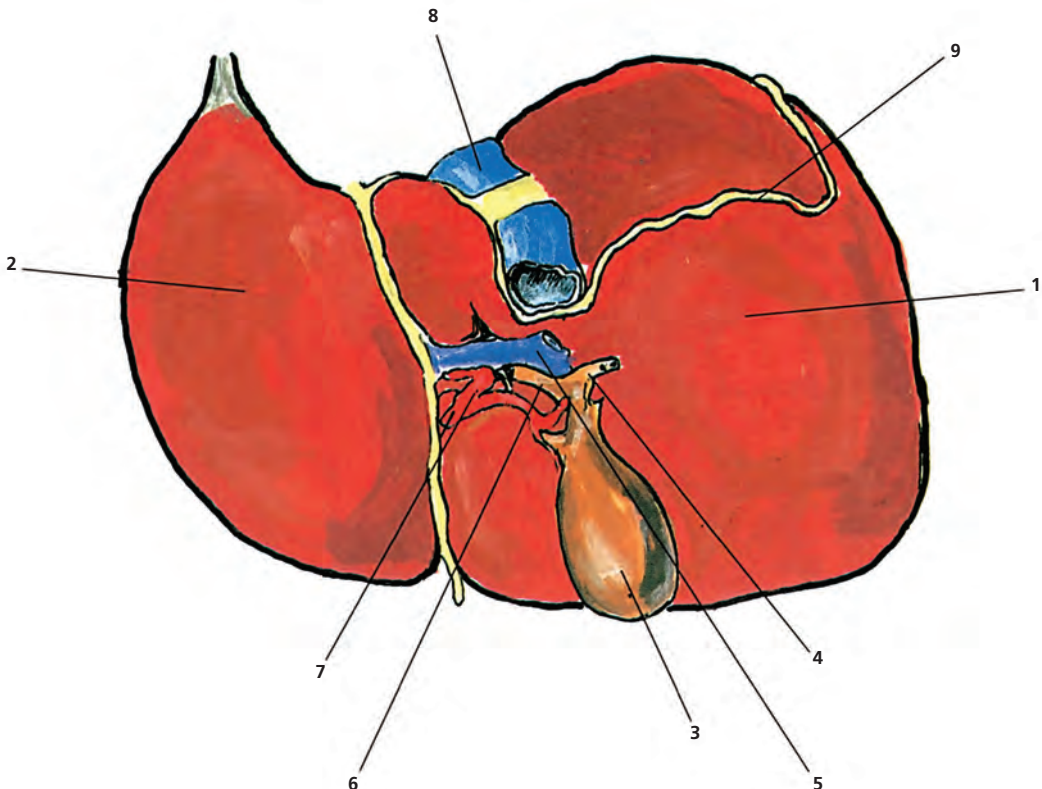
Κατά την οξεία σκωληκοειδίτιδα υπάρχει κίνδυνος ρήξης του τοιχώματος από το πύον. Αυτό θα είχε ως συνέπεια την επέκταση των μικροβίων στην περιτοναϊκή κοιλότητα με αποτέλεσμα την περιτονίτιδα, η οποία συνιστά πολύ σοβαρό πρόβλημα.

η. Ήπαρ (συκώτι)

Το ήπαρ είναι ο μεγαλύτερος από τους αδένες του πεπτικού συστήματος. (Εικ. 5.11). Βρίσκεται στην άνω κοιλία, κάτω από το δεξιό θόλο του διαφράγματος έχει βάρος 1400 - 1800 gr και σύσταση μαλακή, γι' αυτό τραυματίζεται εύκολα σε περιπτώσεις κακώσεων της κοιλιάς προκαλώντας μεγάλες αιμορραγίες.

Το σχήμα που έχει το συκώτι μπορεί να παρομοιαστεί με ημισφαίριο.

Εικόνα 5.11 Ήπαρ: 1. δεξιός λοβός του ήπατος, 2. αριστερός λοβός του ήπατος, 3. χοληδόχος κύστη, 4. χοληδόχος πόρος, 5. πυλαία φλέβα, 6. κοινός ηπατικός πόρος, 7. ηπατική αρτηρία, 8. κάτω κοίλη φλέβα, 9. περιτόναιο.



Στο ήπαρ διακρίνουμε δύο επιφάνειες:

1. **τη διαφραγματική επιφάνεια:** ακουμπάει στο διάφραγμα και έχει την ίδια καμψυλότητα μ' αυτό.
2. **τη σπληχνική επιφάνεια:** η επιφάνεια αυτή στρέφεται προς τα υπόλοιπα όργανα της κοιλιάς και είναι μάλλον επίπεδη. Σ' αυτή υπάρχει μια σχισμή που λέγεται πύλη του ήπατος. Από την πύλη του ήπατος εισέρχονται και εξέρχονται αιμοφόρα και λεμφικά αγγεία, νεύρα, και οι χοληφόροι οδοί. Η χοληδόχος κύστη και η κάτω κοίλη φλέβα δημιουργούν εντυπώματα στο ήπαρ.

Λειτουργίες του ήπατος

Το ήπαρ είναι το «κεντρικό εργαστήριο» του σώματος. Οι λειτουργίες του είναι οι ακόλουθες.

1. **Παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων:** το ήπαρ κατά τη νεογνική ηλικία λειτουργεί και ως αιμοποιητικό όργανο.
2. **Παραγωγή χολής:** η χολή είναι απαραίτητη για την πέψη των λιπών στο έντερο. Η χολή αποθηκεύεται στη χοληδόχο κύστη, η οποία, όταν εισέλθει τροφή στο δωδεκαδάκτυλο και κυρίως λιπαρά, τότε συσπάται παροχετεύοντας χολή στο δωδεκαδάκτυλο.
3. **Μεταβολισμός των λιπών:** το ήπαρ βιοσυνθέτει και καταβολίζει λιπαρά οξέα και χοληστερίνη.
4. **Μεταβολισμός των πρωτεϊνών:** Πρόκειται για την οικοδόμηση των πρωτεϊνών του αίματος από αμινοξέα και την αποδόμηση των πρωτεϊνών που έχουν χρησιμοποιηθεί σε ουρία.
5. **Μεταβολισμός των υδατανθράκων:** το ήπαρ σχηματίζει και αποθηκεύει το γλυκογόνο.
6. **Αποδόμηση και αδρανοποίηση των ξένων και τοξικών ουσιών,** για παράδειγμα των φαρμάκων.
7. **Φαγοκυττάρωση και ανοσία:** η λειτουργία αυτή γίνεται με τη βοήθεια των φαγοκυττάρων του ήπατος (Kupffer).
8. **Πήξη του αίματος:** το ήπαρ βιοσυνθέτει τους περισσότερους παράγοντες πήξεως.

Εκφορητική οδός του ήπατος

Είναι η οδός που μεταφέρει τη χολή στο δωδεκαδάκτυλο. Διακρίνεται στα:

1. **ενδοηπατικά χοληφόρα:** τα χοληφόρα τριχοειδή συνενώνονται σε όλο και μεγαλύτερους χοληφόρους πόρους.
2. **εξωηπατικά χοληφόρα:** οι δύο ηπατικοί πόροι βγαίνουν από την πύλη του ήπατος ως δεξιός και αριστερός ηπατικός πόρος.

Στη συνέχεια οι δύο αυτοί πόροι ενώνονται και καταλήγουν στον κοινό ηπατικό πόρο. Από τον κοινό ηπατικό πόρο εκφύεται η χοληδόχος κύστη. Από τη διακλάδωση αυτή και κάτω, ο κοινός ηπατικός πόρος ονομάζεται χοληδόχος πόρος.

Λειτουργία της χοληδόχου κύστης

Η χοληδόχος κύστη αποθηκεύει χολή έχοντας χωρητικότητα μόνο 40-100 ml περίπου. Το ήπαρ όμως εκκρίνει κάθε μέρα περίπου 1 λίτρο χολής. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να συμπυκνωθεί η χολή μέσα στη χοληδόχο κύστη. Αυτό πετυχαίνεται με την απορρόφηση νερού.

Χολή

Η χολή παράγεται από τα ηπατικά κύτταρα. Διαμέσου των χοληφόρων σωληναρίων η χολή ρέει στους τελικούς χοληφόρους πόρους από τους οποίους τελικά φθάνει στον ηπατικό πόρο και τον κοινό χοληδόχο πόρο, από τον οποίο είτε παροχετεύεται απευθείας στο δωδεκαδάκτυλο είτε αποθηκεύεται στη χοληδόχο κύστη. Η χολή αποτελείται από χολικά οξέα, χολοχρωστικές ουσίες (κυρίως χοληρυθρίνη), χοληστερίνη, άλατα, βλέννα, άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού κτλ.

δ. Πάγκρεας

Το πάγκρεας έχει μήκος 12-15 εκατοστών, βάρος 80 γραμμαρίων, και το σχήμα του μοιάζει με σφύρα. Το πάγκρεας χωρίζεται σε τρία τμήματα: την κεφαλή, το σώμα και την ουρά. (Εικ. 5.12).

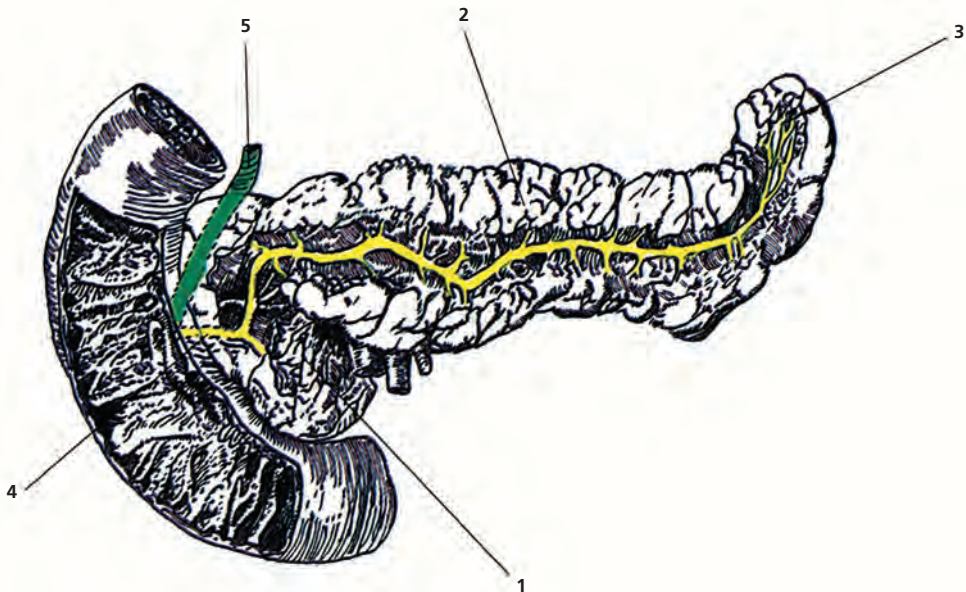
Η κεφαλή του παγκρέατος περιβάλλεται από την αγκύλη του δωδεκαδακτύλου. Η ουρά του παγκρέατος φέρεται προς τα αριστερά μέχρι τον σπλήνα.

Λειτουργίες του παγκρέατος

Το πάγκρεας είναι όργανο με διπλή λειτουργία που επιτελείται από δύο τελείως ξεχωριστά τμήματα:

1. τον **πεπτικό αδέν**: το τμήμα αυτό του αδένος σχηματίζει το **παγκρεατικό υγρό**. Αυτός ο πεπτικός χυμός περιέχει ένζυμα που διασπούν τις πρωτεΐνες, τα λίπη και τους υδατάνθρακες. Το παγκρεατικό υγρό αποχετεύεται μέσω του παγκρεατικού πόρου στη δεύτερη μοίρα του δωδεκαδακτύλου.
2. τον **ενδοκρινή αδέν**: μέσα στο πεπτικό τμήμα βρίσκονται διασπαρμένα τα νησίδια του Langerhans, τα οποία παράγουν την ορμόνη **ινσουλίνη**, η οποία είναι

Εικόνα 5.12 Πάγκρεας: 1. κεφαλή του παγκρέατος, 2. σώμα του παγκρέατος, 3. ουρά του παγκρέατος, 4. παγκρεατικός πόρος, 5. χοληδόχος πόρος.



απαραίτητη για τη χρησιμοποίηση της γλυκόζης του αίματος από τους ιστούς.

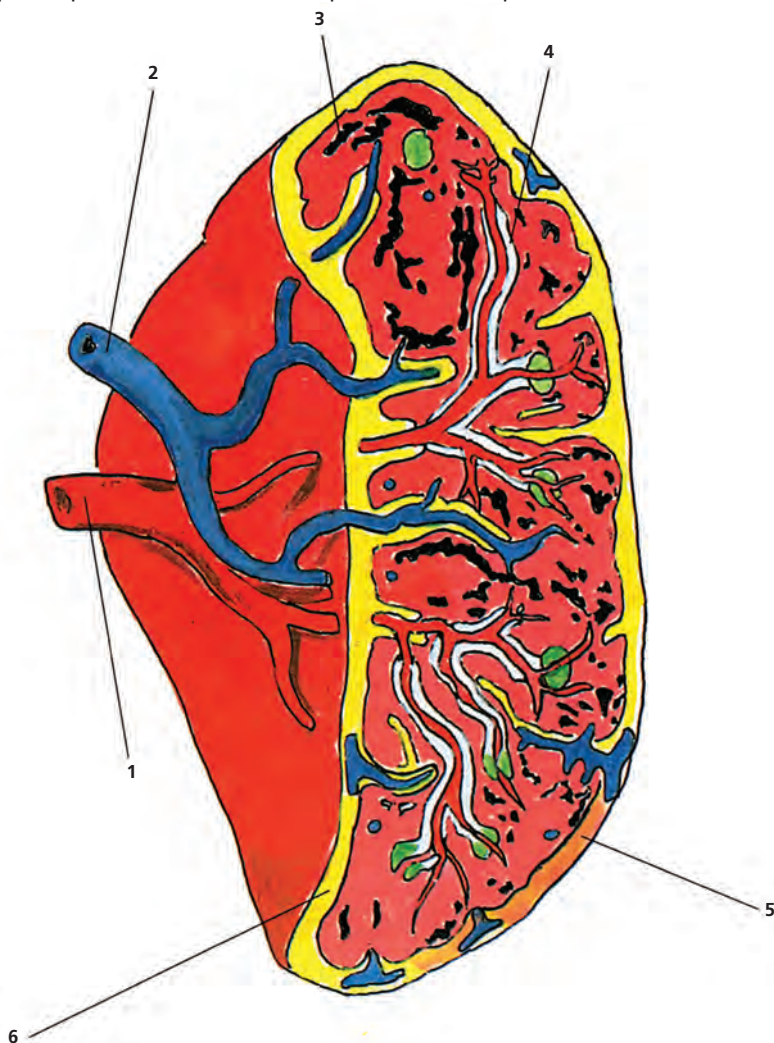
1. Σπλήνας

Ο σπλήνας βρίσκεται στην άνω κοιλία και συγκεκριμένα στο βάθος του αριστερού υποχονδρίου. Το σχήμα του μοιάζει με το 1/4 ενός πορτοκαλιού και έχει βάρος 150 gr. (Εικ. 5.13)

Το χρώμα του είναι κυανέρυθρο και η σύστασή του πολύ μαλακή. Στη μέση της εσωτερικής του επιφάνειας υπάρχουν οι πύλες του απ' όπου περνούν τα αγγεία και τα νεύρα του. Απ' όλες τις πλευρές περιβάλλεται από το περιτόναιο.

Λειτουργίες του σπλήνα

Εικόνα 5.13 Σπλήνας: 1. σπληνική αρτηρία, 2. σπληνική φλέβα, 3. ερυθρός πομφός, 4. λευκός πομφός, 5. εξωτερική σιβάδα του σπλήνα, 6. εσωτερική πτυχή της κάψας.



1. Παράγει λεμφοκύτταρα και αμυντικούς παράγοντες. Τα λεμφοκύτταρα τα οποία βρίσκονται στο σπλήνα είναι είκοσι φορές περισσότερα σε σχέση με όλα τα λεμφογάγγλια μαζί.
2. Στο σπλήνα αποδομούνται τα γερασμένα ερυθρά αιμοσφαίρια και αιμοπετάλια. (Τα μακροφάγα, τα οποία φθάνουν στο σπλήνα, προσλαμβάνουν τα γερασμένα ερυθρά και αιμοπετάλια, και τα καταστρέφουν με φαγοκυττάρωση).
3. Παράγει χοληερυθρίνη.

1. Πέψη και απορρόφηση δρεπτικών ουσιών

1. Πέψη των πρωτεϊνών

Η πέψη των πρωτεϊνών αρχίζει στο στομάχι, όπου γίνεται η διάσπαση του μορίου τους με τη δράση του ενζύμου **πεψίνη**. Στη συνέχεια, όταν οι τροφές εισέλθουν στο δωδεκαδάκτυλο, επιδρούν τα ένζυμα **θρυψίνη** και **χυμοθρυψίνη**, τα οποία διασπούν τις πρωτεΐνες σε **διπεπτίδια** και σε λίγα **αμινοξέα**. Τέλος, τα διπεπτίδια αφού απορροφηθούν από το λεπτό έντερο διασπώνται σε αμινοξέα και μεταφέρονται στην κυκλοφορία.

2. Πέψη των υδατανθράκων

Η διάσπαση των υδατανθράκων σε απλούστερα μόρια αρχίζει στη στοματική κοιλότητα με το ένζυμο **πτυαλίνη**, το οποίο είναι συστατικό του σιέλου, ενώ η μεγαλύτερη διάσπασή τους γίνεται στο δωδεκαδάκτυλο όπου επιδρά η **παγκρεατική αμυλάση**. Μετά την επίδραση των παρακάτω ενζύμων δημιουργούνται τα τελικά προϊόντα της διάσπασης των υδατανθράκων δηλαδή η **γλυκόζη**, η **φρουκτόζη** και η **γαλακτόζη** που εισέρχονται στην κυκλοφορία του αίματος.

3. Πέψη των λιπών

Τα λίπη πρέπει πρώτα να διασπαστούν σε μικρότερου μεγέθους σωματίδια ώστε να μπορέσουν να επιδράσουν πάνω τους τα πεπτικά ένζυμα. Η διαδικασία αυτή λέγεται **γαλακτωματοποίηση** του λίπους.

Στη συνέχεια, αφού τα λίπη μεταφερθούν στο δωδεκαδάκτυλο, έχουμε την επίδραση του ενζύμου **παγκρεατική λιπάση** που μετατρέπει το λίπος κυρίως σε **λιπαρά οξέα** και **γλυκερίνη**.

Ένα μέρος από τα προϊόντα της διάσπασης των λιπών μεταφέρεται με τα λεμφαγγεία και το θωρακικό πόρο στη φλεβική κυκλοφορία, ενώ τα υπόλοιπα καταλήγουν στο αίμα της πυλίας κυκλοφορίας.

Περίληψη

Στο πεπτικό σύστημα γίνεται η διάσπαση των τροφών και η απορρόφηση των χρήσιμων συστατικών τους. Η πέψη των τροφών γίνεται με την επίδραση ενζύμων και εκκριμάτων που παράγονται από αδένες μικρούς (γαστρικούς, εντερικούς) και από μεγαλύτερους που είναι προσαρτημένοι στο πεπτικό σύστημα (σιελογόνους, ήπαρ, πάγκρεας).

Το στομάχι διακρίνεται στο κυρίως στομάχι και το πυλωρικό, και το τοίχωμά του αποτελείται από τέσσερις χιτώνες: τον ορογόνο, το μυϊκό, τον υποβλεννογόνο και το βλεννογόνο. Οι κινήσεις του στομάχου ρυθμίζονται από τα νευρικά αντανακλαστικά και από τις ορμόνες γαστρίνη, χολοκυστοκινίνη και εκκριματίνη. Οι εκκρίσεις του στομάχου δίνουν τη βλήννα, το γαστρικό υγρό και τον ενδογενή παράγοντα.

Το λεπτό έντερο αποτελείται από το δωδεκαδάκτυλο και το ελικώδες έντερο. Στο λεπτό έντερο γίνεται η τελική πέψη των τροφών και η απορρόφηση των συστατικών τους από τις λάχνες.

Οι πρωτεΐνες θα διασπαστούν τελικά σε αμινοξέα με τη δράση των παγκρεατικών πρωτεολυτικών ενζύμων και των εντερικών υγρών. Τα λίπη από τη χολή θα διασπαστούν σε γλυκερίνη και λιπαρά οξέα με τη δράση της παγκρεατικής λιπάσης, και οι πολυσακχαρίτες θα διασπαστούν τελικά σε μονοσακχαρίτες με τη δράση της πυαλίνης (στόμα), της παγκρεατικής αμυλάσης και άλλων ενζύμων του εντερικού υγρού.

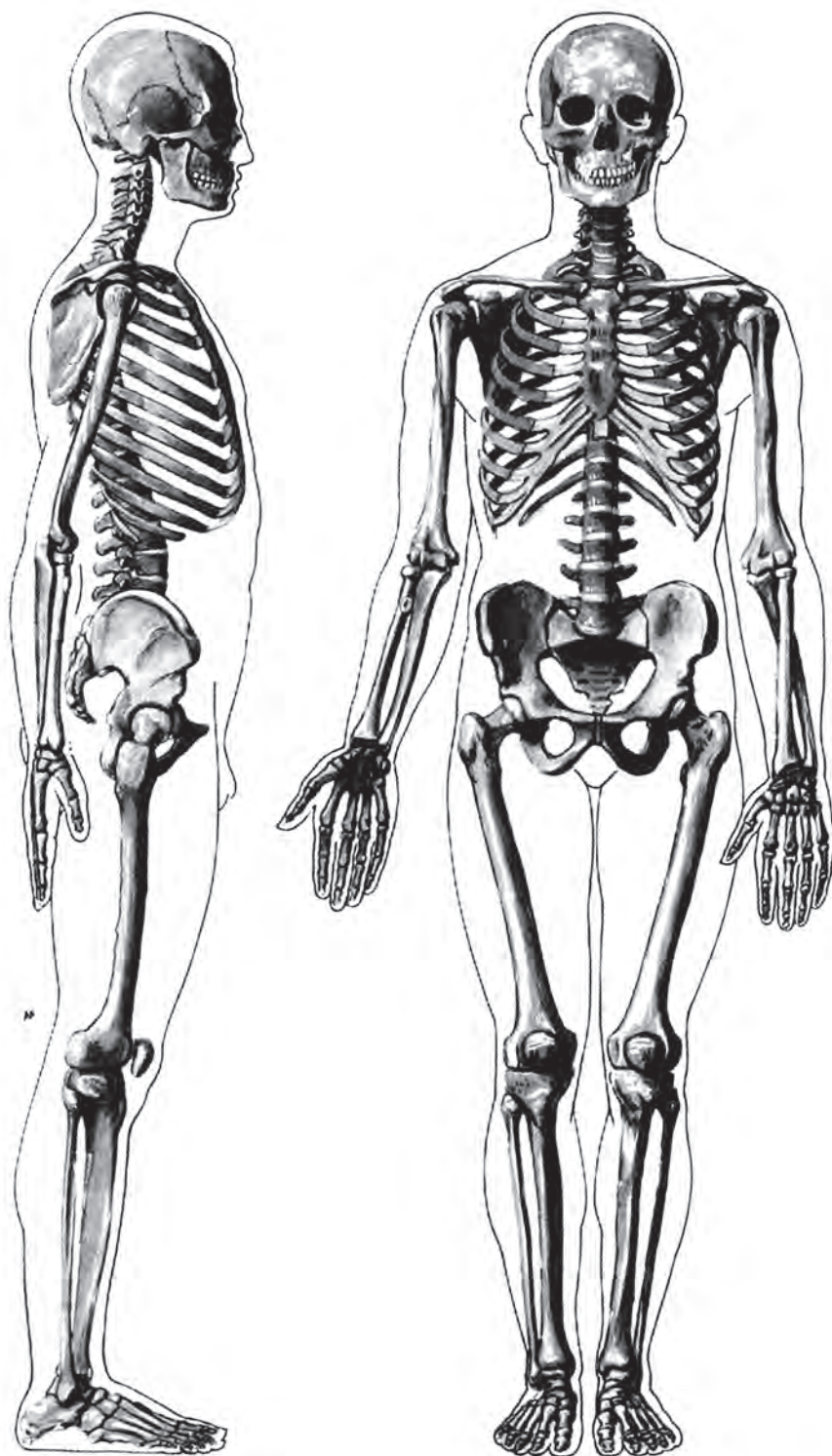
Ερωτήσεις

1. Τι ονομάζουμε πέψη;
2. Ποια είναι τα όργανα του πεπτικού συστήματος και ποιες λειτουργίες επιτελεί το καθένα απ' αυτά;
3. Από ποια μέρη αποτελείται το στομάχι;
4. Ποιες είναι οι εκκρίσεις του στομάχου και από πού προέρχονται;
5. Από ποια μέρη αποτελείται το λεπτό έντερο;
6. Ποιες είναι οι εκκρίσεις του λεπτού εντέρου;
7. Από ποια μέρη αποτελείται το παχύ έντερο;
8. Ποιος είναι ο μηχανισμός έκκρισης της χολής;
9. Ποιες είναι οι λειτουργίες που επιτελεί το συκώτι (ήπαρ);
10. Ποια είναι τα τμήματα του παγκρέατος. Τι εκκρίνει το καθένα;
11. Ποιες είναι οι λειτουργίες του σπλήνα;
12. Ποια είναι τα τελικά προϊόντα της διάσπασης των πρωτεϊνών, των λιπών και των υδατανθράκων;

κεφάλαιο

το μυοσκελετικό σύστημα

- I. Οστίτης ιστός - σκελετικό σύστημα
- II. Οι αρθρώσεις
- III. Μυϊκός ιστός - μυϊκό σύστημα



Εικόνα 6.1 Ο σκελετός του ανθρώπου. Πρόσθια και πλάγια άποψη.

Το μυοσκελετικό σύστημα

Το μυοσκελετικό σύστημα αποτελεί το κινητικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού. Τα διάφορα συστήματα του οργανισμού συνδέονται μεταξύ τους ανατομικά και λειτουργικά και με την επίδραση του νευρικού συστήματος και των ορμονών εμφανίζουν τον ανθρώπινο οργανισμό ως ενιαίο σύνολο.

Τα **συστήματα** αποτελούν άθροισμα οργάνων, τα οποία έχουν κοινή καταγωγή και συνεργάζονται μεταξύ τους για την πραγματοποίηση μιας κοινής λειτουργίας.

Οι βασικοί ιστοί, οι οποίοι αποτελούν τα όργανα του μυοσκελετικού συστήματος, είναι:

1) ο **ερειστικός ιστός** ο οποίος διακρίνεται στο:

συνδετικό ιστό
χονδρικό ιστό και στον
οστίτη ιστό

2) ο **μυϊκός ιστός**

Τα όργανα που αποτελούνται από ερειστικό ιστό είναι τα **οστά** και οι **αρθρώσεις**, οι οποίες συνδέουν μεταξύ τους τα οστά σχηματίζοντας τον ανθρώπινο σκελετό. Από μυϊκό ιστό αποτελούνται οι **μύες**.

Τα οστά σχηματίζουν ένα σύστημα από μοχλούς οι οποίοι πολλαπλασιάζουν τις δυνάμεις που δημιουργούνται με τη συστολή των μυών μετατρέποντάς τις σε σωματικές κινήσεις.

I. Οστίτης ιστός - σκελετικό σύστημα

Ο οστίτης ιστός είναι από τους σκληρότερους ιστούς του ανθρώπινου σώματος και μετά το χόνδρο ο πιο ανθεκτικός στις πιέσεις. Καθώς αποτελεί το κύριο συστατικό του ώριμου σκελετού, υποβάσάζει τη μυϊκή μάζα, προστατεύει ζωτικά όργανα, όπως αυτά που περιέχονται στην κρανιακή και θωρακική κοιλότητα, και περικλείει το μυελό των οστών, όπου παράγονται τα κύτταρα του αίματος. Τα οστά επίσης χρησιμεύουν ως αποθήκη ασβεστίου, φωσφόρου και άλλων ιόντων, τα οποία μπορούν να αποδεσμεύουν ή να αποθηκεύουν με ελεγχόμενο τρόπο, ώστε να διατηρείται σταθερή η συγκέντρωση αυτών των σπουδαίων ιόντων στα υγρά του σώματος.

α. Ο σκελετός του ανθρώπου

Ο σκελετός του ανθρώπου διαιρείται στο σκελετό του κορμού και στο σκελετό των άκρων (Εικ. 6.1).

Ο σκελετός του κορμού

Υποδιαιρείται: i) στο σκελετό της κεφαλής, ii) στη σπονδυλική στήλη και iii) στο σκελετό του θώρακα.

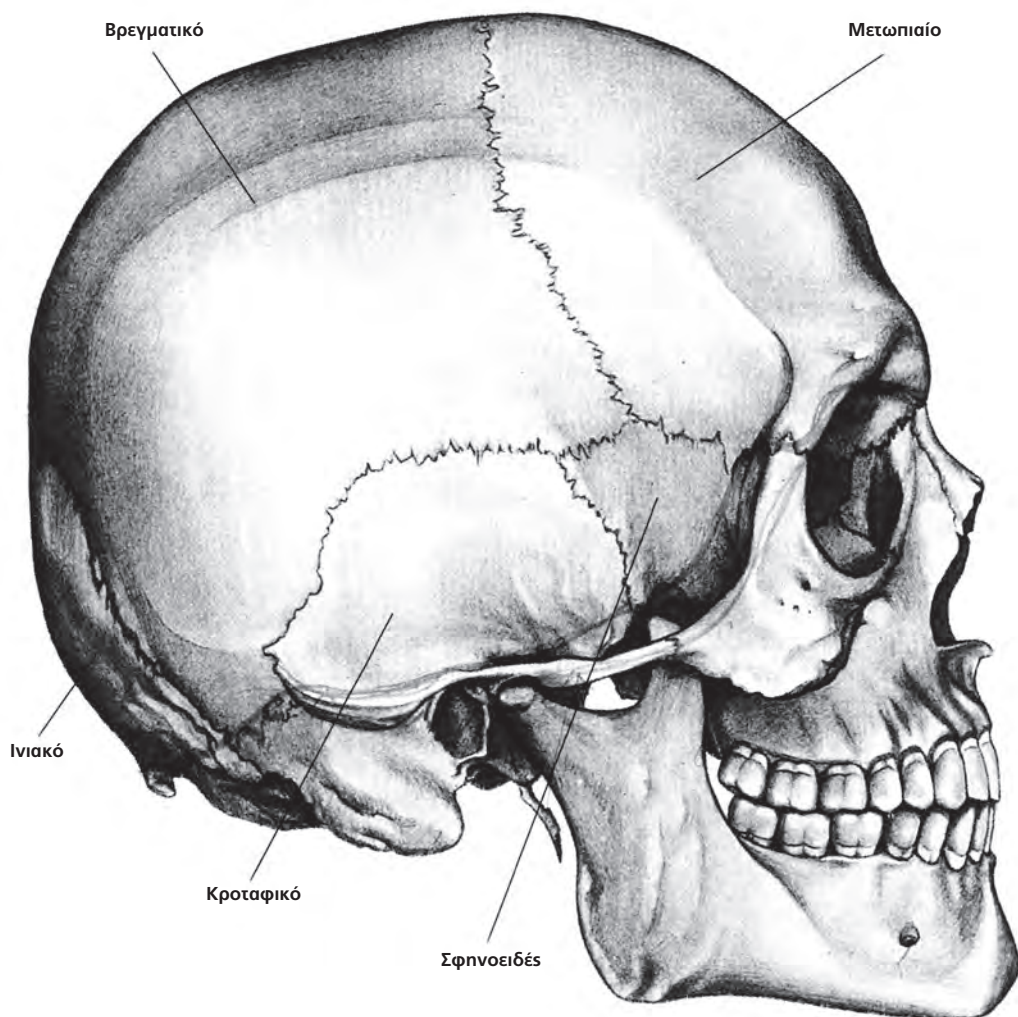
ι) Ο σκελετός της κεφαλής περιλαμβάνει τα οστά του εγκεφαλικού και του προσωπικού κρανίου.

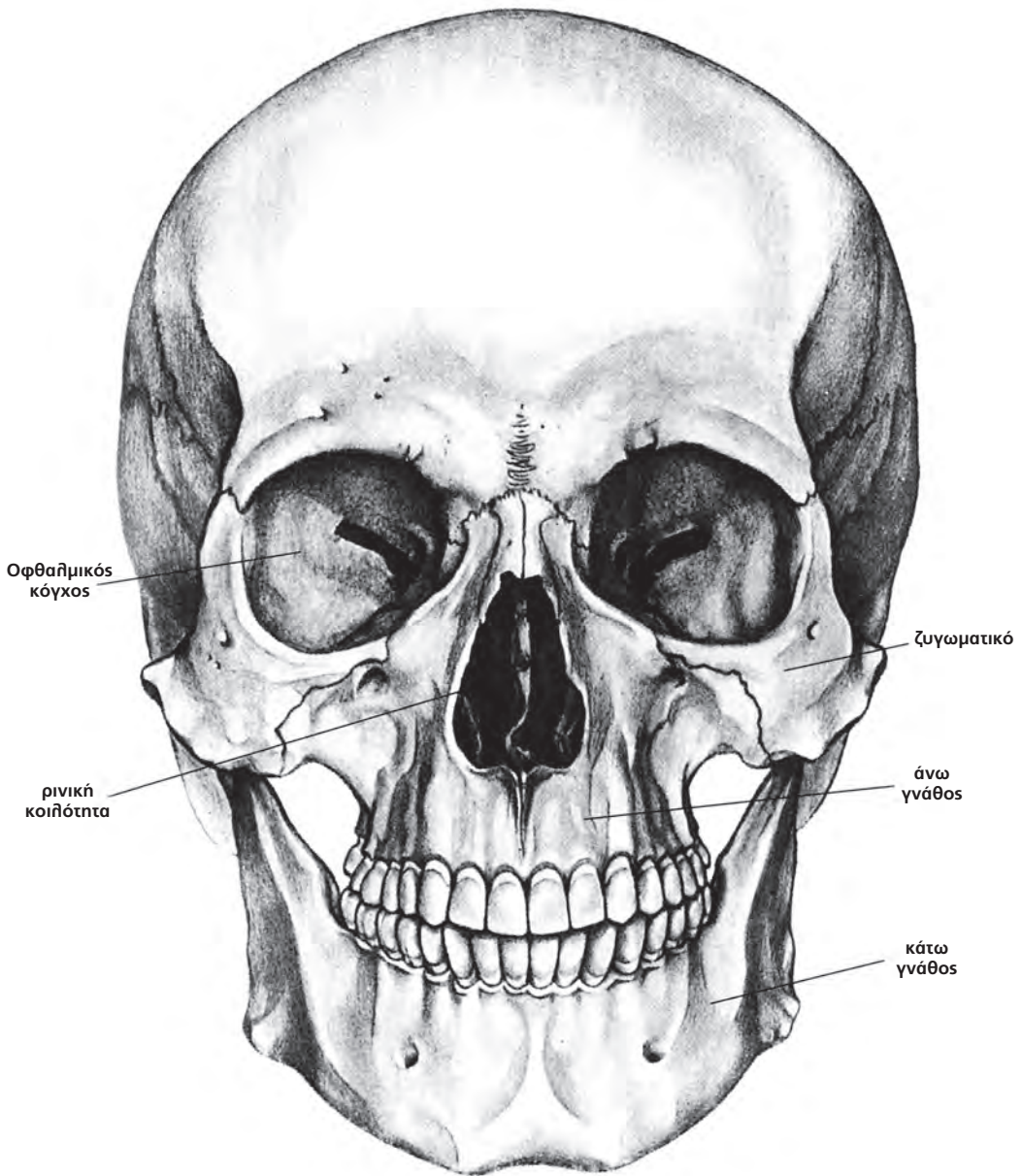
Τα οστά του εγκεφαλικού κρανίου είναι οκτώ, τέσσερα μονά και δύο διπλά. **Μονά** είναι το **μετωπιαίο**, το **ινιακό**, το **σφηνοειδές** και το **ηθμοειδές**. **Διπλά** είναι το **κροταφικό** (δεξιό-αριστερό) και το **βρεγματικό** (δεξιό-αριστερό) (Εικ. 6.2).

Το προσωπικό κρανίο περιέχει την αρχή του αναπνευστικού και του πεπτικού συστήματος, γι' αυτό ονομάζεται και σπλαγχνικό κρανίο. Αποτελείται από **14 οστά** που είναι τα δύο **δακρυϊκά**, τα δύο **ρινικά**, οι δύο κάτω **ρινικές κόγχες**, η **μονή ύνιδα**, οι δύο **άνω γνάθοι**, τα δύο **ζυγωματικά**, τα δύο **υπερώια** και η **μονή κάτω γνάθος**, το μόνο κινητό οστό της κεφαλής. Η κάτω γνάθος αρθρώνεται με τα κροταφικά οστά και σχηματίζει την **κροταφογναθική διάρθρωση**.

Τα οστά του προσωπικού κρανίου μαζί με μερικά οστά της βάσης του κρανίου σχηματίζουν οστέινες κοιλότητες, οι οποίες είναι: οι **δύο οφθαλμικοί κόγχοι** (δε-

Εικόνα 6.2 Ο σκελετός του κρανίου από τα πλάγια. Διακρίνονται τα οστά του εγκεφαλικού κρανίου.

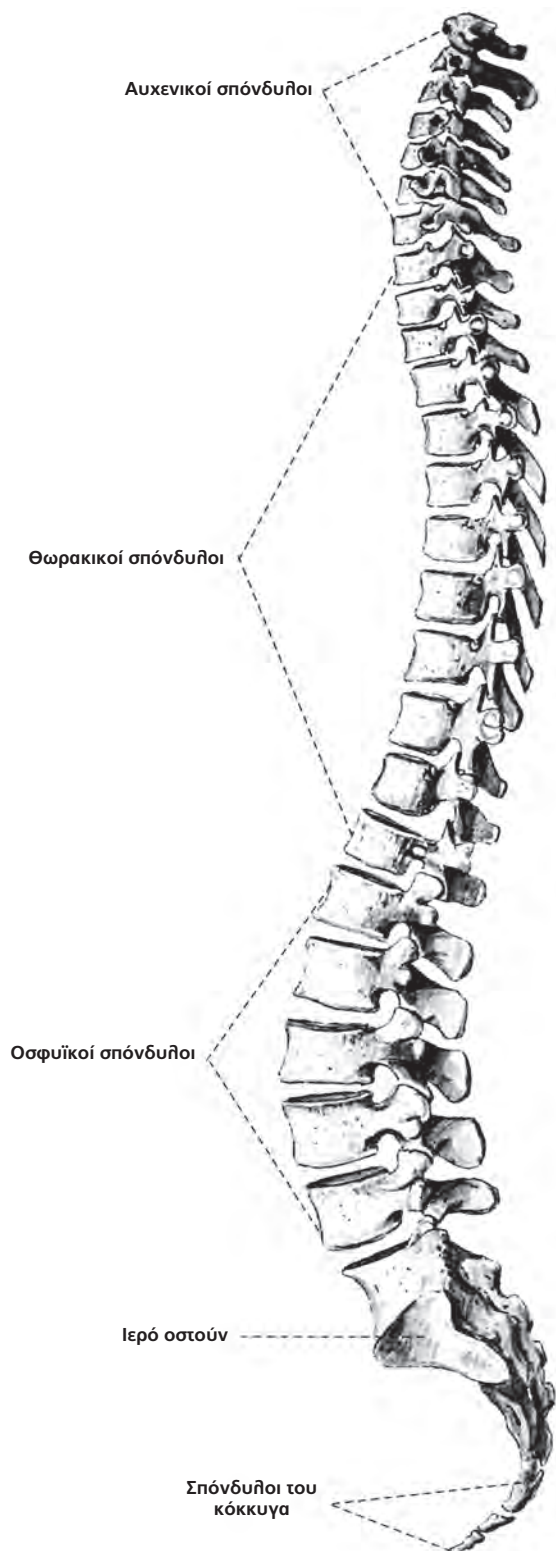




Εικόνα 6.3 Ο σκελετός του κρανίου από πρόσθια άποψη. Διακρίνονται τα οστά του σπλαχνικού κρανίου.

ξιός-αριστερός), η **ρινική κοιλότητα** και η **στοματική κοιλότητα** (Εικ. 6.3).

ii) Η **σπονδυλική στήλη** αποτελεί τον κύριο στηρικτικό σκελετικό άξονα του σώματος. Μ' αυτή στηρίζεται η κεφαλή και ο κορμός, το δε βάρος τους μεταβιβάζεται με τα οστά της λεκάνης στα κάτω άκρα. Στο εσωτερικό της σπονδυλικής στήλης (σπονδυλικός σωλήνας) φιλοξενείται, προστατευόμενος από αυτήν ο νωτιαίος μυελός.



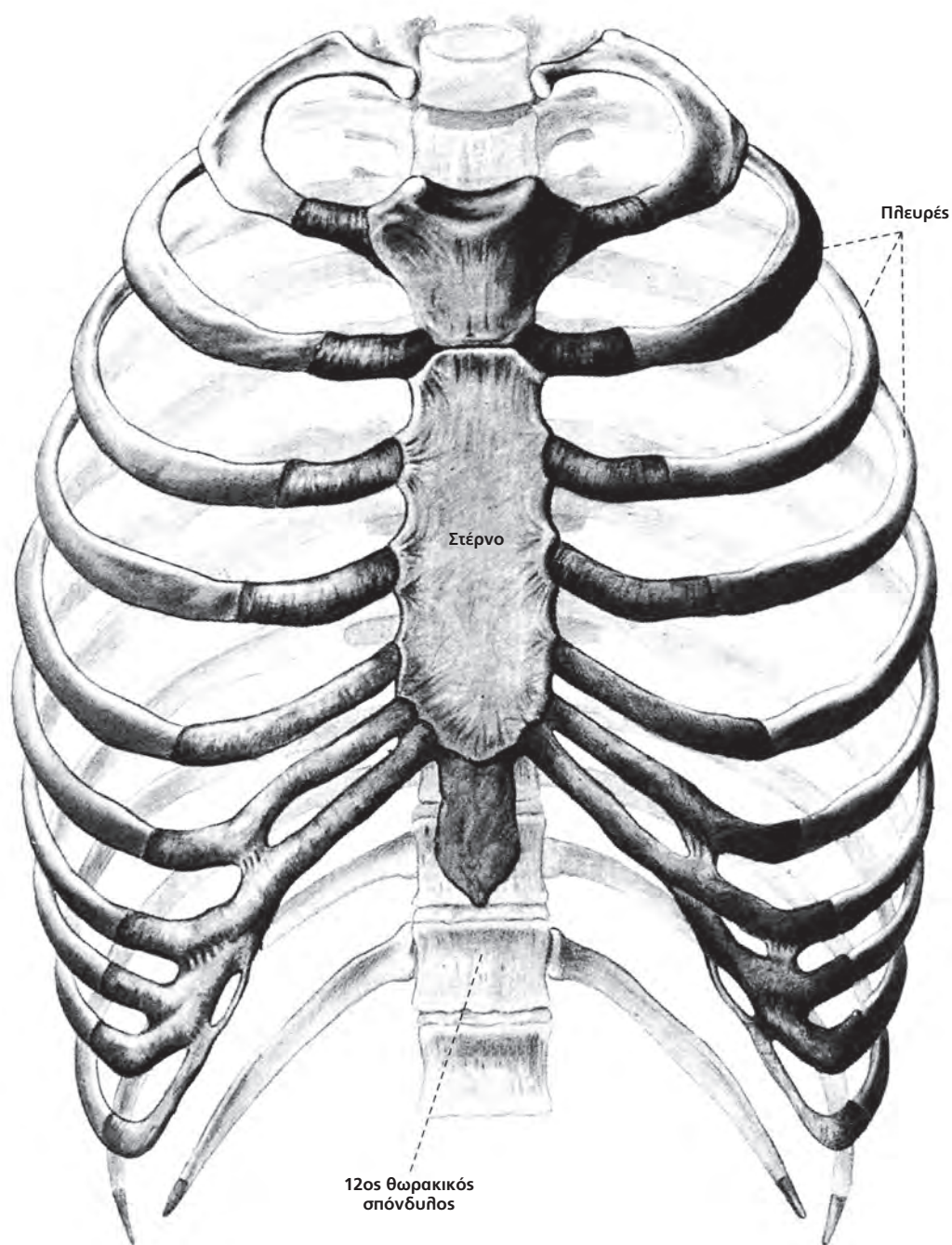
Εικόνα 6.4 Η σπονδυλική στήλη του ανθρώπου.
1. Αυχενικοί σπόνδυλοι 2. Θωρακικοί σπόνδυλοι 3. Οσφυϊκοί σπόνδυλοι 4. Ιερό οστό 5. Σπόνδυλοι του κόκκυγα.

Η σπονδυλική στήλη αποτελείται από 33-34 βραχεία οστά, τους **σπονδύλους**, τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο με την παρεμβολή ενός χόνδρινου δίσκου, του μεσοσπονδύλιου δίσκου. Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι έχουν αρκετή ελαστικότητα, απορροφούν τα τραντάγματα και προσδίδουν ευκαμψία.

Η σπονδυλική στήλη εμφανίζει πέντε μοίρες: την **αυχενική**, τη **θωρακική**, την **οσφυϊκή**, την **ιερή** και την **κοκκυγική**, καθεμιά από τις οποίες αποτελείται από ορισμένο αριθμό σπονδύλων. Έτσι, ανάλογα με τη μοίρα, διακρίνουμε **επτά αυχενικούς**, **δώδεκα θωρακικούς**, **πέντε οσφυϊκούς**, **πέντε ιερούς** και **τρεις-τέσσερις κοκκυγικούς** σπονδύλους. Οι αυχενικοί, θωρακικοί και οσφυϊκοί σπόνδυλοι είναι ανεξάρτητοι και ονομάζονται **γνήσιοι σπόνδυλοι**. Οι ιεροί και κοκκυγικοί έχουν συνωστωθεί και σχηματίζουν αντίστοιχα ενιαία οστά, το **ιερό οστό** και τον **κόκκυγα**, γι' αυτό και ονομάζονται **νόθιοι σπόνδυλοι** (Εικ. 6.4).

iii) Ο **σκελετός του θώρακα** αποτελείται από το **στέρνο**, τους δώδεκα **θωρακικούς σπονδύλους** και τα δώδεκα **ζεύγη πλευρών** που εκτείνονται μεταξύ σπονδυλικής στήλης και στέρνου (Εικ. 6.5).

Ο θώρακας στο σύνολό του έχει σχήμα **κώνου αποπληatusμένου** από μπροστά προς τα πίσω. Εμφανίζει τρεις διαστάσεις (διαμέτρους): την **κάθετη**, την **εγκάρσια** και την **προσθιοπίσθια**, οι οποίες μεταβάλλονται στις διάφορες φάσεις των αναπνευστικών κινήσεων. Αποτελεί μια οστείνη κοιλότητα μέσα στην οποία προστατεύονται πολύτιμα όργανα όπως η καρδιά, οι πνεύμονες, μεγάλα αγγεία και νεύρα.



Εικόνα 6.5 Ο σκελετός του θώρακα από πρόσθια άποψη. Διακρίνονται το στέρνο, οι πλευρές και το σώμα του 1ου, 11ου και 12ου θωρακικού σπονδύλου.

Ο σκελετός των άκρων

Υποδιαιρείται: i) στο **σκελετό των άνω άκρων** και ii) στο **σκελετό των κάτω άκρων**.

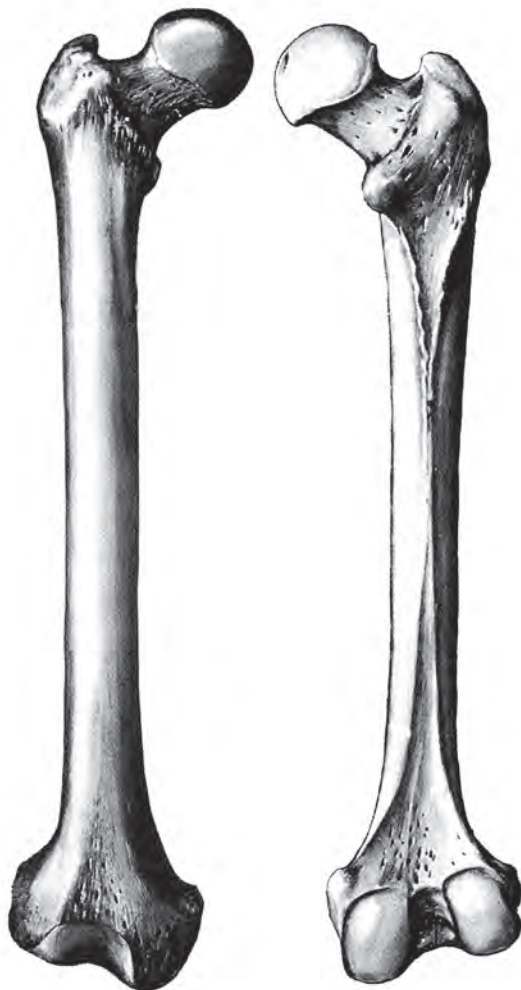
i) Ο σκελετός κάθε άνω άκρου αποτελείται:

- 1) από το **σκελετό της ωμικής ζώνης**, δηλαδή από τα οστά κλείδα και ωμοπλάτη.
- 2) από το **σκελετό του βραχίονα**, δηλαδή το βραχιόνιο οστό.
- 3) από το **σκελετό του πήχη**, δηλαδή τα οστά ωλένη και κερκίδα.
- 4) από το **σκελετό του χεριού**, δηλαδή από τα οστά του καρπού, τα μετακάρπια οστά και τις φάλαγγες των δακτύλων.

ii) Ο σκελετός των κάτω άκρων αποτελείται:

- 1) από τα **οστά της πυελικής ζώνης**, δηλαδή το δεξιό και το αριστερό ανώνυμο οστό.
- 2) από το **σκελετό του μηρού**, δηλαδή το μηριαίο οστό και την επιγονατίδα.
- 3) από το **σκελετό της κνήμης**, που αποτελείται από τα οστά κνήμη και περόνη.

- 4) από το **σκελετό του ποδιού**, που αποτελείται από τα οστά του τάρσους, τα μετατάρσια και τις φάλαγγες των δακτύλων του ποδιού.



Εικόνα 6.6 Μακρό οστό. Το μηριαίο οστό.

β. Τύποι οστών

Αν κόψουμε κάθετα ένα οστό, θα παρατηρήσουμε πυκνές περιοχές χωρίς κοιλότητες, που αντιστοιχούν στο **συμπαγές οστούν**, και περιοχές με πολυάριθμες διαπλεκόμενες κοιλότητες, τις μυελοκυψέλλες, που αντιστοιχούν στο **σπογγώδες οστούν**. Κάτω από το μικροσκόπιο, όμως, το συμπαγές οστούν όσο και τα διαφράγματα που χωρίζουν τις κοιλότητες του σπογγώδους οστού έχουν την ίδια βασική ιστολογική δομή.

Όλα σχεδόν τα οστά αποτελούνται εξωτερικά από συμπαγή οστική ουσία η οποία «περικλείει» στο εσωτερικό της σπογγώδη οστική ουσία.

Τα οστά, ανάλογα με το σχήμα τους, διακρίνονται σε μακρά, βραχεία, πλατιά και αεροφόρα.



Εικόνα 6.7 Πλάτυ οστό. Το οστό της ωμοπλάτης.

- 1) Τα **μακρά οστά** αποτελούνται από ένα κυλινδρικό τμήμα, τη **διάφυση**, και από δύο διογκωμένα άκρα, τις **επιφύσεις**. Το όριο επίφυσης-διάφυσης καλείται **μετάφυση**. Στα αναπτυσσόμενα μακρά οστά μεταξύ μετάφυσης και επίφυσης παρεμβάλλεται ο συζευκτικός χόνδρος. Η διάφυση αποτελείται από σκληρή συμπαγή οστική ουσία και περικλείει σωληνοειδή κοιλότητα, το **μυελώδη αυλό**, μέσα στον οποίο βρίσκεται ο μυελός των οστών. Ο μυελώδης αυλός επικοινωνεί και κατά τα δύο άκρα του με τις κοιλότητες της σπογγώδους ουσίας των επιφύσεων. Οι επιφύσεις αποτελούνται από σπογγώδη οστική ουσία, έξω από την οποία υπάρχει λεπτή στιβάδα συμπαγούς ουσίας. Σ' αυτό τον τύπο οστού ανήκουν το μηριαίο οστό, η κνήμη, η περόνη, το βραχιόνιο οστό κ.ά. (Εικ. 6.6).
- 2) Τα **βραχεία οστά** (σπόνδυλοι, οστά καρπού και ταρσού κ.ά.) αποτελούνται εξωτερικά από λεπτή συμπαγή στιβάδα και εσωτερικά από σπογγώδη οστέινη ουσία.
- 3) Τα **πλατιά οστά** (οστά του θόλου του κρανίου, ωμοπλάτη κ.ά.) αποτελούνται από δύο πλάκες συμπαγούς ουσίας (έξω, έσω πλάκα), μεταξύ των οποίων υπάρχει λεπτή στιβάδα σπογγώδους ουσίας, που λέγεται διπλή (Εικ. 6.7).

- 4) Τα **αεροφόρα οστά** (μετωπιαίο, σφηνοειδές, ηθμοειδές, κροταφικό, άνω γνάθος) περικλείουν κοιλότητα η οποία καλύπτεται με βλεννογόνο και περιέχει αέρα.

γ. Μορφολογικά χαρακτηριστικά των οστών

Η εξωτερική μορφή των οστών εμφανίζει σε διάφορες θέσεις προεξοχές, αποφύσεις και ογκώματα που λέγονται **φύματα, άκανθες, γραμμές και τραχύσματα** και χρησιμεύουν στην πρόσφυση των μυών και των συνδέσμων. Στις επιφάνειες των οστών υπάρχουν επίσης **αύληκες, βοθρία, βόθροι και εντομές**, που δημιουργούνται από την πορεία των αγγείων και των νεύρων πάνω στα οστά. Τα τελευταία έχουν επίσης τα τροφοφόρα τρήματα από τα οποία εισέρχονται τα αγγεία που τρέφουν τα οστά. Τέλος, στις θέσεις όπου τα οστά συνδέονται μεταξύ τους υπάρχουν οι **αρθρικές επιφάνειες**.

Το περίοστεο

Η εξωτερική επιφάνεια των οστών καλύπτεται από λεπτή στιβάδα πυκνού ινώδους συνδετικού ιστού, το **περίοστεο**. Το περίοστεο λείπει μόνο στις αρθρικές επιφάνειες και στις θέσεις όπου προσφύονται σύνδεσμοι και τένοντες.

Το ενδόστεο

Ο μυελώδης αυλός των επιμήκων οστών καλύπτεται εσωτερικά από λεπτή στιβάδα συνδετικού ιστού η οποία καλείται **ενδόστεο**.

Η κύρια λειτουργία του περιόστεου και του ενδόστεου είναι η θρέψη του οστίτη ιστού και η συνεχής ανακατασκευή του οστού.

II. Οι αρθρώσεις

Άρθρωση είναι η σύνδεση δύο ή περισσότερων οστών με την παρεμβολή ενός μαλακότερου ιστού (συνήθως συνδετικού, σπανιότερα με χόνδρινο και πολύ σπάνια με οστίτη ιστό), ανεξάρτητα απ' το αν υπάρχει ή δεν υπάρχει κινητικότητα μεταξύ τους.

Οι αρθρώσεις συνδέουν μεταξύ τους τα διάφορα οστά του ανθρώπινου σκελετού που αναφέρθηκαν παραπάνω και επιτρέπουν συγκεκριμένο είδος κίνησης σε αυτά, σχηματίζοντας ένα σύστημα μοχλών το οποίο αξιοποιεί τις δυνάμεις που δημιουργούνται με τη συστολή των σκελετικών μυών, με πρακτικό αποτέλεσμα τη θέση και την κίνηση του ανθρώπινου σώματος στο χώρο.

Διακρίνουμε δύο είδη αρθρώσεων: τη **συνάρθρωση** και τη **διάρθρωση**.

α. Συνάρθρωση

Στη συνάρθρωση ο μαλακότερος ιστός που συνδέει τα οστά παρεμβάλλεται μεταξύ τους και τα συνδέει τόσο πολύ, ώστε δεν επιτρέπει σχεδόν καμία κινητικότητα.

Ανάλογα με το είδος του παρεμβαλλόμενου ιστού διακρίνουμε τρεις μορφές συναρθρώσεων: τη συνδέσμωση, τη συγχόνδρωση και τη συνοστέωση.

- α) **Συνδέσμωση**. Μεταξύ των αρθρικών επιφανειών παρεμβάλλεται συνδετικός ιστός (π.χ. κάτω κνημοπερονιαία συνδέσμωση). Η κινητικότητα των συνδεσμών είναι πολύ περιορισμένη. Παραλληλαγή της συνδέσμωσης αποτελούν: 1) η

ραφή, με την οποία συνδέονται τα οστά του θόλου του κρανίου, και 2) η **γόμωση** των δοντιών μέσα στα φατνία τους.

β) **Συγχόνδρωση**. Τα οστά συνδέονται με χόνδρινο ιστό. Η κινητικότητα είναι πολύ περιορισμένη ή δεν υφίσταται.

γ) **Συνοστέωση**. Αποτελεί μορφή συνάρθρωσης, στην οποία ο παρεμβαλλόμενος ιστός οστεοποιείται και συνδέει στερεά τα οστά μεταξύ τους. Έτσι αποκλείεται οποιαδήποτε κίνηση. Παραδείγματα συνοστέωσης αποτελούν: η συνοστέωση μεταξύ των ιερών και κοκκυγικών σπονδύλων, οπότε σχηματίζεται το ιερό οστό και ο κόκκυγας, και η συνοστέωση μεταξύ διάφυσης και επίφυσης των μακρών οστών.

β. Διάρθρωση

Στη διάρθρωση ο μαλακότερος ιστός περιβάλλει τα αρθρούμενα οστά και έτσι επιτρέπεται από μικρή μέχρι μεγάλη κινητικότητα. Σε κάθε διάρθρωση διακρίνουμε **κύρια μέρη** και **επικουρικά μέρη**.

ι) Κύρια μέρη της διάρθρωσης

Τα κύρια μέρη της διάρθρωσης είναι: οι αρθρικές επιφάνειες, ο αρθρικός θύλακος και η αρθρική κοιλότητα.

Οι αρθρικές επιφάνειες

Οι αρθρικές επιφάνειες είναι οι επιφάνειες των οστών που έρχονται σε επαφή. Είναι λείες και εφαρμόζουν η μια στην άλλη, δηλαδή αν η μια είναι κοίλη, η άλλη είναι κυρτή. Καλύπτονται από ένα στρώμα χόνδρου που λέγεται **αρθρικός χόνδρος**. Οι διαταραχές του αρθρικού χόνδρου δημιουργούν δυσκολία στην κίνηση της άρθρωσης, προκαλούν πόνο και χαρακτηρίζονται ως αρθροπάθειες.

Ο αρθρικός θύλακος

Ο αρθρικός θύλακος προσφύεται κυκλικά στα άκρα των αρθρούμενων οστών κοντά στις αρθρικές επιφάνειες, και τα συνδέει μεταξύ τους.

Αποτελείται από δύο στιβάδες, την έξω η οποία είναι παχύτερη και ονομάζεται **ινώδης θύλακος**, και την έσω, η οποία είναι λεπτότερη και ονομάζεται **αρθρικός υμένας**.

Η αρθρική κοιλότητα

Η αρθρική κοιλότητα είναι ο κλειστός χώρος που βρίσκεται ανάμεσα στις αρθρικές επιφάνειες και τον αρθρικό υμένα. Η αρθρική κοιλότητα περιέχει ελάχιστη ποσότητα ολισθηρού υγρού, του **αρθρικού υγρού**, το οποίο παράγεται από τον αρθρικό υμένα. Με το αρθρικό υγρό εξασφαλίζεται η ομαλή ολίσθηση των αρθρικών επιφανειών μεταξύ τους. Η παθολογική αύξηση του αρθρικού υγρού μετά από τραυματισμό ή φλεγμονή λέγεται **ύδραρθρος**.

ii) Επικουρικά μέρη της διάρθρωσης

Οι διαρθρώσεις ενισχύονται από επικουρικά μέρη, τα οποία είναι οι σύνδεσμοι, οι επιχείλιοι χόνδροι, οι διάρθριοι χόνδροι και οι ορογόνοι θύλακοι.

Σύνδεσμοι

Οι σύνδεσμοι είναι ταινίες από παχύ συνδετικό ιστό, οι οποίες χρησιμεύουν:

1) στην ενίσχυση της άρθρωσης, 2) στη συγκράτηση των αρθρούμενων οστών, 3) στην εξασφάλιση της τροχιάς των κινήσεων και 4) στον περιορισμό της κίνησης μέσα στα φυσιολογικά όρια.

Οι επιχείλιοι χόνδροι

Οι επιχείλιοι χόνδροι είναι ινοχόνδρινοι δακτύλιοι, οι οποίοι με τη πρόσφυσή τους στην περιφέρεια μερικών αρθρικών επιφανειών αυξάνουν την έκτασή τους (π.χ. διάρθρωση του ώμου, διάρθρωση του ισχίου).

Οι διάρθριοι χόνδροι

Οι διάρθριοι χόνδροι είναι χόνδρινα διαφράγματα, που διαιρούν σε δύο μέρη την αρθρική κοιλότητα. Τα διαφράγματα αυτά, όταν είναι πλήρη, ονομάζονται **διάρθριοι δίσκοι**, όταν είναι ατελή, ονομάζονται **διάρθριοι μηνίσκοι**.

Παράδειγμα πλήρους διαίρεσης της αρθρικής κοιλότητας με διάρθριο χόνδρο αποτελεί η κροταφογναθική διάρθρωση και ατελούς διαίρεσης με διάρθριους μηνίσκους η διάρθρωση του γόνατος.

Ορογόνοι θύλακοι

Οι ορογόνοι θύλακοι είναι ανεξάρτητοι από τις διαρθρώσεις· είναι γεμάτοι υγρό και βρίσκονται κοντά στις διαρθρώσεις σε θέσεις, όπου γίνεται τριβή μυών και οστών. Μερικές φορές επικοινωνούν με την αρθρική κοιλότητα της διάρθρωσης.

Είδη των διαρθρώσεων

Ανάλογα με τον αριθμό των οστών, τα οποία συμμετέχουν στο σχηματισμό μιας διάρθρωσης, διακρίνουμε τις διαρθρώσεις σε:

- α. **απλές**, οι οποίες σχηματίζονται με δύο μόνο οστά και
- β. **σύνθετες**, οι οποίες σχηματίζονται με περισσότερα από δύο οστά και περιβάλλονται από κοινό αρθρικό θύλακο (π.χ. διάρθρωση του αγκώνα).

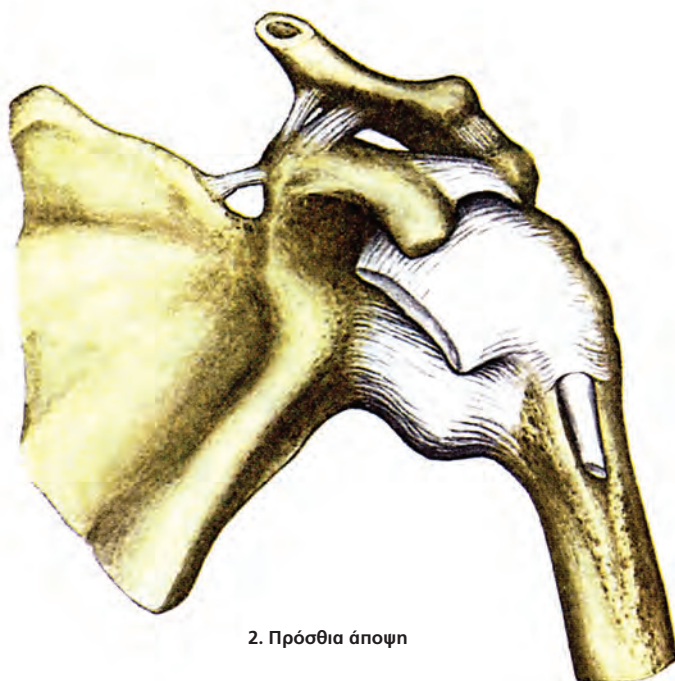
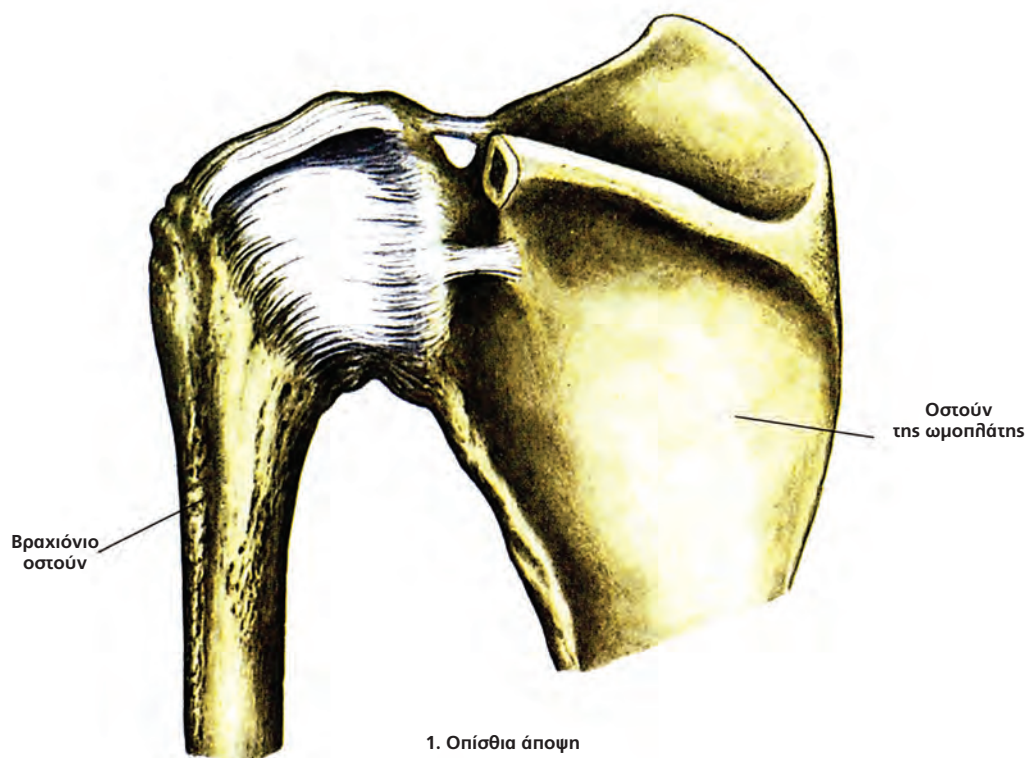
Κινήσεις των διαρθρώσεων

Το είδος και το εύρος των κινήσεων των διαρθρώσεων εξαρτώνται κυρίως από τη μορφολογία και τη διαφορά του εμβαδού των αρθρικών επιφανειών των συντασσόμενων οστών, από τη θέση της πρόσφυσης των συνδέσμων και από την αντίσταση που συναντά το κινούμενο μέρος, όπως π.χ. η κάμψη του μηρού που περιορίζεται μέχρι τη συνάντηση του τελευταίου με το πρόσθιο κοιλιακό τοίχωμα.

Οι κινήσεις των διαρθρώσεων γίνονται γύρω από νοντούς άξονες (εγκάρσιο, κάθετο, οβελιαίο) που διέρχονται από τη διάρθρωση. Οι κινήσεις γίνονται γύρω από ένα, δύο ή γύρω και από τους τρεις άξονες.

Στις διαρθρώσεις διακρίνουμε τα εξής είδη κινήσεων:

- α) την **ολίσθηση**, στην οποία η μια αρθρική επιφάνεια γλιστράει πάνω στην άλλη,
- β) την **κάμψη** και **έκταση** όπου τα αρθρούμενα οστά πλησιάζουν και απομακρύνονται μεταξύ τους,
- γ) την **προσαγωγή** και **απαγωγή**, όπου τα οστά πλησιάζουν και απομακρύνονται από τον κορμό του σώματος,
- δ) τη **στροφή**, στην οποία το ένα οστό στρέφεται γύρω από τον άξονά του,
- ε) την **περιαγωγή**, στην οποία το ένα οστό περιστρέφεται κατά τους τρεις άξονες γύρω από το άλλο οστό και περιγράφει κυκλικά σχήμα κώνου, του οποίου η κορυφή αντιστοιχεί στην αρθρική επιφάνεια του άλλου οστού της διάρθρωσης (π.χ. διάρθρωση του ώμου) (Εικ. 6.8).



Εικόνα 6.8 Η διάρθρωση του ώμου. 1. Οπίσθια άποψη 2. Πρόσθια άποψη.

III. Μυϊκός ιστός - μυϊκό σύστημα

Ο μυϊκός ιστός αποτελείται από κύτταρα τα οποία έχουν επιμηκυνθεί και λέγονται μυϊκές ίνες. Οι μυϊκές ίνες έχουν την ικανότητα να συστέλλονται και έτσι, σε συνεργασία με το σκελετό, επιτρέπουν τις κινήσεις στο ανθρώπινο σώμα.

Ανάλογα με τη λειτουργία, τη μορφολογία και τη διάταξή τους, οι μυϊκές ίνες διακρίνονται σε **λείες μυϊκές ίνες**, **γραμμωτές μυϊκές ίνες** και **ίνες του καρδιακού μυός**, οι οποίες αποτελούν αντίστοιχα το λείο, το σκελετικό και τον καρδιακό μυϊκό ιστό.

Ο **λείος μυϊκός ιστός** συναντάται στους λείους μύες των σπλάγχνων, των αδέων και των αγγείων. Αποτελείται από ατρακτοειδείς μυϊκές ίνες, χωρίς γραμμώσεις, που δεν υπακούουν στη θέλησή μας.

Ο **σκελετικός μυϊκός ιστός** συναντάται στους σκελετικούς μύες και αποτελείται από μακριές κυλινδρικές μυϊκές ίνες που φέρουν γραμμώσεις, γι' αυτό λέγεται και γραμμωτός μυϊκός ιστός. Η συστολή των σκελετικών μυών γίνεται με τη θέλησή μας.

Ο **καρδιακός μυϊκός ιστός** βρίσκεται μόνο στα τοιχώματα της καρδιάς. Οι μυϊκές ίνες του είναι κυλινδρικές, έχουν γραμμώσεις, αλλά δεν υπακούουν στη θέλησή μας. Ο **καρδιακός μυς** περιγράφεται στο κεφάλαιο για το κυκλοφορικό σύστημα.

α. Οι λείοι μύες

Οι λείοι μύες αποτελούν το μυϊκό χιτώνα του τοιχώματος των κοίλων σπλάγχνων και το μυϊκό χιτώνα των αγγείων. Ανεξάρτητοι λείοι μύες βρίσκονται στο βολβό του οφθαλμού (σφιγκτήρας και διαστολής της κόρης, ακτινωτός μυς) και στο δέρμα (ορθωτήρες μύες των τριχών).

Με τη σύσπαση των λείων μυϊκών ινών το περιεχόμενο των κοίλων σπλάγχνων αναμειγνύεται και προωθείται (περισταλισμός του πεπτικού σωλήνα). Στα κοίλα όργανα, όπως η ουροδόχος κύστη και η μήτρα, στα οποία το περιεχόμενο παραμένει και εξωθείται κατά χρονικά διαστήματα, η σύσπαση των λείων μυϊκών ινών είναι πιο αργή και παρατεταμένη και συντελεί στην εξώθηση του περιεχομένου. Στα αγγεία, οι λείες μυϊκές ίνες είναι τοποθετημένες κυκλικά στα τοιχώματά τους και ρυθμίζουν το εύρος του αυλού των αγγείων.

β. Οι γραμμωτοί ή σκελετικοί μύες

Οι γραμμωτοί ή σκελετικοί μύες είναι πολυάριθμοι και ανεξάρτητοι. Προσφύονται στα οστά και τα κινούν στις αρθρώσεις, γι' αυτό και λέγονται σκελετικοί μύες.

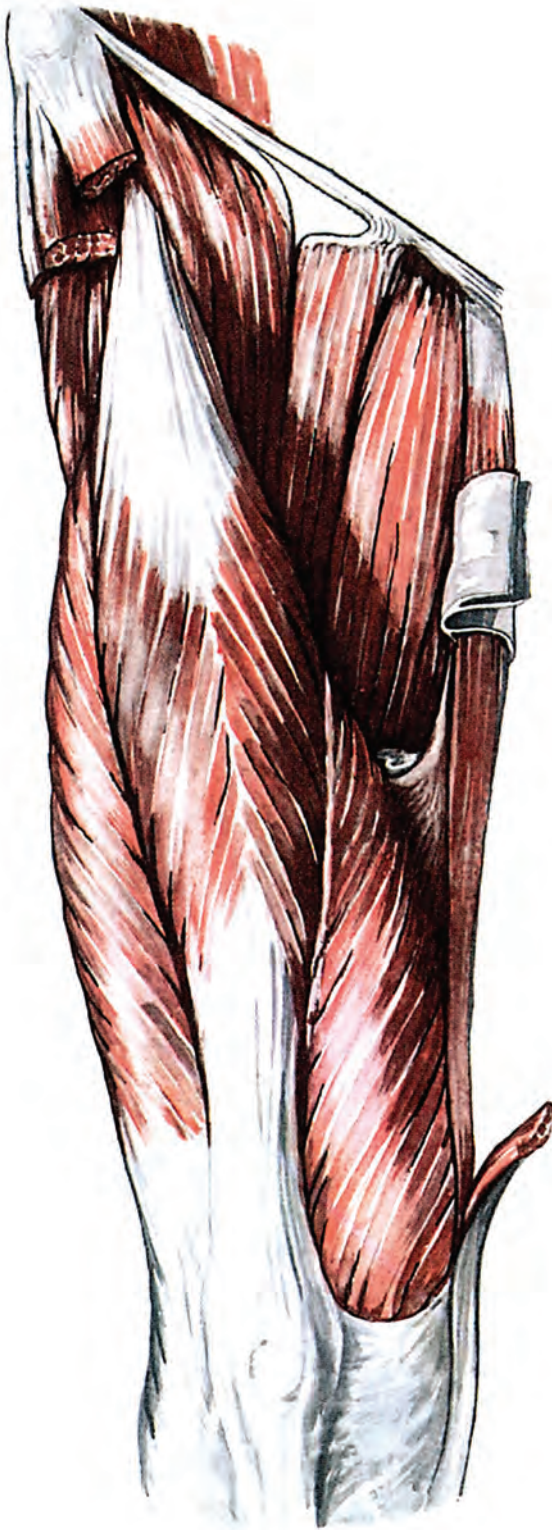
Σε κάθε μυ διακρίνουμε τις προσφύσεις του: την **έκφυση** και την **κατάφυση** και μεταξύ τους ένα κεντρικό τμήμα που λέγεται **γαστέρα του μυός**.

Οι προσφύσεις των μυών, οι οποίες ειδικότερα στους μακρούς μύες βρίσκονται στα δύο άκρα τους, αποτελούν τους **τένοντες** του μυός. Οι **τένοντες δεν περιέχουν μυϊκές ίνες**, αποτελούνται από συνδετικό ιστό και συνδέουν τους μύες με τα οστά.

Οι σκελετικοί μύες διακρίνονται σε:

- μακρούς,
- βραχείς,
- πηλατείς,
- σφιγκτήρες

Εικόνα 6.9 Οι πρόσθιοι μύες του μηρού. Τύπος μακρού μυός.



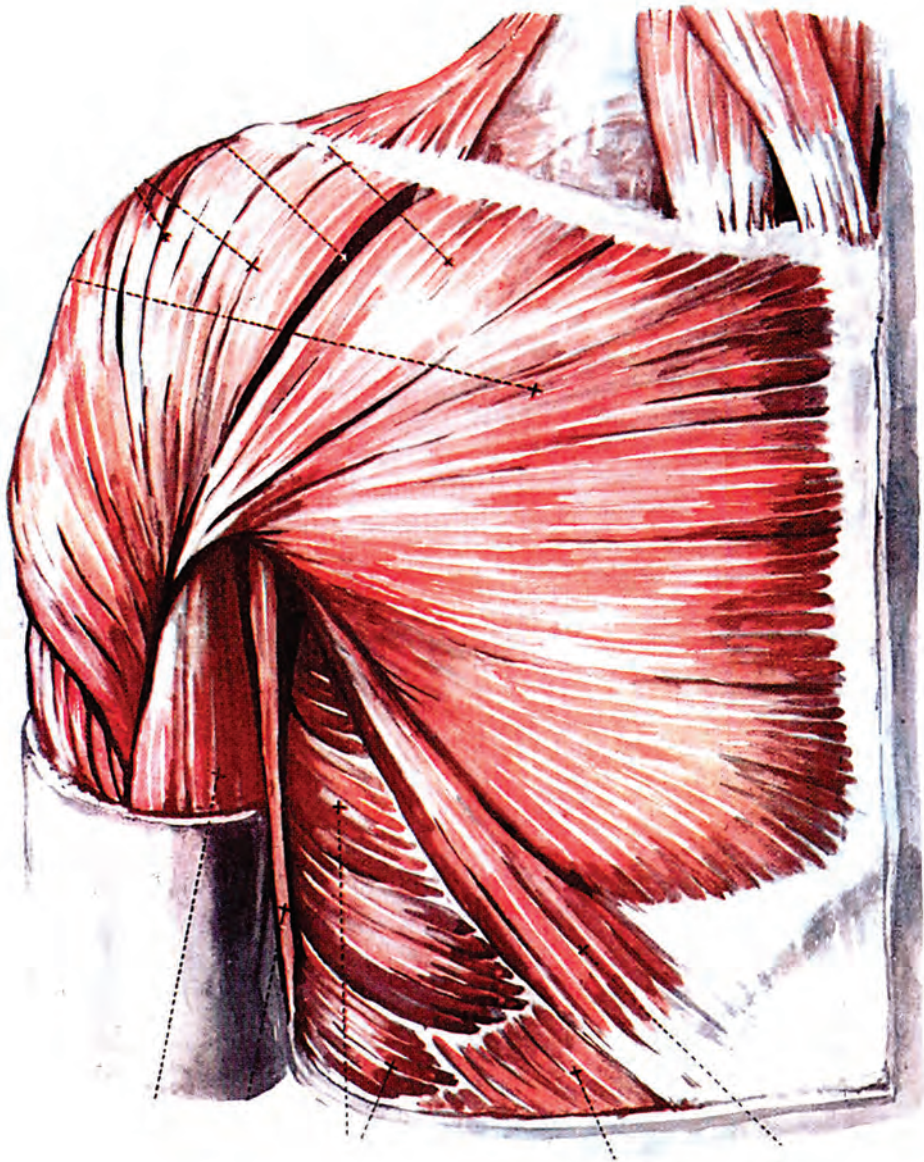
Οι **μακροί μύες** βρίσκονται κυρίως στα άνω και κάτω άκρα του σώματος (πρόσθιος μηριαίος, πρόσθιος κνημιαίος, βραχιόνιος κτλ.) (Εικ. 6.9).

Οι **πληταίς μύες** βρίσκονται κυρίως στον κορμό (μεγάλος θωρακικός, πλατύς ραχιαίος, λοξοί κοιλιακοί μύες κτλ.). Σε σχέση με το πάχος τους που είναι μικρό καταλαμβάνουν μεγάλη επιφάνεια, είναι δηλαδή αποπλητυσμένοι (Εικ. 6.10).

Οι **βραχείς μύες** βρίσκονται κυρίως στη ράχη (μεσακάνθιοι, μεσεγκάρσιοι, ανεληκτῆρες των πλευρών κτλ.) και κάνουν κινήσεις μικρής έκτασης.

Οι **σφιγκτήρες μύες** περιβάλλουν τις φυσιολογικές οπές του σώματος (ο σφιγκτήρας του πρωκτού, ο σφιγκτήρας του στόματος).

Ένας μύς, ο οποίος έχει περισσότερες από μια εκφύσεις, έχει όμως κοινή γαστέρα και κατάφυση, ονομάζεται ανάλογα **δικέφαλος** (δικέφαλος βραχιόνιος, δικέφαλος μηριαίος), **τρικέφαλος** (τρικέφαλος βραχιόνιος), **τετρακέφαλος** (τετρακέφαλος μηριαίος). Ένας μύς, ο οποίος εκτός από τον εκφυτικό και τον καταφυτικό τένοντα, παρουσιάζει και ενδιάμεσο μικρό τένοντα, δηλαδή εμφανίζει δύο γαστέρες, ονομάζεται **διγαστορας μύς** (διγαστορας της κάτω γνάθου, ωμοϋοειδής).

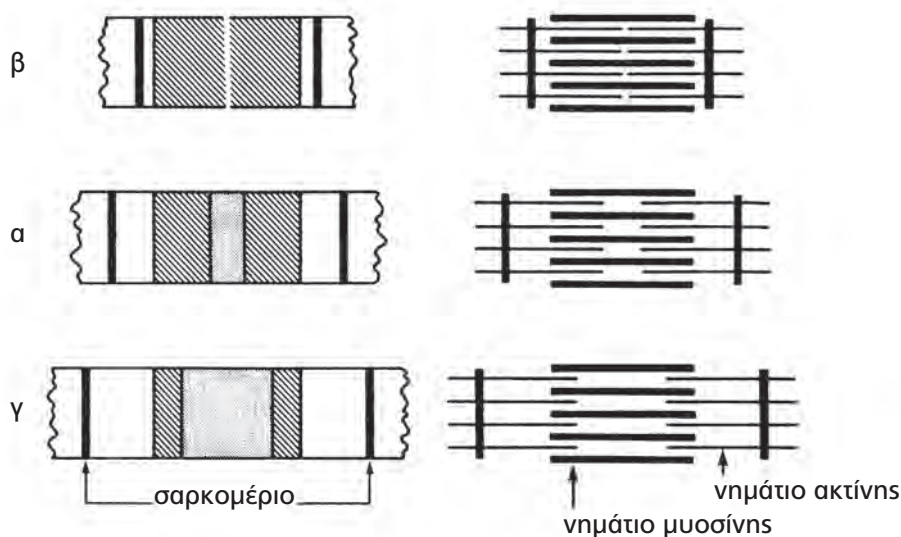


Εικόνα 6.10 Ο μείζων θωρακικός μύς. Τύπος πηλατιού μύς.

Δομή και λειτουργία της γραμμωτής μυϊκής ίνας

Ο σκελετικός μύς αποτελείται από μακριές κυλινδρικές μυϊκές ίνες. Οι ίνες αυτές έχουν γραμμώσεις και λέγονται γραμμωτές μυϊκές ίνες. Περιβάλλονται όπως όλα τα κύτταρα από την κυτταρική μεμβράνη που λέγεται **σαρκείλημα**. Στο κυτταρόπληγμα της μυϊκής ίνας, που λέγεται **σαρκόπληγμα**, υπάρχουν πάρα πολλά μιτοχόνδρια και αναπτυγμένο ενδοπλησματικό δίκτυο, το **σαρκοπλησματικό δίκτυο**. Σε κάθε μυϊκή ίνα υπάρχει μεγάλος αριθμός πυρήνων, διάσπαρτων σε όλο το μήκος της.

Η μυϊκή ίνα περιέχει μερικές εκατοντάδες ή χιλιάδες μυϊκά ινίδια, παράλληλα μεταξύ τους, που εκτείνονται από τη μια ως την άλλη άκρη της. Κάθε ινίδιο αποτελείται από πολλά νημάτια ακτίνης και μυοσίνης τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο εναλλάξ. Κατά μήκος των ινιδίων παρεμβάλλονται κάθετα στον επιμήκη άξονά τους πάρα πολύ λεπτές μεμβράνες. Το τμήμα του μυϊκού ινιδίου που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο διαδοχικές μεμβράνες λέγεται **σαρκομέριο**. Τα **νημάτια της ακτίνης** είναι προσκολλημένα με το ένα άκρο τους στη μεμβράνη του σαρκομερίου. Τα **νημάτια της μυοσίνης** που παρεμβάλλονται συνδέονται μόνο μεταξύ τους και όχι με τη μεμβράνη του σαρκομερίου (Εικ. 6.11).



Εικόνα 6.11 Σχηματικό διάγραμμα του σαρκομερίου μυϊκής ίνας: α) σε καταστάσεις χαλάρωσης, β) σε κατάσταση συστολής, γ) σε διάταση

Οι περιοχές στις οποίες υπάρχουν αλληλοκαλυπτόμενα νημάτια ακτίνης και μυοσίνης στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο δίνουν την εικόνα μιας **σκοτεινής ζώνης**. Οι περιοχές όπου υπάρχουν μόνο νημάτια ακτίνης δίνουν την εικόνα **φωτεινής ζώνης**. Η εναλλαγή αυτή των σκοτεινών και φωτεινών περιοχών προσδίδει τις χαρακτηριστικές τους γραμμώσεις στις μυϊκές ίνες των σκελετικών μυών.

Η μυϊκή συστολή

Η κίνηση πετυχαίνεται με τη συστολή των μυϊκών ινών, η οποία ελαττώνει το μήκος του μυός και έτσι ο μυς τραβά το οστό στο οποίο προσφύεται. Η μυϊκή συστολή γίνεται χάρη σ' έναν πολύπλοκο μηχανισμό με τον οποίο, σε κάθε σαρκομέριο, τα νημάτια μυοσίνης έλκουν τα νημάτια ακτίνης με αποτέλεσμα να αλληλοκαλύπτονται σε όλο τους το μήκος, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.11. Με το μηχανισμό αυτό ελαττώνεται το μήκος του σαρκομερίου και κατά συνέπεια ολόκληρης της μυϊκής ίνας. Για να γίνει αυτή η διολίσθηση των νηματίων ακτίνης και μυοσίνης, χρειάζεται την παρουσία ιόντων ασβεστίου. Τα ιόντα ασβεστίου είναι αποθηκευμένα στο σαρκοπλασματικό δίκτυο της μυϊκής ίνας και απελευθερώνονται από αυτό κάθε φορά που στη μυϊκή ίνα φθάνει το κατάλληλο νευρικό ερέθισμα. Η ενέργεια που χρειάζεται για την έλξη των νηματίων ακτίνης και μυοσίνης προέρχεται από τη διάσπαση της τριφωσφορικής αδενοσίνης ATP σε διφωσφορική αδενοσίνη ADP.

Μυϊκός τόνος και ενέργεια των μυών

Κάθε μυς, ακόμα και σε κατάσταση ανάπαυσης του οργανισμού, βρίσκεται σε διαρκή μικρής έντασης συστολή που ονομάζεται **μυϊκός τόνος**. Για την αποφυγή της κόπωσης των μυϊκών ινών συστέλλονται διαδοχικά διαφορετικές κάθε φορά ομάδες μυϊκών ινών.

Όλες οι κινήσεις είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας στη δράση περισσότερων από έναν μυών. Η συνεργασία αυτή εξασφαλίζει την αρμονική κίνηση του σώματος. Γενικά οι μύες προκειμένου να επιτελέσουν μια συγκεκριμένη κίνηση συνεργάζονται κατά ζεύγη.

- 1) Ο **κύριος μυς** είναι εκείνος από τον οποίο εξαρτάται η συγκεκριμένη κίνηση, όπως π.χ. ο τετρακέφαλος μηριαίος για την κίνηση της έκτασης της κνήμης.
- 2) Ο **ανταγωνιστής μυς** είναι εκείνος ο οποίος ενεργεί αντίθετα προς τη συγκεκριμένη κίνηση, όπως π.χ. ο δικέφαλος μηριαίος που ανταγωνίζεται τη δράση του τετρακέφαλου μηριαίου στην έκταση της κνήμης. Επομένως πριν από τη συστολή του κύριου μυός πρέπει να χαλαρώσει ο ανταγωνιστής.

Ο ίδιος μυς μπορεί να είναι άηλιτε ο κύριος και άηλιτε ο ανταγωνιστής, ανάλογα με το είδος της κίνησης που θα γίνει κάθε φορά. Για παράδειγμα, για να γίνει η κάμψη του πήχη πρέπει να συσταλεί ο δικέφαλος βραχιόνιος (κύριος μυς) και να χαλαρώσει ο τρικήφαλος (ανταγωνιστής μυς), ενώ για να γίνει η έκταση του πήχη πρέπει να χαλαρώσει ο δικέφαλος βραχιόνιος (ανταγωνιστής μυς) και να συσταλεί ο τρικήφαλος (κύριος μυς).

γ. Το μυϊκό σύστημα

Οι σκελετικοί μύες διακρίνονται σε **μύες του κορμού** και σε **μύες των άκρων** και διαιρούνται σε ομάδες ανάλογα με την περιοχή του ανθρώπινου σώματος, από την οποία εκφύονται ή όπου, κυρίως, απλώνονται.

Α. Οι **μύες του κορμού** διαιρούνται σε μύες της πρόσθιας και σε μύες της οπίσθιας επιφάνειας του κορμού (ή μύες της ράχης).

Οι μύες της **πρόσθιας επιφάνειας του κορμού** διακρίνονται:

- 1) στους **μύες της κεφαλής** (δερματικούς ή μιμικούς και μαστήριους).
- 2) στους **μύες του τραχήλου** (προσθιοπλάγιους, πρόσθιους, πλάγιους και οπίσθιους). Σημειώνεται ότι ο **λαιμός** του ανθρώπινου σώματος υποδιαιρείται στον **τράχηλο** μπροστά και στον **αυχένα** πίσω. Ο κυριότερος μυς του τραχήλου είναι ο στερνοκλειδομαστοειδής που στρέφει την κεφαλή προς την αντίθετη πλευρά.
- 3) στους **μύες του θώρακα**, οι οποίοι διακρίνονται σε **αυτόχθονες** και **ετερόχθονες**. Σ' αυτούς περιλαμβάνεται το **διάφραγμα** το οποίο είναι ένας πλατύς θολωτός μυς που χωρίζει την κοιλότητα του θώρακα από την κοιλότητα της κοιλιάς. Οι **μεσοπλεύριοι μύες** βρίσκονται ανάμεσα στις πλευρές και λειτουργούν ως αναπνευστικοί μύες.
- 4) στους **μύες της κοιλιάς**, οι οποίοι διακρίνονται σε πλάγιους, πρόσθιους και οπίσθιους. Η ενέργεια των κοιλιακών μυών είναι σημαντική καθώς αυτοί προφυλάσσουν τα κοιλιακά σπλάχνα.

Οι μύες της **οπίσθιας επιφάνειας του κορμού**

Οι σημαντικότεροι είναι ο τραπεζοειδής, ο πλατύς ραχιαίος και ο ορθωτήρας μυς του κορμού. Αυτοί οι μύες συντελούν στην όρθια στάση του κορμού και συμβάλλ-

ήλουν στις πλάγιες κινήσεις και στη στροφή της σπονδυλικής στήλης.

Β. Οι μύες των άκρων διαιρούνται σε μύες των άνω και σε μύες των κάτω άκρων.

Οι μύες των άνω άκρων διαιρούνται:

- 1) στους μύες της ωμικής ζώνης
- 2) στους μύες του βραχίονα
- 3) στους μύες του πήχη
- 4) στους μύες του χεριού

Οι μύες των κάτω άκρων διαιρούνται:

- 1) στους μύες της πυέλου (έσω και έξω μύες της πυέλου)
- 2) στους μύες του μηρού
- 3) στους μύες της κνήμης
- 4) στους μύες του ποδιού

Περίληψη

Το μυοσκελετικό σύστημα αποτελεί το κινητικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού. Αυτό επιτελεί τις λειτουργίες του χάρη στην αρμονική συνεργασία του ερειστικού ή σκελετικού συστήματος και του μυϊκού συστήματος.

Το ερειστικό ή σκελετικό σύστημα αποτελείται από τα οστά, τα οποία συνδεόμενα μεταξύ τους στις αρθρώσεις αποτελούν το σκελετό του ανθρώπου. Ο σκελετός του ανθρώπου, του οποίου τα διάφορα οστά κινούνται στις αρθρώσεις παθητικά, με την ενέργεια των μυών που προσφύονται σ' αυτά, διαιρείται στο σκελετό του κορμού και στο σκελετό των άκρων. Ο σκελετός του κορμού υποδιαιρείται στο σκελετό της κεφαλής ή κρανίο, στη σπονδυλική στήλη και στο σκελετό του θώρακα. Ο σκελετός των άκρων υποδιαιρείται στο σκελετό των άνω άκρων και στο σκελετό των κάτω άκρων.

Άρθρωση είναι η σύνδεση δύο ή περισσότερων οστών μεταξύ τους με ερειστικό ιστό (συνδετικό ή σπανιότερα χόνδρινο) ανεξάρτητα απ' το αν υπάρχει ή όχι κινητικότητα μεταξύ των συντασσόμενων οστών. Διακρίνουμε δύο είδη αρθρώσεων, τη συνάρθρωση και τη διάρθρωση. Οι αρθρώσεις ταξινομούνται, επίσης, ανάλογα με τον αριθμό των οστών τα οποία συμμετέχουν στο σχηματισμό τους και το είδος των κινήσεων που πραγματοποιούν.

Το μυϊκό σύστημα του ανθρώπου αποτελείται από τους σκελετικούς μύες, αυτούς που έχουν γραμμωτές μυϊκές ίνες. Διαιρείται σε ομάδες μυών, ανάλογα με την περιοχή του σώματος όπου προσφύονται. Οι σκελετικοί μύες διακρίνονται σε μύες του κορμού και σε μύες των άκρων. Οι μύες του κορμού διακρίνονται σε μύες της πρόσθιας επιφάνειας του κορμού και σε μύες της οπίσθιας επιφάνειας του κορμού ή μύες της ράχης. Οι μύες των άκρων διακρίνονται σε μύες των άνω και σε μύες των κάτω άκρων.

Ερωτήσεις

1. Από ποιους βασικούς ιστούς αποτελούνται τα όργανα του μυοσκελετικού συστήματος;
2. Ποιος ο ρόλος του σκελετού στο ανθρώπινο σώμα;
3. Από ποια οστά αποτελείται το εγκεφαλικό κρανίο;
4. Από ποια οστά αποτελείται το προσωπικό κρανίο;
5. Περιγράψτε τα οστά της σπονδυλικής στήλης.
6. Σε ποιους τύπους διακρίνονται τα οστά ανάλογα με το σχήμα τους;
7. Τι είναι το περίοστεο, τι είναι το ενδόστεο και ποια η λειτουργία τους;
8. Τι είναι η άρθρωση;
9. Ποια είναι τα κύρια μέρη μιας διάρθρωσης;
10. Ποια είδη κινήσεων μπορεί να κάνει μια διάρθρωση;
11. Ποια είδη μυϊκού ιστού γνωρίζετε;
12. Σε ποιους τύπους διακρίνονται οι σκελετικοί γραμμωτοί μύες;
13. Τι είναι ο μυϊκός τόνος;
14. Διαίρεση των μυών των άνω άκρων.
15. Διαίρεση των μυών των κάτω άκρων.

70

κεφάλαιο

το νευρικό σύστημα

- I. Το νευρικό κύτταρο
- II. Λισθητικό και κινητικό σκέλος
του νευρικού συστήματος
- III. Πυραμιδικό και εξωπυραμιδικό σύστημα
- IV. Η παρεγκεφαλίδα και τα βασικά γάγγλια



Εικόνα 7.1 Τυπικό νευρικό κύτταρο: Διακρίνονται το κυτταρικό σώμα με τον πυρήνα, οι δενδρίτες, ο νευράξονας και οι τελικές απολήξεις.

Το νευρικό σύστημα

Το νευρικό σύστημα μεταβιβάζει μηνύματα. Διακρίνεται στο **αυτόνομο** ή σπληαχνικό **νευρικό σύστημα** και στο **εγκεφαλονωτιαίο νευρικό σύστημα**.

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα, Α.Ν.Σ., με τη συμπαθητική και την παρασυμπαθητική του μοίρα εποπτεύει τις λειτουργίες που δεν υπακούουν στη θέλησή μας, όπως είναι οι λειτουργίες που επιτελούνται από το μυοκάρδιο, από τις λείες μυϊκές ίνες διαφόρων οργάνων (γαστρεντερικός σωλήνας, μήτρα) και από τους αδένες.

Το εγκεφαλονωτιαίο νευρικό σύστημα αποτελείται από το **κεντρικό νευρικό σύστημα Κ.Ν.Σ.** (εγκέφαλος και νωτιαίος μυελός) και το **περιφερικό νευρικό σύστημα Π.Ν.Σ.** (εγκεφαλικά και νωτιαία νεύρα). Εποπτεύει τις λειτουργίες που υπακούουν στη θέλησή μας και κυρίως τις κινήσεις των γραμμωτών σκελετικών μυών.

Το κεντρικό νευρικό σύστημα παρομοιάζεται συνήθως, τελευταία, με σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή, στον οποίο αποθηκεύονται και επεξεργάζονται οι πληροφορίες· όσο για το περιφερικό νευρικό σύστημα αυτό αποτελεί τη σύνδεση με τους περιφερικούς, σταθμούς εισόδου και εξόδου (τα αισθητικά όργανα και τους μύες).

Αρχικά γίνεται περιγραφή του νευρικού κυττάρου και των λειτουργιών του.

I. Το νευρικό κύτταρο

Ο νευρικός ιστός αποτελείται από τα **νευρικά κύτταρα** ή **νευρώνες** και από τα νευρογλοιακά κύτταρα τα οποία είναι βοηθητικά κύτταρα.

α. Ο νευρώνας και τα μέρη του

Το νευρικό κύτταρο ή νευρώνας είναι η λειτουργική και δομική μονάδα του νευρικού συστήματος. Το ώριμο νευρικό κύτταρο είναι πολύ εξειδικευμένο κύτταρο και γι' αυτό το λόγο έχει χάσει την ικανότητα της αναπαραγωγής. Ο άνθρωπος από τη γέννησή του ως το θάνατό του έχει τα ίδια νευρικά κύτταρα, χωρίς να μπορεί να αντικαταστήσει αυτά που για οποιοδήποτε λόγο χάνονται (τραυματισμός, πολύ μεγάλη ηλικία).

Τα μέρη του νευρικού κυττάρου

Το νευρικό κύτταρο αποτελείται από:

- το κυτταρικό σώμα
- τους δενδρίτες που συνίστανται από πολυάριθμες, μικρές σε μήκος, αποφυάδες
- το νευρίτη ή νευράξονα, μια μεγάλη σε μήκος αποφυάδα (Εικ. 7.1).

Το **κυτταρικό σώμα** είναι υπεύθυνο για τη θρέψη του κυττάρου. Περιέχει τον πυρήνα και τα οργάνidia του τελευταίου. Οι **δενδρίτες** είναι αποφυάδες μικρές σε μήκος, με πολυάριθμες διακλαδώσεις, που έχουν τη μορφή δένδρου. Έρχονται σε επαφή με τους δενδρίτες γειτονικών κυττάρων και έτσι εξασφαλίζεται η μεταφορά του νευρικού ερεθίσματος.

Ο **νευρίτης** ή **νευράξονας** πολλές φορές μπορεί να ξεπερνάει το ένα μέτρο. Αρχίζει από το κυτταρικό σώμα, στην πορεία μπορεί να δίνει παράπλευρους κλάδους, και τελικά διακλαδίζεται σε πολλές μικρές απολήξεις που λέγονται τελικά δενδρύλλια. Καθένα από αυτά καταλήγει σ' ένα ειδικό άκρο, λίγο εξογκωμένο, που λέγεται **τελικό κομβίο**.

β. Μορφές των νευρικών κυττάρων

Οι νευρώνες διακρίνονται μεταξύ τους ως προς το μέγεθος, τον αριθμό των αποφυάδων, τη λειτουργικότητα, το πάχος των νευραξόνων και την κατανομή τους στο κεντρικό και περιφερικό νευρικό σύστημα.

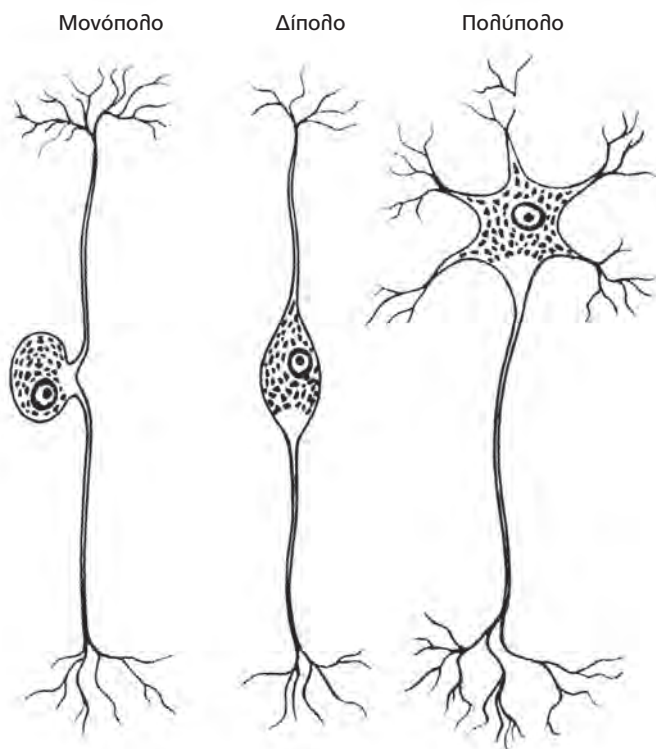
Ως προς το μέγεθος οι νευρώνες μπορεί να είναι:

- πολύ **μεγάλοι** όπως είναι τα περισσότερα τυπικά νευρικά κύτταρα.
- **μικρά νευρικά κύτταρα** που δε ξεχωρίζουν εύκολα από τα νευρογλοιακά.

Οι νευρώνες με παχείς νευράξονες ανήκουν στα μεγάλα νευρικά κύτταρα και μεταβιβάζουν τα νευρικά ερεθίσματα πάρα πολύ γρήγορα.

Ως προς τον αριθμό των αποφυάδων τα νευρικά κύτταρα διακρίνονται σε:

- **άποη**, στην αρχή, πριν ακόμα διαπληαστούν
- **μονόποη**, αυτά που έχουν μια αποφυάδα
- **δίποη** με δύο αποφυάδες
- **πολύποη** με πολλές αποφυάδες, (Εικ. 7.2).



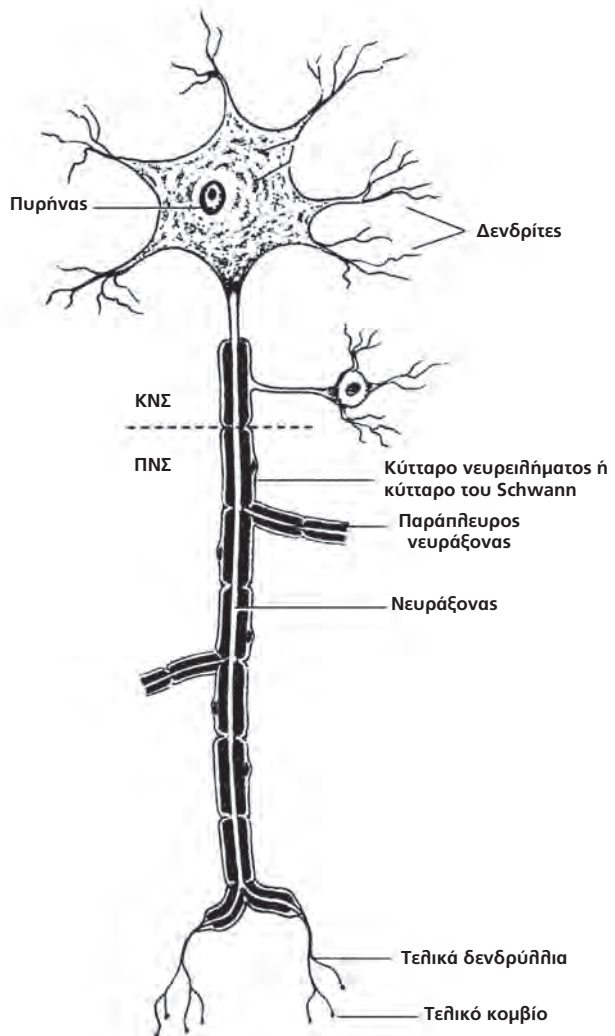
Εικόνα 7.2 Ποικιλίες νευρικών κυττάρων: Μονόποη, δίποη και πολύποη νευρικό κύτταρο.

Οι περισσότεροι νευρώνες είναι πολύποη. Ιδιαίτερη ποικιλία μονόπολων νευρικών κυττάρων, τα οποία λέγονται και ψευδομονόποη, αποτελούν τα κύτταρα των αισθητικών γαγγλίων των εγκεφαλονωτιαίων νευρών. Αυτά δίνουν μια μόνο νευρική αποφυάδα η οποία στη συνέχεια διχάζεται σε κεντρικό τμήμα που πηγαίνει προς το Κ.Ν.Σ. και σε περιφερικό τμήμα που πηγαίνει στην περιφέρεια για να παραλάβει το αισθητικό μήνυμα.

γ. Η διάταξη των νευρώνων

Οι νευρώνες είναι εγκατεστημένοι στη φαιά και στη δικτυωτή ουσία του Κ.Ν.Σ. καθώς και στα περιφερικά γαγγλιακά κύτταρα, τα οποία συνήθως είναι συγκροτημένα σε γάγγλια (σύνολο γαγγλιακών κυττάρων). Εκεί βρίσκεται το κυτταρικό σώμα του νευρώνα. Από το σώμα του κυττάρου ξεκινά ο νευρίτης, η μια και μοναδική πολύ μεγάλη αποφυάδα του νευρώνα, ο οποίος μπορεί να φθάσει από το φλοιό του τελικού εγκεφάλου στην οσφυϊκή χώρα και από την τελευταία στα πέληματα. Ο νευρίτης παραλαμβάνει το νευρικό μήνυμα από το κυτταρικό σώμα και το μεταφέρει. Καταλήγει στα τελικά κομβία, που μπορεί να είναι χιλιάδες σε μεγάλους νευράξονες, και εκεί γίνεται η μεταβίβαση του ερεθίσματος σε μυϊκά και άλλα νευρικά κύτταρα (Εικ. 7.3).

Ο νευρίτης μαζί με το περίβλημά του, που αποτελείται από νευρογαγγλιοακά κύτταρα, λέγεται νευρική ίνα. Στο περιφερικό νευρικό σύστημα πολλές νευρικές ίνες μαζί που περιβάλλονται από κοινό περίβλημα αποτελούν τα διάφορα **νεύρα**.



Εικόνα 7.3 Ο νευρώνας με το περίβλημά του στο κεντρικό και στο περιφερικό νευρικό σύστημα.

δ. Η λειτουργική διαίρεση των νευρώνων

Οι νευρώνες ως προς τη λειτουργικότητά τους διακρίνονται σε:

- 1) **αισθητικούς**. Οι νευρώνες αυτοί παραλαμβάνουν τα μηνύματα από την περιφέρεια, δηλαδή τα διάφορα μέρη του σώματος, και τα μεταφέρουν για επεξεργασία στο κέντρο, δηλαδή τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό.
- 2) **συνδετικούς**. Οι νευρώνες αυτοί διαμορφώνουν τα κυκλώματα στον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό. Αυτοί μεταφέρουν τα μηνύματα από τους αισθητικούς νευρώνες στις κατάλληλες περιοχές στον εγκέφαλο ή το νωτιαίο μυελό, μεταφέ-

ρουν μηνύματα από τη μια περιοχή του εγκεφάλου ή του νωτιαίου μυελού σε άλλη, και τελικά στους αρμόδιους εκτελεστικούς ή κινητικούς νευρώνες.

3) **κινητικούς**. Οι νευρώνες αυτοί μεταφέρουν τα μηνύματα από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό στα διάφορα εκτελεστικά όργανα του σώματος.

ε. Η νευρογλοία

Τα νευρογλοιακά κύτταρα είναι πολύ μικρά κύτταρα, διαφόρων σχημάτων. Αν και ο ρόλος τους στο νευρικό σύστημα είναι βοηθητικός, επιτελούν σημαντικές εξειδικευμένες λειτουργίες όπως η στήριξη των νευρώνων, η θρέψη των νευρώνων, η απομάκρυνση των άχρηστων ουσιών με τη διαδικασία της φαγοκυττάρωσης, η μόνωση του νευράξονα με το σχηματισμό του περιβλήματός του.

Στο Κ.Ν.Σ. διακρίνονται τρεις διαφορετικοί τύποι νευρογλοίας:

- η **αστρογλοία** που αποτελείται από τα αστροκύτταρα. Τα αστροκύτταρα βρίσκονται στη φαιά και τη λευκή ουσία του εγκεφάλου. Θεωρούνται τα κυρίως στηρικτικά κύτταρα που σχηματίζουν τρισδιάστατο σκελετό και συμβάλλουν στη διαμόρφωση του αγγειοεγκεφαλικού φραγμού.
- η **ολιγοδενδρογλοία**. Τα ολιγοδενδροκύτταρα είναι μικρότερα σε μέγεθος και σχηματίζουν τα περιβλήματα των νευριτών.
- η **μικρογλοία**. Τα μικρογλοιακά κύτταρα έχουν την ικανότητα να φαγοκυτταρώνουν τις άχρηστες ουσίες από τους νευρώνες.

Ως ιδιαίτερη ποικιλία νευρογλοιακών κυττάρων αναφέρονται τα **επενδυματικά** κύτταρα τα οποία επενδύουν την εσωτερική επιφάνεια των κοιλιών του εγκεφάλου και του κεντρικού σωλήνα του νωτιαίου μυελού.

Στο Π.Ν.Σ. τα κύρια νευρογλοιακά κύτταρα είναι τα **κύτταρα του Schwann** ή **κύτταρα νευρειλήματος**, τα οποία σχηματίζουν έξω από την κυτταρική μεμβράνη του νευράξονα το περίβλημά του, που λέγεται **μυελώδες έλυτρο**.

II. Αισθητικό και κινητικό σκέλος του νευρικού συστήματος

Οι διάφορες πληροφορίες φθάνουν στον εγκέφαλο με τις αισθητικές νευρικές ίνες, μετά από μια σειρά μεταβιβάσεων από νευρώνα σε νευρώνα. Επίσης, οι εντολές του εγκεφάλου μεταφέρονται από τον εγκέφαλο στα εκτελεστικά όργανα με τις κινητικές νευρικές ίνες, με τον ίδιο τρόπο. Η πορεία αυτή των νευρικών διεγέρσεων από την περιφέρεια προς το κέντρο αποτελεί την **αισθητική νευρική οδό**, ενώ η αντίστροφη διαδρομή από το κέντρο προς την περιφέρεια αποτελεί την **κινητική νευρική οδό**.

α. Αισθητικό σκέλος του νευρικού συστήματος

α) Έννοια των αισθητικών νευρώνων

Το σύνολο των νευρώνων που μεταφέρουν αισθητικές διεγέρσεις από την περιφέρεια προς τα αισθητικά κέντρα του φλοιού αποτελεί την **αισθητική ή κεντρομόλο ή ανιούσα οδό**.

β) Τρόπος δράσης των αισθητικών νευρώνων

Η αισθητική οδός αρχίζει από τα περιφερικά υποδεκτικά όργανα και τα ειδικά αισθητήρια όργανα, όπου τα ερεθίσματα παραλαμβάνονται από τους περιφερικούς κλάδους (δενδρίτες) των κυττάρων των εγκεφαλικών και νωτιαίων γαγγλίων.

Από τα εγκεφαλικά γαγγλία τα ερεθίσματα μεταβιβάζονται (με τους κεντρικούς κλάδους των γαγγλιακών κυττάρων, που αντιστοιχούν στους νευρίτες) σε αισθητικά κέντρα του εγκεφάλου, από τα οποία μεταβιβάζονται σε αντίστοιχα αισθητικά κέντρα του φλοιού. Από τα νωτιαία γαγγλία τα ερεθίσματα μεταβιβάζονται με τον ίδιο τρόπο στα κύτταρα των πίσω κεράτων της φαιάς ουσίας του νωτιαίου μυελού, οι νευρίτες των οποίων τα μεταφέρουν με τη σειρά τους στα αντίστοιχα αισθητικά κέντρα του εγκεφάλου.

γ) Αισθητικοί υποδοχείς

Η είσοδος των διαφόρων αισθητικών πληροφοριών στο κεντρικό σύστημα εξασφαλίζεται από τους αισθητικούς υποδοχείς.

Οι υποδοχείς αυτοί μετατρέπουν τις διάφορες μορφές ενέργειας (πίεση, αφή, κρύο, ζεστό, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κτλ.) σε δυναμικά υποδοχέα.

Οι υποδοχείς είναι τις πιο πολλές φορές ελεύθερες νευρικές απολήξεις ή εξειδικευμένα κύτταρα που βρίσκονται σε επαφή με τις νευρικές απολήξεις.

Όταν εφαρμόζεται ένα παρατεταμένο ερέθισμα σταθερής έντασης σε ορισμένους υποδοχείς, η συχνότητα των δυναμικών ενέργειας ελαττώνεται όσο περνάει ο χρόνος. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται εξοικείωση (προσαρμογή).

Υπάρχουν υποδοχείς που εξοικειώνονται εύκολα και άηλοι που δεν εξοικειώνονται καθόλου. Μεγάλη εξοικείωση εμφανίζουν οι υποδοχείς αφής, πίεσης, λιγότερη οι υποδοχείς θερμού, ψυχρού, και σχεδόν καθόλου οι υποδοχείς πόνου. Οι υποδοχείς που εξοικειώνονται στέλνουν νευρικές ώσεις τη στιγμή της μεταβολής. Οι υποδοχείς που δεν εξοικειώνονται στέλνουν νευρικές ώσεις όσο χρόνο διαρκεί το ερέθισμα.

β. Κινητικό σκέλος του νευρικού συστήματος

α) Έννοια των κινητικών νευρώνων

Το σύνολο των νευρώνων που ξεκινούν από τον εγκέφαλο και φθάνουν μέχρι τα εκτελεστικά όργανα αποτελεί την **κινητική ή φυγόκεντρο ή κατιούσα οδό**. Μ' αυτήν μεταφέρονται κινητικές ώσεις προς την περιφέρεια.

β) Τρόπος δράσης των κινητικών νευρώνων

Η κινητική (πυραμιδική) οδός αρχίζει από τα κύτταρα της κινητικής χώρας του μετωπιαίου λοβού του εγκεφάλου και στη συνέχεια, αφ' ενός μετά από χiasμό στο στέλεχος καταλήγει να κάνει σύναψη στους κινητικούς πυρήνες των εγκεφαλικών νευρών του αντίθετου ημιμορίου, αφ' ετέρου μετά από χiasμό στον προμήκη φέρεται στη λευκή ουσία του αντίθετου ημιμορίου του νωτιαίου μυελού και καταλήγει σε σύναψη με τους κινητικούς πυρήνες των μπροστινών κεράτων των νωτιαίων νευρών αυτής της πλευράς. Από τους κινητικούς πυρήνες των εγκεφαλικών και των νωτιαίων νευρών όπου έχει καταλήξει η φλοιοπρομηκική και η φλοιονωτιαία οδός αρχίζουν τα κινητικά εγκεφαλικά νεύρα και η κινητική μοίρα των μεικτών εγκεφαλικών νευρών, καθώς και η κινητική μοίρα όλων των νωτιαίων νευρών.

III. Πυραμιδικό και εξωπυραμιδικό σύστημα

α. Πυραμιδικό σύστημα

Το πυραμιδικό σύστημα χρησιμεύει για τη γένεση και την αγωγή των νευρικών ώσεων που απαιτούνται για την εκτέλεση εκούσιων κινήσεων, και ιδιαίτερα εκείνων για τις οποίες απαιτείται πολύ λεπτή εκούσια διαβάθμιση στην έντασή τους. Επιπρόσθετα, με την πυραμιδική οδό, φέρονται συνεχώς νευρικές ώσεις με μικρή σχετικά συχνότητα, με τις οποίες η διεγερσιμότητα των κινητικών κυττάρων στα πρόσθια κέρατα διατηρείται σε υψηλό επίπεδο. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για τη διατήρηση του μυϊκού τόνου κατά την εγρήγορση, καθώς και για την άμεση ανταπόκριση αυτών των κυττάρων στις ώσεις που δέχονται για την επιτέλεση των διαφόρων εκούσιων και αντανakλαστικών κινήσεων.

β. Εξωπυραμιδικό σύστημα

Η σημασία του εξωπυραμιδικού συστήματος για την επιτέλεση των ακούσιων «αυτοματοποιημένων» κινήσεων είναι μεγάλη. Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι με το πυραμιδικό σύστημα εκτελούνται οι λεπτές ενσυνείδητες κινήσεις και με το εξωπυραμιδικό οι περισσότερες από τις υπόλοιπες κινήσεις.

Επιπλέον, κατά την εκτέλεση οποιασδήποτε κίνησης με το πυραμιδικό σύστημα, φαίνεται ότι συμμετέχει και το εξωπυραμιδικό, με την έννοια ότι οι νευρικές ώσεις που αποστέλλονται μ' αυτό είναι απαραίτητες για την ομαδοποίηση των κινήσεων.

Με το σύστημα αυτό, επίσης, κατανέμεται και ρυθμίζεται ο μυϊκός τόνος τόσο κατά τη διάρκεια της εξέλιξης πολύπλοκης κίνησης, όσο και κατά τις διάφορες στάσεις του σώματος.

Το μυοτατικό αντανakλαστικό και η σχέση του με τη στάση του σώματος

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το εξωπυραμιδικό σύστημα έχει σχέση με τη ρύθμιση των λεπτών κινήσεων και τη στάση του σώματος. Η ρύθμιση της στάσης του σώματος δεν αποτελεί αποκλειστική λειτουργία του εξωπυραμιδικού συστήματος. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία άλλων μηχανισμών, που όλοι μαζί, σε συνεργασία με το εξωπυραμιδικό σύστημα, καθορίζουν κάθε στιγμή τη στάση του σώματος.

Ο κυριότερος από τους μηχανισμούς αυτούς είναι τα μυοτατικά αντανakλαστικά που ρυθμίζουν τον τόνο των μυών.

Τα μυοτατικά αντανakλαστικά είναι εντονότερα σε μύες των οποίων η ενέργεια αντιδρά στη βαρύτητα, δηλαδή στους εκτείνοντες μύες των κάτω άκρων, του κορμού και του αυχένα (με το μυϊκό τόνο των μυών αυτών, το σώμα διατηρείται σε όρθια στάση).

Η ένταση των μυοτατικών αντανakλαστικών και, κατά συνέπεια και του μυϊκού τόνου, μπορεί να μεταβάλλεται και με την παρέμβαση ανώτερων τμημάτων του Κ.Ν.Σ. Αυτό έχει ως συνέπεια τον αυξημένο μυϊκό τόνο κατά την εγρήγορση σε σύγκριση με τον ελαττωμένο μυϊκό τόνο κατά τη διάρκεια του ύπνου.

Η κλινική εξέταση διαφόρων αντανakλαστικών δίνει πολύτιμες ενδείξεις για τη

λειτουργική κατάσταση των περιφερικών νευρών και των κεντρικών οδών και κέντρων στο Κ.Ν.Σ.

Παράδειγμα μυοτατικών αντανakηαστικών αποτελούν:

α) τα αντανakηαστικά του Αχίλλειου τένοντα

Με ελαφρό χτύπημα του τένοντα, προκαλείται συστολή του γαστροκνήμιου μυός, που εκδηλώνεται με έκταση του άκρου ποδιού.

β) τα αντανakηαστικά της επιγονατίδας

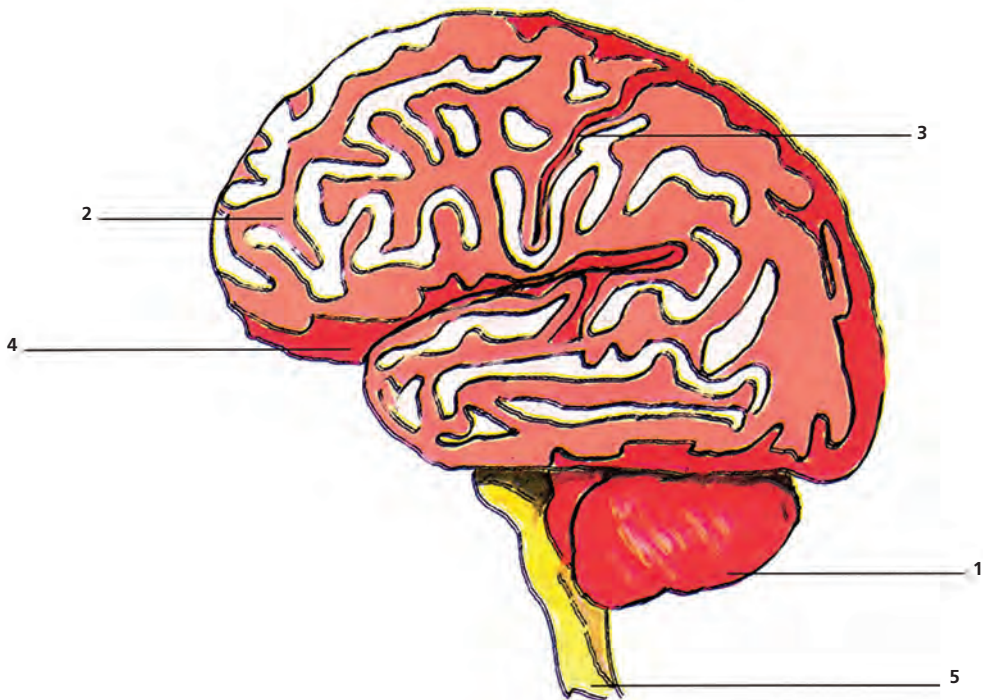
Αν χτυπήσουμε με ένα σφυράκι τον τένοντα κάτω από την επιγονατίδα, έχουμε συστολή του τετρακέφαλου μυός και εκτίναξη της κνήμης.

IV. Η παρεγκεφαλίδα και τα βασικά γάγγλια

α. Θέση της παρεγκεφαλίδας

Η παρεγκεφαλίδα που βρίσκεται πίσω από τη γέφυρα και τον προμήκη αποτελείται στη μέση από το σκώληκα και στο κάτω μέρος από τα **ημισφαίρια της παρεγκεφαλίδας** (Εικ. 7.4). Όπως και στα ημισφαίρια του εγκεφάλου έτσι και στην παρεγκεφαλίδα, περιφερικά βρίσκεται φαιά ουσία (φλοιός της παρεγκεφαλίδας) και εσωτερικά βρίσκεται η λευκή ουσία με τους πυρήνες.

Εικόνα 7.4 Παρεγκεφαλίδα: 1.παρεγκεφαλίδα, 2. τελικός εγκέφαλος, 3. κεντρική αύλακα του τελικού εγκεφάλου, 4. πλάγια σχισμή του τελικού εγκεφάλου, 5. νωτιαίος μυελός.



β. Λειτουργίες της παρεγκεφαλίδας

- α) Διατήρηση του μυϊκού τόνου.
 - β) Συντονισμός της συνεργασίας στην κίνηση των μυών (συμβάλλει στον έλεγχο της αλληλεπίδρασης μεταξύ συναγωνιστών και ανταγωνιστών μυών).
 - γ) Διατήρηση της ισορροπίας του σώματος με τα ερεθίσματα που δέχεται από τους μύες, τους τένοντες, τις αρθρώσεις και από την αίθουσα και τους ημικύκλιους σωλήνες του έσω αυτιού.
 - δ) Επίσης, η παρεγκεφαλίδα είναι ιδιαίτερα ζωτικής σημασίας για τον έλεγχο της γρήγορης μυϊκής δραστηριότητας, όπως είναι για παράδειγμα το τρέξιμο, η δακτυλογράφηση, το να παίξεις πιάνο, ακόμη δε και η ομιλία.
- Η απώλεια αυτού του τμήματος του εγκεφάλου μπορεί να προκαλέσει έλλειψη συντονισμού αυτής της δραστηριότητας παρά το γεγονός ότι δε συνεπάγεται παράλυση κανενός μυός.

γ. Βασικά γάγγλια

Τα βασικά γάγγλια, όπως και η παρεγκεφαλίδα, αποτελούν άλλο ένα επικουρικό κινητικό σύστημα, το οποίο δε λειτουργεί από μόνο του, αλλά πάντοτε σε στενή συνεργασία με τον εγκεφαλικό φλοιό και το φλοιονωτιαίο σύστημα.

Πράγματι, τα βασικά γάγγλια δέχονται σχεδόν όλα τα προσαγωγά τους σήματα από τον ίδιο το φλοιό, και στη συνέχεια επιστρέφουν σχεδόν όλα τα εκπεμπόμενα σήματα προς το φλοιό. Ένας από τους κύριους ρόλους των βασικών γαγγλίων σε σχέση με τον έλεγχο των κινήσεων συνίσταται στη λειτουργία τους σε συνεργασία με το φλοιονωτιαίο σύστημα για τον έλεγχο πολύπλοκων μορφών της κινητικής δραστηριότητας. Ένα παράδειγμα αποτελεί η γραφή του αλφαβήτου. Όταν υπάρχει σοβαρή βλάβη στα βασικά γάγγλια, το σύστημα ελέγχου των κινήσεων του εγκεφαλικού φλοιού δε μπορεί πλέον να παρέχει τις μορφές των γραμμάτων. Το χειρόγραφο του ατόμου γίνεται πρωτόγονο και χονδροειδές και μοιάζει με τη γραφή κάποιου που μαθαίνει να γράφει για πρώτη φορά. Άλλες κινητικές μορφές για τις οποίες απαιτείται η συμμετοχή των βασικών γαγγλίων είναι το κόψιμο χαρτιού με ψαλίδι, το κάρφωμα των καρφιών, η «καθατιά» στο μπάσκετ, το πασάρισμα στο ποδόσφαιρο, το πέταγμα της μπάλας στο μπέιζ μπωλ, οι κινήσεις για το φτιάρισμα άμμου, ορισμένες κινήσεις για τη φώνηση, και ουσιαστικά όλες οι κινήσεις του ατόμου για τις οποίες απαιτείται κάποια δεξιότητα.

Περίληψη

Το νευρικό σύστημα είναι το σύστημα εκείνο το οποίο, σε φυσιολογική κατάσταση του οργανισμού, ρυθμίζει τις λειτουργίες όλων των οργάνων και τις συντονίζει ανάλογα με τα εξωτερικά και τα εσωτερικά ερεθίσματα (φωτεινά, ακουστικά, θερμικά, μηχανικά, ηλεκτρικά, πόνου, πίεσης, πείνας κ.ά.). Έτσι ο οργανισμός του ανθρώπου εμφανίζεται ως ενιαίο σύνολο με την απαραίτητη για την επιβίωσή του αρμονική φυσιολογική ισορροπία. Το νευρικό σύστημα αποτελεί επίσης την έδρα των πνευματικών και ψυχικών λειτουργιών του ανθρώπου (σκέψη, βούληση, μνήμη, αισθήματα κ.ά.).

Το νευρικό σύστημα διακρίνεται γενικά σε εγκεφαλονωτιαίο ή σωματικό νευρικό σύστημα και σε αυτόνομο ή σπληχνικό νευρικό σύστημα. Η διάκριση αυτή είναι μόνο ανατομική, καθώς υπάρχει στενή σχέση μεταξύ των δύο συστημάτων, ώστε το νευρικό σύστημα να εμφανίζεται ως ενιαίο και αδιαίρετο κατά τη λειτουργία του.

Το νευρικό κύτταρο ή νευρώνας είναι η λειτουργική μονάδα του νευρικού συστήματος. Αποτελείται από το κυτταρικό σώμα, πολυάριθμες μικρές σε μήκος αποφυάδες, τους δενδρίτες, και μια μακριά αποφυάδα, το νευρίτη ή νευράξονα. Τα νευρικά κύτταρα έχουν τέτοια διάταξη ώστε τα σώματά τους να απαρτίζουν τη φαιά ουσία του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού, καθώς και τα εγκεφαλονωτιαία γάγγλια. Αυτά αποτελούν τα συντονιστικά κέντρα όπου γίνεται από τη μία η επεξεργασία και ερμηνεία των ερεθισμάτων που φθάνουν από τα παραληπτικά όργανα και από την άλλη η εκπομπή εντολών προς τα εκτελεστικά όργανα (μύες, αδένες). Ο νευράξονας με το περίβλημά του αποτελεί τη νευρική ίνα. Πολλές νευρικές ίνες μαζί που περιβάλλονται από κοινό περίβλημα αποτελούν τα νεύρα του περιφερικού νευρικού συστήματος και στο σύνολό τους δημιουργούν τις νευρικές οδούς που συνδέουν τα παραληπτικά όργανα με τα συντονιστικά κέντρα, τα συντονιστικά κέντρα μεταξύ τους, και τα συντονιστικά κέντρα με τα εκτελεστικά όργανα.

Τα εγκεφαλικά κέντρα συνδέονται με την περιφέρεια (υποδοχείς, εκτελεστικά όργανα) με δύο βασικές νευρικές οδούς, την κινητική ή φυγόκεντρο που μεταφέρει νευρικές ώσεις προς την περιφέρεια (εκτελεστικά όργανα) και την αισθητική ή κεντρομόλο που μεταφέρει διεγέρσεις από την περιφέρεια (υποδοχείς) προς τον εγκέφαλο. Η κινητική, όπως και η αισθητική νευρική οδός, σε κάποιο σημείο της διαδρομής της μέσα στο Κ.Ν.Σ. διχάζεται.

Τα αντανakλαστικά αποτελούν τις στερεότυπες αυτόματες απαντήσεις του νευρικού συστήματος σε ειδικά ερεθίσματα.

Ερωτήσεις

1. Τι είναι το νευρικό σύστημα και σε ποια τμήματα υποδιαιρείται;
2. Περιγράψτε ένα τυπικό νευρικό κύτταρο.
3. Αναφέρατε μορφές νευρικών κυττάρων που γνωρίζετε.
4. Σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται οι νευρώνες ανάλογα με τη λειτουργικότητά τους;
5. Τι είναι η νευρογλοία και ποια η λειτουργική της αποστολή;
6. Ποιες κινήσεις ρυθμίζει το πυραμιδικό και ποιες το εξωπυραμιδικό σύστημα;
7. Σε ποια κατηγορία αντανakηαστικών ανήκει το αντανakηαστικό της επιγονάτιδας και του Αχίλλειου τένοντα; Τι ξέρετε για τα αντανakηαστικά αυτά;
8. Τι είναι η παρεγκεφαλίδα; Ποιος είναι ο ρόλος της;
9. Ποια είναι η σημασία των βασικών γαγγλίων για την κινητική δραστηριότητα;

κεφάλαιο

το αυτόνομο νευρικό σύστημα

- I. Παρασυμπαθητικό και συμπαθητικό νευρικό σύστημα
- II. Συνάψεις και νευροδιαβιβαστικές ουσίες

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα

Το αυτόνομο ή σπληαχνικό νευρικό σύστημα είναι το μέρος του νευρικού συστήματος που νευρώνει όργανα των οποίων η λειτουργία δε γίνεται με τη θέλησή μας, όπως είναι η καρδιά, οι λείοι μύες των σπληαχνών και των αγγείων και οι αδένες.

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα βρίσκεται και στο κεντρικό νευρικό σύστημα (εγκέφαλος και νωτιαίος μυελός) και στο περιφερικό (εγκεφαλικά και νωτιαία νεύρα). Διακρίνεται σε **παρασυμπαθητικό** και **συμπαθητικό** νευρικό σύστημα. Τα δύο αυτά συστήματα δρουν με ανταγωνιστικό τρόπο μεταξύ τους αλληλά και αλληλοσυμπληρώνονται σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας. Για παράδειγμα, στην καρδιά, το συμπαθητικό νευρικό σύστημα αυξάνει τον καρδιακό ρυθμό ενώ το παρασυμπαθητικό τον ελαττώνει. Στην κόρη του οφθαλμού, η δράση του συμπαθητικού έχει σαν αποτέλεσμα τη διαστολή της, ενώ η δράση του παρασυμπαθητικού τη συστολή της. Γενικά, το συμπαθητικό έχει τον κύριο λόγο σε καταστάσεις έντασης (stress) ή έκτακτης ανάγκης, ενώ αντίθετα το παρασυμπαθητικό επαναφέρει τις λειτουργίες του οργανισμού στο φυσιολογικό ρυθμό μετά από καταστάσεις έντασης.

Το ανώτατο συντονιστικό όργανο του αυτόνομου νευρικού συστήματος είναι ο **υποθάλαμος**.

Για καθαρά περιγραφικούς λόγους τα δύο αυτά συστήματα περιγράφονται χωριστά.

I. Παρασυμπαθητικό και συμπαθητικό νευρικό σύστημα

α. Το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα

Στο παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα διακρίνουμε την κεντρική και την περιφερική μοίρα:

Η κεντρική μοίρα

Διακρίνεται σε εγκεφαλική μοίρα και σε νωτιαία μοίρα.

Η **εγκεφαλική** μοίρα αποτελείται από πέντε πυρήνες που βρίσκονται στο μέσο εγκέφαλο, στη γέφυρα και στον προμήκη.

Αυτοί είναι:

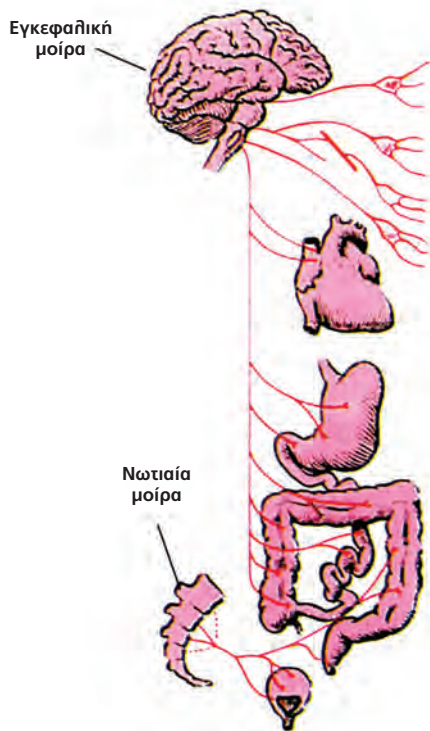
ο πυρήνας της κόρης του οφθαλμού ή πυρήνας των Edinger-Westphal

- ο δακρυορινικός πυρήνας
- ο άνω σιαλικός
- ο κάτω σιαλικός
- ο πνευμονοκαρδιεντερικός

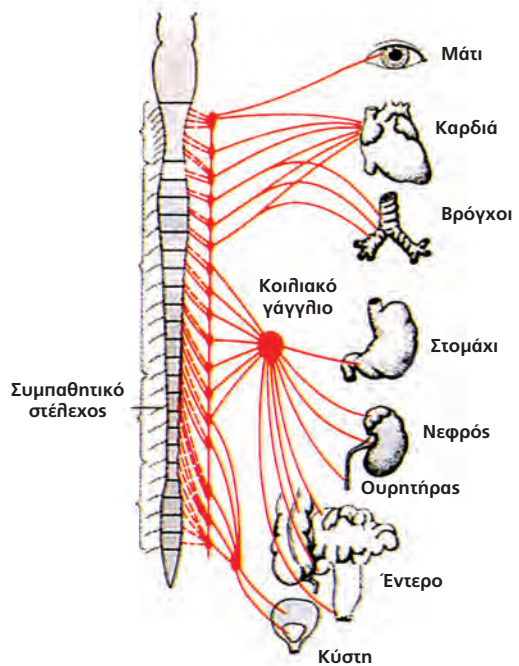
Η **νωτιαία** μοίρα αποτελείται από πυρήνες που βρίσκονται στα πλάγια κέρατα της φαιάς ουσίας του 2ου με 4ου ιερού νευροτόμιου.

Η περιφερική μοίρα

Από τους κεντρικούς παρασυμπαθητικούς νευρώνες ξεκινούν νευρικές ίνες που λέγονται προγαγγλιακές διότι σταματούν στα γάγγλια (σύνολο γαγγλιακών νευρικών κυττάρων) απ' όπου ξεκινούν μεταγαγγλιακές ίνες που καταλήγουν στα εκτελεστικά όργανα και μεταφέρουν το μήνυμα. Στο παρασυμπαθητικό σύστημα οι προγαγγλιακές ίνες είναι πολύ μακρύτερες από τις μεταγαγγλιακές γιατί τα γάγγλια είναι πολύ κοντά ή βρίσκονται πάνω στο τοίχωμα των νευρούμενων εκτελεστικών οργάνων. Το κυριότερο νεύρο του παρασυμπαθητικού είναι το πνευμονογαστρικό το οποίο νευρώνει τα σπληαχνά του θώρακα και της κοιλιάς (Εικ. 8.1).



Εικόνα 8.1 Το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα. Η κεντρική (εγκεφαλική και νωτιαία) μοίρα, η περιφερική μοίρα (προγαγγλιακές ίνες, γάγγλια, μεταγαγγλιακές ίνες), και τα όργανα που νευρώνει.



Εικόνα 8.2 Το συμπαθητικό νευρικό σύστημα. Κεντρική και περιφερική μοίρα.

β. Το συμπαθητικό νευρικό σύστημα

Το συμπαθητικό νευρικό σύστημα διαθέτει επίσης κεντρική και περιφερική μοίρα. Οι πυρήνες του στο κεντρικό νευρικό σύστημα βρίσκονται σε διαφορετική περιοχή σε σχέση με τους πυρήνες του παρασυμπαθητικού.

Η κεντρική μοίρα

Η κεντρική μοίρα βρίσκεται μόνο στα πλάγια κέρατα της φαιάς ουσίας του νωτιαίου μυελού από τον 8ο αυχενικό σπόνδυλο μέχρι το 2ο-3ο οσφυϊκό νευροτόμιο. Η κεντρική μοίρα του συμπαθητικού, που λέγεται συμπαθητικό στέλεχος, αρχίζει από τη βάση του κρανίου, φθάνει στον κόκκυγα και διακρίνεται στις ακόλουθες μοίρες:

- στην αυχενική μοίρα όπου υπάρχουν 3 γάγγλια,
- στη θωρακική μοίρα όπου υπάρχουν 10-11 γάγγλια,
- στην οσφυϊκή και την ιερή μοίρα στις οποίες υπάρχουν περίπου από 4 γάγγλια.

Η περιφερική μοίρα

Η περιφερική μοίρα του συμπαθητικού συστήματος αποτελείται από προγαγγλιακές ίνες, από μεταγαγγλιακές ίνες, και από τους ενδιάμεσους σταθμούς, τα συμπαθητικά γάγγλια.

Από τους κεντρικούς συμπαθητικούς νευρώνες ξεκινούν οι προγαγγλιακές συμπαθητικές ίνες, οι οποίες μετά από μικρή διαδρομή σταματούν στα συμπαθητικά γάγγλια, τα οποία είναι τοποθετημένα στη σειρά σαν αλυσίδα δίπλα στη σπονδυ-

λική στήλη. Από τα συμπαθητικά γάγγλια φεύγουν οι μεταγαγγλιακές ίνες για να καταλήξουν στα εκτελεστικά όργανα που νευρώνουν (Εικ. 8.2).

γ. Η δράση του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού συστήματος

Το συμπαθητικό και το παρασυμπαθητικό σύστημα δε δρουν ανεξάρτητα μεταξύ τους· στις περιπτώσεις που νευρώνουν το ίδιο όργανο ή αδένα λειτουργούν ανταγωνιστικά, αλλά πάντα το τελικό αποτέλεσμα οφείλεται στη συνδυασμένη δράση τους και είναι η αρμονία του ανθρώπινου οργανισμού. Το αυτόνομο νευρικό σύστημα, συνολικά, διατηρεί κάποια αυτονομία στη δράση του σε σχέση με το κεντρικό νευρικό σύστημα καθώς έχει τη δυνατότητα της επεξεργασίας των μηνυμάτων στα συμπαθητικά και τα παρασυμπαθητικά γάγγλια. Ταυτόχρονα, όμως, η λειτουργία του ελέγχεται από κέντρα του εγκεφάλου. Λειτουργίες όπως η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, τα αισθήματα της πείνας και της δίψας, το ισοζύγιο νερού και ηλεκτρολυτών ελέγχονται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα· την υψηλή όμως εποπτεία τους έχει ο υποθάλαμος του εγκεφάλου.

Για να γίνει κατανοητή η δράση του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού συστήματος στα εκτελεστικά όργανα θα αναφέρουμε μερικά παραδείγματα.

Στην καρδιά και τα αγγεία η δράση του συμπαθητικού προκαλεί αύξηση του καρδιακού ρυθμού και της αρτηριακής πίεσης. Δηλαδή σ' έναν αθλητή που τρέχει και έχει ανάγκη αυξημένης καρδιακής λειτουργίας, για να ανταποκριθεί τότε αυτόματα και ανεξάρτητα από τη θέλησή του, επικρατεί το συμπαθητικό, το οποίο μεταφέρει στο μυοκάρδιο την εντολή για αύξηση της δύναμης συστολής του και αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Όταν ο αθλητής σταματήσει τον αγώνα δρόμου, αναλαμβάνει το παρασυμπαθητικό το οποίο επαναφέρει τον καρδιακό ρυθμό και την αρτηριακή πίεση στα φυσιολογικά επίπεδα.

Στην κόρη του οφθαλμού η δράση του συμπαθητικού προκαλεί διαστολή (μυδρίαση), δηλαδή το άνοιγμα της κόρης μεγαλώνει. Όταν κάποιος βρεθεί ξαφνικά σε μέρος το οποίο δε φωτίζεται καλά, για να μπορέσει να δει, χρειάζεται πιο μεγάλο άνοιγμα της κόρης, που πραγματοποιείται αμέσως και χωρίς συνειδητή εντολή, χάρη στο συμπαθητικό. Το παρασυμπαθητικό επαναφέρει το άνοιγμα της κόρης στο φυσιολογικό μέγεθος όταν το άτομο βρεθεί σε φωτεινό μέρος, μπορεί όμως να προκαλέσει και στένωση (μύση) της κόρης, όταν το άτομο βρεθεί απέναντι σε πολύ ισχυρή φωτεινή πηγή (για παράδειγμα όταν κοιτάζει τον ήλιο) για να την προφυλάξει.

Στο αναπνευστικό, τους πνεύμονες και τους βρόγχους, η δράση του συμπαθητικού προκαλεί διαστολή αυξάνοντας έτσι το μέγεθος και τη συχνότητα της αναπνοής στις περιπτώσεις που ο οργανισμός το έχει ανάγκη (όπως σε περίπτωση έντονης άσκησης, σε χώρους χωρίς αρκετό οξυγόνο, σε περίπτωση έντονης συγκίνησης). Το παρασυμπαθητικό από την πλευρά του προκαλώντας συστολή των βρόγχων επαναφέρει την αναπνευστική λειτουργία στον κανονικό ρυθμό, όταν η κατάσταση ανάγκης έχει περάσει.

Στο πεπτικό σύστημα η δράση του συμπαθητικού ελαττώνει τον περισταλτισμό του εντέρου, ενώ το παρασυμπαθητικό τον αυξάνει διεγείροντας και την έκκριση των γαστρικών αδένων. Η λειτουργία δηλαδή του πεπτικού συστήματος εξαρτάται από τη συνδυασμένη δράση των δύο συστημάτων.

II. Συνάψεις και νευροδιαβιβαστικές ουσίες

Σύναψη λέγεται η θέση στην οποία γίνεται η λειτουργική σύνδεση των τελικών κομβίων του νευράξονα ενός νευρώνα είτε με τμήμα γειτονικού νευρώνα (κυτταρικό σώμα, δενδρίτες, νευράξονας) είτε με τα εκτελεστικά όργανα σε ειδικές θέσεις. Τα τελικά κομβία στις συνάψεις εκκρίνουν χημικές ουσίες, οι οποίες λέγονται **νευροδιαβιβαστικές ουσίες**, με τη βοήθεια των οποίων μεταβιβάζεται η διέγερση από τον ένα νευρώνα στον άλλο ή στο εκτελεστικό όργανο.

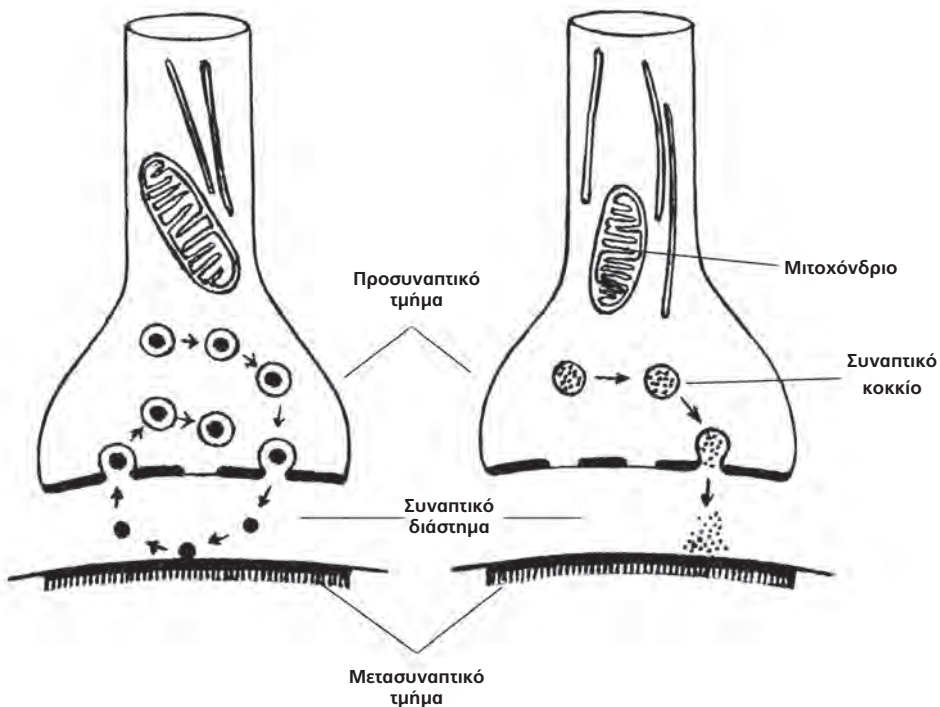
α. Σύναψη

Η σύναψη αποτελείται από:

- το **προσυναπτικό τμήμα**, δηλαδή το τελικό κομβίο με την προσυναπτική μεμβράνη.
- το **συναπτικό διάστημα**, που είναι ο χώρος ανάμεσα στα τελικά κομβία και τη μεμβράνη του επόμενου νευρίτη ή της ειδικής θέσης του εκτελεστικού οργάνου.
- το **μετασυναπτικό τμήμα**, δηλαδή τη μετασυναπτική μεμβράνη του επόμενου νευρώνα ή του εκτελεστικού οργάνου στο οποίο βρίσκονται οι υποδοχείς για τη νευροδιαβιβαστική ουσία (Εικ. 8.3).

Το τελικό κομβίο περιέχει πολυάριθμα μιτοχόνδρια και συναπτικά κοκκία που περιέχουν τη νευροδιαβιβαστική ουσία. Το συναπτικό διάστημα επικοινωνεί με τον εξωκυττάριο χώρο. Η προσυναπτική και η μετασυναπτική μεμβράνη παρουσιάζουν

Εικόνα 8.3 Σχεδιαγραμματική απεικόνιση σύναψης.



παχύνσεις, τις πυκνές ζώνες, που είναι ορατές με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

Οι συνάψεις ταξινομούνται ανάλογα με τη θέση τους, τη λειτουργία τους ή τις νευροδιαβιβαστικές ουσίες που περιέχουν.

Ως προς τη θέση τους οι συνάψεις μπορεί να είναι:

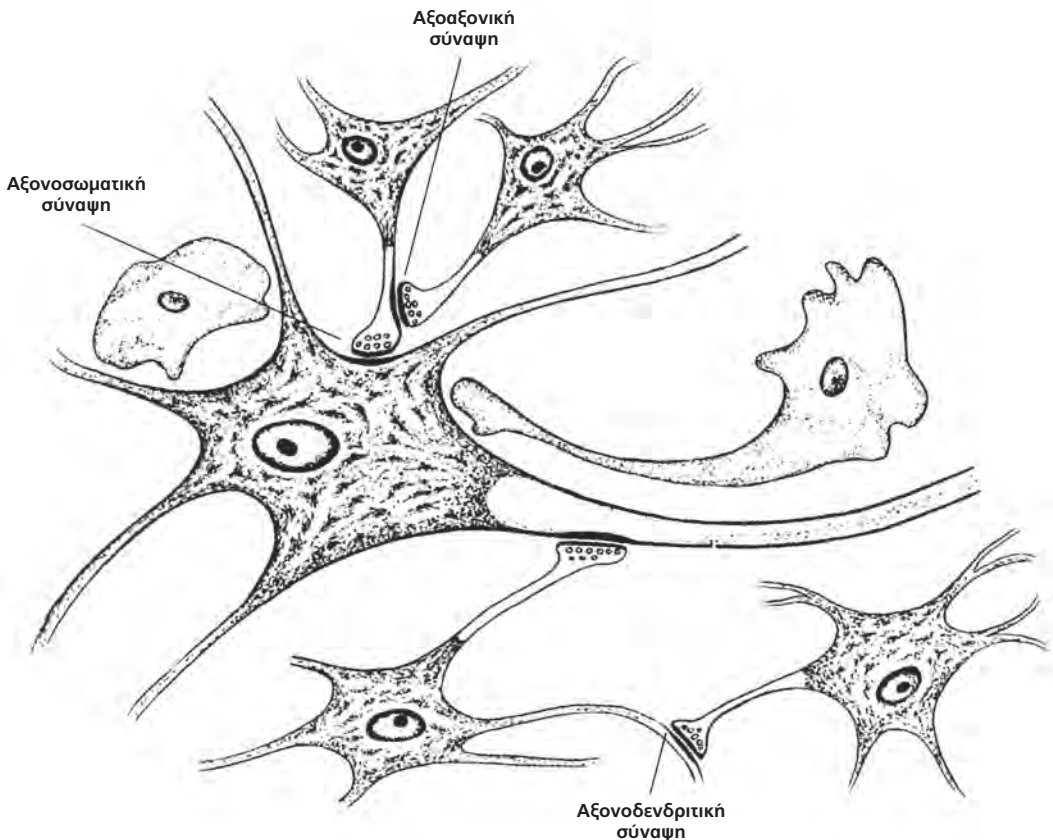
- **αξονοδενδριτικές**, στις οποίες τα τελικά δενδρύλλια του νευράξονα τα οποία φέρουν τα τελικά κομβία συνάπτονται με δενδρίτες άλλων νευρώνων.
- **αξονοσωματικές**, στις οποίες τα τελικά κομβία συνάπτονται με το κυτταρικό σώμα του γειτονικού νευρώνα.
- **αξονοαξονικές**, στις οποίες τα τελικά κομβία συνάπτονται απευθείας με τη μεμβράνη άλλου νευράξονα (Εικ. 8.4).

Ως προς τη λειτουργία τους οι συνάψεις διακρίνονται σε:

- **διεγερτικές** συνάψεις οι οποίες βρίσκονται κυρίως στους δενδρίτες.
- **ανασταλτικές** από τις οποίες οι περισσότερες βρίσκονται στο κυτταρικό σώμα του νευρώνα.

Στη σύναψη το ερέθισμα μπορεί να μεταδοθεί μόνο από το προσυναπτικό τμήμα στο μετασυναπτικό και όχι αντίστροφα, επομένως η κατεύθυνση της διέγερσης είναι καθορισμένη.

Εικόνα 8.4 Αξονοδενδρικές (Α.Δ.), αξονοσωματικές (Α.Σ.) και αξονοαξονικές (Α.Α.) συνάψεις σε νευρώνες.



Ως προς τις νευροδιαβιβαστικές ουσίες

Η διέγερση στις συνάψεις μεταβιβάζεται με χημικές ουσίες, τις νευροδιαβιβαστικές ουσίες. Οι ουσίες αυτές παράγονται στο κυτταρικό σώμα και αποθηκεύονται στα συναπτικά κυστίδια των τελικών κομβίων. Όταν η διέγερση φθάσει στο τελικό κομβίο, απελευθερώνεται η νευροδιαβιβαστική ουσία από τα συναπτικά κυστίδια μέσα στο συναπτικό διάστημα. Στη συνέχεια, ένα μέρος της δεσμεύεται από τους υποδοχείς που υπάρχουν γι' αυτή στη μετασυναπτική μεμβράνη, την οποία διεγείρει και έτσι γίνεται η μεταβίβαση της διέγερσης στο μετασυναπτικό νευρώνα ή το εκτελεστικό όργανο. Το υπόλοιπο μέρος της νευροδιαβιβαστικής ουσίας δεν παραμένει για πολύ ελεύθερο στο συναπτικό διάστημα καθώς εξουδετερώνεται από ένζυμα που υπάρχουν σ' αυτό ή επαναρροφάται από το προσυναπτικό τμήμα.

Κάθε νευρώνας παράγει και απελευθερώνει ένα μόνο είδος νευροδιαβιβαστικής ουσίας στις συνάψεις του. Η πιο διαδεδομένη νευροδιαβιβαστική ουσία είναι η **ακετυλοχολίνη**. Οι κατεχολαμίνες, όπως η **νοραδρεναλίνη** η **νορεπινεφρίνη**, η **ντοπαμίνη** και η **σεροτονίνη** δρουν επίσης ως διαβιβαστές.

Οι συνάψεις ανάλογα με τη νευροδιαβιβαστική ουσία που απελευθερώνεται σ' αυτές διακρίνονται σε:

- **χολινεργικές**, στις οποίες η νευροδιαβιβαστική ουσία είναι η ακετυλοχολίνη.
- **κατεχολαμινεργικές** οι οποίες διακρίνονται στις νοραδρενεργικές που εκκρίνουν νοραδρεναλίνη, στις ντοπαμινεργικές που εκκρίνουν ντοπαμίνη και
- **σεροτονινεργικές** που εκκρίνουν σεροτονίνη.

β. Οι νευροδιαβιβαστικές ουσίες του αυτόνομου νευρικού συστήματος

Όλες οι συμπαθητικές και οι παρασυμπαθητικές νευρικές ίνες εκκρίνουν μια από τις δύο νευροδιαβιβαστικές ουσίες, την **ακετυλοχολίνη** ή την **νορεπινεφρίνη** ή **νοραδρεναλίνη**. Αυτές που εκκρίνουν ακετυλοχολίνη χαρακτηρίζονται ως **χολινεργικές**, ενώ εκείνες που εκκρίνουν νορεπινεφρίνη ως **αδρενεργικές**.

Οι προγαγγλιακές νευρικές ίνες, τόσο του συμπαθητικού όσο και του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος, είναι χολινεργικές. Γι' αυτό το λόγο η ακετυλοχολίνη και ουσίες που μοιάζουν μ' αυτήν, όταν επιδρούν πάνω στα γάγγλια, προκαλούν τη διέγερση τόσο των συμπαθητικών όσο και των παρασυμπαθητικών μεταγαγγλιακών νευρικών ινών.

Οι μεταγαγγλιακές νευρικές ίνες του παρασυμπαθητικού συστήματος είναι επίσης χολινεργικές. Έτσι, όλες οι τελικές νευρικές απολήξεις του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος εκκρίνουν ακετυλοχολίνη. Γι' αυτό το **παρασυμπαθητικό** σύστημα είναι γνωστό ως **χολινεργικό** σύστημα.

Οι μεταγαγγλιακές νευρικές ίνες του συμπαθητικού συστήματος είναι αδρενεργικές και εκκρίνουν νορεπινεφρίνη. Εξάιρεση αποτελούν οι μεταγαγγλιακές συμπαθητικές ίνες που νευρώνουν τους ιδρωτοποιούς αδένες και τους ανορθωτήρες των τριχών, οι οποίες είναι χολινεργικές. Οι μεταγαγγλιακές νευρικές ίνες στο συμπαθητικό είναι πολύ περισσότερες από τις προγαγγλιακές, γι' αυτό το **συμπαθητικό** σύστημα είναι γνωστό ως **αδρενεργικό** σύστημα.

Περίληψη

Το αυτόνομο ή σπληαχνικό νευρικό σύστημα λειτουργεί χωρίς τη θέλησή μας και νευρώνει την καρδιά, τους αδένες και τους λείους μύες των αγγείων και των σπλάχνων.

Διακρίνεται στο συμπαθητικό και το παρασυμπαθητικό σύστημα καθένα από τα οποία έχει κεντρική και περιφερική μοίρα. Τα δύο συστήματα πολλές φορές λειτουργούν ανταγωνιστικά, αλλά τελικά αλληλοσυμπληρώνονται σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας.

Η μεταβίβαση της διέγερσης από τον ένα νευρώνα στον άλλο ή στα εκτελεστικά όργανα γίνεται σε ειδικές θέσεις που λέγονται συνάψεις, με την απαραίτητη έκκριση χημικής ουσίας που λέγεται νευροδιαβιβαστής. Οι νευροδιαβιβαστικές ουσίες για το αυτόνομο νευρικό σύστημα είναι η ακετυλοχολίνη για το παρασυμπαθητικό σύστημα και η νορεπινεφρίνη ή νοραδρεναλίνη για το συμπαθητικό σύστημα.

Ερωτήσεις

1. Τι είναι το αυτόνομο ή σπληαχνικό νευρικό σύστημα;
2. Ποιος ο ρόλος του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος και ποιος του συμπαθητικού συστήματος;
3. Περιγράψτε τις μοίρες του παρασυμπαθητικού και του συμπαθητικού συστήματος.
4. Ποια η δράση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος στην κόρη του οφθαλμού, στα αγγεία και την καρδιά, στο γαστρεντερικό σωλήνα;
5. Ποια η δράση του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος στην κόρη του οφθαλμού;
6. Ποιες είναι οι νευροδιαβιβαστικές ουσίες του αυτόνομου νευρικού συστήματος;
7. Περιγράψτε τα μέρη μιας σύναψης.
8. Ποια είδη συνάψεων γνωρίζετε ανάλογα με τη θέση και τη λειτουργία τους;
9. Ποιες νευροδιαβιβαστικές ουσίες γνωρίζετε;
10. Πώς γίνεται η διαβίβαση της διέγερσης σε μια σύναψη;

κεφάλαιο

φυσιολογία των αισθήσεων

- I. Το αισθητήριο όργανο της αφής
και της αντίληψης του πόνου,
της θερμοκρασίας και της πίεσης
- II. Το αισθητήριο όργανο της όσφρησης
- III. Το αισθητήριο όργανο της γεύσης
- IV. Το αισθητήριο όργανο της όρασης
- V. Το αισθητήριο όργανο της ακοής
και του χώρου

Φυσιολογία των αισθήσεων

Τα αισθητήρια όργανα είναι εξειδικευμένα περιφερικά νευρικά όργανα, τα οποία δέχονται εξωτερικά ή εσωτερικά ερεθίσματα ή μηνύματα, από τα οποία διεγείρονται. Τη νευρική αυτή διέγερση τη μεταβιβάζουν με κεντρομόλη νεύρα στο φλοιό των ημισφαιρίων, όπου παράγονται τα αισθήματα ή αισθήσεις. Οι αισθήσεις δεν πρέπει να συγχέονται με τα συναισθήματα. Τα συναισθήματα σχετίζονται με τον εσωτερικό ψυχικό κόσμο ενός ανθρώπου, ενώ οι αισθήσεις είναι στην πραγματικότητα η αποκωδικοποίηση των ερεθισμάτων του περιβάλλοντος από το νευρικό σύστημα.

Κάθε αισθητήριο σύστημα αποτελείται από τρία τμήματα:

- α) **το όργανο υποδοχής, δηλαδή το αισθητήριο όργανο**, που υποδέχεται τα ειδικά ερεθίσματα που μπορεί να αντιληφθεί, τα οποία και μετατρέπει σε νευρικά σήματα,
- β) **το αισθητήριο νεύρο**, που μεταβιβάζει τη νευρική διέγερση στο κεντρικό νευρικό σύστημα,
- γ) **το κέντρο στο φλοιό του εγκεφάλου**, μέσω στο οποίο η νευρική διέγερση μετατρέπεται σε αίσθημα.

Ας πάρουμε για παράδειγμα ένα οπτικό ερέθισμα. Κάποιος περιμένει στη στάση και εμφανίζεται το λεωφορείο. Το οπτικό ερέθισμα (το λεωφορείο που έρχεται) διεγείρει το αισθητήριο όργανο της όρασης, δηλαδή τον αμφιβληστροειδή χιτώνα στο βάθος του ματιού. Η διέγερση μεταφέρεται από το μάτι μέσω του αντίστοιχου αισθητικού κεντρομόλου (που μεταφέρει μηνύματα από την περιφέρεια προς τον εγκεφαλό) νεύρου, που είναι το οπτικό νεύρο, προς το φλοιό του εγκεφάλου και συγκεκριμένα στο οπτικό κέντρο αυτού. Τότε, ο άνθρωπος που περιμένει στη στάση αντιλαμβάνεται ότι έρχεται το λεωφορείο και δίνει εντολή μέσω του εγκεφάλου στο χέρι του να κάνει σήμα στον οδηγό να σταματήσει.

Επομένως, για να έχουμε μια αίσθηση είναι απαραίτητα τα εξής στοιχεία:

- α) το ερέθισμα,
- β) το αισθητήριο όργανο,
- γ) το αισθητικό νεύρο και
- δ) το αντίστοιχο κέντρο του εγκεφάλου.

Τα φλοιώδη αισθητικά κέντρα είναι δυνατόν να διεγείρονται και χωρίς να υπάρχουν εξωτερικά ερεθίσματα. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το λεγόμενο «παραλήρημα» που παρουσιάζουν ασθενείς με πολύ υψηλό πυρετό. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, λόγω μεταβολών της κατάστασης του αίματος, ο ασθενής βλέπει φανταστικά αντικείμενα ή ακούει ανύπαρκτους ήχους, δηλαδή έχει ψευδαισθήσεις (= ψευδείς αισθήσεις από ερεθίσματα που δεν υπάρχουν). Διαφορετική κατάσταση αποτελούν οι παραισθήσεις, κατά τις οποίες υπάρχουν τα εξωτερικά ερεθίσματα, αλλά ο ασθενής τα αντιλαμβάνεται με διαφορετικό τρόπο. Για παράδειγμα, μπορεί να βλέπει ένα αντικείμενο και να νομίζει ότι βλέπει κάποιον άνθρωπο.

Τα αισθητήρια όργανα είναι τα εξής:

- α) **το όργανο της αφής και της αίσθησης του πόνου και της πίεσης**, δηλαδή το δέρμα,
- β) **το όργανο της όσφρησης**, δηλαδή ο οσφρητικός βλεννογόνας,
- γ) **το όργανο της γεύσης**, δηλαδή οι γευστικοί κάλυκες,
- δ) **το όργανο της όρασης**, δηλαδή τα δύο μάτια και
- ε) **το όργανο της ακοής και του χώρου**, δηλαδή τα δύο αυτιά.

I. Το αισθητήριο όργανο της αφής και της αντίληψης του πόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης

Το αισθητήριο όργανο της αφής είναι το δέρμα, το οποίο όμως επιτελεί και πολλές άλλες λειτουργίες, οι οποίες θα εξηγηθούν παρακάτω.

α. Η ανατομία του δέρματος

Το δέρμα καλύπτει εξωτερικά ολόκληρο το σώμα και το πάχος του κυμαίνεται από 1 έως 2,5 χιλιοστόμετρα. Το δέρμα είναι πιο λεπτό στη γυναίκα απ' ό,τι στον άνδρα. Το δέρμα μαζί με τα εξαρτήματά του, δηλαδή τις τρίχες, τα νύχια και τους αδένες του, αποτελεί το **καλυπτήριο σύστημα** του οργανισμού.

Το χρώμα του δέρματος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες οι οποίοι είναι:

- α) η ποσότητα των χρωστικών ουσιών (κυρίως της μελανίνης) που βρίσκονται στην επιδερμίδα και στο χόριο. Το χρώμα του δέρματος μπορεί να μεταβληθεί σ' ένα άτομο. Για παράδειγμα, όταν είμαστε πολλή ώρα στον ήλιο, το δέρμα γίνεται πιο σκούρο, επειδή αυξάνεται η ποσότητα της μελανίνης που περιέχει. Ο μηχανισμός αυτός προστατεύει τον οργανισμό, διότι η μελανίνη εμποδίζει τις υπεριώδεις και τις άλλες βλαβερές ηλιακές ακτίνες να προχωρήσουν σε βαθύτερα στρώματα του σώματος,
- β) η ποσότητα του οξυγόνου στο αίμα των επιφανειακών αγγείων,
- γ) η φυλή. Η πιο χαρακτηριστική διαφορά μεταξύ των ανθρώπινων φυλών είναι το διαφορετικό χρώμα του δέρματος. Γι' αυτό, πολλές φορές, όταν αναφερόμαστε σε διαφορετικές φυλές χρησιμοποιούμε το χρώμα για να τις χαρακτηρίσουμε: λευκή φυλή, μαύρη φυλή, κίτρινη φυλή,
- δ) το φύλο,
- ε) η ηλικία,
- στ) η περιοχή του σώματος.

Εξωτερική μορφολογία του δέρματος

Η εξωτερική επιφάνεια του δέρματος εμφανίζει:

- α) **πόρους**. Οι πόροι είναι μικρά στόμια στα οποία εκβάλλουν τα εκφορητικά σωληνάκια των ιδρωτοποιών αδένων.
- β) **δερματικές θηλές**. Είναι μικρές προεξοχές που προέρχονται από το χόριο, καλύπτονται από την επιδερμίδα και συναντώνται κυρίως στις παλάμες και στα πέλματα, όπου σχηματίζουν σειρές που ονομάζονται δερματικές ακρολοφίες. Οι δερματικές ακρολοφίες στις ράγες των δακτύλων δημιουργούν σχήματα τα οποία είναι διαφορετικά σε κάθε άτομο αλλά παραμένουν αναλλοίωτα σε όλη τη διάρκεια της ζωής του και χρησιμοποιούνται για την αναγνώρισή του (*δακτυλικά αποτυπώματα*) (Εικ. 9.1).
- γ) **πτυχές και αύλακες**. Αυτές δημιουργούνται λόγω της θέσης των υποκείμενων οργάνων ή λόγω των κινήσεων των μυών που βρίσκονται κάτω από το δέρμα, η κατεύθυνση των οποίων εξαρτάται απ' τη διάταξη των συνδετικών και ελαστικών ινών στη δικτυωτή στιβάδα του χορίου.

Στιβάδες του δέρματος. Το δέρμα αποτελείται από τρεις στιβάδες (Εικ. 9.2), οι οποίες από έξω προς τα μέσα είναι:

Εικόνα 9.1 Δακτυλικά αποτυπώματα.



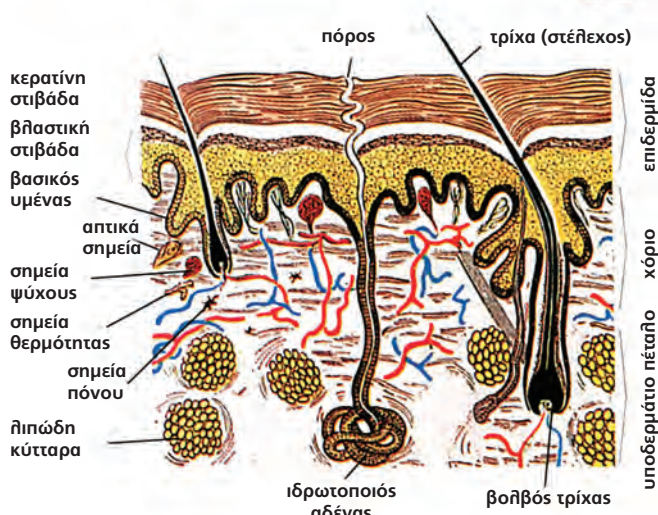
- α) η επιδερμίδα,
 - β) το χόριο και
 - γ) το υποδερμτικό πέταλο.
- Περιέχει επίσης αδένες, τρίχες, νύχια, αγγεία και νεύρα.

Η επιδερμίδα. Το χαρακτηριστικό της επιδερμίδας είναι ότι δεν έχει καθόλου αιμοφόρα και λεμφοφόρα αγγεία, αντίθετα, έχει πολλή νεύρα.

Η επιδερμίδα αποτελείται από δύο στιβάδες:

- α) την **επιφανειακή ή κερατίνη στιβάδα** που είναι σκληρή και
- β) τη **βαθύτερη ή βλαστική στιβάδα** που είναι μαλακή.

Η βλαστική στιβάδα της επιδερμίδας ονομάζεται και **μητρική στιβάδα**, διότι σ' αυτήν σχηματίζονται τα κύτταρα της επιφανειακής στιβάδας, τα οποία στη συνέχεια **κερατινοποιούνται**, δηλαδή υφίστανται ένα είδος εκφύλισης, οπότε νεκρώνονται και πέφτουν (**απόπτωση**).



Εικόνα 9.2 Το δέρμα (σχηματικά).

Στις παλάμες και στα πέλματα, όμως, όπου η επιδερμίδα είναι παχιά, η τελευταία αποτελείται από τέσσερις στιβάδες, οι οποίες από μέσα προς τα έξω είναι:

- α) η βλαστική στιβάδα,
- β) η κοκκώδης στιβάδα,
- γ) η διαυγής στιβάδα και
- δ) η κερατίνη στιβάδα.

Το χόριο. Το χόριο αποτελείται από πυκνό ινώδη συνδετικό ιστό που περιέχει πολλά αγγεία και νεύρα, καθώς επίσης και τις ρίζες των τριχών και τους αδένες του δέρματος. Η κύρια αποστολή του είναι η θρέψη της επιδερμίδας.

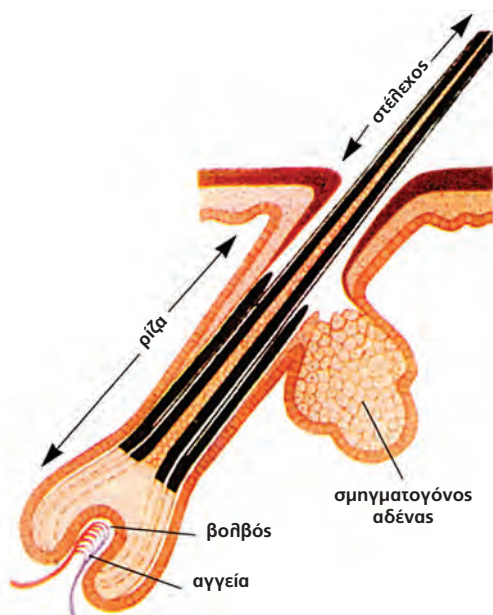
Μεταξύ της επιδερμίδας και του χορίου υπάρχει μια λεπτή μεμβράνη που ονομάζεται **βασικός υμένος**.

Το υποδερμάτιο πέταλο. Ονομάζεται και υποδερμίδα και αποτελείται από αραιό συνδετικό ιστό, μέσα στον οποίο βρίσκεται λίπος, αιμοφόρα και λεμφικά αγγεία, νεύρα και αισθητικές απολήξεις. Επίσης στο υποδερμάτιο πέταλο βρίσκονται οι άκρες των θυλάκων των τριχών και τα εκκριτικά τμήματα των ιδρωτοποιών αδένων. Τα στοιχεία αυτά εξηγούνται παρακάτω.

Η ρυτίδωση του δέρματος με την πάροδο της ηλικίας οφείλεται στην ελάττωση του υποδόριου λίπους που βρίσκεται στο υποδερμάτιο πέταλο.

Οι τρίχες

Το τμήμα της τρίχας που βρίσκεται μέσα στο δέρμα ονομάζεται ρίζα και περιβάλλεται από ένα είδος θήκης, που ονομάζεται *θύλακος της τρίχας* (Εικ. 9.3).



Εικόνα 9.3 Η τρίχα.

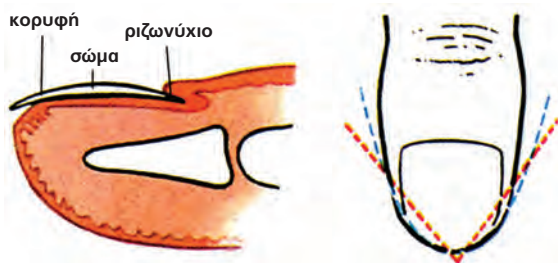
Το βαθύτερο τμήμα της ρίζας ονομάζεται *βοηθός* της τρίχας και χρησιμεύει για την αύξησή της. Στο βοηθό φτάνουν αγγεία και νεύρα από το χόριο, ώστε να είναι δυνατή η θρέψη της τρίχας. Σε κάθε ινώδη θύλακο εκβάλλει ένας σμηγματογόνος αδένας. Επίσης, στο μέσο κάθε θυλάκου υπάρχει μια μικρή δέσμη λείων μυϊκών ινών που αποτελούν τον *ορθωτήρα* μυ της τρίχας. Οι ορθωτήρες μύες των τριχών δέχονται εντολές από το συμπαθητικό σύστημα και συσπώνται αντανακλαστικά σε περίπτωση μεταβολής της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ή σε διάφορες ψυχικές καταστάσεις, οπότε παρατηρείται ανόρθωση των τριχών (κατάσταση που χαρακτηρίζεται επίσης ως *χήναιο δέρμα*).

Το τμήμα της τρίχας που βρίσκεται έξω από το δέρμα ονομάζεται στέλεχος και δεν αποτελεί ζωντανό ιστό. Γι' αυτό το λόγο μπορούμε να το κόψουμε χωρίς να αισθανθούμε πόνο.

Οι τρίχες περιέχουν *μελανίνη*, μια χρωστική ουσία, στην οποία οφείλεται το χρώμα των τριχών. Η μελανίνη προέρχεται από το βοηθό της τρίχας. Όταν η ποσότητα της μελανίνης είναι μικρή, τότε οι τρίχες είναι ανοιχτόχρωμες, ενώ όταν η ποσότητα της μελανίνης είναι μεγάλη, τότε οι τρίχες είναι σκούρες. Η ποσότητα της μελανίνης στις τρίχες κάθε ανθρώπου καθορίζεται από τη σύλληψή του, αφού εξαρτάται από τη λειτουργία ενός γονιδίου, το οποίο κληρονομείται από τους γονείς. Επίσης, με την πάροδο της ηλικίας, οι τρίχες των μαλλιών ασπρίζουν, καθώς η μελανίνη καταστρέφεται και δημιουργούνται φυσαλίδες αέρα μέσα σ' αυτές.

Τα νύχια

Τα νύχια (Εικ. 9.4) σκεπάζουν τη ραχιαία επιφάνεια των ονυχοφόρων φαλαγγίων των δακτύλων του χεριού και του ποδιού και χρησιμεύουν ως αμυντικά όργανα, καθώς και για τη στήριξη των άκρων των δακτύλων.



Εικόνα 9.4 Το νύχι.

Κάθε νύχι αποτελείται από τρία μέρη:

- α) το ριζωνύχιο. Είναι η «ρίζα» του νυχιού που βρίσκεται κάτω από το παρωνύχιο. Κάτω από τη ρίζα του νυχιού υπάρχει μια πάχυνση της βλαστικής στιβάδας του δέρματος που ονομάζεται μήτηρ του όνυχος, η αποστολή της οποίας είναι η αναπαραγωγή του νυχιού.
- β) το σώμα του νυχιού: το τμήμα, δηλαδή, που βρίσκεται μεταξύ του ριζωνυχιού και της κορυφής του νυχιού.
- γ) η κορυφή του νυχιού που είναι ελεύθερη.

Οι αδένες του δέρματος

Το δέρμα περιέχει τους εξής αδένες (Εικ. 9.5):

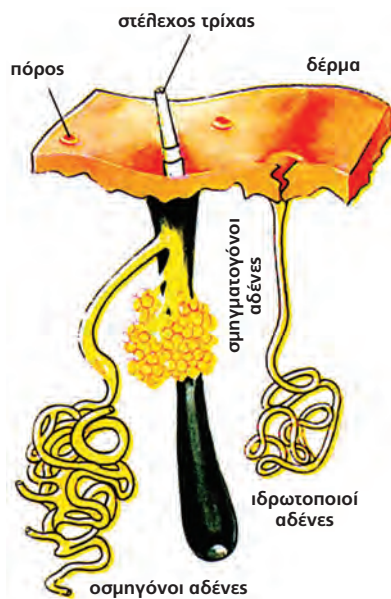
- α) τους σμηγματογόνους αδένες,
- β) τους ιδρωτοποιούς αδένες και
- γ) τους οσμηγόνους αδένες.

Οι σμηγματογόνοι αδένες. Αυτοί εκκρίνουν το σμήγμα, δηλαδή μια ουσία που επαλείφει τις τρίχες και το δέρμα, ώστε να διατηρούνται μαλακά, ελαστικά και αδιάβροχα. Βρίσκονται σε όλη την έκταση του δέρματος, εκτός από τις παλάμες και τα πέλματα.

Οι ιδρωτοποιοί αδένες. Αυτοί εκκρίνουν τον ιδρώτα, ο οποίος περιέχει άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού, που αποβάλλονται μέσω αυτού από τον οργανισμό. Το δέρμα ενός φυσιολογικού ατόμου απεκκρίνει περίπου ένα λίτρο ιδρώτα το εικοσιτετράωρο κατά μέσον όρο. Όταν όμως η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή, όπως συμβαίνει το καλοκαίρι, μπορεί να απεκκριθούν έως και 10 λίτρα ιδρώτα το εικοσιτετράωρο. Τότε πρέπει να πίνουμε πολύ νερό, για να διατηρείται η ισορροπία των υγρών μέσα στον οργανισμό. Επίσης, ο ιδρώτας πραγματοποιεί και δύο άλλες σημαντικές λειτουργίες:

- α) με την εξάτμισή του συμβάλλει στη διαρρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος και
- β) με την όξινη αντίδρασή του εμποδίζει την ανάπτυξη των μικροβίων.

Οι οσμηγόνοι αδένες. Αυτοί εκκρίνουν μια ουσία που προσδίδει στον άνθρωπο τη χαρακτηριστική του οσμή.



Εικόνα 9.5 Οι αδένες του δέρματος.

β. Οι λειτουργίες του δέρματος

Το δέρμα επιτελεί διάφορες λειτουργίες, οι οποίες είναι:

- α) η λειτουργία της αφής,
- β) η αντίληψη των μεταβολών της θερμοκρασίας,
- γ) η αντίληψη του πόνου και της πίεσης,
- δ) η προστασία των εσωτερικών οργάνων από εξωτερικές επιδράσεις,
- ε) η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος,
- στ) η άδηλος αναπνοή,
- ζ) η απέκκριση ιδρώτα και σμήγματος,
- η) η αποθήκευση λίπους και νερού, και
- θ) η παραγωγή βιταμίνης D.

Η αφή

Η λειτουργία της αφής πραγματοποιείται κυρίως με τις άκρες των δακτύλων, όπου υπάρχουν ορισμένες θέσεις που ονομάζονται *απτικά σημεία*. Η αφή λειτουργεί μόνο μετά από ελαφρά πίεση του αντικειμένου του οποίου την υφή θέλουμε να αντιληφθούμε. Η ελαφρά αυτή πίεση προκαλεί διέγερση των απτικών σημείων. Η διέγερση αυτή μεταφέρεται με κεντρομόλες ίνες στο φλοιό του εγκεφάλου, όπου γίνεται αντιληπτή η αίσθηση της αφής.

Οι τυφλοί αναπληρώνουν ως ένα σημείο την όρασή τους με την υπέρμετρη ανάπτυξη της αφής. Έτσι μπορούν ν' αναγνωρίσουν για παράδειγμα την αξία ενός νομίσματος ψηλαφώντας το, ή μπορούν ν' αναγνωρίσουν έναν άνθρωπο ψηλαφώντας το πρόσωπό του.

Η αντίληψη των μεταβολών της θερμοκρασίας

Για ν' αντιληφθεί ένας άνθρωπος τη θερμότητα και το ψύχος είναι απαραίτητη η διέγερση των σημείων θερμότητας και ψύχους που υπάρχουν στο δέρμα. Η διέγερση αυτών των σημείων μεταβιβάζεται στο αντίστοιχο κέντρο του φλοιού του εγκεφάλου.

Η αντίληψη του πόνου

Για την αντίληψη του πόνου υπάρχουν στο δέρμα τα σημεία του πόνου, δηλαδή οι απολήξεις των αισθητικών νεύρων στο δέρμα. Οι απολήξεις αυτές δε βρίσκονται στην επιδερμίδα αλλά βαθύτερα στο χόριο. Γι' αυτό το λόγο η επιδερμίδα δεν είναι ευαίσθητη στον πόνο.

Ο πόνος είναι βέβαια δυσάρεστος, αλλά δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι αποτελεί πολύτιμο μηχανισμό του οργανισμού, ο οποίος μας ειδοποιεί ότι συμβαίνει κάτι σοβαρό που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Έτσι, είναι δυνατή η πρόληψη χειρότερων συνεπειών.

Η αντίληψη της πίεσης

Η δυνατότητα αντίληψης της πίεσης οφείλεται στην ύπαρξη ειδικών υποδοχέων της πίεσης που βρίσκονται στο δέρμα. Ο μηχανισμός αντίληψης της πίεσης είναι όμοιος με τους μηχανισμούς αντίληψης του πόνου, του θερμού και του ψυχρού.

Η προστασία των εσωτερικών οργάνων

Το δέρμα είναι το προστατευτικό κάλυμμα ολόκληρου του σώματος, που εμπο-

δίζει την είσοδο μικροβίων ή βλαβερών χημικών ουσιών ή ηλιακής ακτινοβολίας σ' αυτό. Επίσης αποτελεί ένα είδος ασπίδας απέναντι σε εξωτερικές μηχανικές επιδράσεις που θα μπορούσαν να προκαλέσουν τραυματισμούς εσωτερικών οργάνων. Τέλος, προλαμβάνει την αφυδάτωση.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος

Στο δέρμα υπάρχουν πολλή τριχοειδή αγγεία. Όταν κάνει κρύο, τα αγγεία του δέρματος *συστέλλονται* (δηλαδή στενεύουν) και έτσι το αίμα περνάει με βραδύτερο ρυθμό από αυτά. Μ' αυτόν τον τρόπο δε χάνεται θερμότητα και δεν πέφτει η θερμοκρασία του σώματος. Λόγω της περιορισμένης ροής του αίματος στα επιφανειακά αγγεία του δέρματος, αυτό γίνεται *ωχρό*. Αντιθέτως, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή, τότε τα τριχοειδή αγγεία του δέρματος *διαστέλλονται* (δηλαδή διευρύνονται). Έτσι, η επιπλέον θερμότητα αποβάλλεται μέσω του δέρματος προς το περιβάλλον, ενώ η εσωτερική θερμοκρασία του οργανισμού παραμένει σταθερή και το χρώμα του δέρματος γίνεται *ερυθρό*.

Η άδηλος αναπνοή

Η άδηλος αναπνοή είναι η αναπνοή που πραγματοποιείται μέσω του δέρματος, δηλαδή η δερματική αναπνοή. Έτσι, μέσω του δέρματος προσλαμβάνεται οξυγόνο και αποβάλλεται διοξείδιο του άνθρακα. Γι' αυτό το λόγο, το δέρμα δεν πρέπει να καλύπτεται με εφαρμοστά ρούχα ή με αλοιφές σε όλη του έκταση, διότι τότε δε μπορεί να πραγματοποιηθεί η άδηλος αναπνοή και αυτό είναι επικίνδυνο για την υγεία.

Η απέκκριση ιδρώτα και σμήγματος

Η σημασία αυτών των λειτουργιών έχει ήδη εξηγηθεί στην παράγραφο των ιδρωτοποιών και των σμηματογόνων αδένων. Εν συντομία, ο ιδρώτας βοηθάει στην αποβολή άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού (ουρία, αμμωνία κ.ά.), συμβάλλει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος και εμποδίζει την ανάπτυξη των μικροβίων. Το σμήγμα συμβάλλει στη διατήρηση της ελαστικότητας των τριχών και του δέρματος.

Η αποθήκευση λίπους και νερού

Η αποθήκευση λίπους και νερού στο δέρμα λειτουργεί ως εφεδρεία πηγών ενέργειας σε περίπτωση μεγάλης ανάγκης. Εκτός αυτού, το υποδόριο λίπος χρησιμεύει ως θερμική μόνωση του σώματος, επειδή είναι κακός αγωγός της θερμότητας. Έτσι, μας προστατεύει από το κρύο γιατί εμποδίζει την αποβολή θερμότητας από το σώμα. Αυτός είναι ο λόγος που οι παχύσαρκοι άνθρωποι κρυώνουν λιγότερο από τους αδύνατους. Αντίθετα, οι παχύσαρκοι ζεσταίνονται σε μεγαλύτερο βαθμό από τους λεπτούς, γιατί το υποδόριο λίπος εμποδίζει την απώλεια θερμότητας. Αυτό το πρόβλημα εξισορροπείται ως ένα βαθμό με την εφίδρωση, η οποία στους παχύσαρκους είναι αυξημένη.

Η παραγωγή βιταμίνης D

Το δέρμα περιέχει μια ουσία που ονομάζεται *προβιταμίνη D*, η οποία όταν έρθει σε επαφή με τις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου μετατρέπεται στη βιταμίνη D. Η βιταμίνη αυτή, που ονομάζεται και *αντιρραχτική*, είναι πολύ σημαντική για την υγεία.

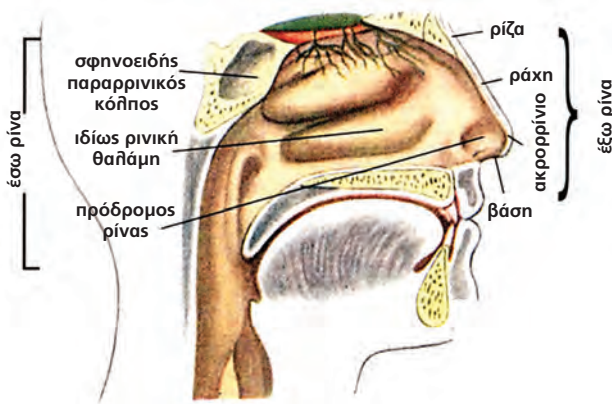
II. Το αισθητήριο όργανο της όσφρησης

Η όσφρηση πραγματοποιείται από το ρινικό βλεννογόνο που βρίσκεται μέσα στη ρινική κοιλότητα. Από το ρινικό βλεννογόνο αρχίζει το οσφρητικό νεύρο που μεταβιβάζει τα οσφρητικά ερεθίσματα στον εγκέφαλο.

α Η ανατομία της μύτης

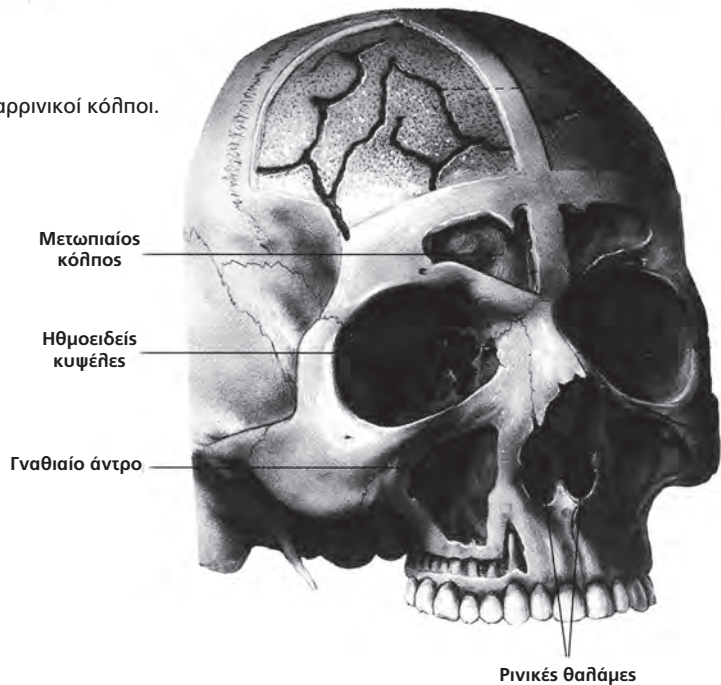
Η μύτη χρησιμεύει και για την αναπνοή, αλλά και για την όσφρηση. Αποτελείται από δύο μέρη (Εικ. 9.6):

- α) την έξω ρίνα και
- β) την έσω ρίνα ή ρινική κοιλότητα μαζί με τους παραρρινικούς κόλπους.



Εικόνα 9.6 Η μύτη.

Εικόνα 9.7 Οι παραρρινικοί κόλποι.



Η έξω ρίνα. Η έξω ρίνα έχει σχήμα τρίπλευρης πυραμίδας και εμφανίζει:

- α) τη *ρίζα* προς τα πάνω,
 - β) τη *ράχη* προς τα κάτω,
 - γ) την *κορυφή ή ακρορρίνιο*, δηλαδή το ελεύθερο άκρο της,
 - δ) δύο *πλάγιες επιφάνειες* που προς τα κάτω σχηματίζουν τα πτερύγια της μύτης δεξιά και αριστερά, και
 - ε) την *κάτω επιφάνεια ή βάση*, η οποία χωρίζεται από μια πτυχή (που ονομάζεται *κίονας ή στυλίδα*) στα δύο ρουθούνια (που ονομάζονται *μυκτήρες*).
- Η έξω ρίνα στηρίζεται στον οστεοχόνδρινο σκελετό της, τα βασικά στοιχεία του οποίου είναι τα δύο *ρινικά οστά*. Ο σκελετός αυτός καλύπτεται από μύες και δέρμα εξωτερικά, ενώ εσωτερικά από βλεννογόνο.
- Η έσω ρίνα. Η έσω ρίνα ονομάζεται και ρινική κοιλότητα και χωρίζεται με το *ρινικό διάφραγμα* σε δύο τμήματα, τη δεξιά και την αριστερή *ρινική θαλάμη*. Κάθε θαλάμη καταλήγει σ' ένα μυκτήρα προς τα έξω και στο φαρυγγικό της στόμιο προς τα μέσα. Η έσω ρίνα διακρίνεται από έξω προς τα μέσα σε τρία μέρη:
- α) τον *πρόδρομο* της ρίνας,
 - β) την *ιδίως ρινική θαλάμη* και
 - γ) τους *παραρρινικούς κόλπους*.

Οι παραρρινικοί κόλποι (Εικ. 9.7) είναι το *γναθιαίο άντρο*, ο *μετωπιαίος κόλπος*, οι *πρόσθιες ηθμοειδείς κυψέλες*, οι *οπίσθιες ηθμοειδείς κυψέλες* και ο *σφηνοειδής κόλπος*.

Οι εσωτερικές κοιλότητες της μύτης καθώς και οι παραρρινικοί κόλποι καλύπτονται εσωτερικά από βλεννογόνο. Σ' αυτές τις περιοχές υπάρχουν δύο διαφορετικές μορφές βλεννογόνων:

- α) ο **αναπνευστικός βλεννογόνος**, που καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα της ρινικής κοιλότητας και τους παραρρινικούς κόλπους και χρησιμεύει για τη θέρμανση και την ύγρανση του αέρα που αναπνέουμε, και
- β) ο **οσφρητικός βλεννογόνος**, που αποτελεί το αισθητήριο όργανο της όσφρησης, βρίσκεται στο οπίσθιο και άνω τμήμα των ρινικών κοιλοτήτων και έχει έκταση 2,5 cm² περίπου σε καθεμία από αυτές.

Ο οσφρητικός βλεννογόνος περιέχει ειδικά νευρικά κύτταρα που ονομάζονται *οσφρητικά κύτταρα*, στα οποία υπάρχουν λεπτές μικρές ίνες που ονομάζονται *οσφρητικά τριχίδια*. Τα οσφρητικά τριχίδια υποδέχονται τα οσφρητικά ερεθίσματα. Από την εσωτερική πλευρά των οσφρητικών κυττάρων ξεκινούν οι *οσφρητικές ίνες ή νημάτια*, που οδηγούν τα οσφρητικά ερεθίσματα μέσω του *οσφρητικού νεύρου* στο *οσφρητικό κέντρο* του φλοιού του εγκεφάλου.

β. Η λειτουργία της όσφρησης

Η όσφρηση είναι χημική αίσθηση. Για να διεγερθούν τα οσφρητικά κύτταρα, οι οσμηρές ουσίες θα πρέπει να διαλυθούν μέσα σε υγρό, το οποίο παράγεται από ειδικούς αδένες του οσφρητικού βλεννογόνου. Οι ουσίες αυτές, δηλαδή, θα πρέπει να είναι *πηκτικές*, που σημαίνει ότι θα πρέπει να μπορούν να αποσπώνται από αυτές πολύ μικρά μόρια. Επομένως, οι οσμηρές ουσίες φθάνουν στις δύο ρινικές κοιλότητες μέσω του αέρα που εισπνέουμε, διαλύονται μέσα στο υγρό του οσφρητικού βλεννογόνου και διεγείρουν τα ειδικά νευρικά του κύτταρα (δηλαδή τα οσφρητικά κύτταρα). Τα μόρια των ουσιών που έχουν οσμή φθάνουν στον οσφρητικό βλεννογόνο μέσω της δίνης που σχηματίζεται στη ρινική κοιλότητα κατά τη διάρκεια

γρήγορων και σύντομων εισπνοών. Γι' αυτό όταν θέλουμε να μυρίσουμε κάτι, παίρνουμε γρήγορες και σύντομες εισπνοές. Η διέγερση αυτή μεταδίδεται με τη μορφή νευρικού σήματος μέσω του οσφρητικού νεύρου στο οσφρητικό κέντρο του φλοιού του εγκεφάλου, στο οποίο δημιουργείται η αίσθηση της όσφρησης.

Η όσφρηση έχει μεγάλη σημασία για την υγεία, διότι:

- α) βοηθάει στην επιλογή της τροφής, αφού μας δίνει τη δυνατότητα ν' αναγνωρίσουμε τις αλλοιωμένες τροφές.
- β) διευκολύνει την πέψη, αφού προκαλεί αντανακλαστική έκκριση σιέλου, γαστρικού υγρού, παγκρεατικού υγρού και χολής.
- γ) μπορεί ν' αποβεί σωτήρια για τη ζωή, αφού μας προειδοποιεί όταν υπάρχει κίνδυνος, όπως για παράδειγμα σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Η όσφρηση είναι αίσθηση υποκειμενική. Αυτό σημαίνει ότι αν δύο άνθρωποι μυρίσουν την ίδια ουσία, μπορεί να την αντιληφθούν με διαφορετικό τρόπο. Για παράδειγμα, στον ένα μπορεί να είναι ευχάριστη και στον άλλο δυσάρεστη.

III. Το αισθητήριο όργανο της γεύσης

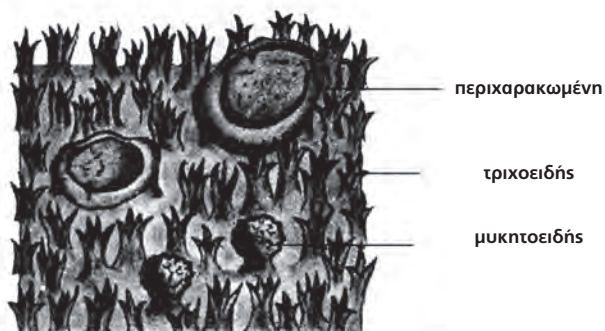
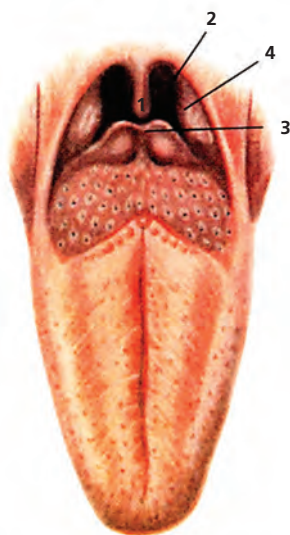
Το αισθητήριο όργανο της γεύσης αποτελείται από μικρούς επιθηλιακούς σχηματισμούς που ονομάζονται **γευστικοί κάλυκες**.

Οι γευστικοί κάλυκες βρίσκονται στη γλώσσα, στα παρίσθια, στην επιγλωττίδα και στην πρόσθια επιφάνεια της μαλακής υπερώας (εκτός της σταφυλής). Έχουν ωοειδές σχήμα και περιέχουν ειδικά γευστικά κύτταρα.

α. Η ανατομία της γλώσσας

Η γλώσσα (Εικ. 9.8) χρησιμεύει για τον έναρθρο λόγο, για την κατάποση και για τη γεύση. Καλύπτεται ολόκληρη από βλεννογόνο και στην επιφάνειά της βρίσκονται μικρές προεξοχές που ονομάζονται **θηλές**. Υπάρχουν τεσσάρων ειδών θηλές στη γλώσσα (Εικ. 9.9):

Εικόνα 9.8 Η γλώσσα. 1. σταφυλή, 2. παρίσθια, 5. επιγλωττίδα, 4. αμυγδαλή.



Εικόνα 9.9 Θηλές γλώσσας.

- α) οι *περιχαρακωμένες θηλές* (10 με 15) που βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος της γλώσσας και σχηματίζουν ένα κεφαλαίο Λ, που ονομάζεται γευστικό λάμδα,
- β) οι *τριχοειδείς θηλές*,
- γ) οι *μυκτοειδείς θηλές* και
- δ) οι *φυλλοειδείς θηλές* που βρίσκονται στις πλάγιες επιφάνειες της γλώσσας.

Οι τριχοειδείς και οι μυκτοειδείς θηλές βρίσκονται διεσπαρμένες σ' ολόκληρη τη γλώσσα.

Οι γευστικοί κάλυκες βρίσκονται κυρίως στις περιχαρακωμένες και στις μυκτοειδείς θηλές. Καθένας από αυτούς αποτελείται από 5 έως 20 ειδικά *γευστικά κύτταρα*. Στην εξωτερική επιφάνεια κάθε γευστικού κυττάρου υπάρχουν τα *γευστικά τριχίδια* ενώ στην εσωτερική, δηλαδή στην κάτω επιφάνειά του, υπάρχουν αισθητικές νευρικές ίνες.

β. Η λειτουργία της γεύσης

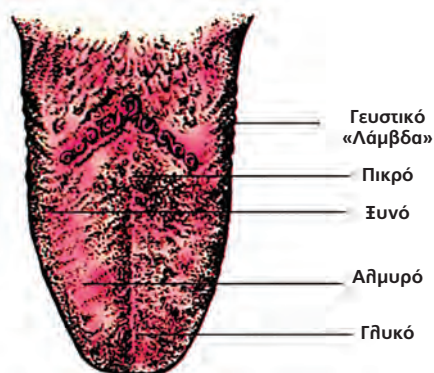
Η γεύση συνιστά επίσης χημική αίσθηση, όπως και η όσφρηση. Έτσι, οι ουσίες που εκλύουν γευστικά ερεθίσματα πρέπει και αυτές να διαλυθούν σε υγρό, στη συγκεκριμένη περίπτωση στη σιέλη, για να προκαλέσουν διέγερση των κυττάρων των γευστικών καλύκων. Η διέγερση αυτή μεταβιβάζεται μέσω των αντίστοιχων γευστικών ινών και των εγκεφαλικών νευρών στο γευστικό κέντρο του φλοιού του εγκεφάλου, στο οποίο γίνεται αντιληπτή η αίσθηση της γεύσης.

Ο άνθρωπος διακρίνει τέσσερις βασικές γεύσεις (Εικ. 9.10): το **γλυκό**, το **πικρό**, το **όξινο** και το **αημυρό**. Έχει διαπιστωθεί ότι για κάθε βασική γεύση υπάρχουν ειδικοί υποδοκτικοί κάλυκες. Συγκεκριμένα:

- α) οι κάλυκες για τη γεύση του γλυκού είναι συγκεντρωμένοι στην κορυφή της γλώσσας, ενώ στη βάση της είναι λίγοι
- β) οι κάλυκες για τη γεύση του πικρού είναι περισσότεροι στη βάση της γλώσσας
- γ) οι κάλυκες για τη γεύση του αημυρού είναι περισσότεροι στην κορυφή και τα πλάγια χείλη της γλώσσας
- δ) οι κάλυκες για την όξινη γεύση είναι περισσότεροι στα πλάγια χείλη της γλώσσας.

Η γεύση έχει μεγάλη σημασία για την υγεία, διότι:

- α) βοηθάει στην επιλογή της τροφής, αφού μας δίνει τη δυνατότητα να αναγνωρίσουμε τις αλλοιωμένες τροφές
- β) διευκολύνει την πέψη, αφού προκαλεί αντανακλαστική έκκριση σιέλου, γαστρικού υγρού, παγκρεατικού υγρού και χολής.



Εικόνα 9.10 Γευστικές περιοχές.

IV. Το αισθητήριο όργανο της όρασης

α. Η ανατομία του ματιού

Τα μάτια βρίσκονται μέσα στους οφθαλμικούς κόγχους και καθένα από αυτά αποτελείται από:

- α) το **βοηθό του οφθαλμού** και το **οπτικό νεύρο**,
- β) τα **προασπιστικά και επικουρικά μόρια του βοηθού**,
- γ) τους **μύες που κινούν το βοηθό του οφθαλμού**.

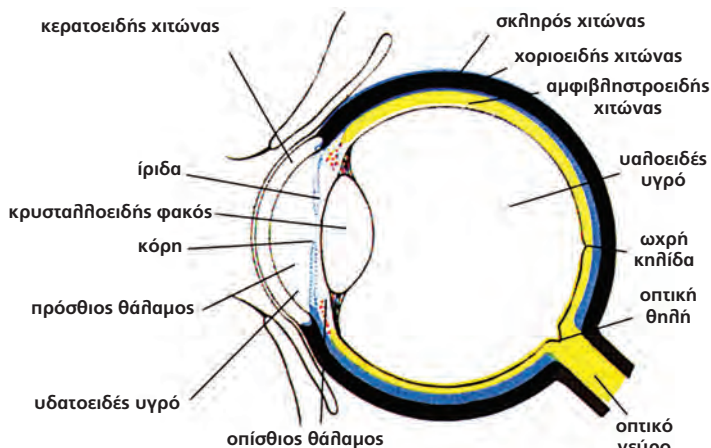
Ο **βοηθός του οφθαλμού**. Ο βοηθός του οφθαλμού έχει κατά προσέγγιση σχήμα σφαίρας, το τοίχωμα της οποίας αποτελείται από τρεις χιτώνες, οι οποίοι από έξω προς τα μέσα είναι (Εικ. 9.11):

α) ο **εξωτερικός ή ινώδης χιτώνας**,

β) ο **μεσαίος ή αγγειώδης χιτώνας** και

γ) ο **εσωτερικός ή αμφιβληστροειδής χιτώνας**.

Ο **ινώδης χιτώνας** αποτελείται μπροστά (κατά το ένα έκτο του) από τον **κερατοειδή χιτώνα**, ο οποίος είναι διαφανής για να περνάει το φως, ενώ η υπόλοιπη περιφέρεια του ινώδους



Εικόνα 9.11 Ο βοηθός του οφθαλμού.

χιτώνα αποτελείται από το **σκληρό χιτώνα**, ο οποίος είναι αδιαφανής και άσπρος (το λεγόμενο ασπράδι του ματιού).

Ο **αγγειώδης χιτώνας**, που ονομάζεται έτσι επειδή περιέχει τα αγγεία του βοηθού, αποτελείται μπροστά από το **ακτινωτό σώμα** και την **ίριδα**, ενώ η υπόλοιπη περιφέρειά του ονομάζεται **χοριοειδής χιτώνας**. Εκτός από τα αγγεία του βοηθού, ο αγγειώδης χιτώνας περιέχει κύτταρα με χρωστικές ουσίες, καθώς και λεπτούς λείους μύες. Οι μύες αυτοί είναι ο **ακτινωτός μύς** (ο οποίος προσαρμόζει το μάτι έτσι ώστε να βλέπει κοντά ή μακριά), καθώς και ο **σφιγκτήρας μύς** και ο **διαστολέας μύς** της κόρης (με τους οποίους ρυθμίζεται η ένταση του φωτισμού του οφθαλμού).

Η **ίριδα** είναι το κυκλικό χρωματιστό τμήμα του ματιού. Στο κέντρο της υπάρχει ένα κυκλικό κενό που ονομάζεται **κόρη** του ματιού και δίνει την εντύπωση ότι έχει μαύρο χρώμα. Ανάλογα με την ένταση του φωτός που δέχεται το μάτι, η κόρη μεγαλώνει (**μυδρίαση**) ή μικραίνει (**μύση**), ώστε στο εσωτερικό του ματιού να φθάνει η κατάλληλη «ποσότητα» φωτός. Όταν σκοτεινιάζει, για παράδειγμα, η κόρη μεγαλώνει, δηλαδή παρουσιάζει μυδρίαση, ώστε να βλέπουμε καλύτερα. Αυτή η μεταβολή του μεγέθους της κόρης αποτελεί αντανakλαστική λειτουργία και πραγματοποιείται με τη βοήθεια του σφιγκτήρα και του διαστολέα μύς της κόρης.

Ο **αμφιβληστροειδής χιτώνας** αποτελείται από δύο λεπτότερα στρώματα, το **μελάγχρουν επιθήλιο** εξωτερικά (το οποίο ονομάζεται έτσι διότι περιέχει τη χρωστική ουσία μελανίνη, η οποία χρησιμεύει στην απορρόφηση των φωτεινών ακτίνων,

ώστε ν' αποφεύγονται οι συνεχείς ανακλήσεις τους και να βλέπουμε καθαρά) και τον *ιδίως αμφιβληστροειδή χιτώνα* εσωτερικά. Από τον ιδίως αμφιβληστροειδή χιτώνα ξεκινάει το *οπτικό νεύρο*. Στην πραγματικότητα, ο αμφιβληστροειδής χιτώνας είναι το αισθητήριο όργανο της όρασης, αφού αυτός δέχεται τα οπτικά ερεθίσματα, τα οποία μεταβιβάζονται μέσω του οπτικού νεύρου στο οπτικό κέντρο του εγκεφάλου.

Ο ιδίως αμφιβληστροειδής χιτώνας αποτελείται από τριών ειδών νευρικά κύτταρα:

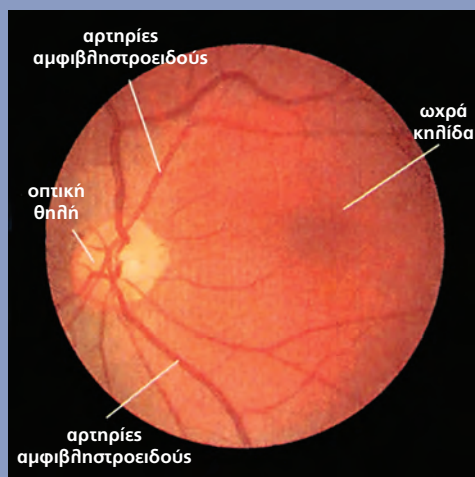
- α) τα **οπτικά κύτταρα**, των οποίων η εξωτερική απόληξη έχει σχήμα κώνου ή ράβδου και ονομάζεται κωνίο ή ραβδίο (έτσι, τα οπτικά κύτταρα διακρίνονται σε κωνιοφόρα ή ραβδοφόρα),
- β) τα **δίπολα κύτταρα** που ενώνουν τα οπτικά κύτταρα με τα γαγγλιακά κύτταρα και
- γ) τα **γαγγλιακά κύτταρα**, των οποίων τα άκρα ενώνονται και σχηματίζουν το οπτικό νεύρο.

Τα κωνία και τα ραβδία είναι ειδικοί υποδοχείς των φωτεινών ερεθισμάτων. Τα **κωνία** χρησιμεύουν για να βλέπουμε στο δυνατό φως και για να διακρίνουμε τα χρώματα, ενώ τα **ραβδία** χρησιμεύουν για να βλέπουμε στο πολύ αδύνατο φως.

Τα ραβδία για να λειτουργήσουν χρειάζονται μια ουσία που ονομάζεται *ροδοψίνη*. Η ουσία αυτή σχηματίζεται στον αμφιβληστροειδή εφόσον υπάρχει βιταμίνη Α και μόνο όταν το περιβάλλον είναι σκοτεινό. Έτσι, όταν μπαίνουμε απότομα σ' ένα σκοτεινό χώρο, στην αρχή δε μπορούμε να δούμε τι υπάρχει μέσα σ' αυτόν. Σιγά - σιγά, όμως, «συνηθίζουμε» το σκοτάδι και διακρίνουμε όλο και περισσότερες λεπτομέρειες. Αυτό συμβαίνει γιατί στο διάστημα που μεσοληβαί, συντίθεται η ροδοψίνη και αρχίζουν να λειτουργούν τα ραβδία, με αποτέλεσμα να βλέπουμε στο πολύ αδύνατο φως. Όταν δεν υπάρχει αρκετή βιταμίνη Α στον οργανισμό, τότε όση ώρα και να περάσει στο αδύνατο φως, επειδή δεν παράγεται ροδοψίνη και δε λειτουργούν τα ραβδία, δεν είναι δυνατή η όραση. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται νυκταλμπία (= νυξ + ανωπία, δηλαδή νύχτα + έλλειψη όρασης).

Η βυθοσκόπηση είναι η εξέταση του βυθού του οφθαλμού (Εικ. 9.12), δηλαδή της εσωτερικής επιφάνειας του τμήματος του ιδίως αμφιβληστροειδούς που βρίσκεται απέναντι από την κόρη. Η εξέταση αυτή γίνεται με το βυθοσκόπιο, έναν ειδικό φακό, με τον οποίο ο οφθαλμίατρος ρίχνει φως στο τμήμα αυτό του αμφιβληστροειδούς και έτσι μπορεί να εξετάσει ορισμένα πολύ σημαντικά σημεία του, τα οποία είναι η *θηλή του οπτικού νεύρου*, η *ωχρά κηλίδα* και τα *αγγεία του αμφιβληστροειδούς*. Η οπτική θηλή αποτελεί το σημείο ένωσης του οπτικού νεύρου με τον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Έχει σχήμα ωοειδές και μια κοίλωση στο κέντρο της, που ονομάζεται *βοθρίο της οπτικής θηλής*. Η ωχρά κηλίδα απέχει τέσσερα περίπου χιλιοστά από το κέντρο της οπτικής θηλής, έχει επίσης ωοειδές σχήμα, είναι ανοιχτόχρωμη και περιέχει μόνο κωνία. Το χρώμα του βυθού του οφθαλμού είναι έντονο ρόδινο και οφείλεται στα αγγεία που περιέχει.

Εικόνα 9.12 Ο βυθός του οφθαλμού.



Ο βολβός του οφθαλμού περιέχει τον *κρυσταλλοειδή φακό* που βρίσκεται πίσω από την ίριδα. Μεταξύ του κρυσταλλοειδούς φακού και της ίριδας βρίσκεται το *υδατοειδές υγρό*, ενώ πίσω από τον κρυσταλλοειδή φακό βρίσκεται το *υαλώδες σώμα*.

Ο *κρυσταλλοειδής φακός* είναι διαφανής και ελαστικός και έχει το σχήμα και τις ιδιότητες αμφίκυρτου φακού. Περιβάλλεται από ένα διαφανή υμένα που ονομάζεται *περιβάκιο* και στηρίζεται από την *ακτινωτή ζώνη* (ή *κρεμαστήριο σύνδεσμο του φακού*) που συνδέει την περιφέρειά του με το ακτινωτό σώμα.

Ο χώρος που βρίσκεται μεταξύ του κερατοειδούς χιτώνα και της ίριδας ονομάζεται *πρόσθιος θάλαμος*. Ο χώρος που βρίσκεται μεταξύ της ίριδας και του κρυσταλλοειδούς φακού ονομάζεται *οπίσθιος θάλαμος*.

Το *υδατοειδές υγρό* είναι άχρωμο και χρησιμεύει κυρίως στη θρέψη του φακού και του κερατοειδούς χιτώνα.

Το υδατοειδές υγρό παράγεται από τα αγγεία του ακτινωτού σώματος, αθροίζεται στον οπίσθιο θάλαμο, περνάει μεταξύ φακού και κόρης, και γεμίζει και τον πρόσθιο θάλαμο. Στην περιφέρεια του πρόσθιου θαλάμου υπάρχουν κενά, μέσα από τα οποία περνάει το υδατοειδές υγρό και αποχετεύεται προς τις φλέβες. Σε φυσιολογικά άτομα, ο ρυθμός παραγωγής και ο ρυθμός αποχέτευσης του υδατοειδούς υγρού βρίσκονται σε ισορροπία, ώστε η ενδοφθάλμια πίεση να είναι σταθερή. Εάν η ισορροπία αυτή διαταραχθεί, δηλαδή εάν παράγεται περισσότερο υγρό απ' όση μπορεί να παροχετευθεί (παραδείγματος χάριν, εάν αποφραχθούν τα κενά στην περιφέρεια του πρόσθιου θαλάμου, απ' όπου βγαίνει το υγρό αυτό), τότε η ενδοφθάλμια πίεση αυξάνεται (κατάσταση που ονομάζεται γλαύκωμα), ο αμφιβληστροειδής χιτώνας ατροφεί και το τελικό αποτέλεσμα, εάν η κατάσταση δεν αντιμετωπιστεί, είναι η τύφλωση.

Το *υαλώδες σώμα* είναι μια πηκτή και διαφανής μάζα που προκαλεί διάθλαση του φωτός που φθάνει στο εσωτερικό του ματιού.

Τα *προασπιστικά και επικουρικά μόρια του βολβού* (Εικ. 9.13) είναι τα *φρύδια*, τα *βλέφαρα*, ο *επιπεφυκότας*, η *δακρυϊκή συσκευή*, η *περιοφθαλμική περιτονία* και το *κογχικό λίπος*.



Εικόνα 9.13 Προασπιστικά και επικουρικά μόρια του βολβού.

Τα φρύδια. Τα φρύδια προστατεύουν τα μάτια από τον ιδρώτα. Επίσης συμμετέχουν στην έκφραση των συναισθημάτων.

Τα βλέφαρα. Τα βλέφαρα είναι δύο, το άνω και το κάτω, για κάθε μάτι, και χωρίζονται μεταξύ τους με τη *μεσοβλεφαρία σχισμή*. Στα ελεύθερα άκρα των βλεφάρων προσφύονται οι *βλεφαρίδες*. Τα βλέφαρα προστατεύουν τα μάτια από ξένα σώματα, έντονο φως ή άηλες εξωτερικές βλαπτικές επιδράσεις και με τις συνεχείς κινήσεις τους βοηθούν στην ύγρανση του κερατοειδούς χιτώνα από τα δάκρυα.

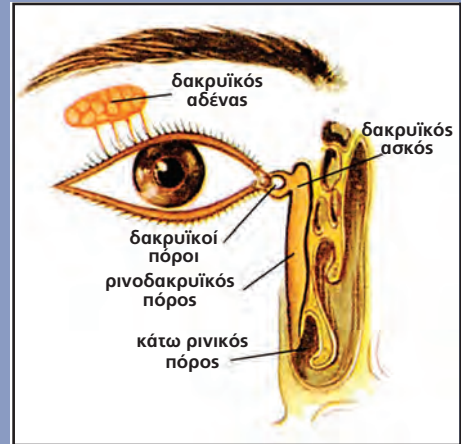
Ο επιπεφυκώτας. Ο επιπεφυκώτας είναι ένας λεπτός και διαφανής υμένας που καλύπτει την εσωτερική επιφάνεια των βλεφάρων και ανακάμπτει στο βολβό του οφθαλμού, του οποίου καλύπτει το πρόσθιο τριτημόριο. Έτσι χωρίζεται στο *βλεφαρικό* και στο *βολβικό* επιπεφυκώτα.

Η δακρυϊκή συσκευή. Αυτή αποτελείται (Εικ. 9.14) από το *δακρυϊκό αδέν*, τους *δακρυϊκούς πόρους*, το *δακρυϊκό ασκό* και το *ρινοδακρυϊκό πόρο*. Ο δακρυϊκός αδένας βρίσκεται στον οφθαλμικό κόγχο και εκκρίνει τα δάκρυα μέσω του εκφορητικού του πόρου στην εξωτερική γωνία του άνω βλεφάρου. Από την εσωτερική γωνία κάθε βλεφάρου αρχίζει ένας δακρυϊκός πόρος. Οι δακρυϊκοί πόροι ενώνονται και τα δάκρυα οδηγούνται προς το δακρυϊκό ασκό. Από το δακρυϊκό ασκό ξεκινάει ο ρινοδακρυϊκός πόρος, μέσω του οποίου τα δάκρυα οδηγούνται στον κάτω ρινικό πόρο.

Τα δάκρυα διατηρούν την επιφάνεια του βολβού υγρή, λεία και καθαρή. Είναι αλμυρά γιατί περιέχουν άλατα. Επίσης περιέχουν ένα ένζυμο, τη *λυσοζύμη*, που εμποδίζει τον πολλαπλασιασμό διαφόρων μικροβίων.

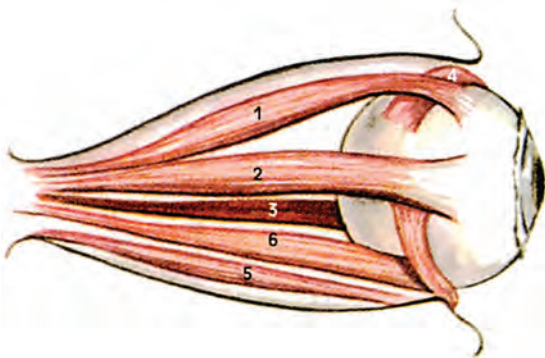
Περιοφθαλμική περιτονία. Η περιοφθαλμική περιτονία αποτελείται από συνδετικό ιστό και περιβάλλει το βολβό του οφθαλμού (εκτός από την πρόσθια επιφάνειά του).

Κογχικό λίπος. Μεταξύ της περιοφθαλμικής περιτονίας και του οφθαλμικού κόγχου βρίσκεται το λιπώδες σώμα του κόγχου ή κογχικό λίπος.



Εικόνα 9.14 Η δακρυϊκή συσκευή.

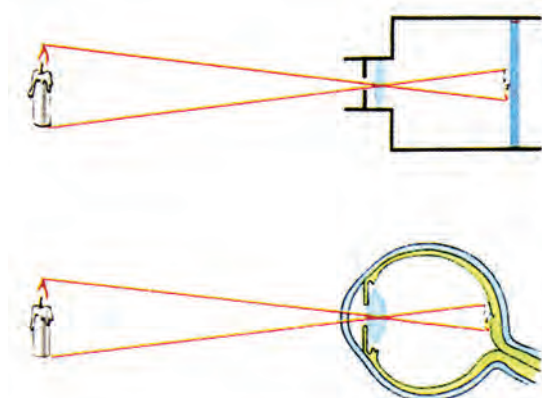
Οι μύες που κινούν το βολβό του οφθαλμού φαίνονται σχηματικά στην εικόνα 9.15.



Εικόνα 9.15 Οι μύες του βολβού του οφθαλμού. 1. έξω ορθός, 2. άνω ορθός, 3. κάτω ορθός, 4. έξω ορθός, 5. κάτω λοξός, 6. άνω λοξός.

β. Η λειτουργία της όρασης

Όταν στρέφουμε το βλέμμα μας προς ένα αντικείμενο, τότε η σκιά που προέρχεται από αυτό περνά τον κερατοειδή χιτώνα, το υδατοειδές υγρό, την κόρη, το φακό, το υαλοειδές σώμα, και σχηματίζει αναποδογυρισμένο το είδωλο του αντικειμένου πάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Ο τρόπος σχηματισμού του ειδώλου είναι όμοιος με τη λειτουργία της φωτογραφικής μηχανής (Εικ. 9.16). Η ίριδα αντιστοιχεί στο διάφραγμα της φωτογραφικής μηχανής, ενώ ο κρυσταλλοειδής φακός αντιστοιχεί στο φωτογραφικό φακό. Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας αντιστοιχεί στη φωτοταινία (φιλμ). Και στις δύο περιπτώσεις, το είδωλο σχηματίζεται ανάποδα. Το είδωλο του αντικειμένου που κοιτάζουμε προκαλεί στον αμφιβληστροειδή νευρικές διεγέρσεις που μεταφέρονται με το οπτικό νεύρο στο οπτικό κέντρο του φλοιού του εγκεφάλου, όπου το είδωλο αναστρέφεται και πάλι, οπότε πραγματοποιείται η αντίληψη της όρασης (Εικ. 9.17).



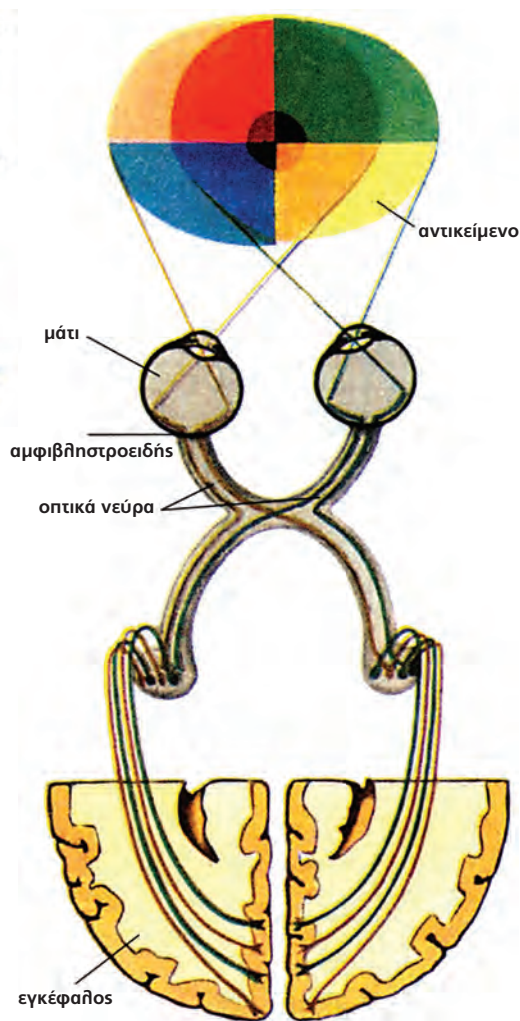
Εικόνα 9.16 Η λειτουργία του οφθαλμού παρομοιάζεται με εκείνην της φωτογραφικής μηχανής.

Η αντίληψη της κίνησης

Η εικόνα που σχηματίζεται στον αμφιβληστροειδή από ένα αντικείμενο δε χάνεται αμέσως. Έτσι, η εντύπωση της εικόνας εξακολουθεί να υπάρχει για πολύ μικρό χρονικό διάστημα ($1/16$ του δευτερολέπτου). Εν τω μεταξύ σχηματίζεται η επόμενη εικόνα και οι δύο εικόνες «συγχωνεύονται» δημιουργώντας μια συνεχή ροή εντυπώσεων. Μ' αυτόν τον τρόπο αντιλαμβανόμαστε την κίνηση.

Τρισδιάστατη όραση

Κάθε μάτι υποδέχεται το οπτικό ερέθισμα από το ίδιο ακίνητο αντικείμενο από διαφορετική γωνία. Έτσι, σχηματίζονται ταυτόχρονα δύο είδωλα του ίδιου αντι-

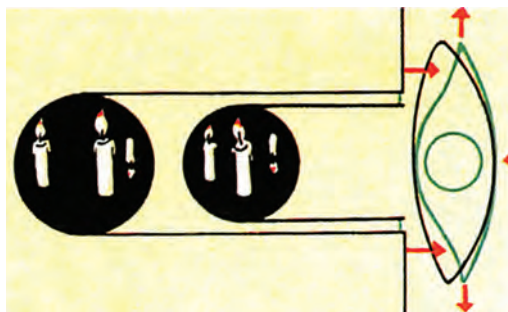


Εικόνα 9.17 Η όραση.

κειμένου, λίγο διαφορετικά μεταξύ τους, που «συγχωνεύονται» στο οπτικό κέντρο του εγκεφάλου. Σ' αυτόν το μηχανισμό οφείλεται η τρισδιάστατη όραση, που μας δίνει τη δυνατότητα να αντιλαμβανόμαστε και το βάθος των αντικειμένων που βλέπουμε.

Προσαρμογή όρασης

Το μάτι είναι σχεδιασμένο για να βλέπει μακριά (Εικ. 9.18). Πράγματι, όταν κοιτάμε μακριά, τότε το είδωλο σχηματίζεται πάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Όταν όμως πρέπει να διακρίνουμε κάτι που βρίσκεται κοντά στα μάτια μας, τότε το είδωλο σχηματίζεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή. Για να μεταφερθεί αυτό το είδωλο πάνω στον αμφιβληστροειδή, θα πρέπει να αυξηθεί η κυρτότητα του φακού. Η ικανότητα αυτή του κρυσταλλοειδούς φακού ονομάζεται προσαρμοστική ικανότητα και υποκειται σε περιορισμούς. Όταν δηλαδή ένα αντικείμενο απέχει από τα μάτια λιγότερο από 12 εκατοστά, τότε ο φακός δε μπορεί να αυξήσει την κυρτότητα περισσότερο, με αποτέλεσμα να μη βλέπουμε καθαρά.



Εικόνα 9.18 Προσαρμογή όρασης. Η πρόσπτωση των εικόνων στην εστία πάνω στον αμφιβληστροειδή επιτυγχάνεται χάρη στην προσαρμογή του κρυσταλλοειδούς και στη συστολή της κόρης.

Διαταραχές της όρασης. Απαραίτητη προϋπόθεση για το σχηματισμό καθαρής εικόνας των αντικειμένων είναι η εστίαση του ειδώλου τους ακριβώς πάνω στον αμφιβληστροειδή. Εάν το είδωλο ενός αντικειμένου σχηματιστεί πίσω ή μπροστά από τον αμφιβληστροειδή, τότε πρέπει να ελαττωθεί ή να αυξηθεί αντίστοιχα η κυρτότητα του φακού, ώστε το είδωλο να πέσει πάνω στον αμφιβληστροειδή. Εάν η κυρτότητα δε μπορεί να μεταβληθεί αρκετά για κάποιους λόγους, τότε προκύπτουν διαταραχές της όρασης, εκ των οποίων οι σημαντικότερες είναι η μυωπία και η πρεσβυωπία, οι οποίες διορθώνονται με τα γυαλιά.

Η μυωπία. Μυωπία σημαίνει ότι βλέπουμε καθαρά ό,τι βρίσκεται κοντά μας. Αυτό οφείλεται στο ότι ο επιμήκης άξονας του βολβού είναι μεγαλύτερος από το κανονικό, οπότε το είδωλο σχηματίζεται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή.

Η πρεσβυωπία. Είναι το αντίθετο της μυωπίας, δηλαδή, βλέπουμε καθαρά μόνο ό,τι βρίσκεται μακριά. Αυτό οφείλεται στην απώλεια της προσαρμοστικής ικανότητας του φακού (λόγω ελάττωσης της ελαστικότητάς του) με την πάροδο της ηλικίας με συνέπεια να μη μπορεί να αυξήσει αρκετά την κυρτότητά του. Το αποτέλεσμα είναι ότι το είδωλο σχηματίζεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή.

V. Το αισθητήριο όργανο της ακοής και του χώρου

α. Η ανατομία του αυτιού

Η αίσθηση της ακοής και του χώρου πραγματοποιείται από το αυτί, το οποίο αποτελείται από τρία τμήματα, τα οποία από έξω προς τα μέσα είναι (Εικ. 9.19):

- α) το *έξω ους*,
- β) το *μέσο ους* και
- γ) το *έσω ους*.

Το έξω ους

Αποτελείται από:

- α) το *περύγιο του ωτός*,
- β) τον *έξω ακουστικό πόρο* και
- γ) τον *τυμπανικό υμένα*.

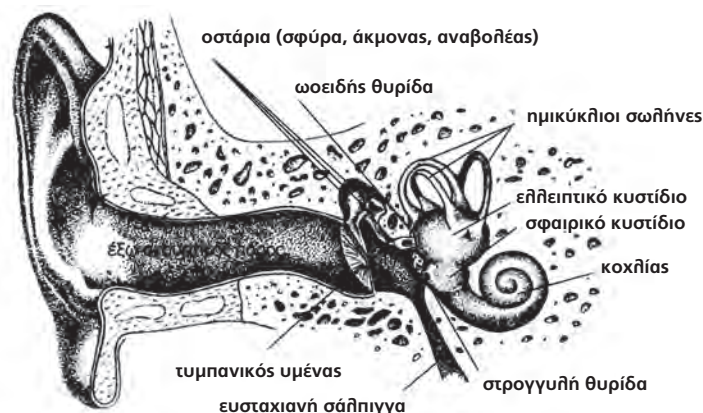
Το περύγιο του ωτός.

Το περύγιο του ωτός (Εικ. 9.20) έχει σχήμα χωνιού. Η βάση του περυγίου του αυτιού, δηλαδή του εξωτερικά ορατού τμήματός του, αποτελείται από χόνδρο, ο οποίος ονομάζεται *περυγιαίος χόνδρος* και καλύπτεται από δέρμα. Το κατώτερο τμήμα του περυγίου του αυτιού ονομάζεται *λοβίο*.

Ο έξω ακουστικός πόρος. Ο έξω ακουστικός πόρος είναι ένας σωλήνας μήκους 2,5 περίπου εκατοστών που βρίσκεται μεταξύ του περυγίου του αυτιού και του τυμπανικού υμένα. Η πορεία του έξω ακουστικού πόρου δεν είναι ευθεία, αλλά ελικοειδής. Γι' αυτό, εάν θέλουμε να δούμε τον τυμπανικό υμένα, πρέπει να τραβήξουμε το περύγιο του αυτιού προς τα πάνω και πίσω, ώστε να ευθείαστεί ο έξω ακουστικός πόρος.

Η βάση του έξω ακουστικού πόρου αποτελείται από χόνδρο προς τα έξω και οστά προς τα μέσα και καλύπτεται από δέρμα. Το δέρμα αυτό περιέχει *τρίχες*, *σμηγματογόνους* και *κυψελιδοποιούς αδένες*, οι οποίοι εκκρίνουν σμήγμα και *κυψελίδα*, ουσίες που επαλείφουν το εσωτερικό του έξω ακουστικού πόρου.

Ο τυμπανικός υμένας. Ο τυμπανικός υμένας είναι μια ελαστική μεμβράνη που κλείνει το εσωτερικό στόμιο του έξω ακουστικού πόρου. Η θέση του είναι λοξή από πάνω και έξω προς τα κάτω και μέσα.



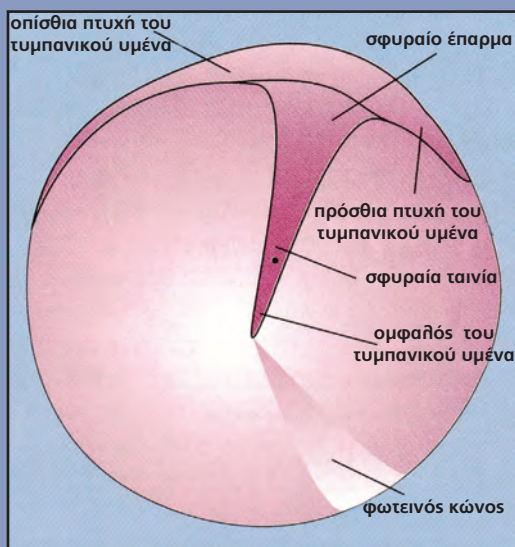
Εικόνα 9.19 Το αυτί.



Εικόνα 9.20 Το περύγιο του αυτιού.

Τον τυμπανικό υμένα μπορούμε να τον εξετάσουμε με το ωτοσκόπιο, που είναι ένας ειδικός φακός που εισάγεται στον ακουστικό πόρο και ρίχνει φως στο τύμπανο, ώστε να μπορεί να το εξετάσει ο γιατρός. Η εξέταση αυτή αποκαλύπτει τη μορφολογία του τυμπάνου, η οποία φυσιολογικά είναι η ακόλουθη (ΕΙΚ. 9.21):

Στο κέντρο περίπου του τυμπάνου υπάρχει μια προεξοχή που ονομάζεται *ομφαλός*. Επίσης διακρίνεται το αποτύπωμα της λαβής της σφύρας (ενός μικρού οστού που βρίσκεται στο μέσο ους και το οποίο θα περιγραφεί αργότερα), το οποίο σχηματίζει τη *σφυραία ταινία* που καταλήγει στην περιφέρεια του τυμπάνου, στο *σφυραίο έπαρμα*. Δεξιά και αριστερά από το σφυραίο έπαρμα σχηματίζονται η *πρόσθια* και η *οπίσθια πτυχή του τυμπάνου*, ανάμεσα στις οποίες περιλαμβάνεται μια τριγωνική περιοχή, που ονομάζεται *υμένας του Shrapnell*. Τέλος, καθώς το φως του ωτοσκοπίου πέφτει πάνω στον τυμπανικό υμένα, σχηματίζεται μια τριγωνική φωτεινή περιοχή που ονομάζεται *φωτεινός κώνος*, του οποίου η κορυφή βρίσκεται προς τον ομφαλό του τυμπάνου και η βάση βρίσκεται προς την περιφέρεια του τυμπάνου. Ο φωτεινός κώνος είναι σημαντικός, γιατί, όταν μεταβάλλεται το σχήμα του ή η ένταση της φωτεινότητάς του, τότε ο γιατρός μπορεί να βγάλει συμπεράσματα σχετικά με διάφορες παθήσεις του αυτιού.



Εικόνα 9.21 Ο τυμπανικός υμένας: η εξωτερική του επιφάνεια όπως φαίνεται με το ωτοσκόπιο.

Το μέσο ους

Το μέσο ους βρίσκεται μέσα από τον τυμπανικό υμένα και αποτελείται από μια μικρή κοιλότητα που περιέχει αέρα και βρίσκεται μέσα στο κροταφικό οστό του κρανίου. Μέσα σ' αυτήν την κοιλότητα βρίσκονται τρία μικρά οστά που αποτελούν την *αλυσίδα των ακουστικών οστών*: η *σφύρα*, ο *άκμονας* και ο *αναβολέας*. Η σφύρα βρίσκεται προς τα έξω και έρχεται σε επαφή με την εσωτερική επιφάνεια του τυμπάνου προς τα έξω και με τον άκμονα προς τα μέσα. Ο άκμονας συνδέεται με τον αναβολέα, ο οποίος προς τα μέσα αποφράσσει ένα άνοιγμα, που ονομάζεται *ωοειδής θυρίδα*. Στο μέσο ους βρίσκεται μια δεύτερη οπή, που ονομάζεται *στρογγυλή θυρίδα*, η οποία συγκοινωνεί με τον κοχλία (βλέπε παρακάτω) και αποφράσσεται από έναν υμένα. Επομένως, το μέσο ους επικοινωνεί με το έσω ους με την ωοειδή και τη στρογγυλή θυρίδα.

Τέλος, το μέσο ους επικοινωνεί και με την *ακουστική σάλπιγγα* (που ονομάζεται και *ευσταχιανή σάλπιγγα*), η οποία είναι ένας σωλήνας που συνδέει το μέσο ους με τη ρινική μούρα του φάρυγγα.

Έτσι το τύμπανο επικοινωνεί με τον ατμοσφαιρικό αέρα κατά την εσωτερική του επιφάνεια (μέσω του ρινοφάρυγγα και της ευσταχιανής σάλπιγγας), αλλήλα και κατά την εξωτερική του επιφάνεια (μέσω του έξω ακουστικού πόρου). Αυτό σημαίνει ότι δέχεται την ατμοσφαιρική πίεση ισότιμα και στις δύο του επιφάνειες.

Το έσω ους

Το έσω ους χρησιμεύει για την αντίληψη του χώρου και των ήχων και περιέχει το *λαβύρινθο*, ο οποίος ονομάζεται έτσι λόγω της πολύπλοκης κατασκευής του. Ο λαβύρινθος διακρίνεται:

- α) σε *οστέινο λαβύρινθο*, δηλαδή στο εξωτερικό εκείνο τμήμα του που περιλαμβάνει την *αίθουσα*, τον *κοχλία* και τους *τρεις ημικύκλιους σωλήνες*, και
- β) σε *υμενώδη λαβύρινθο*, δηλαδή στην υμενώδη επικάλυψη του οστέινου λαβύρινθου.

Μεταξύ του οστέινου και του υμενώδους λαβύρινθου υπάρχει υγρό που ονομάζεται *έξω λέμφος*. Μέσα στον υμενώδη λαβύρινθο υπάρχει επίσης παχύρρευστο υγρό, το οποίο ονομάζεται *έσω λέμφος*.

Η *οστέινη αίθουσα* είναι ένας κοίλος ωοειδής χώρος που βρίσκεται μεταξύ του κοχλία και των ημικύκλιων σωλήνων και επικοινωνεί και με τα δύο αυτά ανατομικά στοιχεία. Στο τοίχωμα της αίθουσας βρίσκεται η ωοειδής θυρίδα, η οποία αποφράσσεται από τον αναβολέα. Μέσα στην αίθουσα βρίσκεται η *υμενώδης αίθουσα*, η οποία αποτελείται από δύο κυστίδια, το *σφαιρικό* και το *ελλειπτικό*. Η μεμβράνη καθενός από τα κυστίδια έχει από μια πάχυνση που ονομάζεται *ακουστική κηλίδα*.

Ο *κοχλίας* είναι ένας ελικοειδής σωλήνας που κάνει 2,5 στροφές (έλικες). Στο σύνολό του έχει σχήμα κωνοειδές. Στην εσωτερική επιφάνεια του υμενώδη κοχλία βρίσκεται το *όργανο του Corti*, το οποίο αποτελείται από διάφορα κύτταρα, τα σημαντικότερα από τα οποία είναι τα *τριχωτά κύτταρα*. Στη βάση των τριχωτών κυττάρων καταλήγουν οι ίνες του ακουστικού νεύρου.

Οι *τρεις ημικύκλιοι σωλήνες* είναι κάθετοι μεταξύ τους και εκβάλλουν όλοι στο ελλειπτικό κυστίδιο της υμενώδους αίθουσας. Στο εσωτερικό των υμενωδών ημικύκλιων σωλήνων βρίσκονται παχύνσεις που ονομάζονται *ακουστικές ακρολοφίες*.

β. Η λειτουργία της ακοής και της αντίληψης του χώρου

Η λειτουργία της ακοής

Όπως είναι ήδη γνωστό, ο ήχος μεταδίδεται με τη μορφή ηχητικών κυμάτων.

• Η ταχύτητα του ήχου είναι:

• α) στον αέρα, 340 μέτρα το δευτερόλεπτο,

• β) στο νερό 1.435 μέτρα το δευτερόλεπτο και

• γ) στα στερεά σώματα 5.000 μέτρα το δευτερόλεπτο περίπου.

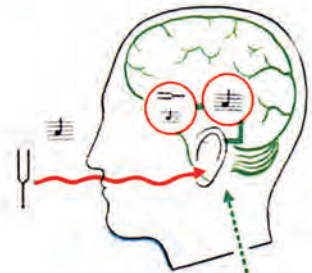
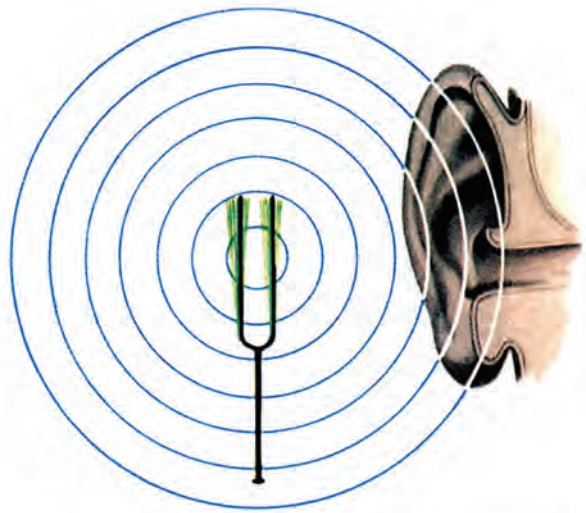
• Η συχνότητα των ακουστικών κυμάτων εκφράζεται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (Hertz). Το ανθρώπινο αυτί ακούει ήχους που έχουν συχνότητα από 15 έως 16.000 Hertz.

Το πτερύγιο του αυτιού υποδέχεται καταρχήν τα ηχητικά κύματα, τα οποία εισχωρούν στο αυτί μέσω του έξω ακουστικού πόρου και φθάνουν στον τυμπανικό υμένα. Τότε το τύμπανο αρχίζει να πάλλεται και οι δονήσεις που παράγονται μεταδίδονται στα ακουστικά οστάρια, δηλαδή πρώτα στη σφύρα, μετά στον άκμονα και στη συνέχεια στον αναβολέα.

Αυτό συμβαίνει για τους χαμηλότερης συχνότητας ήχους, ενώ οι οξείς ήχοι μεταδίδονται απευθείας μέσω του αέρα (ας μην ξεχνάμε ότι το μέσο ους περιέχει αέρα). Ο αναβολέας συνδέεται μέσω της ωοειδούς θυρίδας με το έσω ους και, επομένως, και οι δονήσεις του μεταφέρονται κατ' αυτόν τον τρόπο στην έσω λέμφου που περιέχεται στο λαβύρινθο του έσω ωτός (Εικ. 9.22).

Ο αναβολέας, εκτός από αναμεταδότης των ηχητικών κυμάτων, λειτουργεί και ως ρυθμιστής της έντασης των ήχων που φθάνουν στο έσω ους. Έχει λοιπόν τη δυνατότητα να αυξήσει ή να ελαττώσει την πίεση που ασκεί στην ωοειδή θυρίδα. Έτσι, είναι δυνατόν να προστατεύσει τον κοχλία από πολύ δυνατούς ήχους ή να αυξήσει την ακουστική οξύτητα για τους πολύ αδύνατους ήχους.

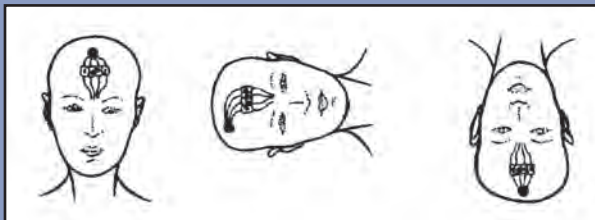
Οι ηχητικές δονήσεις προκαλούν μετατόπιση των υγρών που βρίσκονται στον κοχλία. Έτσι, οι ηχητικές δονήσεις μεταδίδονται και στα κύτταρα του οργάνου του Corti, τα οποία πάλλονται και παράγουν μια νευρική διέγερση, που μεταφέρεται μέσω του κοχλιακού νεύρου στο φλοιό του εγκεφάλου, όπου μετατρέπεται σε ακουστική αίσθηση.



Εικόνα 9.22

(πάνω) Το ηχητικό κύμα συλλαμβάνεται από το πτερύγιο του ωτός και εισέρχεται στον έξω ακουστικό πόρο.
(δεξιά & κάτω) Η ακοή: οδοί που διατρέχουν τα ηχητικά κύματα και μεταβίβαση των αισθήσεων στον εγκέφαλο μέσω του ακουστικού νεύρου.

Η λειτουργία της αντίληψης του χώρου Αυτή η λειτουργία μάς δίνει την ικανότητα να καταλαβαίνουμε τη σχέση μεταξύ του σώματος, και ιδιαίτερα του κεφαλιού μας, και των γύρω αντικειμένων μέσα στο χώρο (Εικ. 9.23). Επίσης χάρη σ' αυτήν τη λειτουργία μπορούμε και ισορροπούμε. Το έσω ους λειτουργεί γι' αυτό το σκοπό σε συνεργασία με τα μάτια και με άλλους υποδοχείς που βρίσκονται στους μύες του κορμού και του αυχένα. Ο υμενώδης λαβύρινθος του έσω ωτός μάς πληροφορεί για τη θέση του κεφαλιού μας σε σχέση με τις τρεις διαστάσεις του χώρου.



Εικόνα 9.23 Η αντίληψη του χώρου. Όταν αλλάζει η θέση του κεφαλιού, μετακινούνται οι ωτόλιθοι. Από τις μετακινήσεις αυτές δημιουργούνται ερεθίσματα που συντελούν στο να μπορεί το κεφάλι να ξαναβρεί τη σωστή του θέση.

Ο υμενώδης λαβύρινθος περιλαμβάνει δύο συστήματα υποδοχέων: το στατικό σύστημα υποδοχέων που αντιλαμβάνεται τις «θέσεις» του κεφαλιού (και ονομάζεται «ωτολιθικό» σύστημα) και το δυναμικό ή κινητικό σύστημα υποδοχέων που αποτελείται από τους τρεις ημικύκλιους σωλήνες και αντιλαμβάνεται τις «κινήσεις» του κεφαλιού. Το στατικό σύστημα υποδοχέων αποτελείται από τις ακουστικές κηλίδες, που όπως προαναφέρθηκε, βρίσκονται στο έσω τοίχωμα του σφαιρικού και του ελλειπτικού κυστιδίου και αποτελούνται από ειδικά κύτταρα με σκληρούς και μακριούς κροσσούς, καθώς και από τους ωτόλιθους που είναι μικροί κρύσταλλοι από ανθρακικό ασβέστιο.

Ανάλογα με τη θέση του κεφαλιού και μόνο λόγω της βαρύτητας, ο ωτολιθοφόρος υμένας πιέζει τους κροσσούς των αισθητηρίων κυττάρων των ακουστικών κηλίδων και τους διεγείρει.

Το δυναμικό ή κινητικό σύστημα υποδοχέων αποτελείται από τους τρεις ημικύκλιους σωλήνες, οι οποίοι εκβάλλουν στο ελλειπτικό κυστίδιο και είναι διατεταγμένοι στις τρεις διαστάσεις του χώρου. Αυτοί είναι: ο έξω ή οριζόντιος, με διεύθυνση σχεδόν οριζόντια, ο οπίσθιος ή μετωπιαίος, δηλαδή κάθετος, και ο τρίτος, ο άνω ή οβελιαίος, δηλαδή κάθετος και με διεύθυνση από μπροστά προς τα πίσω. Τα σκέλη κάθε σωλήνα παρουσιάζουν ένα εξόγκωμα που ονομάζεται λήκυθος και που στην εσωτερική του επιφάνεια εμφανίζει μια πάχυνση που λέγεται ακουστική ακρολοφία και αποτελείται από κύτταρα όμοια μ' εκείνα των ακουστικών κηλίδων, των οποίων οι κροσσοί κυματίζουν στην έσω λέμφο. Όταν κινούμε το κεφάλι, η έσω λέμφος τίθεται σε κίνηση και διεγείρει τα ευαίσθητα κύτταρα των ακουστικών ακρολοφιών. Τότε η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε νευρική ώση που μεταδίδεται μέσω του αισθησίου νεύρου στους πυρήνες του εγκεφάλου, όπου γίνεται αντιληπτή η αίσθηση του χώρου και όπου ρυθμίζεται η ισορροπία μας.

Περίληψη

Το σύστημα των αισθητηρίων οργάνων

Τα αισθητήρια όργανα είναι το **δέρμα** (αφή), ο **όσφρητικός βλεννογόνος** (όσφρηση), οι **γευστικοί κάλυκες** στη γλώσσα (γεύση), τα **μάτια** (όραση) και τα **αυτιά** (ακοή). Τα απαραίτητα στοιχεία για την παραγωγή μιας αίσθησης είναι το **εξωτερικό ερέθισμα**, το **αισθητήριο όργανο** που υποδέχεται το ερέθισμα, το **αισθητικό νεύρο** μέσω του οποίου μεταβιβάζεται το ερέθισμα, και το **ειδικό κέντρο στο φλοιό του εγκεφάλου**, όπου πραγματοποιείται η αντίληψη του ερεθίσματος.

Το δέρμα

Το δέρμα είναι το καλυπτήριο σύστημα του οργανισμού. Εξωτερικά παρουσιάζει **πόρους** (δηλαδή τα εκφορητικά στόμια των αδένων που περιέχει), **δερματικές θηλές** (δηλαδή μικρές προεξοχές που σχηματίζουν τις δερματικές ακρολοφίες, χαρακτηριστικές για κάθε άνθρωπο), καθώς και **πτυχές και αύλακες** (που δημιουργούνται λόγω της θέσης των υποκείμενων οργάνων ή των κινήσεων των μυών).

Οι στιβάδες του δέρματος είναι η **επιδερμίδα**, το **χόριο** και το **υποδερμάτιο πέταλο**. Η επιδερμίδα αποτελείται από την κερατίνη στιβάδα εξωτερικά και από τη βλαστική στιβάδα εσωτερικά. Το χόριο χωρίζεται από την επιδερμίδα με το βασικό υμένα και αποτελείται από συνδετικό ιστό, αγγεία και νεύρα. Το υποδερμάτιο πέταλο περιέχει το υποδόριο λίπος, αιμοφόρα και λεμφικά αγγεία, νεύρα και αισθητικές απολήξεις.

Τα εξαρτήματα του δέρματος είναι οι **τρίχες**, τα **νύχια** και οι **αδένες** του. Μέσα στο δέρμα υπάρχουν οι θύλακοι των τριχών που περιβάλλουν τις ρίζες των τελευταίων. Οι αδένες του δέρματος είναι οι **ιδρωτοποιοί**, οι **σμηγματογόνοι** και οι **οσμηγόνοι**.

Το δέρμα περιλαμβάνει ειδικούς υποδοχείς για την αντίληψη της αφής (**απτικά σημεία**), των μεταβολών της θερμοκρασίας (**σημεία θερμότητας και ψύχους**), του πόνου (**σημεία πόνου**, πρόκειται για τις αισθητικές απολήξεις των νεύρων) και της πίεσης (**υποδοχείς πίεσης**).

Επιπλέον, το δέρμα επιτελεί και άλλες λειτουργίες οι οποίες είναι: η **προστασία των εσωτερικών οργάνων** του σώματος από εξωτερικές επιδράσεις (μηχανικές επιδράσεις, είσοδος μικροβίων ή βλαβερών χημικών ουσιών ή ηλιακής ακτινοβολίας), η **ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος** (μέσω της συστολής ή της διαστολής των αγγείων του δέρματος), η **άδηλος αναπνοή** (δηλαδή η αποβολή διοξειδίου του άνθρακα και η πρόσληψη οξυγόνου), η **απέκκριση ιδρώτα** (που συμβάλλει στην αποβολή άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού από τον οργανισμό και στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος εμποδίζοντας επίσης την ανάπτυξη μικροβίων) και **σμήγματος** (που διατηρεί την ελαστικότητα των τριχών και του δέρματος), η **αποθήκευση λίπους και νερού** και η **παραγωγή βιταμίνης D**.

Η όσφρηση

Το αισθητήριο όργανο της όσφρησης είναι ο ρινικός βλεννογόνος που βρίσκεται μέσα στη ρινική κοιλότητα.

Η μύτη χρησιμεύει για την αναπνοή και για την όσφρηση και αποτελείται από την **έξω ρίνα** και την **έσω ρίνα** ή **ρινική κοιλότητα** μαζί με τους **παραρρινικούς κόλπους**. Η έξω ρίνα έχει σχήμα τρίπλευρης πυραμίδας και εμφανίζει τη ρίζα,

τη ράχη, την κορυφή ή ακρορρίνιο, τις δύο πλάγιες επιφάνειες που σχηματίζουν προς τα κάτω τα πτερύγια της μύτης, και την κάτω επιφάνεια ή βάση η οποία χωρίζεται από τον κίονα στους δύο μυκτήρες. Η έξω ρίνα στηρίζεται σ' έναν οστεοχόνδρινο σκελετό και καλύπτεται εξωτερικά από μύες και δέρμα και εσωτερικά από βλεννογόνο.

Η έξω ρίνα, δηλαδή η ρινική κοιλότητα, χωρίζεται με το ρινικό διάφραγμα στις δύο ρινικές θαλάμους και επικοινωνεί με τους παραρρινικούς κόλπους (γναθιαίο άντρο, μετωπιαίος κόλπος, πρόσθιος και οπίσθιος ηθμοειδείς κυψέλες και σphenοειδής κόλπος). Η ρινική κοιλότητα και οι παραρρινικοί κόλποι καλύπτονται εσωτερικά από τον **αναπνευστικό βλεννογόνο**. Ένα τμήμα όμως της ρινικής κοιλότητας καλύπτεται από διαφορετικής μορφής βλεννογόνο, τον **οσφρητικό βλεννογόνο**, ο οποίος περιέχει τα οσφρητικά κύτταρα με τα οσφρητικά τριχίδια. Οι οσμηρές ουσίες πρέπει να είναι πτητικές ώστε να διαλύονται μέσα στο υγρό που παράγεται από ειδικούς αδένες του οσφρητικού βλεννογόνου, ώστε να προκληθεί διέγερση των οσφρητικών κυττάρων. Αυτά υποδέχονται τα οσφρητικά ερεθίσματα, που μεταδίδονται μέσω των οσφρητικών νηματίων τους στο οσφρητικό νεύρο, και από εκεί στο οσφρητικό κέντρο του φλοιού του εγκεφάλου.

Η γεύση

Το αισθητήριο όργανο της γεύσης είναι οι γευστικοί κάλυκες που βρίσκονται στη **γλώσσα**, στα **παρίσθια**, στην **επιγλωττίδα** και στην **πρόσθια επιφάνεια της μαλακής υπερώας** (εκτός της σταφυλής).

Η γλώσσα χρησιμεύει για τον έναρθρο λόγο, για την κατάποση και για τη γεύση. Στην επιφάνειά της βρίσκονται οι **περιχαρακωμένες θηλές** (που σχηματίζουν το γευστικό λάμδα), οι **τριχοειδείς**, οι **μυκητοειδείς** και οι **φυλλοειδείς θηλές**. Από αυτές, οι περιχαρακωμένες και οι μυκητοειδείς θηλές περιέχουν τους γευστικούς κάλυκες, οι οποίοι αποτελούνται από ειδικά **γευστικά κύτταρα**. Οι ουσίες που εκλύουν γευστικά ερεθίσματα διαλύονται στη σίελο και διεγείρουν τα γευστικά κύτταρα. Η διέγερση αυτή μεταβιβάζεται μέσω των **γευστικών ινών** και των **εγκεφαλικών νεύρων** στο γευστικό κέντρο του φλοιού του εγκεφάλου, στο οποίο γίνεται αντιληπτή η αίσθηση της γεύσης.

Ο άνθρωπος διακρίνει τέσσερις βασικές γεύσεις: το **γλυκό**, το **πικρό**, το **όξινο** (ξινό) και το **αλμυρό**.

Η όραση

Το αισθητήριο όργανο της όρασης είναι ο αμφιβληστροειδής χιτώνας του οφθαλμού. Κάθε μάτι βρίσκεται μέσα σ' έναν οφθαλμικό κόγχο και αποτελείται από το **βοηθό** και το **οπτικό νεύρο**, τα **προασπιστικά** και **επικουρικά μόρια του βοηθού** και τους **μύες** που κινούν το βοηθό του οφθαλμού. Ο βοηθός είναι σφαιρικός και αποτελείται εξωτερικά από τρεις χιτώνες: τον **εξωτερικό ή ινώδη** (κερατοειδής μπροστά και **σκληρός** πίσω), το **μεσαίο αγγειώδη** (ακτινωτό σώμα και **ίριδα** μπροστά και **χοριοειδής** πίσω) και τον **εσωτερικό ή αμφιβληστροειδή** (που αποτελείται από το **μελάγχρουν επιθήλιο** εξωτερικά και τον **ιδίως αμφιβληστροειδή** εσωτερικά).

Ο ιδίως αμφιβληστροειδής χιτώνας αποτελείται από τα **οπτικά κύτταρα** (**κωνιοφόρα ή ραβδοφόρα**) που δέχονται τα οπτικά ερεθίσματα, τα **δίπολα κύτταρα**, που ενώνουν τα οπτικά με τα **γαγγλιακά κύτταρα**, και τα **γαγγλιακά κύτταρα**,

τα οποία ενώνονται και σχηματίζουν το οπτικό νεύρο. Ο **βυθός του οφθαλμού** είναι το τμήμα της εσωτερικής επιφάνειας του ιδίως αμφιβληστροειδούς χιτώνα που βρίσκεται απέναντι από την κόρη και όπου κατά τη διάρκεια της βυθοσκόπησης μπορεί κανείς να διακρίνει την **οπτική θηλή**, την **ωχρά κηλίδα** και τα **αγγεία του αμφιβληστροειδούς**.

Η ίριδα είναι το χρωματιστό τμήμα του ματιού, στο κέντρο του οποίου υπάρχει μια οπή, η **κόρη**, η οποία δίνει την εντύπωση ότι είναι μαύρη. Η κόρη μικραίνει (**μύση**), όταν πέφτει πολύ και έντονο φως στο μάτι, ενώ μεγαλώνει (**μυδρίαση**), όταν πέφτει λίγο ή αμυδρό φως σ' αυτό.

Πίσω από την ίριδα βρίσκεται ο **κρυσταλλοειδής φακός** και μεταξύ τους βρίσκεται το **υδατοειδές υγρό**. Πίσω από τον κρυσταλλοειδή φακό βρίσκεται το **υαλώδες σώμα**, μια πηκτή διαθλαστική ουσία που γεμίζει το βολβό του οφθαλμού.

Τα προασπιστικά και επικουρικά μέρη του βολβού είναι τα φρύδια, τα βλέφαρα, ο επιπεφυκότας, η δακρυϊκή συσκευή, η περιοφθαλμική περιτονία και το κοχλικό λίπος.

Τα οπτικά ερεθίσματα περνούν τον κερατοειδή χιτώνα, το υδατοειδές υγρό, την κόρη, το φακό και το υαλοειδές σώμα, και σχηματίζουν ανεστραμμένο το είδωλο του αντικειμένου που κοιτάζουμε πάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, ο οποίος διεγείρεται. Η διέγερση αυτή μεταβιβάζεται μέσω του οπτικού νεύρου στο οπτικό κέντρο του φλοιού του εγκεφάλου, όπου το είδωλο αναστρέφεται και πάλι και δημιουργείται η οπτική εντύπωση. Τα κωνιοφόρα οπτικά κύτταρα χρησιμεύουν για να βλέπουμε στο δυνατό φως και για να διακρίνουμε τα χρώματα, ενώ τα ραβδοφόρα οπτικά κύτταρα χρησιμεύουν για να βλέπουμε στο αδύνατο φως.

Αντιλαμβανόμαστε την κίνηση επειδή η εντύπωση της εικόνας στον αμφιβληστροειδή παραμένει για πολύ μικρό χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του οποίου σχηματίζεται η επόμενη εικόνα. Έτσι οι δύο εικόνες συγχωνεύονται. Η τρισδιάστατη όραση οφείλεται στη συγχώνευση των δύο ελαφρώς διαφορετικών εικόνων που προέρχονται από κάθε μάτι στο οπτικό κέντρο του εγκεφάλου. Η προσαρμογή της όρασης πραγματοποιείται με τη μεταβολή της κυρτότητας του κρυσταλλοειδούς φακού και μας δίνει τη δυνατότητα να βλέπουμε καθαρά και κοντά και μακριά.

Η ακοή

Το αισθητήριο όργανο της ακοής είναι το αυτί, το οποίο αποτελείται από το έξω ουσ, το μέσο ουσ και το έσω ουσ.

Το **έξω ουσ** αποτελείται από το **περύγιο** του ωτός, τον **έξω ακουστικό πόρο** και την **τυμπανική μεμβράνη**. Το **μέσο ουσ** είναι μια κοιλότητα στο κροταφικό οστό, όπου βρίσκεται η **αλυσίδα των ακουστικών οσπαρίων**, δηλαδή η σφύρα, ο άκμονας και ο αναβολέας. Το **έσω ουσ** περιέχει τον οστέινο λαβύρινθο, ο οποίος επαλείφεται από τον υμενώδη λαβύρινθο και αποτελείται από την **αίθουσα**, τον **κοχλία** και τους **τρεις ημικύκλιους σωλήνες**, ενώ περιέχει και ένα υγρό, την **έσω λέμφο**.

Το περύγιο του ωτός υποδέχεται τα ηχητικά κύματα, τα οποία εισχωρούν στο αυτί μέσω του έξω ακουστικού πόρου και φθάνουν στον τυμπανικό υμένα. Το τύμπανο αρχίζει να πάλλεται και οι δονήσεις αυτές μεταδίδονται μέσω των ακουστικών οσπαρίων και της ωοειδούς θυρίδας στο έσω ουσ. Εκεί προκαλείται μετατόπιση της έσω λέμφου και διέγερση των ακουστικών κυττάρων. Η διέγερση αυτή μεταφέρεται μέσω του κοχλιακού νεύρου στο φλοιό του εγκεφάλου, όπου μετατρέπεται σε ακουστική αίσθηση.

Ερωτήσεις

1. Ποια είναι τα αισθητήρια όργανα και ποια αίσθηση αντιλαμβάνεται το καθένα απ' αυτά;
2. Ποια είναι τα απαραίτητα στοιχεία για να αντιληφθούμε μια αίσθηση;
3. Τι είναι η ψευδαίσθηση και τι η παραίσθηση;
4. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται το χρώμα του δέρματος;
5. Ποια στοιχεία παρουσιάζει η εξωτερική επιφάνεια του δέρματος;
6. Τι είναι τα δακτυλικά αποτυπώματα και ποια η χρησιμότητά τους;
7. Ποιες είναι οι στιβάδες του δέρματος;
8. Πού οφείλεται η ρυτίδωση του δέρματος με την πάροδο της ηλικίας;
9. Ποια είναι τα εξαρτήματα του δέρματος;
10. Πού οφείλεται το χρώμα των τριχών;
11. Ποιοι είναι οι αδένες του δέρματος;
12. Ποια είναι η χρησιμότητα του ιδρώτα;
13. Ποιες είναι οι λειτουργίες του δέρματος;
14. Πώς πραγματοποιείται η λειτουργία της αφής;
15. Τι είναι η άδηλος αναπνοή;
16. Ποιες είναι οι λειτουργίες της μύτης;

17. Από ποια κύρια τμήματα αποτελείται η μύτη;
18. Ποιες είναι οι μορφές βληννογόνου που επαλείφουν εσωτερικά τη ρινική κοιλότητα;
19. Πού βρίσκεται ο οσφρητικός βληννογόνος; Ποια είναι η αποστολή του;
20. Πώς πραγματοποιείται η λειτουργία της όσφρησης;
21. Τι είναι οι γευστικοί κάλυκες, πού βρίσκονται και από τι αποτελούνται;
22. Τι είναι οι θηλές της γλώσσας και πόσων ειδών θηλές υπάρχουν;
23. Πώς πραγματοποιείται η λειτουργία της γεύσης; Ποιες βασικές γεύσεις διακρίνει ο άνθρωπος;
24. Από ποια μέρη αποτελείται κάθε μάτι;
25. Ποιοι είναι οι χιτώνες του βοήθου του οφθαλμού;
26. Τι είναι η μύση και τι η μυδρίαση;
27. Ποια νευρικά κύτταρα βρίσκονται στον ιδίως αμφιβληστροειδή χιτώνα;
28. Σε τι χρησιμεύουν τα ραβδία και σε τι τα κωνία;
29. Τι είναι η νυκταλωπία;
30. Τι είναι η βυθοσκόπηση και τι βλέπουμε κατά τη διάρκεια αυτής της εξέτασης;
31. Ποιο είναι το περιεχόμενο του βοήθου του οφθαλμού;
32. Τι είναι το γλαύκωμα και σε τι οφείλεται;
33. Ποια είναι τα προασπιστικά και επικουρικά μόρια του βοήθου του οφθαλμού;
34. Τι είναι ο επιπεφυκότας, πού βρίσκεται και σε ποια τμήματα χωρίζεται;
35. Από τι αποτελείται η δακρυϊκή συσκευή;
36. Πώς πραγματοποιείται η λειτουργία της όρασης;
37. Πώς αντιλαμβανόμαστε την κίνηση;
38. Πού οφείλεται η τρισδιάστατη όραση;
39. Τι είναι η προσαρμογή της όρασης και πώς πραγματοποιείται;
40. Ποιες είναι οι δύο κυριότερες διαταραχές της όρασης;

41. Ποια είναι τα τρία κύρια τμήματα του αυτιού;
42. Από τι αποτελείται το έξω ους;
43. Με ποιο εργαλείο μπορούμε να εξετάσουμε το τύμπανο του αυτιού; Ποια στοιχεία διακρίνονται σ' αυτό;
44. Πού βρίσκεται και από τι αποτελείται το μέσο ους;
45. Ποια είναι τα ακουστικά οστάρια;
46. Ποια είναι η πίεση που ασκείται στις δύο επιφάνειες του τυμπάνου και γιατί;
47. Από τι αποτελείται το έσω ους;
48. Πώς πραγματοποιείται η λειτουργία της ακοής;

10

κεφάλαιο

Οι νεφροί

και τα υγρά του
σώματος

- I. Η ανατομία του ουροποιητικού συστήματος
- II. Οι νεφροί και τα υγρά του σώματος

Οι νεφροί και τα υγρά του σώματος

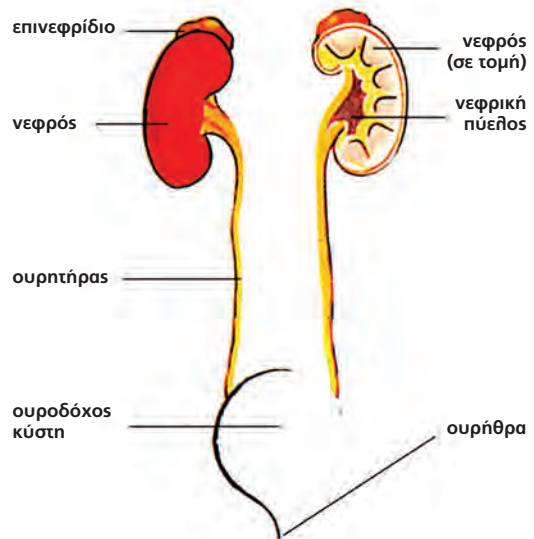
Ι. Η ανατομία του ουροποιητικού συστήματος

Το ουροποιητικό σύστημα (Εικ. 10.1) διακρίνεται σε δύο τμήματα, το εκκριτικό και το αποχετευτικό.

Το **εκκριτικό τμήμα** αποτελείται από τους δύο νεφρούς.

Το **αποχετευτικό τμήμα** αποτελείται από:

- α) τους νεφρικούς κάλυκες,
- β) τις δύο νεφρικές πυέλους,
- γ) τους ουρητήρες,
- δ) την ουροδόχο κύστη και
- ε) την ουρήθρα.



Εικόνα 10.1 Το ουροποιητικό σύστημα και τα επινεφρίδια.

α. Οι νεφροί

Θέση των νεφρών

Οι δύο νεφροί βρίσκονται στον οπισθοπεριτοναϊκό χώρο, δεξιά και αριστερά από την οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, στο ύψος του 12ου θωρακικού έως το ύψος του 3ου οσφυϊκού σπονδύλου. Κάθε νεφρός ζυγίζει περίπου 150 γραμμάρια. Ο δεξιός νεφρός βρίσκεται λίγο πιο χαμηλά από τον αριστερό, επειδή βρίσκεται κάτω από το δεξιό λοβό του ήπατος.

Η θέση των νεφρών επηρεάζεται από τη στάση του ατόμου και από τις αναπνευστικές κινήσεις. Κατά την ορθοστασία και τη βαθιά εισπνοή, οι νεφροί μετατοπίζονται προς τα κάτω.

Από κάθε νεφρό ξεκινάει ένας ουρητήρας που πορεύεται προς τα κάτω και προς το κέντρο. Οι δύο ουρητήρες εκβάλλουν στην ουροδόχο κύστη, από την οποία ξεκινάει η ουρήθρα.

Η αποστολή του ουροποιητικού συστήματος είναι η απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού, των αλάτων και των προϊόντων του μεταβολισμού από τον οργανισμό μέσω των ούρων.

Μέγεθος και σχήμα των νεφρών

Ο νεφρός έχει μήκος 10-12 εκατοστών περίπου, πλάτος 5 - 6 εκατοστών και πάχος 2,5 - 3 εκατοστών. Πολλές φορές ο αριστερός νεφρός έχει λίγο μεγαλύτερο μήκος από το δεξιό. Το σχήμα κάθε νεφρού μοιάζει με φασόλι.

Σε ορισμένα άτομα ο αριστερός νεφρός έχει τριγωνικό (κατά προσέγγιση) ή άλλο σχήμα. Οι παραλλαγές του σχήματος των νεφρών δεν έχουν κλινική σημασία.

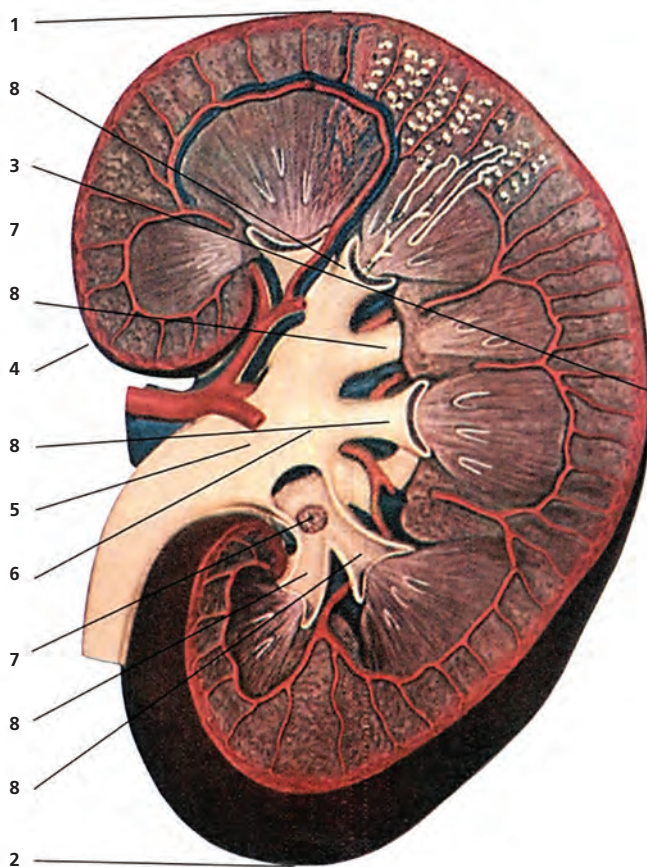
Μακροσκοπική ανατομική των νεφρών

Κάθε νεφρός (Εικ. 10.2) παρουσιάζει *πρόσθια* και *οπίσθια* επιφάνεια, *έσω* και *έξω χείλος*, καθώς και *άνω* και *κάτω πόλο*.

Η *πρόσθια επιφάνεια* είναι υπόκυρτη και καλύπτεται από το περιτόναιο. Η *οπίσθια επιφάνεια* είναι επίπεδη, δεν καλύπτεται από το περιτόναιο και ακουμπά στο οπίσθιο κοιλιακό τοίχωμα.

Το *έξω χείλος* είναι κυρτό, ενώ το *έσω χείλος* είναι κοίλο και παρουσιάζει μια εντομή, τη *νεφρική πύλη*. Από τη νεφρική πύλη εισέρχονται η νεφρική αρτηρία και τα νεύρα και εξέρχονται η νεφρική φλέβα και η νεφρική πύελος. Η νεφρική πύλη οδηγεί σ' ένα χώρο μέσα στο νεφρό που λέγεται *νεφρική κοιλία* και έχει βάθος 2,5 εκατοστών περίπου. Η νεφρική κοιλία περιλαμβάνει τη *νεφρική πύελο*, τους *νεφρικούς κάλυκες*, τα *νεφρικά αγγεία* και *νεύρα*, καθώς και *λίπος*.

Ο *άνω πόλος* καλύπτεται από το σύστοιχο επινεφρίδιο, ενώ ο *κάτω πόλος* είναι πιο λεπτός και απολήγει ελεύθερα. Η θέση των νεφρών δεν είναι παράλληλη με τη σπονδυλική στήλη. Οι άνω πόλοι των νεφρών συγκλίνουν, ενώ οι κάτω αποκλίνουν από τη μέση γραμμή.



Εικόνα 10.2 Ο νεφρός. 1. άνω πόλος, 2. κάτω πόλος, 5. έξω χείλος, 4. έσω χείλος, 5. πύλη νεφρού, 6. νεφρική πύελος, 7. μείζονες κάλυκες, 8. ελάσσονες κάλυκες.

Τα περιβλήματα των νεφρών

Τα περιβλήματα του νεφρού βοηθούν στη συγκράτησή του στη θέση του. Στη στήριξη του νεφρού συμμετέχουν επίσης τα παρακείμενα σπλάχνα καθώς και τα αγγεία του. Οι νεφροί περιβάλλονται από έξω προς τα μέσα από:

- α) το περιτόναιο (μόνο στην πρόσθια επιφάνεια),
- β) τη νεφρική περιτονία,
- γ) τη λιπώδη κάψα που ονομάζεται και περινεφρικό λίπος και
- δ) τον ινώδη χιτώνα.

Το **περιτόναιο** καλύπτει τους νεφρούς μόνο από μπροστά. Ο δεξιός νεφρός καλύπτεται από αυτό κατά τα δύο άνω τριτημόριά του, ενώ ο αριστερός καλύπτεται κατά το άνω τεταρτημόριό του.

- Το υπόλοιπο τμήμα της πρόσθιας επιφάνειας καλύπτεται από άλλα όργανα. Συγκεκριμένα:
- 1. Ο δεξιός νεφρός σχετίζεται με:
 - α) την κατιούσα μοίρα του δωδεκαδακτύλου και
 - β) τη δεξιά κοιλική καμπή.
- 2. Ο αριστερός νεφρός σχετίζεται με:
 - α) το πάγκρεας και
 - β) την αριστερή κοιλική καμπή.

Η **νεφρική περιτονία** είναι μια πάχυνση του υποπεριτοναϊκού ιστού που αποτελείται από αραιό ινώδη ιστό ο οποίος περιβάλλει την πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια του νεφρού και του επινεφριδίου σαν θήκη.

Η **λιπώδης κάψα (περινεφρικό λίπος)** αποτελείται από πολύ μαλακό λίπος που παρεμβάλλεται ανάμεσα στη νεφρική περιτονία και τον ινώδη χιτώνα του νεφρού. Το περινεφρικό λίπος υπάρχει σε μικρότερη ποσότητα στην πρόσθια επιφάνεια του νεφρού.

- Το περινεφρικό λίπος δεν πρέπει να συγχέεται με το **παρνεφρικό λίπος**, το οποίο βρίσκεται πίσω από τη νεφρική περιτονία, ανάμεσα σ' αυτήν και τον τετράγωνο οσφυϊκό και το μείζονα ψοίτη μυ.
- Επειδή το περινεφρικό λίπος έχει χαμηλότερη πυκνότητα από το νεφρικό παρέγχυμα, είναι ορατό το περίγραμμα του νεφρού σε μια ακτινογραφία. Το ίδιο ισχύει και για την αξονική και μαγνητική τομογραφία.

Ο **ινώδης χιτώνας** περιβάλλει το νεφρό από παντού και συνδέεται χαλαρά με το νεφρικό παρέγχυμα, από το οποίο μπορεί ν' αποκολληθεί εύκολα, με εξαίρεση τις παθολογικές καταστάσεις.

Οι σχέσεις των νεφρών με τα γειτονικά όργανα

1. Πρόσθια επιφάνεια δεξιού νεφρού. Μπροστά από το δεξιό νεφρό βρίσκονται από πάνω προς τα κάτω:
 - α) τμήμα της κάτω επιφάνειας του ήπατος (τα δύο όργανα χωρίζονται μεταξύ τους με το ηπατονεφρικό κώληπωμα),
 - β) η κατιούσα μοίρα του δωδεκαδακτύλου, μέρος του λεπτού εντέρου και η δεξιά κοιλική καμπή (μεταξύ αυτών και του δεξιού νεφρού βρίσκεται τμήμα του περιτοναίου).
2. Πρόσθια επιφάνεια αριστερού νεφρού. Μπροστά από τον αριστερό νεφρό βρίσκονται από πάνω προς τα κάτω:
 - α) το στομάχι και ο σπλήνας,
 - β) το πάγκρεας,
 - γ) η νήστιδα και η αριστερή κοιλική καμπή.
3. Οπίσθια επιφάνεια κάθε νεφρού. Η οπίσθια επιφάνεια του νεφρού έρχεται σε σχέση με την 11η - 12η πλευρά, με την οποία διαιρείται σε άνω και κάτω μοίρα.
 - α) Η άνω μοίρα ακουμπά στο διάφραγμα, με το οποίο χωρίζεται από τον υπεζωκότα και το θωρακικό τοίχωμα.
 - β) Η κάτω μοίρα ακουμπά σε μύες του οπίσθιου κοιλιακού τοιχώματος και συγκεκριμένα στο μείζονα ψοίτη, τον τετράγωνο οσφυϊκό και τον εγκάρσιο κοιλιακό μυ, από τους οποίους χωρίζεται με το παρανεφρικό λίπος.
4. Έξω χείλος δεξιού νεφρού: αυτό συνορεύει με το ήπαρ.
5. Έξω χείλος αριστερού νεφρού: αυτό συνορεύει με το σπλήνα και την αρχή του κατιόντος κόλπου.
6. Έσω χείλος δεξιού νεφρού: αυτό σχετίζεται με την κατιούσα μοίρα του δωδεκαδακτύλου.
7. Έσω χείλος αριστερού νεφρού: αυτό σχετίζεται με τη νηστιδοδωδεκαδακτυλική καμπή.
8. Ο άνω πόλος κάθε νεφρού καλύπτεται από το αντίστοιχο επινεφρίδιο. Ο νεφρός χωρίζεται από το επινεφρίδιο με τη νεφρική περιτονία. Γι' αυτό το λόγο ο νεφρός μπορεί ν' αφαιρεθεί χειρουργικά χωρίς να τραυματιστεί το επινεφρίδιο και αντιστρόφως.
9. Ο κάτω πόλος κάθε νεφρού είναι ελεύθερος και φθάνει μέχρι πάνω από τη λαγόνια ακροδοφία, όπου μπορεί να ψηλαφηθεί από τον εξετάζοντα, κατά τη βαθιά εισπνοή, ιδίως σε αδύνατα άτομα.

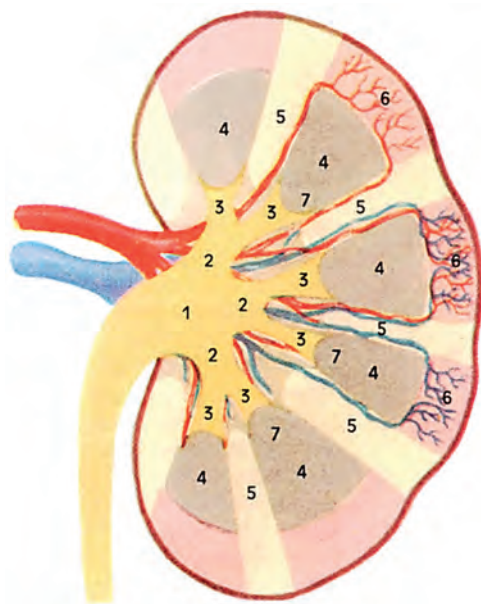
Μικροσκοπική ανατομική των νεφρών

Το εσωτερικό του νεφρού αποτελείται από δύο ειδών ουσίες, τη *φλοιώδη* εξωτερικά και τη *μυελώδη* εσωτερικά (Εικ. 10.3).

Η *φλοιώδης ουσία* είναι καστανοκόκκινη και κοκκώδης και περιβάλλει εξωτερικά τη μυελώδη ουσία. Από τη φλοιώδη ουσία ξεκινούν προσεκβολές που ονομάζονται *νεφρικοί στύλοι* και εισέρχονται στη μυελώδη ουσία.

Η μυελώδης ουσία είναι ωχρή και γραμμωτή και χωρίζεται σε 8 έως 18 κωνοειδείς περιοχές που ονομάζονται

Εικόνα 10.3 Το εσωτερικό του νεφρού. 1. νεφρική πύλη, 2. μείζονες κάλυκες, 3. ελάσσονες κάλυκες, 4. νεφρικές πυραμίδες, 5. νεφρικοί στύλοι, 6. φλοιώδης ουσία, 7. νεφρικές θηλές.

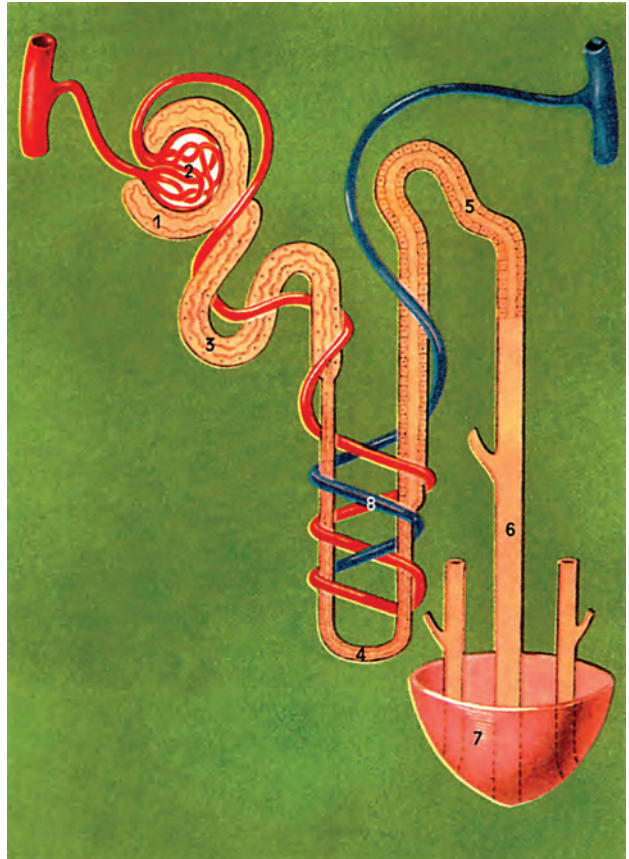


νεφρικές πυραμίδες. Η βάση κάθε νεφρικής πυραμίδας βρίσκεται προς τη φλοιώδη ουσία, ενώ η κορυφή κατευθύνεται προς τη νεφρική κοιλία. Από τη βάση κάθε πυραμίδας ξεκινούν επίσης λεπτές προσεκβολές που ονομάζονται *μυελώδεις ακτίνες* και οι οποίες μπαίνουν μέσα στη φλοιώδη ουσία. Η κορυφή κάθε νεφρικής πυραμίδας ονομάζεται *θηλή*. Πάνω σε κάθε θηλή υπάρχουν 12 έως 30 οπές (οι οποίες όλες μαζί ονομάζονται *νημοειδής άλω*), στις οποίες καταλήγουν τα ουροφόρα σωληνάρια. Κάθε θηλή περιβάλλεται από έναν ελάσσονα κάλυκα. Έτσι, τα ούρα που παράγονται μέσα στο νεφρό οδηγούνται από τα ουροφόρα σωληνάρια, μέσω των θηλών των νεφρικών πυραμίδων, στους ελάσσονες κάλικες.

Όπως μπορεί κανείς εύκολα να καταλάβει, η φλοιώδης και μυελώδης ουσία δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, αλλά συνεχονται μεταξύ τους μέσω των νεφρικών στύλων της φλοιώδους ουσίας και μέσω των μυελωδών ακτινών της μυελώδους ουσίας.

Οι δύο αυτές ουσίες περιλαμβάνουν τα **ουροφόρα σωληνάρια**. Κάθε ουροφόρο σωληνάριο αρχίζει από τη φλοιώδη ουσία και καταλήγει στη θηλή της νεφρικής πυραμίδας, ενώ χωρίζεται στα εξής μέρη (Εικ. 10.4):

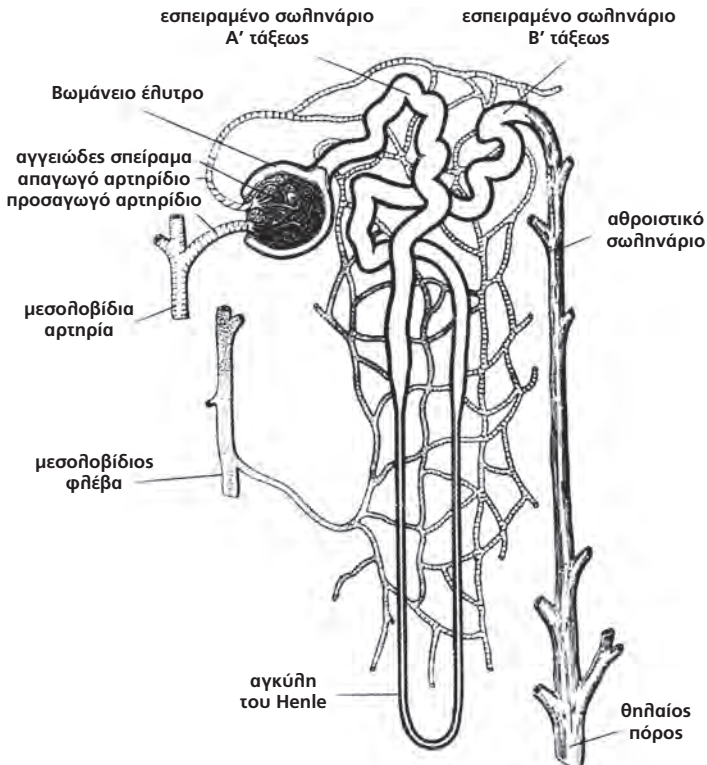
- α) το **έλυτρο του Bowman**, δηλαδή το πρώτο τμήμα του ουροφόρου σωληναρίου, στο οποίο μαζεύεται το πρό-ουρο. Το έλυτρο του Bowman έρχεται σε στενή επαφή με το αγγειώδες σπείραμα, που αποτελείται από το προσαγωγό αρτηρίδιο, τα τριχοειδή αγγεία και το απαγωγό αρτηρίδιο. Τα δύο αυτά στοιχεία μαζί, δηλαδή το έλυτρο του Bowman και το *αγγειώδες σπείραμα*, αποτελούν ένα νεφρικό σωματίο.
- β) το **εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο** που αποτελεί τη συνέχεια του ελύτρου του Bowman μέσα στη φλοιώδη ουσία και συνεχίζει την πορεία του μέσα στη μυελώδη ακτίνα.
- γ) το **αγκυλωτό σωληνάριο** που ονομάζεται και **αγκύλη του Henle**, το οποίο αποτελεί τη συνέχεια του εσπειραμένου σωληναρίου και πορεύεται μέσα στη μυελώδη ουσία.
- δ) το **εμβόλιμο ή άπω εσπειραμένο σωληνάριο** που αποτελεί τη συνέχεια του αγκυλωτού σωληναρίου.
- ε) το **αθροιστικό σωληνάριο** που αποτελεί τη συνέχεια του εμβόλιμου σωληναρίου και



Εικόνα 10.4 Ουροφόρο σωληνάριο. 1. έλυτρο του Bowman, 2. αγγειώδες σπείραμα, 3. εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο, 4. αγκύλη του Henle, 5. άπω εσπειραμένο σωληνάριο, 6. αθροιστικό σωληνάριο, 7. θηλή νεφρικής πυραμίδας, 8. δίκτυο τριχοειδών.

καταλήγει στην ηθμοειδή άλω της θηλής της νεφρικής πυραμίδας.

Το νεφρικό σωματίο μαζί με το εγγύς εσπειραμένο, το αγκυλωτό και το εμβόλιμο σωληνάριο χρησιμεύουν για την απέκκριση των ούρων και αποτελούν την ανατομική και λειτουργική μονάδα του νεφρού, που ονομάζεται **νεφρώνας**. Τα αθροιστικά σωληνάρια, από την άλλη μεριά, χρησιμεύουν για την αποχέτευση των ούρων (Εικ. 10.5).



Εικόνα 10.5 Ο νεφρώνας.

Τα αγγεία και τα νεύρα των νεφρών

Κάθε νεφρός εφοδιάζεται με αίμα από τη **νεφρική αρτηρία**, η οποία προέρχεται από την **κοιλιακή αορτή**. Μέσα στο νεφρό, η νεφρική αρτηρία διαιρείται σε όλο και μικρότερους κλάδους. Οι πιο μικροί απ' αυτούς ονομάζονται **προσαγωγά αρτηρίδια** (επειδή φέρουν - προσάγουν- το αίμα στο έλυτρο του Bowman). Τα προσαγωγά αρτηρίδια διαχωρίζονται στα τριχοειδή του **αγγειώδους σπειράματος**, από τα οποία αρχίζουν τα **απαγωγά αρτηρίδια**, που απάγουν (δηλαδή οδηγούν προς τα έξω) το αίμα από το σπείραμα. Το αρτηριακό αίμα που φθάνει στο αγγειώδες σπείραμα διηθείται ώστε το νερό και άλλες ουσίες που περιέχει να περάσουν στο έλυτρο του Bowman και στα υπόλοιπα τμήματα του ουροφόρου σωληναρίου. Επομένως, στο τριχοειδές του νεφρικού σωματίου δεν πραγματοποιείται η κανονική ανταλλαγή των αερίων (δηλαδή απόθεση οξυγόνου και παραλαβή διοξειδίου του άνθρακα) και έτσι το αίμα που φεύγει από αυτά μέσω του απαγωγού αρτηριδίου εξακολουθεί να είναι αρτηριακό. Τα απαγωγά αρτηρίδια διαιρούνται και πάλι σε δεύτερο δίκτυο τριχοειδών, όπου πραγματοποιείται η ανταλλαγή των αερίων ανάμεσα στο αίμα και στο νεφρικό ιστό, και από το οποίο αρχίζουν οι φλέβες, οι οποίες ενώνονται σε όλο και μεγαλύτερους κλάδους και σχηματίζουν τη **νεφρική φλέβα**, που οδηγεί το φλεβικό αίμα έξω από το νεφρό και εκβάλλει στην κάτω κοίλη φλέβα.

Τα νεύρα των νεφρών προέρχονται από το νεφρικό πλέγμα και σχηματίζονται από κλάδους του συμπαθητικού και του πνευμονογαστρικού.

β. Οι νεφρικοί κάλυκες και η νεφρική πύελος

Οι **νεφρικοί κάλυκες** διακρίνονται σε *ελάσσονες* και *μείζονες*. Οι *ελάσσονες κάλυκες* είναι εννέα (συνήθως) ινομυώδεις σωλήνες. Η μια τους άκρη περιβάλλει σαν κύπελλο τις θηλές μιας έως τριών νεφρικών πυραμίδων, ενώ η άλλη τους άκρη ενώνεται με διπλανούς ελάσσονες κάλυκες, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται οι μείζονες κάλυκες. Οι **μείζονες κάλυκες** είναι επίσης ινομυώδεις σωλήνες. Οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν δύο μείζονες κάλυκες, τον *άνω* και τον *κάτω*. Ορισμένοι όμως έχουν τρεις: τον άνω, το *μέσο* και τον κάτω μείζονα κάλυκα. Οι μείζονες κάλυκες καταλήγουν στη νεφρική πύελο (βλ. Εικ. 10.3).

Η **νεφρική πύελος** μοιάζει με χωνί, του οποίου η βάση υποδέχεται τους μείζονες κάλυκες, ενώ η κορυφή μεταπίπτει στον ουρητήρα. Η σύσταση της νεφρικής πύελου είναι η ίδια μ' αυτήν των νεφρικών καλύκων, δηλαδή εξωτερικά αποτελείται από ίνες και από λεία μυϊκά κύτταρα, ενώ εσωτερικά καλύπτεται από βλεννογόνο. Η νεφρική πύελος έχει δύο τμήματα:

- α) το **ενδονεφρικό** τμήμα, δηλαδή αυτό που βρίσκεται μέσα στο νεφρό και
- β) το **εξωνεφρικό** τμήμα, δηλαδή αυτό που βρίσκεται έξω από το νεφρό.

Η πυελογραφία είναι η απεικόνιση της νεφρικής πύελου, του ουρητήρα και της ουροδόχου κύστης, η οποία είναι δυνατή μετά από ενδοφλέβια χορήγηση σκιαγραφικής ουσίας που «χρωματίζει» τα ούρα με τέτοιο τρόπο, ώστε να φαίνονται σε μια ακτινογραφία.

γ. Οι ουρητήρες

Οι **ουρητήρες** είναι δύο ινομυώδεις σωλήνες με παχύ τοίχωμα και στενό αυλό, οι οποίοι μεταφέρουν τα ούρα από τους νεφρούς (συγκεκριμένα από την κορυφή της νεφρικής πύελου) στην ουροδόχο κύστη. Εισέρχονται στο οπίσθιο τμήμα της ουροδόχου κύστης με λοξή κατεύθυνση, έτσι ώστε το στόμιο που σχηματίζεται να είναι *σχισμοειδές*. Καθώς τα ούρα περνούν μέσα από τους ουρητήρες, το τοίχωμά τους διατρέχεται από περισταλτικά κύματα. Οι ουρητήρες έχουν μήκος από 28 έως 29 εκατοστά στις γυναίκες και από 29 έως 30 εκατοστά στους άνδρες. Κάθε ουρητήρας έχει τρεις μοίρες:

- α) την κοιλιακή,
- β) την πυελική και
- γ) την ενδοκυστική μοίρα.

δ. Η ουροδόχος κύστη

Η **ουροδόχος κύστη** βρίσκεται μέσα στην ελάσσονα πύελο και είναι μια κοίλη, μυώδης «δεξαμενή» που χρησιμεύει τόσο για τη συλλογή των ούρων που φθάνουν σ' αυτήν μέσω των ουρητήρων, όσο και για την εξώθηση των ούρων προς την ουρήθρα.

Θέση

Στη γυναίκα, η ουροδόχος κύστη βρίσκεται μεταξύ της *ηβικής σύμφυσης* και της *μήτρας*, πάνω από το *περίνεο* και κάτω από τις *εντερικές έλικες*. Στον άνδρα, βρίσκεται μεταξύ της *ηβικής σύμφυσης* και του *απευθυσμένου*, πάνω από τον *προστάτη* και κάτω από τις *εντερικές έλικες*.

Σχήμα

Το σχήμα της ουροδόχου κύστης δεν είναι σταθερό και εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- α) από το αν είναι άδεια ή γεμάτη, δηλαδή από τον όγκο των ούρων που περιέχει. Όταν είναι γεμάτη είναι ωοειδής, ενώ όταν είναι άδεια έχει σχήμα τριγώνου πετάλου.
- β) από την κατάσταση των παρακείμενων οργάνων. Για παράδειγμα, σε μια έγκυο γυναίκα, η ουροδόχος κύστη πιέζεται από τη διογκωμένη μήτρα προς τα εμπρός, και έτσι το σχήμα της παραμορφώνεται.
- γ) από την ηλικία.

Μακροσκοπική ανατομική

Η ουροδόχος κύστη έχει **δύο επιφάνειες**, την *πρόσθια* και την *οπίσθια*, και **δύο πλάγια χείλη**, το *δεξιό* και το *αριστερό*. Χωρίζεται επίσης σε τρία μέρη, την *κορυφή* προς τα πάνω, το *σώμα* στη μέση και τον *πυθμένα* προς τα κάτω. Το όριο μεταξύ του σώματος και του πυθμένα της κύστης είναι μια φανταστική γραμμή που ενώνει τα δύο σημεία εισόδου των ουρητήρων σ' αυτήν.

Στους περισσότερους ανθρώπους, όταν στην ουροδόχο κύστη μαζευτούν 200 έως 300 περίπου γραμμάρια ούρων -και πάντως πριν γεμίσει εντελώς- προκαλείται αίσθημα έπειξης προς ούρηση, δηλαδή αισθάνονται την ανάγκη να ουρήσουν. Στην πραγματικότητα, η έπειξη προς ούρηση εξαρτάται από την πίεση που ασκείται από τα ούρα στα τοιχώματα της ουροδόχου κύστης. Εάν τότε η ουροδόχος κύστη δεν αδειάσει, τα τοιχώματά της διατείνονται (δηλαδή τεντώνονται), έτσι ώστε να περιοριστεί η εσωτερική πίεση από τα ούρα. Η επιθυμία για ούρηση σταματά προσωρινά, αλλά εμφανίζεται και πάλι ύστερα από ορισμένο χρονικό διάστημα, όταν το περιεχόμενο της κύστης αυξηθεί περισσότερο.

Τα τοιχώματα της ουροδόχου κύστης διατείνονται περισσότερο στη γυναίκα παρά στον άνδρα. Γι' αυτό το λόγο η συχνότητα ούρησης στη γυναίκα είναι μικρότερη, ενώ η δυνατότητα να καθυστερεί την ούρηση μεγαλύτερη.

Η μεγάλη ελαστικότητα της ουροδόχου κύστης οφείλεται στην κατασκευή των τοιχωμάτων της, τα οποία αποτελούνται από μέσα προς τα έξω από δύο στρώματα:

- α) το *βλεννογόνο*, ο οποίος καλύπτει την εσωτερική επιφάνεια και βρίσκεται σε άμεση επαφή με τα ούρα. Όταν η κύστη είναι άδεια, ο βλεννογόνος της εμφανίζει πολλές πτυχές, οι οποίες όμως εξαφανίζονται όταν η κύστη γεμίζει.
- β) το *μυϊκό χιτώνα*, ο οποίος αποτελείται από τρία στρώματα λείων μυϊκών κυττάρων που διαστανώνονται προς διάφορες κατευθύνσεις, σχηματίζοντας ένα μυϊκό πλέγμα το οποίο επιτρέπει στην κύστη να διατείνεται όταν γεμίζει και να χαλαρώνει όταν αδειάζει.

Στο εσωτερικό της ουροδόχου κύστης υπάρχουν τρία στόμια: τα δύο είναι τα *σχισμοειδή στόμια* των δύο ουρητήρων και το τρίτο είναι το *στόμιο της ουρήθρας*.

Τα τρία αυτά στόμια σχηματίζουν το **κυστικό τρίγωνο**, που έχει το χαρακτηριστικό ότι δε διατείνεται, αντίθετα με την υπόλοιπη κύστη.

Όπως προαναφέρθηκε, οι ουρητήρες εκβάλλουν λοξά στην ουροδόχο κύστη, έτσι ώστε η πίεση που ασκείται από τα ούρα στο τοίχωμα της κύστης να μεταφέρεται και στους ουρητήρες. Μ' αυτόν τον τρόπο, τα ούρα εμποδίζονται να επιστρέψουν στους νεφρούς όταν η κύστη είναι γεμάτη.

Στο κατώτερο τμήμα του πυθμένα της κύστης βρίσκεται το εσωτερικό στόμιο της ουρήθρας. Γύρω από το στόμιο της ουρήθρας βρίσκεται ένας μυϊκός δακτύλιος, που ονομάζεται *έσω σφιγκτήρας της ουρήθρας*. Αυτός ο σφιγκτήρας, όταν συσπάται, εμποδίζει τη συνεχή ροή των ούρων προς τα κάτω και έξω. Αντίθετα, όταν ο έσω σφιγκτήρας χαλαρώνει κατά την ούρηση, είναι δυνατή η διόδος των ούρων. Ο έσω σφιγκτήρας υποβοηθάται από τον *έξω σφιγκτήρα*, ο οποίος περιβάλλει την ουρήθρα.

ε. Η ουρήθρα

Η **ουρήθρα** είναι ο σωλήνας που οδηγεί τα ούρα από την ουροδόχο κύστη προς τα έξω. Η ανατομία της ουρήθρας είναι διαφορετική στη γυναίκα σε σχέση με τον άνδρα. Η γυναικεία ουρήθρα έχει μήκος 3 έως 4 εκατοστών, ενώ η ανδρική ουρήθρα έχει μήκος 18 έως 20 εκατοστών.

Στη **γυναίκα** η ουρήθρα, μετά την έξοδό της από την κύστη, εκβάλλει με το έξω στόμιο της στον *πρόδρομο του κολλεού*, κάτω από την κλειτορίδα. Στον **άνδρα** η ουρήθρα, μετά την έξοδό της από την κύστη, περνά από τον προστάτη (*προστατική μοίρα* ουρήθρας), όπου δέχεται τις εκβολές των εκσπερματιστικών πόρων, έπειτα περνάει από το πυελικό έδαφος και εισέρχεται στο πέος, όπου περιβάλλεται από τα σπραγγώδη σώματα (*σπραγγώδης μοίρα* ουρήθρας). Τελικά εκβάλλει με το έξω στόμιο της στην κορυφή της βαλάνου του πέους.

Το τοίχωμα της ουρήθρας αποτελείται εσωτερικά από βλεννογόνο και εξωτερικά από ένα στρώμα λείων μυϊκών ινών, το οποίο περιβάλλεται από ένα γραμμωτό μυ, τον *έξω σφιγκτήρα της ουρήθρας*. Ο έξω σφιγκτήρας της ουρήθρας, καθώς είναι γραμμωτός μυς, ελέγχεται από τη βούλησή μας. Έτσι μπορούμε να τον «διατάξουμε» να χαλαρώσει όταν θέλουμε να ουρήσουμε, ή αντίθετα να συσπαστεί ώστε να εμποδιστεί η έξοδος των ούρων.

Παραλλαγές της ανατομίας του ουροποιητικού συστήματος

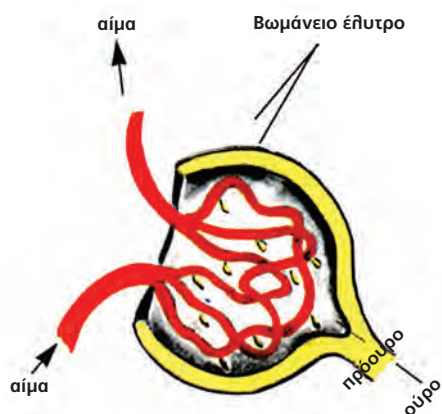
- Ορισμένοι άνθρωποι γεννιούνται με το νεφρό σε χαμηλότερη θέση απ' ό,τι φυσιολογικά. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο ουρητήρας είναι πιο κοντός και οι νεφρικές αρτηρίες αντί ν' αποτελούν κλάδους της κοιλιακής αορτής προέρχονται από τις λαγόνιες αρτηρίες, ενώ οι νεφρικές φλέβες αντί να εκβάλλουν στην κάτω κοίλη φλέβα εκβάλλουν στις λαγόνιες φλέβες.
- Μπορεί επίσης να υπάρχει ένας μόνο νεφρός, ο οποίος στην περίπτωση αυτή είναι μεγάλος ώστε να μπορεί να ανταποκριθεί στην αποστολή του· υπάρχουν όμως και άνθρωποι που γεννιούνται με τρεις νεφρούς. Ο τρίτος νεφρός είναι συνήθως μικρός και βρίσκεται ανάμεσα στους δύο φυσιολογικούς νεφρούς ή κοντά στον έναν από τους δύο.
- Σπάνια, οι κάτω πόλοι των δύο νεφρών μπορεί να είναι ενωμένοι, όποτε θυμίζουν πέταλο με το άνοιγμα προς τα πάνω. Ο νεφρός αυτός ονομάζεται *πεταλοειδής*.
- Τέλος, μπορεί και οι άνω και οι κάτω πόλοι των νεφρών να είναι ενωμένοι, οπότε σχηματίζεται ένας δακτύλιος (*δακτυλιοειδής* νεφρός).

II. Οι νεφροί και τα υγρά του σώματος

α. Ο μηχανισμός παραγωγής των ούρων

Η κύρια λειτουργία του νεφρώνα είναι η κάθαρση του πλάσματος του αίματος από βλαβερές ουσίες κατά τη διάρκεια της διέλευσης του αίματος από το νεφρό. Οι βλαβερές αυτές ουσίες είναι κυρίως προϊόντα του μεταβολισμού, όπως η ουρία, η κρεατινίνη, το ουρικό οξύ και τα ουρικά άλατα. Από τον οργανισμό όμως πρέπει να αποβληθούν και άλλες ουσίες όπως είναι τα ιόντα νατρίου, καλίου, χλωρίου και υδρογόνου. Η διαδικασία αυτή της κάθαρσης πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

1. διήθηση μεγάλης ποσότητας πλάσματος από τη σπειραματική μεμβράνη (δηλαδή τη μεμβράνη των τριχοειδών του αγγειώδους σπειράματος) στα ουροφόρα σωληνάρια.
2. επαναρρόφηση νερού και ηλεκτρολυτών από τα ουροφόρα σωληνάρια στα περισωληνναριακά τριχοειδή.



Εικόνα 10.6 Διήθηση αίματος και παραγωγή πρόουρου.

Η διήθηση πραγματοποιείται μεταξύ αγγειώδους σπειράματος και ελύτρου του Bowman (Εικ. 10.6). Όπως προαναφέρθηκε, το αγγειώδες σπείραμα δε χρησιμεύει για την ανταλλαγή αερίων στο νεφρικό ιστό, αλλά το αίμα που περιέχει είναι αρτηριακό μέχρι το απαγωγό σωληνάριο. Επομένως έχει και υψηλή πίεση (γύρω στα 100 mm Hg). Έτσι είναι δυνατή η μεταφορά νερού και βλαβερών ουσιών μικρού μεγέθους από την περιοχή υψηλής πίεσης (αγγειώδες σπείραμα) προς το πρώτο τμήμα του ουροφόρου σωληναρίου (έλντρο Bowman), λειτουργία που ονομάζεται διήθηση. Εκτός αυτού, η σπειραματική μεμβράνη είναι κατασκευασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε η διαπερατότητά της να είναι 100 έως 1.000 φορές μεγαλύτερη απ' ό,τι η διαπερατότητα της μεμβράνης

ενός συνθηθισμένου τριχοειδούς, χωρίς όμως να επιτρέπει τη διέλευση ερυθρών αιμοσφαιρίων και πρωτεϊνών που έχουν μεγάλο μέγεθος. Έτσι, το υγρό που περνάει τελικά στο έλντρο του Bowman μέσω της σπειραματικής μεμβράνης είναι όμοιο με το πλάσμα, με τη διαφορά ότι περιέχει ελάχιστες μόνο πρωτεΐνες (0,03%).

Η ποσότητα υγρού που διηθείται κάθε λεπτό σ' όλους τους νεφρώνες και των δύο νεφρών ονομάζεται ρυθμός σπειραματικής διήθησης. Στο υγιές άτομο ο ρυθμός αυτός είναι περίπου 125 ml/min αν και μπορεί να παρουσιάζει διακυμάνσεις. Αυτό σημαίνει ότι η συνολική ποσότητα σπειραματικού διηθήματος που δημιουργείται σ' ένα εικοσιτετράωρο είναι περίπου 180 λίτρα, δηλαδή μεγαλύτερη από το διπλάσιο του βάρους του σώματος.

Όμως, το μεγαλύτερο μέρος (το 99% περίπου) του διηθήματος αυτού επαναρ-

ροφάται από τα ουροφόρα σωληνάρια, και μόνο το υπόλοιπο αποβάλλεται στα ούρα. Η επαναρρόφηση είναι δυνατή, διότι:

- α) το απαγωγό αρτηρίδιο που ξεκινάει από το αγγειώδες σπείραμα αποσπάζεται και πάλι σε δίκτυο τριχοειδών
- β) η συνέχεια του ουροφόρου σωληναρίου, δηλαδή το εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο, η αγκύλη του Henle και το άπω εσπειραμένο σωληνάριο βρίσκονται σε στενή επαφή με τη μεμβράνη του δεύτερου δικτύου τριχοειδών
- γ) το δίκτυο τριχοειδών που ακολουθεί το απαγωγό-αρτηρίδιο έχει χαμηλή πίεση, σε αντίθεση με το αγγειώδες σπείραμα.

Έτσι, είναι δυνατή η μεταφορά ουσιών από τα ουροφόρα σωληνάρια προς τα τριχοειδή, διαδικασία που ονομάζεται επαναρρόφηση. Το νερό και οι ουσίες που επαναρροφώνται μεταφέρονται από τα φλεβικά τριχοειδή του νεφρού μέσω της νεφρικής φλέβας στην κάτω κοίλη φλέβα. Η επαναρρόφηση ουσιών στο νεφρώνα δε γίνεται τυχαία, αλλά επιλεκτικά. Έτσι, εκτός από το νερό επαναρροφώνται ουσίες που είναι χρήσιμες, όπως η γλυκόζη, τα αμινοξέα, ορισμένη ποσότητα ιόντων νατρίου, ιόντα ασβεστίου, καλίου και χλωρίου, καθώς και φωσφορικά και ουρικά ιόντα, που δεν αποβάλλονται τελικά μέσω των ούρων.

Η σπειραματική όμως διήθηση και η επαναρρόφηση δεν εξαρτώνται μόνο από τις διαφορές πιέσεων μεταξύ του αγγειώδους σπειράματος, των ουροφόρων σωληναρίων και των νεφρικών τριχοειδών. Μεγάλη σημασία γι' αυτές τις λειτουργίες έχει επίσης η ωσμωτική επίδραση, ένα είδος αντίθετης πίεσης την οποία ασκούν οι πρωτεΐνες του πλάσματος, η οποία ονομάζεται επίσης και κολλοειδωσμωτική πίεση. Όσο περισσότερες πρωτεΐνες περιλαμβάνονται στο αίμα του προσαγωγού αρτηριδίου, τόσο περισσότερο εμποδίζεται η νεφρική διήθηση και αντιστρόφως.

Κάθαρση του πλάσματος καλείται η ικανότητα των νεφρών να «καθαρίζουν» το πλάσμα από διάφορες ουσίες. Η κάθαρση του πλάσματος για κάθε ουσία μπορεί να υπολογιστεί με τον εξής τύπο:

$$\text{Κάθαρση (ml/min)} = \frac{\text{ποσότητα ούρων (ml/min)} \times \text{συγκέντρωση ουσίας στα ούρα}}{\text{συγκέντρωση ουσίας στο πλάσμα}}$$

Αυτό σημαίνει ότι αν σε κάθε 100 ml πλάσματος που περνούν από τους νεφρούς περιέχεται 1 mg μιας ουσίας και αν σε κάθε λεπτό περνά στα ούρα 1 mg αυτής της ουσίας, τότε σε κάθε λεπτό «καθαρίζονται» από την ουσία αυτή 100 ml πλάσματος. Ο υπολογισμός της κάθαρσης είναι πολύ σημαντικός γιατί αποτελεί πολύ καλό δείκτη της νεφρικής λειτουργίας.

Ο όγκος των αποβαλλόμενων ούρων ρυθμίζεται από μια σειρά μηχανισμών, οι σπουδαιότεροι από τους οποίους είναι οι ακόλουθοι.

1. **Το σπειραματοσωληνιακό ισοζύγιο.** Όταν αυξάνεται η σπειραματική διήθηση, ολόκληρη η ποσότητα του επιπλέον διηθήματος επαναρροφάται και δεν αποβάλλεται στα ούρα. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται σπειραματοσωληνιακό ισοζύγιο.
2. **Οι ωσμωτικά δραστικές ουσίες.** Όταν το πλάσμα περιέχει πολλές ωσμωτικά δραστικές ουσίες, όπως είναι η γλυκόζη, οι οποίες δεν επαναρροφώνται από τα ουροφόρα σωληνάρια, τότε οι ουσίες αυτές παρασύρουν μαζί τους και μεγάλη ποσότητα νερού, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο όγκος των ούρων που αποβάλλονται. Αυτό συμβαίνει για παράδειγμα στο σακχαρώδη διαβήτη. Η γλυκόζη του αίματος αυξάνεται, δε μπορεί να επαναρροφηθεί από τα ουροφόρα σωληνάρια και αποβάλλεται ολοκληρωτικά παρασύροντας μαζί της και μεγάλη ποσότητα νερού. Έτσι, στους διαβητικούς ασθενείς η ποσότητα των ούρων αυξάνεται πολύ και μπορεί να φθάσει ακόμα και τα 4 έως 5 λίτρα την ημέρα.
3. **Η κολληοειδωσμητική πίεση του πλάσματος.** Η αύξηση της κολληοειδωσμητικής πίεσης του πλάσματος που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες προκαλεί ελάττωση του ρυθμού της σπειραματικής διήθησης και αύξηση της σωληνιακής επαναρρόφησης με αποτέλεσμα την ελάττωση του όγκου των ούρων που απεκκρίνονται.
4. **Ο τόνος του συμπαθητικού νευρικού συστήματος.** Όταν διεγείρεται το συμπαθητικό σύστημα, τότε προκαλείται σύσπαση των προσαγωγών αρτηριδίων και ελάττωση της πίεσης μέσα σ' αυτά. Κατά συνέπεια ελαττώνεται η δυνατότητα διέλευσης του νερού και των ουσιών που περιέχει από το αγγειώδες σπείραμα προς το έλκτρο του Bowman, η οποία όπως εξηγήθηκε προηγουμένως εξαρτάται από τη διαφορά πίεσης μεταξύ τους. Η ελάττωση του ρυθμού της σπειραματικής διήθησης προκαλεί ελάττωση της παραγωγής των ούρων. Αντιθέτως, όταν ελαττώνεται η διέγερση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος προκαλείται διαστολή των προσαγωγών αρτηριδίων, αύξηση του ρυθμού διήθησης και αύξηση του όγκου των ούρων.
5. **Η αρτηριακή πίεση.** Η αύξηση της αρτηριακής πίεσης οδηγεί σε αύξηση της πίεσης του προσαγωγού αρτηριδίου και επομένως σε αύξηση της σπειραματικής διήθησης και των αποβαλλόμενων ούρων. Εκτός αυτού, η αύξηση της αρτηριακής πίεσης προκαλεί και αύξηση της πίεσης στα τριχοειδή που περιβάλλουν τα ουροφόρα σωληνάρια, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η σωληνιακή επαναρρόφηση. Και οι δύο αυτές επιδράσεις προκαλούν αύξηση του όγκου των ούρων που αποβάλλονται από τον οργανισμό.
6. **Η δράση της αντιδιουρητικής ορμόνης.** Από το σύστημα υποθαλάμου - οπίσθιας υπόφυσης εκκρίνεται η αντιδιουρητική ορμόνη, η οποία προκαλεί αύξηση της επαναρρόφησης και επομένως ελάττωση του όγκου των ούρων.
7. **Το σύστημα ρενίνης - αγγειοτενσίνης - αλδοστερόνης.** Το άπω εσπειραμένο σωληνάριο συνορεύει και με το προσαγωγό και με το απαγωγό αρτηρίδιο· τα στοιχεία αυτά μαζί αποτελούν την *παρασπειραματική συσκευή*. Στα σημεία επαφής τους, τα επιθηλιακά κύτταρα αυτών των στοιχείων είναι πυκνότερα και διογκωμένα και σχηματίζουν την *πυκνή θηλή*. Στα κύτταρα της πυκνής θηλής βρίσκεται μια σημαντική ουσία που ονομάζεται *ρενίνη*. Όταν ο ρυθμός σπειραματικής διήθησης είναι βραδύς, προκαλείται:
 - α) διαστολή του προσαγωγού αρτηριδίου, αύξηση της ροής μέσα σ' αυτό και αύξηση του ρυθμού σπειραματικής διήθησης,
 - β) απελευθέρωση της ρενίνης από τα παρασπειραματικά κύτταρα, η οποία προκαλεί το σχηματισμό μιας άλλης ουσίας, της αγγειοτενσίνης II, η οποία με τη σειρά της προκαλεί αύξηση της πίεσης στο αγγειώδες σπείραμα και αύξηση του ρυθμού σπειραματικής διήθησης.

β. Τα ούρα

Το ούρο είναι υγρό το οποίο αποτελείται από νερό που περιέχει ανόργανα άλατα και οργανικές ουσίες. Συνήθως είναι διαυγές και έχει χρώμα κίτρινο, χαρακτηριστική οσμή και πικρή, υφάλλμυρη γεύση. Η αντίδρασή του είναι όξινη, αλλ'όχι διατηρείται για σύντομο χρονικό διάστημα όταν έρχεται σε επαφή με τον αέρα, διότι σ' αυτήν την περίπτωση η ουρία διασπάται οπότε σχηματίζονται αλκαλικά παράγωγα.

Η μέση πυκνότητα των ούρων είναι 1.015 - 1.020 (δηλαδή είναι βαρύτερα από το νερό), διότι περιέχουν διαλυμένες ή αιωρούμενες ουσίες. Η ποσότητα των ούρων που εκκρίνεται σ' ένα εικοσιτετράωρο είναι κατά μέσον όρο ενάμισι λίτρο, αν και η τιμή αυτή παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Αυξάνει όταν πίνουμε υγρά και ελαττώνεται όταν ιδρώνουμε.

Τα ούρα της ημέρας είναι διαφορετικά από τα ούρα της νύχτας. Τα τελευταία είναι πυκνότερα και πιο σκούρα, επειδή κατά τη διάρκεια της νύχτας παράγεται μικρότερη ποσότητα ούρων, τα οποία κατά συνέπεια είναι πιο συμπυκνωμένα. Έτσι, ο οργανισμός κατά τη διάρκεια του ύπνου εξακολουθεί τη διήθηση (δηλαδή το φιλτράρισμα του αίματος) χωρίς να διακόπτεται ο ύπνος.

Μετά από κάθε γεύμα τα ούρα είναι περισσότερα και αραιότερα. Στη γυναίκα τα ούρα είναι λιγότερα σε ποσότητα, πιο πυκνά και πιο ανοιχτόχρωμα. Τα ούρα του νεογνού είναι άχρωμα και η πυκνότητά τους ελαττώνεται από την πρώτη ως τη δέκατη μέρα ζωής.

Το ούρο είναι ένα διάλυμα, δηλαδή αποτελείται από νερό που περιέχει διαλυμένες ουσίες. Η σύσταση των ούρων έχει ως εξής:

- | | | |
|----------------------------|--|---------------------|
| α) νερό: 955% | β) ουρία: 25% | γ) ουρικό οξύ: 0,5% |
| δ) χλωριούχο νάτριο: 10,5% | ε) ανόργανα άλατα (φωσφορικά, θειικά κτλ.): 9% | |

Το νερό είναι το στοιχείο που αυξομειώνεται σε μεγαλύτερο βαθμό.

Η ουρία είναι προϊόν αποβολής από την καύση των λευκωμάτων. Καθημερινώς σχηματίζονται στον οργανισμό 25 έως 30 γραμμάρια ουρίας κατά μέσον όρο, ποσότητα που αυξάνεται μετά από κατανάλωση κρέατος και πρωτεϊνών εν γένει και μετά από μυϊκή εργασία, ενώ ελαττώνεται μετά από κατανάλωση λαχανικών. Από την ποσότητα αυτή, το 50 έως 60% αποβάλλεται καθημερινά από τα ούρα, ενώ οι φυσιολογικές τιμές της ουρίας στο πλάσμα του αίματος είναι περίπου 26 mg/100 ml. Όταν τα ούρα έρχονται σε επαφή με τον αέρα, τότε η ουρία μετατρέπεται σε *ανθρακικό αμμώνιο*, αποτέλεσμα ζυμώσεως, που οφείλεται σ' έναν μικροοργανισμό που ονομάζεται μικρόκοκκος της ουρίας. Έτσι, το pH των ούρων από όξινο γίνεται αλκαλικό. Η συγκέντρωση της ουρίας στο αίμα βοηθάει το γιατρό να εκτιμήσει τη λειτουργική ικανότητα των νεφρών. Όταν αυτή είναι αυξημένη, βγάζουμε το συμπέρασμα ότι οι νεφροί δεν είναι σε θέση να την αποβάλλουν από τον οργανισμό. Η αύξηση της ουρίας στο αίμα ονομάζεται *αζωθαιμία* και αποτελεί ένδειξη υπολειτουργίας των νεφρών. Ταυτόχρονα με την αύξηση της ουρίας στο αίμα, παρατηρείται και ελάττωση της ουρίας στα ούρα. Η ουρία σχηματίζεται κυρίως στο συκώτι, όπου πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο η επεξεργασία των λευκωμάτων. Η μεγάλη αύξηση της ουρίας στο αίμα ως συνέπεια νεφρικής δυσλειτουργίας προκαλεί διλητηρίαση η οποία ονομάζεται *ουραιμία* και μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο αν δεν αντιμετωπιστεί εγκαίρως.

Παράλληλα με την ουρία απεκκρίνεται και ουρικό οξύ, το οποίο βρίσκεται στα ούρα με τη μορφή όξινων ουρικών αλάτων που σχηματίζουν ίζημα. Το ίζημα αυτό, εκτός από άλατα, περιέχει βλήννα και επιθηλιακά κύτταρα που προέρχονται από το εσωτερικό των ουροφόρων οδών. Τα κύτταρα αυτά είναι περισσότερα στις γυναίκες σε σύγκριση με τους άνδρες. Το ουρικό οξύ αυξάνεται στα ούρα μετά από κατανάλωση κρέατος. Σε παθολογικές καταστάσεις, το ουρικό οξύ επικάθεται στους ιστούς με τη μορφή ουρικών αλάτων και προκαλεί ουρική αρθρίτιδα.

Άλλα προϊόντα διάσπασης των πρωτεϊνών που αποβάλλονται από τον οργανισμό με τα ούρα είναι η *κρεατινίνη*, η *ξανθίνη* και το *οξαλικό οξύ*.

Τα ούρα περιέχουν επίσης πολλά άλατα, από τα οποία τα κυριότερα είναι το *χλωριούχο νάτριο*, το *θειικό νάτριο*, το *θειικό μαγνήσιο* και τα *φωσφορικά άλατα*. Σε παθολογικές καταστάσεις τα άλατα αυτά μπορεί ν' αυξηθούν και να σχηματίσουν λίθους.

Το χρώμα των ούρων οφείλεται στις χρωστικές ουσίες που περιέχουν, οι οποίες είναι η *ουροχολίνη* (η οποία προέρχεται από την αιμοσφαιρίνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων), η *ουρερυθρίνη*, η *αιματοπορφυρίνη* και άλλες.

Η αύξηση της ποσότητας των ούρων που απεκκρίνεται σ' ένα εικοσιτετράωρο ονομάζεται *πολυουρία*, η οποία αποτελεί σύμπτωμα του σακχαρώδους διαβήτη και άλλων παθήσεων. Η ελάττωση της ποσότητας των αποβαλλόμενων ούρων ονομάζεται *ολιγουρία* και αποτελεί σύμπτωμα αφυδάτωσης, γαστρεντερίτιδας ή άλλων παθήσεων. Η διακοπή αποβολής ούρων ονομάζεται *ανουρία*.

**Φυσιολογικές συγκεντρώσεις ουσιών στα ούρα
και Φυσιολογικός ρυθμός κάθαρσης αυτών**

	Συγκέντρωση	Κάθαρση πλάσματος ανά min
Νάτριο	128 mEq/l	0,9
Κάλιο	60	12
Ασβέστιο	4,8	1,2
Μαγνήσιο	15	5,0
Χλώριο	134	1,3
Διττανθρακικά	14	0,5
Γλυκόζη	0 mg/100 ml	0,0
Ουρία	1820	70
Ουρικό οξύ	42	14
Κρεατινίνη	196	140

γ. Η ούρηση

Καθώς τα ούρα συλλέγονται μέσα στη νεφρική πύελο, η πίεση σ' αυτήν αυξάνεται και αρχίζει ένα περισταλτικό κύμα που επεκτείνεται προς τα κάτω, κατά μήκος του ουρητήρα, ώστε να υποχρεωθούν τα ούρα να κινηθούν προς την κύστη. Το περισταλτικό αυτό κύμα οφείλεται σε νευρικές ώσεις του ενδοτοιχωματικού νευρικού πλέγματος των ουρητήρων.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, τα ούρα που συγκεντρώνονται στην ουροδόχο κύστη ασκούν πίεση στα τοιχώματά της. Τότε εμφανίζονται πολλές συστολές της κύστης, οι οποίες οφείλονται σ' έναν αντανακλαστικό μηχανισμό, που πυροδοτείται από ειδικές περιοχές στα τοιχώματα της κύστης, οι οποίες ονομάζονται τασεοϋποδοχείς. Επομένως, το **αντανακλαστικό της ούρησης** δεν είναι τίποτα άλλο από μια σειρά συστολών της κύστης, οι οποίες, εφόσον δεν αδειάσει η κύστη, σταματούν για λίγο και επανέρχονται μετά από λίγη ώρα, οπότε είναι εντονότερες. Αυτός ο κύκλος επαναλαμβάνεται μέχρι ν' αδειάσει η κύστη.

Η πίεση των ούρων στην κύστη γίνεται αντιληπτή από τον άνθρωπο ως επιθυμία για ούρηση (που ονομάζεται και έπειξη προς ούρηση). Τα κυστικά νεύρα φέρνουν στον εγκέφαλο μηνύματα από τα τοιχώματα της κύστης. Τότε ο εγκέφαλος στέλνει εντολή μέσω κινητικών ώσεων, ώστε να διευρυνθούν οι σφιγκτήρες (εσωτερικός και εξωτερικός) της κύστης και να χαλαρώσουν οι υπόλοιποι μύες της κύστης. Έτσι τα ούρα προωθούνται προς την ουρήθρα και αποβάλλονται. Η λειτουργία αυτή ενισχύεται και από τη σύσπαση των κοιλιακών μυών, η οποία προκαλεί αύξηση της ενδοκοιλιακής πίεσης, η οποία μεταδίδεται και στην κύστη.

Η ούρηση ωστόσο εξαρτάται από τη θέλησή μας. Εάν υπάρχει έστω και μικρή ποσότητα ούρων στην κύστη, τότε, εφόσον θέλουμε, μπορούμε να την αδειάσουμε. Παρομοίως, μπορούμε ν' αποφύγουμε την ούρηση, ακόμα και όταν η πίεση μέσα στην κύστη προκαλέσει έπειξη προς ούρηση, οπότε η κύστη διευρύνεται ανταποκρινόμενη στη σχετική εντολή του εγκεφάλου. Τότε η επιθυμία για ούρηση σταματάει, μέχρι ν' αυξηθεί η ποσότητα των ούρων μέσα στην κύστη, οπότε η επιθυμία εμφανίζεται και πάλι. Αυτό συμβαίνει διότι το αντανακλαστικό της ούρησης μπορεί να αναστέλλεται από τα ανώτερα εγκεφαλικά κέντρα που ελέγχονται ως ένα βαθμό

από τη θέλησή μας. Εάν όμως αυξηθεί πολύ η πίεση μέσα στην ουροδόχο κύστη λόγω συσσώρευσης μεγάλης ποσότητας ούρων μέσα σ' αυτήν, τότε το αντανάκλαστικό της ούρησης αποδεικνύεται ισχυρότερο από τα ανώτερα εγκεφαλικά κέντρα και η διαδικασία της ούρησης είναι αναπόφευκτη.

δ. Η οξεοβασική ισορροπία

Η οξεοβασική ισορροπία των υγρών του σώματος εξαρτάται από τη **συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου στα εξωκυττάρια υγρά** και εκφράζεται με την έννοια του pH. Το χαμηλό pH αντιστοιχεί σε μεγάλη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου που ονομάζεται *οξέωση*, ενώ το υψηλό pH αντιστοιχεί σε μικρή συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου που ονομάζεται *αλκάλωση*.

Το pH του αρτηριακού αίματος ισοδυναμεί υπό φυσιολογικές συνθήκες με 7,4, ενώ το pH του φλεβικού αίματος και του διάμεσου υγρού είναι περίπου 7,35. Το ελαφρώς χαμηλότερο pH του φλεβικού αίματος οφείλεται στο ότι το επιπλέον διοξείδιο του άνθρακα που περιέχει οδηγεί στο σχηματισμό ανθρακικού οξέος.

Ένας άνθρωπος παρουσιάζει οξέωση όταν το pH του αρτηριακού αίματος είναι μικρότερο από 7,4, ενώ αλκάλωση εμφανίζεται όταν το pH του αρτηριακού αίματος είναι μεγαλύτερο από 7,4. Ο άνθρωπος δε μπορεί να ζήσει εάν το pH του αρτηριακού αίματος γίνει μικρότερο από 7 ή μεγαλύτερο από 8.

Εάν η οξέωση ή η αλκάλωση οφείλεται σε διαταραχή της αναπνοής, τότε ονομάζεται αναπνευστική οξέωση ή αναπνευστική αλκάλωση αντίστοιχα. Εάν όμως η οξέωση ή η αλκάλωση δεν οφείλεται σε διαταραχή της αναπνοής, τότε ονομάζεται μεταβολική οξέωση ή μεταβολική αλκάλωση αντίστοιχα.

Η ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας εξαρτάται από:

- α) τα ρυθμιστικά συστήματα οξέων - βάσεων που περιέχονται στα υγρά του σώματος,
- β) τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος και
- γ) τη ρύθμιση της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου από τους νεφρούς.

Ρυθμιστικά συστήματα οξέων - βάσεων. Αυτά δρουν ως εξής: εάν για παράδειγμα το pH του αρτηριακού αίματος ελαττωθεί για κάποιο λόγο, τότε πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση μεταξύ ενώσεων που περιέχονται στο αίμα, και το ανεπιθύμητο όξινο περιβάλλον μετατρέπεται αμέσως σε πιο αλκαλικό. Αυτό συμβαίνει μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Το κυριότερο διάλυμα του αίματος που «αναλαμβάνει» τη διόρθωση του pH είναι το μείγμα διττανθρακικού νατρίου και ανθρακικού οξέος.

Αναπνευστική ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας. Αν η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου μεταβληθεί σε σημαντικό βαθμό, τότε διεγείρεται το κέντρο της αναπνοής και μεταβάλλεται ο ρυθμός της. Η μεταβολή αυτή προκαλεί αλλαγή της ταχύτητας απομάκρυνσης του διοξειδίου του άνθρακα από τα σωματικά υγρά, με αποτέλεσμα η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου να επανέρχεται στα φυσιολογικά επίπεδα. Ο μηχανισμός αυτός χρειάζεται λίγα λεπτά (συνήθως 3 έως 12) για να ολοκληρώσει τη δράση του.

Ρύθμιση της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου από τους νεφρούς. Όταν μεταβάλλεται η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου, οι νεφροί απεκκρίνουν όξινα ή αλκαλικά ούρα (ανάλογα με το αν το pH είναι αυξημένο ή ελαττωμένο), με αποτέλεσμα η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου στα σωματικά υγρά να επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα. Αυτός ο τελευταίος μηχανισμός είναι ισχυρός αλλά βραδύς, αφού χρειάζονται ώρες ή και ημέρες για να πραγματοποιηθεί η διόρθωση του pH.

Περίληψη

Ανατομία του ουροποιητικού συστήματος

Το ουροποιητικό σύστημα αποτελείται από το εκκριτικό τμήμα, δηλαδή τους νεφρούς, και από το αποχετευτικό τμήμα, δηλαδή τους νεφρικούς κάλυκες, τις νεφρικές πυέλους, τους ουρητήρες, την ουροδόχο κύστη και την ουρήθρα.

Οι νεφροί βρίσκονται στον οπισθοπεριτοναϊκό χώρο, δεξιά και αριστερά από την οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, και έχουν σχήμα φασολιού. Κάθε νεφρός παρουσιάζει πρόσθια και οπίσθια επιφάνεια, έσω και έξω χείλος, καθώς και άνω και κάτω πόλο. Οι πρόσθιες επιφάνειες των νεφρών βρίσκονται πίσω από τα όργανα του πεπτικού συστήματος (ήπαρ, στομάχι, σπλήνας, πάγκρεας, δωδεκαδάκτυλο, λεπτό έντερο και παχύ έντερο), ενώ η οπίσθια επιφάνεια κάθε νεφρού ακουμπά στο οπίσθιο κοιλιακό τοίχωμα. Στο εσωτερικό χείλος κάθε νεφρού βρίσκεται η πύλη του, από όπου περνούν τα νεφρικά αγγεία, τα νεύρα και η νεφρική πύελος. Πάνω στον άνω πόλο κάθε νεφρού βρίσκεται από ένα επινεφρίδιο. Κάθε νεφρός περιβάλλεται από το περιτόναιο (μόνο μπροστά), τη νεφρική περιτονία, τη λιπώδη κάψα (περινεφρικό λίπος) και τον ινώδη χιτώνα.

Το εσωτερικό του νεφρού αποτελείται από τη φλοιώδη ουσία προς τα έξω και από τη μυελώδη ουσία προς τα μέσα. Η μυελώδης ουσία χωρίζεται σε νεφρικές πυραμίδες, οι κορυφές των οποίων ονομάζονται θηλές, φέρουν οπές, από τις οποίες βγαίνουν τα ούρα, και καλύπτονται κυπελλοειδώς από τους ελάσσονες νεφρικούς κάλυκες οι οποίοι συγκλίνουν και σχηματίζουν τους μείζονες νεφρικούς κάλυκες, μέσω των οποίων τα ούρα οδηγούνται στη νεφρική πύελλο. Η νεφρική πύελλος εξέρχεται από την πύλη του νεφρού και μεταπίπτει στον ουρητήρα, ο οποίος είναι ένας ινομυώδης σωλήνας μήκους 30 περίπου εκατοστών, που πορεύεται προς τα κάτω και μέσα, μέχρι την ουροδόχο κύστη.

Η ουροδόχος κύστη είναι η «δεξαμενή των ούρων», έχει μεγάλη ελαστικότητα και βρίσκεται μέσα στην ελάσσονα πύελλο, μεταξύ της ηβικής σύμφυσης και της μήτρας ή του απευθυσμένου, ανάλογα με το φύλο, και κάτω από τις εντερικές έλικες. Από την ουροδόχο κύστη ξεκινάει η ουρήθρα, μέσω της οποίας τα ούρα οδηγούνται προς τα έξω.

Οι νεφροί αποτελούνται από τα ουροφόρα σωληνάρια, τα οποία χωρίζονται από έξω (τη φλοιώδη μοίρα) προς τα μέσα (τη μυελώδη μοίρα), στο έλυτρο του Bowman, το εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο, το αγκυλωτό σωληνάριο ή αγκύλη του Henle, το εμβόλιμο ή άπω εσπειραμένο σωληνάριο και το αθροιστικό σωληνάριο.

Ο νεφρός αρδεύεται από τη νεφρική αρτηρία που προέρχεται από την κοιλιακή αορτή. Μετά την είσοδό της στο νεφρό, η νεφρική αρτηρία διαιρείται σε όλο και μικρότερους κλάδους, μέχρι το προσαγωγό αρτηρίδιο, το οποίο αποσπάζεται σε δίκτυο τριχοειδών, τα οποία ενώνονται και πάλι στο απαγωγό αρτηρίδιο, που εξακολουθεί να μεταφέρει αρτηριακό και όχι φλεβικό αίμα. Το προσαγωγό αρτηρίδιο, το ενδιάμεσο δίκτυο τριχοειδών και το απαγωγό αρτηρίδιο αποτελούν το αγγειώδες σπείραμα, το οποίο έρχεται σε στενή επαφή με το έλυτρο του Bowman. Το τελευταίο, μαζί με το αγγειώδες σπείραμα, αποτελούν ένα νεφρικό σωμάτιο.

Το νεφρικό σωμάτιο μαζί με το εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο, την αγκύλη του Henle και το άπω εσπειραμένο σωληνάριο αποτελούν ένα νεφρώνα, δηλαδή τη

λειτουργική μονάδα του νεφρού. Το απαγωγό σωληνάριο, στη συνέχεια, αποσχίζεται και πάλι σε δεύτερο δίκτυο τριχοειδών, στο οποίο γίνεται η ανταλλαγή των αερίων μεταξύ αίματος και νεφρικού ιστού. Από το δεύτερο δίκτυο τριχοειδών ξεκινούν μικροί φλεβικοί κλάδοι, που προχωρώντας ενώνονται σε όλο και μεγαλύτερες φλέβες, οι οποίες με τη σειρά τους σχηματίζουν τη νεφρική φλέβα, που βγαίνει από την πύλη του νεφρού και εκβάλλει στην κάτω κοίλη φλέβα.

Φυσιολογία του ουροποιητικού συστήματος

Η κύρια λειτουργία του νεφρού είναι η κάθαρση του πλάσματος από τις βλαβερές ουσίες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη διήθηση του νερού και των διαλυμένων μέσα σ' αυτό ουσιών από το αρτηριακό αίμα που περιέχεται στο αγγειώδες σπείραμα στα ουροφόρα σωληνάρια, καθώς και με την επαναρρόφηση των χρησίων ουσιών από τα ουροφόρα σωληνάρια στα περισωληναριακά τριχοειδή. Ο κύριος μηχανισμός με τον οποίο γίνονται αυτά βασίζεται στις διαφορές της πίεσης μεταξύ αγγειώδους σπείραματος, ουροφόρων σωληναρίων και περισωληναριακών τριχοειδών. Στη διαδικασία αυτή βοηθάει και η ειδική σύσταση του τοιχώματος της σπειραματικής μεμβράνης, καθώς και η κολληοειδωσμητική πίεση του πλάσματος.

Ο ρυθμός σπειραματικής διήθησης είναι η ποσότητα του υγρού που διηθείται κάθε λεπτό σ' όλους τους νεφρώνες και των δύο νεφρών και φυσιολογικά ισοδυναμεί με 125 ml/min περίπου. Η κάθαρση του πλάσματος είναι η ικανότητα των νεφρών να «καθαρίζουν» το πλάσμα από διάφορες ουσίες· ο υπολογισμός της είναι πολύ σημαντικός, διότι αποτελεί πολύ καλό δείκτη νεφρικής λειτουργίας.

Ο όγκος των αποβαλλόμενων ούρων ρυθμίζεται από το σπειραματοσωληναριακό ισοζύγιο, τις ωσμωτικά δραστικές ουσίες, την κολληοειδωσμητική πίεση του πλάσματος, τον τόνο του συμπαθητικού νευρικού συστήματος, την αρτηριακή πίεση, τη δράση της αντιδιουρητικής ορμόνης και το σύστημα ρενίνης - αγγειοτασίνης - αλδοστερόνης.

Το ούρο είναι το τελικό προϊόν αποβολής νερού και διάφορων ουσιών από τον οργανισμό, όπως είναι η ουρία, η συγκέντρωση της οποίας στο αίμα βοηθάει το γιατρό να εκτιμήσει τη λειτουργική ικανότητα των νεφρών. Φυσιολογικά αποβάλλεται ενάμισι λίτρο ούρων το εικοσιτετράωρο.

Η λειτουργία της ούρησης αποτελεί συνάρτηση του αντανακλαστικού της ούρησης και των σχετικών εντολών που προέρχονται από ανώτερα εγκεφαλικά κέντρα. Και οι δύο μηχανισμοί ενεργοποιούνται από την πίεση που ασκούν τα ούρα στα τοιχώματα της κύστης. Μέχρις ενός σημείου, η ούρηση ελέγχεται από τη θέλησή μας.

Η οξεοβασική ισορροπία των υγρών του σώματος εξαρτάται από τη συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου στα εξωκυττάρια υγρά. Το φυσιολογικό pH του αρτηριακού αίματος είναι 7,4. Όταν το pH είναι χαμηλό έχουμε οξέωση, ενώ όταν είναι υψηλό έχουμε αλκάλωση. Όταν η οξέωση ή η αλκάλωση οφείλεται σε διαταραχή της αναπνοής, τότε ονομάζεται αναπνευστική οξέωση ή αλκάλωση, ενώ όταν δεν οφείλεται σε διαταραχή της αναπνοής, τότε ονομάζεται μεταβολική οξέωση ή αλκάλωση. Η ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας εξαρτάται από τα ρυθμιστικά συστήματα οξέων - βάσεων που περιέχονται στα υγρά του σώματος, από τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος και τη ρύθμιση της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου από τους νεφρούς.

Ερωτήσεις

1. Ποια είναι τα δύο κύρια τμήματα του ουροποιητικού συστήματος και από ποια όργανα αποτελείται το καθένα από αυτά;
2. Πού βρίσκονται οι νεφροί και από ποιους παράγοντες εξαρτάται η θέση τους;
3. Ποιο είναι το σχήμα και ποιο το μέγεθος των νεφρών;
4. Περιγράψτε τη μακροσκοπική ανατομική των νεφρών.
5. Ποια στοιχεία περνούν από την πύλη του νεφρού;
6. Τι είναι η νεφρική κοιλία και ποια στοιχεία περιλαμβάνει;
7. Ποια είναι τα περιβλήματα του νεφρού;
8. Πού βρίσκεται το περινεφρικό λίπος και πού το παρανεφρικό λίπος;
9. Με ποια όργανα συνορεύουν οι νεφροί;
10. Από ποιες ουσίες αποτελείται το εσωτερικό των νεφρών και πού βρίσκεται καθεμία από αυτές;
11. Τι είναι οι νεφρικές πυραμίδες; Πώς ονομάζεται η κορυφή κάθε νεφρικής πυραμίδας και ποια η σημασία της;
12. Ποια είναι τα τμήματα των ουροφόρων σωληναρίων;
13. Από τι αποτελείται το αγγειώδες σπείραμα;
14. Τι είναι το νεφρικό σωμάτιο;
15. Τι είναι ο νεφρώνας και από τι αποτελείται;
16. Από ποιο αγγείο εκφύονται οι δύο νεφρικές αρτηρίες;
17. Σε ποιο αγγείο εκβάλλουν οι νεφρικές φλέβες;
18. Περιγράψτε την πορεία του αίματος από την είσοδο της νεφρικής αρτηρίας στην πύλη του νεφρού μέχρι την έξοδο της νεφρικής φλέβας από την πύλη του νεφρού.
19. Περιγράψτε την ανατομία των μειζόνων και των ελασσόνων νεφρικών καλύκων.
20. Ποια είναι τα δύο τμήματα της νεφρικής πυέλου;
21. Τι είναι η πυελογραφία;

22. Τι είναι οι ουρητήρες και ποια όργανα ενώνουν;
23. Τι είναι η ουροδόχος κύστη και πού βρίσκεται;
24. Πώς μεταβάλλεται το σχήμα της ουροδόχου κύστης;
25. Τι είναι η έπειξη προς ούρηση και σε τι οφείλεται;
26. Σε τι οφείλεται η ελαστικότητα της ουροδόχου κύστης;
27. Τι είναι το κυστικό τρίγωνο και ποιο είναι το χαρακτηριστικό του;
28. Τι είναι ο έσω σφιγκτήρας της κύστης και ποια η σημασία του;
29. Τι είναι η ουρήθρα και ποια η χρησιμότητά της;
30. Ποια είναι η κύρια αποστολή του νεφρώνα;
31. Ποιοι είναι οι δύο κύριοι μηχανισμοί κάθαρσης του αίματος μέσα στο νεφρό;
32. Πού πραγματοποιείται η διήθηση και με ποιο τρόπο;
33. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ πλάσματος και διηθήματος στο έλκτρο του Bowman;
34. Τι είναι ο ρυθμός σπειραματικής διήθησης; Ποιος είναι ο φυσιολογικός ρυθμός σπειραματικής διήθησης;
35. Πώς πραγματοποιείται η επαναρρόφηση; Ποιες ουσίες επαναρροφώνται από τα ουροφόρα σωληνάκια;
36. Τι είναι η κολληοειδωσμητική πίεση και πώς επηρεάζει την επαναρρόφηση ουσιών από τα ουροφόρα σωληνάκια;
37. Τι είναι η κάθαρση του πλάσματος και πώς υπολογίζεται;
38. Γιατί είναι σημαντικός ο υπολογισμός της κάθαρσης του πλάσματος από μια ουσία;
39. Με ποιους μηχανισμούς ρυθμίζεται ο όγκος των ούρων που αποβάλλονται από τον οργανισμό;
40. Τι περιέχουν τα ούρα;
41. Τι είναι η ουρία;
42. Τι είναι η αζωθαιμία και τι η ουραιμία;
43. Τι ονομάζεται πολυουρία, τι ολιγουρία και τι ανουρία;

44. Τι είναι το αντανάκλαστικό της ούρησης;
45. Πώς πραγματοποιείται η ούρηση;
46. Από τι εξαρτάται η οξεοβασική ισορροπία των υγρών του σώματος και πώς εκφράζεται;
47. Τι είναι οξέωση και τι αλκάλωση; Πού οφείλονται η αναπνευστική οξέωση και η αναπνευστική αλκάλωση και πού η μεταβολική οξέωση και η μεταβολική αλκάλωση;
48. Ποιο είναι το φυσιολογικό pH του αρτηριακού και του φλεβικού αίματος;
49. Από ποιους μηχανισμούς εξαρτάται η ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας των υγρών του σώματος;

11ο κεφάλαιο

ενδοκρινολογία

- I. Χημική σύσταση των ορμονών
- II. Οι ενδοκρινείς αδένες του σώματος και οι εκκρίσεις τους
- III. Ανατομία του γεννητικού συστήματος του άνδρα και της γυναίκας - Ορμονική ρύθμιση
- IV. Φυσιολογία της άδλησης

Ενδοκρινολογία

Οι ενδοκρινείς αδένες ή αδένες έσω έκκρισης είναι οι αδένες που δεν έχουν εκφορητικό πόρο· οι ουσίες που παράγουν, οι ορμόνες, μπαίνουν στο αίμα και με την κυκλοφορία φθάνουν στα όργανα και τους ιστούς όπου επιδρούν.

Οι ορμόνες είναι δραστικές ουσίες που παράγονται από τα κύτταρα των ενδοκρινών αδένων και μεταφέρονται με το αίμα σε άλλα κύτταρα-«στόχους» τα οποία διαθέτουν τους κατάλληλους υποδοχείς, με αποτέλεσμα την πρόκληση ή τη μεταβολή του ρυθμού διαφόρων βιολογικών αντιδράσεων. Για παράδειγμα, οι ορμόνες ρυθμίζουν την αύξηση του σώματος, τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα, το μεταβολισμό, την κύηση, τη γενετήσια λειτουργία κτλ.

I. Χημική σύσταση των ορμονών

Ανάλογα με τη χημική τους σύσταση οι ορμόνες διακρίνονται σε:

- α) *πρωτεϊνικές ορμόνες*: Είναι πολυπεπτίδια ή ολιγοπεπτίδια και σ' αυτές ανήκουν ορμόνες του πρόσθιου λοβού και του οπίσθιου λοβού της υπόφυσης, καθώς και ορμόνες που παράγονται από τον θυρεοειδή, το πάγκρεας, και τον πηλακύντα.
- β) *στεροειδείς ορμόνες*: σ' αυτές ανήκουν οι ορμόνες του φλοιού των επινεφριδίων, των ωοθηκών και των όρχεων.
- γ) *ορμόνες αμίνες*: σ' αυτές ανήκουν ορμόνες που εκκρίνονται από τον μυελό των επινεφριδίων, από το θυρεοειδή αδέντα και από το διάμεσο λοβό της υπόφυσης.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη δραστηριότητα μιας ορμόνης

Η δραστηριότητα μιας ορμόνης εξαρτάται:

- α) από τη συγκέντρωση της ορμόνης στο πλάσμα (και κατά συνέπεια στο υγρό των ιστών).
- β) από τον αριθμό των διαθέσιμων υποδοχέων στα κύτταρα «στόχους» μιας ορμόνης.
- γ) από την παρουσία ή την απουσία συναγωνιστικών και ανταγωνιστικών παραγόντων.

II Οι ενδοκρινείς αδένες του σώματος και οι εκκρίσεις τους

1) Πρόσθιος λοβός της υπόφυσης

Στον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης παράγονται οι εξής ορμόνες:

- α) **αυξητική:** ελέγχει την ανάπτυξη των οστών και του σώματος.
- β) **φλοιοτρόπος:** διεγείρει το φλοιό των επινεφριδίων και την παραγωγή των ορμονών του.
- γ) **θυρεοειδοτρόπος:** διεγείρει την ανάπτυξη του θυρεοειδούς αδένος και την παραγωγή θυροξίνης.
- δ) **θυλακιοτρόπος:** διεγείρει την ανάπτυξη των ωοθυλακίων στις ωοθήκες και των σπερματικών σωληναρίων στους όρχεις.
- ε) **ωχρινοτρόπος:** ελέγχει την παραγωγή και την έκκριση οιστρογόνων και προγεστερόνης από τις ωοθήκες και τεστοστερόνης από τους όρχεις.
- στ) **προλακτίνη:** συμβάλλει στην έκκριση οιστρογόνων και προγεστερόνης από τις ωοθήκες και διεγείρει την παραγωγή γάλακτος κατά τη γαλουχία.

2) Διάμεσος λοβός της υπόφυσης

Στο διάμεσο λοβό της υπόφυσης παράγεται η ορμόνη **μελανοτροπίνη:** διεγείρει τη διασπορά της μελανίνης στα χρωματοφόρα κύτταρα.

3) Οπίσθιος λοβός της υπόφυσης

Στον οπίσθιο λοβό της υπόφυσης παράγονται οι εξής ορμόνες:

- α) **αντιδιουρητική:** ελαττώνει τη παραγωγή των ούρων.
- β) **ωκυτοκίνη:** προκαλεί τη σύσπαση του μυομητρίου και την παραγωγή του γάλακτος.

4) Φλοιός των επινεφριδίων

Από το φλοιό των επινεφριδίων παράγονται οι εξής ορμόνες:

- α) **κορτιζόλη:** διεγείρει τη μετατροπή των πρωτεϊνών σε υδατάνθρακες.
- β) **αλδοστερόνη:** ρυθμίζει τη συγκράτηση ή απέκκριση του Na⁺ και K⁺.
- γ) **ανδρογόνα:** είναι πιθανώς υπεύθυνα για την προεφηβική ανάπτυξη του γεννητικού συστήματος στον άνδρα.

5) Μυελός των επινεφριδίων

Στο μυελό των επινεφριδίων παράγονται οι εξής ορμόνες:

- α) **επινεφρίνη:** ενισχύει τη δράση των συμπαθητικών νευρών.
- β) **νορεπινεφρίνη:** συστέλλει τα αιμοφόρα αγγεία.

6) Θυρεοειδής αδένος:

Ο θυρεοειδής εκκρίνει τις εξής ορμόνες:

- α) **θυροξίνη:** αυξάνει το βασικό μεταβολισμό.
- β) **θυρεοκαλσιτονίνη:** παίζει ρόλο στην ανάπτυξη του σκελετού στη μικρή ηλικία.

7) Ενδοκρινής μοίρα του παγκρέατος

Η ενδοκρινής μοίρα του παγκρέατος εκκρίνει τις εξής ορμόνες:

- α) **ινσουλίνη:** αυξάνει τη χρησιμοποίηση της γλυκόζης από τα μυϊκά και άλλα κύτταρα και ελαττώνει το σάκχαρο του αίματος.
- β) **γλυκαγόνη:** διεγείρει τη μετατροπή του ηπατικού γλυκογόνου σε γλυκόζη και αυξάνει το σάκχαρο του αίματος.

8) Παραθυρεοειδείς αδένες

Οι παραθυρεοειδείς αδένες εκκρίνουν την ορμόνη **παραθορμόνη:** ρυθμίζει το μεταβολισμό του ασβεστίου και του φωσφόρου.

9) Ωοθήκες

Οι ωοθήκες εκκρίνουν τις εξής ορμόνες:

- α) **οιστρογόνα:** είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη και διατήρηση των χαρακτηριστικών του φύλου στη γυναίκα.
- β) **προγεστερόνη:** μαζί με τα οιστρογόνα ρυθμίζει τον ωοθηκικό κύκλο.

10) Διάμεσα κύτταρα στους όρχεις

Τα κύτταρα των όρχεων παράγουν την ορμόνη **τεστοστερόνη:** είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη και διατήρηση των χαρακτηριστικών του φύλου στον άντρα.

α. Ο θυρεοειδής αδένας Ορμόνες του θυρεοειδούς

Ο θυρεοειδής αδένας (Εικ. 11.1) βρίσκεται κάτω από το λάρυγγα και μπροστά από την αρχή της τραχείας, ακριβώς κάτω από το δέρμα. Έχει βάρος 20 έως 25 γραμμάρια περίπου και το σχήμα του είναι μηννοειδές, σαν πέταλο αλόγου.

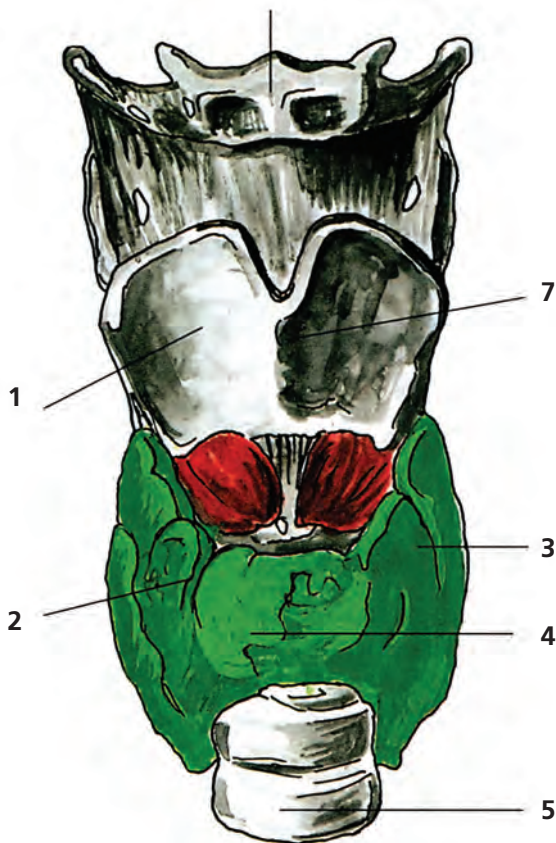
Αποτελείται από **δύο πλάγιους λοβούς**, το **δεξιό** και τον **αριστερό**, που συνδέονται μεταξύ τους στη μέση γραμμή με ένα στενό τμήμα, που ονομάζεται **ισθμός**. Σε ορισμένα άτομα υπάρχει και τρίτος λοβός, ο οποίος ονομάζεται **πυραμοειδής**. Ο ισθμός του θυρεοειδούς αδένος βρίσκεται μπροστά από το 2ο με 3ο ημικρίκιο της τραχείας. Κάθε πλάγιος λοβός έχει σχήμα πυραμίδας, της οποίας η κορυφή ενώνεται με τον ισθμό, ενώ η βάση βρίσκεται προς τα πίσω.

Κάθε λοβός του θυρεοειδούς αδένος παρουσιάζει μια εξωτερική και μια εσωτερική επιφάνεια. Η **έξω επιφάνεια** κάθε λοβού καλύπτεται από το σύστοιχο στερνοϋοειδή μυ. Η **έσω επιφάνεια** είναι κοίλη και έρχεται σε σχέση με το αγγειονευρώδες δεμάτιο του τραχήλου. Πάνω στην έσω επιφάνεια και μεταξύ αυτής και του αγγειονευρώδους τραχηλικού δεματίου βρίσκονται οι παραθυρεοειδείς αδένες.

Ο θυρεοειδής αδένας περιέχει πολλά αγγεία, περισσότερα απ' όλους τους ενδοκρινείς αδένες, και μεγάλες ποσότητες **ιωδίου**. Η λειτουργία του ρυθμίζεται από την **υπόφυση**, και συγκεκριμένα από την ποσότητα της θυρεοτρόπου ορμόνης που παράγεται από αυτήν.

Το εσωτερικό του θυρεοειδούς αδένος αποτελείται από τα **θυρεοειδή κυστίδια**, τα οποία περιβάλλονται από συνδετικό ιστό. Κάθε κυστίδιο αποτελείται από έναν **βασικό υμένα** και μια **σειρά αδενικών κυττάρων** που παράγουν κολλοειδές έκκριμα, του οποίου το κύριο συστατικό είναι η **θυρεοσφαιρίνη**. Στη σύνθεση της θυρεοσφαιρίνης συμμετέχουν οι ουσίες διωδοτυροσίνη και τυροσίνη.

Από τις ορμόνες που εκκρίνει ο θυρεοειδής αδένας, η πιο γνωστή είναι η **θυροξίνη**.



Εικόνα 11.1 Θυρεοειδής αδένας: 1. θυρεοειδής χόνδρος, 2. δεξιός λοβός θυρεοειδή, 3. αριστερός λοβός θυρεοειδή, 4. ισθμός του θυρεοειδή, 5. τραχεία, 6. υοειδές οστό, 7. λάρυγγικό έπαρμα (μήλο του Αδάμ)

Άλλη ορμόνη του θυρεοειδούς είναι η *τριωδοθυρονίνη*. Η θυροξίνη είναι απαραίτητη για τη ρύθμιση των καύσεων στον οργανισμό. Συγκεκριμένα:

- α) αυξάνει τις οξειδωτικές αντιδράσεις σε όλα τα κύτταρα του σώματος, με αποτέλεσμα να **αυξάνει το βασικό μεταβολισμό**. Γι' αυτό, όταν η θυροξίνη παράγεται σε αυξημένες ποσότητες σ' ένα άτομο, αυτό είναι λεπτό, ενώ όταν η παραγωγή θυροξίνης είναι ελαττωμένη σε κάποιον, αυτός είναι παχύς, αφού οι καύσεις είναι μειωμένες και πραγματοποιείται μεγαλύτερη αποθήκευση λίπους. Αποτέλεσμα των αυξημένων καύσεων στον οργανισμό είναι και η **αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος**.
- β) βοηθά στην **αποβολή του πλεονάζοντος νερού** από τους ιστούς.
- γ) επιδρά στην **αύξηση του σώματος** κατά τη βρεφική ηλικία και στην **ανάπτυξη των γεννητικών οργάνων** στη νεανική ηλικία.
- δ) είναι απαραίτητη για τη **φυσιολογική ανάπτυξη και την κανονική λειτουργία του εγκεφάλου**.
- ε) επηρεάζει τη λειτουργία της καρδιάς και των πνευμόνων και ενισχύει την **ανάπτυξη των πνευματικών ικανοτήτων**.

Διαταραχές της λειτουργίας του θυρεοειδούς αδένος

Υπερθυρεοειδισμός: κατάσταση που οφείλεται σε υπερέκκριση των ορμονών του θυρεοειδούς αδένος. Χαρακτηρίζεται από αυξημένο βασικό μεταβολισμό (+ 15% μέχρι + 100%), δυσανεξία σε θερμό περιβάλλον, συνεχή εφίδρωση και απώλεια βάρους. Σε σχέση με το νευρικό σύστημα παρατηρείται νευρικότητα, μείωση της ικανότητας για συγκέντρωση, αϋπνία και τρεμούλιασμα των χεριών. Και σε σχέση με το κυκλοφορικό σύστημα ταχυκαρδία και έκτακτες συστολές.

Υποθυρεοειδισμός: κατάσταση που οφείλεται σε ελαττωμένη έκκριση ή και πλήρη έλλειψη των ορμονών του θυρεοειδούς.

Τα συμπτώματα είναι: ελάττωση του βασικού μεταβολισμού (μέχρι 60%) με παράλληλη ελάττωση της καρδιακής παροχής, βραδυκαρδία και χαμηλή αρτηριακή πίεση.

Στο δέρμα παρατηρείται χαρακτηριστικό οίδημα που οφείλεται στην εναπόθεση στον υποδόριο συνδετικό ιστό βλεννοπρωτεϊνών. Παρατηρείται, επίσης, βράχνιασμα στη φωνή, το οποίο οφείλεται σε οίδημα των φωνητικών χορδών. Ως προς το νευρικό σύστημα παρατηρείται υπνηλία και γενικά νωθρότητα.

β. Οι παραθυρεοειδείς αδένες Ορμόνες των παραθυρεοειδών αδένων

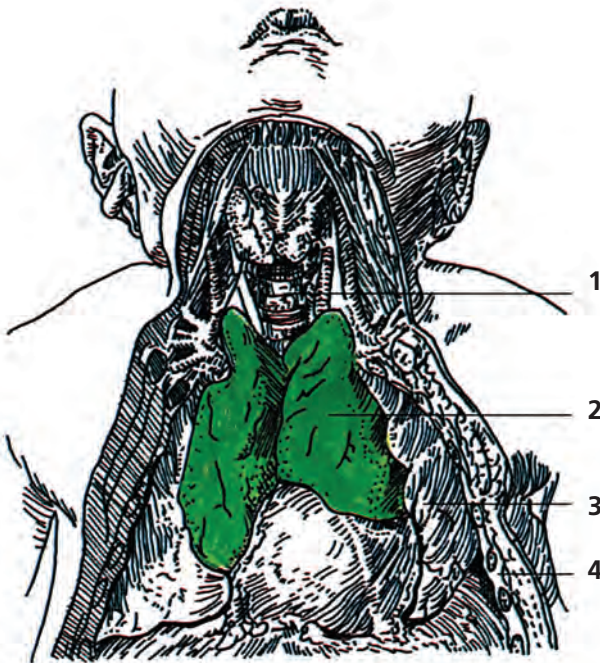
Οι παραθυρεοειδείς αδένες συνίστανται συνήθως από τέσσερα μικρά σωμάτια που βρίσκονται στην οπίσθια (εσωτερική) επιφάνεια των πλάγιων λοβών του θυρεοειδούς αδένος, δύο δεξιά και δύο αριστερά. Είναι πολύ μικροί (καθένας από αυτούς έχει μέγεθος φακής) και το χρώμα τους είναι καστανοκόκκινο. Εσωτερικά οι αδένες αυτοί είναι συμπαγείς και αποτελούνται από ένα δίκτυο επιθηλιακών δοκίδων που περιέχουν δύο ειδών κύτταρα: τα θεμέλια και τα οξύφιλα κύτταρα. Ανάμεσα στα κύτταρα αυτά υπάρχει συνδετικός ιστός και πολλή διευρυμένα (κοιλώδη) τριχοειδή αγγεία.

Οι παραθυρεοειδείς αδένες εκκρίνουν μια ορμόνη που λέγεται **παραθορμόνη**. Η ορμόνη αυτή έχει σχέση με την ανταλλαγή της ύλης του *ασβεστίου* και του *φωσφόρου* στον οργανισμό. Συγκεκριμένα, η παραθορμόνη εμποδίζει την εναπόθεση του ασβεστίου στα οστά, διατηρώντας τα επίπεδά του στο αίμα σταθερά. Η σταθερή

ποσότητα ασβεστίου στο αίμα έχει πολύ μεγάλη σημασία. Όταν τα επίπεδα του ασβεστίου μειώνονται, τότε προκαλείται υπέρταση των μυών και μυϊκοί σπασμοί. Αντίθετα, η αύξηση του ασβεστίου προκαλεί υποτονία και ελάττωση της διεγερσιμότητας των μυών και των νευρών. Δηλαδή, θα μπορούσαμε να πούμε, ότι το ασβέστιο έχει «καταπραϋντική» επίδραση στους μύες και στα νεύρα.

Ο φώσφορος είναι απαραίτητος για τις οξειδώσεις. Τα άλατα του φωσφόρου χρειάζονται για τη ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας στον οργανισμό.

γ. Ο θύμος αδένας



Εικόνα 11.2 Θύμος αδένας: 1. τραχεία, 2. θύμος, 3. πνεύμονας, 4. καρδιά

ονομάζονται *θυμοκύτταρα*. Η μυελώδης ουσία περιέχει κυρίως τα *στιβαδωτά σωμάτια* ή *σωμάτια του Hassal*.

Ο θύμος βοηθάει στην άμυνα του οργανισμού έναντι των μικροβίων και των λοιμώξεων, επειδή παράγει λεμφοκύτταρα. Επίσης παράγει και ορμόνες που πιστεύεται ότι έχουν σχέση με την κατά μήκος αύξηση των οστών και τη ρύθμιση του ασβεστίου στον οργανισμό. Η υποπλασία του θύμου αδένος συμπίπτει με την έναρξη της λειτουργίας των γεννητικών αδένων, πράγμα που σημαίνει ότι παίζει κάποιο σχετικό ρόλο.

δ. Οι ορμόνες του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης

Αυξητική ορμόνη ή σωματοτρόπος: η αυξητική ορμόνη έχει μεγάλη σημασία

Ο θύμος αδένας (Εικ. 11.2) βρίσκεται μέσα στη θωρακική κοιλότητα, πίσω από τη λαβή του στέρνου. Αναπτύσσεται μόνο στη νεαρή ηλικία. Μετά την ηλικία των δώδεκα ετών ατροφεί και εξαφανίζεται σιγά - σιγά, ενώ αντικαθίσταται από λίπος.

Ο θύμος αποτελείται από δύο λοβούς, το δεξιό και τον αριστερό, που ενώνονται στις βάσεις τους με συνδετικό ιστό. Έτσι ο θύμος έχει σχήμα δικόρυφης πυραμίδας.

Εσωτερικά ο θύμος χωρίζεται με το συνδετικό του ιστό σε μικρούς λοβούς, ο καθένας από τους οποίους περιέχει **φλοιώδη** και **μυελώδη** ουσία. Η φλοιώδης ουσία αποτελείται κυρίως από λεμφοκύτταρα που

για τη σε μήκος αύξηση του σώματος καθώς επιδρά θετικά στην αύξηση του συζευτικού χόνδρου, που βρίσκεται ανάμεσα στη διάφυση και στις επιφύσεις των επιμήκων οστών, δηλαδή στα σημεία όπου επιτελείται η αύξηση σε μήκος των οστών αυτών.

Σε περιπτώσεις που η ορμόνη αυτή υπερεκκρίνεται κατά την παιδική και εφηβική ηλικία (π.χ. αδένωμα της υπόφυσης) το ύψος του σώματος καθώς και το μέγεθος των διαφόρων οργάνων υπερβαίνει κατά πολύ το φυσιολογικό με αποτέλεσμα το **γιγαντισμό**. Εάν η υπερέκκριση της ορμόνης αρχίσει μετά την οστέωση του συζευτικού χόνδρου, δηλαδή μετά τη συμπλήρωση της ανάπτυξης, τότε το μήκος των επιμήκων οστών δεν αυξάνεται, προκαλείται όμως αύξηση του όγκου διαφόρων οργάνων του σώματος (ήπαρ, νεφροί, γλώσσα, γεννητικά όργανα κτλ.) καθώς και τμημάτων του σκελετού (άκρο πόδι, άκρο χέρι, κρανίο και κυρίως κάτω γνάθος). Η κατάσταση αυτή λέγεται **μεγαλακρία**.

Αντίθετα, σε περιπτώσεις υπολειτουργίας του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης, κατά την οποία τα ποσά της ορμόνης που παράγονται είναι ανεπαρκή (είτε δεν παράγονται καθόλου) εκ γενετής ή νωρίς μετά τη γέννηση, το άτομο γίνεται νάνος. Η κατάσταση αυτή λέγεται **υποφυσιογενής νανισμός**. Οι αναλογίες των διαφόρων μελών του σώματος μεταξύ τους είναι φυσιολογικές, η δε διανοητική ανάπτυξη και γενικά οι λειτουργίες του νευρικού συστήματος επιτελούνται φυσιολογικά.

ε. Οι ορμόνες του οπίσθιου λοβού της υπόφυσης

- α) **αντιδιουρητική ορμόνη ή πιτρεσίνη**: η κυριότερη επίδρασή της εξασκείται στα κύτταρα που βρίσκονται στο τοίχωμα των άνω εσπειραμένων και των αθροιστικών σωληναρίων στο νεφρό, όπου ελαττώνει την παραγωγή των ούρων.
- β) **ωκυτοκίνη**: εξασκεί επίδραση, κατά κύριο λόγο, στο μυομήτριο και στις λείες μυϊκές ίνες των γαλακτοφόρων πόρων στο μαστό. Στη μήτρα η επίδραση συνίσταται στην πρόκληση ή την ενίσχυση των συστολών, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του τοκετού. Στο μαστό η επίδραση συνίσταται στην παραγωγή γάλακτος κατά το θηλασμό.

ζ. Ορμόνες της ενδοκρινούς μοίρας του παγκρέατος

Ινσουλίνη - Γλυκαγόνη

Η ενδοκρινής μοίρα του παγκρέατος παράγει δύο πολύ σημαντικές ορμόνες που ονομάζονται *ινσουλίνη* και *γλυκαγόνη*. Οι ορμόνες αυτές ρυθμίζουν το ποσό της γλυκόζης στο αίμα. Στο αίμα του ανθρώπου κάτω από φυσιολογικές συνθήκες υπάρχει 1 gr περίπου γλυκόζης σε 100 ml αίματος. Η τιμή αυτή δεν εμφανίζει διακυμάνσεις παρόλο που υπάρχουν λόγοι οι οποίοι θα μπορούσαν να προκαλέσουν μεταβολές είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω.

Δηλαδή, μετά από ένα πλούσιο γεύμα με υδατάνθρακες, παράγεται στο λεπτό έντερο μεγάλη ποσότητα γλυκόζης που πολύ γρήγορα μέσω του βλεννογόνου του λεπτού εντέρου απομυζάται και μπαίνει στο αίμα. Αυτό προκαλεί μια αύξηση της πυκνότητας της γλυκόζης, αλλά για μικρό χρονικό διάστημα, γιατί γρήγορα η γλυκόζη μεταβολίζεται από τα κύτταρα του σώματος, ή μετατρέπεται στο ήπαρ σε

γλυκογόνο. Το γλυκογόνο είναι ένας υδατάνθρακας που σχηματίζεται από πολλή μέρη γλυκόζης. Όταν έχουμε πολύ ώρα να φάμε, τότε το γλυκογόνο του ήπατος διασπάται πάλι σε γλυκόζη και ξαναβγαίνει στο αίμα με αποτέλεσμα το ποσό της γλυκόζης στο αίμα να μένει πάλι σε φυσιολογικά επίπεδα. Ας δούμε με ποιο τρόπο οι δύο ορμόνες του παγκρέατος ρυθμίζουν τις λειτουργίες αυτές.

Η ινσουλίνη παράγεται συνεχώς από το πάγκρεας. Σε περιπτώσεις όμως που αυξάνεται η γλυκόζη στο αίμα, αυξάνεται και η παραγωγή της ινσουλίνης και έτσι επιτυγχάνεται η γρήγορη χρησιμοποίηση της γλυκόζης από τα κύτταρα και επομένως η επαναφορά της σε φυσιολογικά επίπεδα.

Αυτή η επίδραση της ινσουλίνης στο μεταβολισμό είναι πολύ σημαντική για τον οργανισμό. Σε παθολογικές καταστάσεις, οπότε λείπει η ινσουλίνη ή η ινσουλίνη που υπάρχει δε μπορεί να δράσει, έχουμε σοβαρότατες διαταραχές που μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και το θάνατο.

Η παθολογική αυτή κατάσταση που προκαλείται από την αύξηση του σακχάρου στο αίμα λέγεται **σακχαρώδης διαβήτης** και χαρακτηρίζεται από την αύξηση της γλυκόζης στο αίμα (*υπεργλυκαιμία*) και την αυξημένη αποβολή της από τα ούρα (*γλυκοζουρία*).

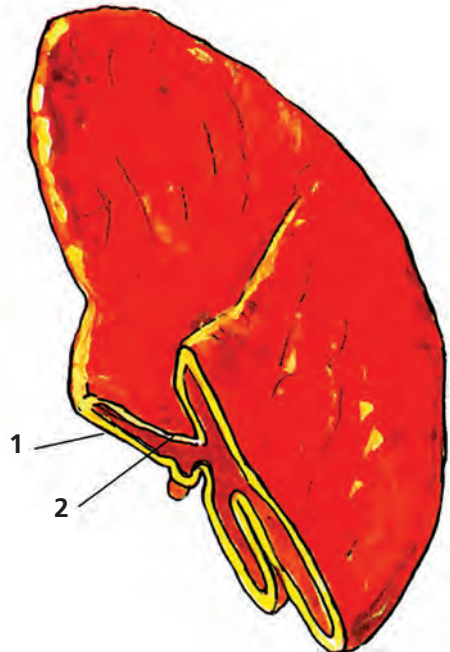
Τελείως αντίθετη είναι η δράση της γλυκαγόνης. Αυτή παράγεται σε μεγάλα ποσά, όταν πέσει το επίπεδο της γλυκόζης στο αίμα και προκαλεί μετατροπή του γλυκογόνου του ήπατος σε γλυκόζη που εισέρχεται στο αίμα και ξανανεβάξει τη γλυκόζη σε φυσιολογικά επίπεδα.

η. Τα επινεφρίδια

Τα επινεφρίδια είναι δύο αδένες, ο δεξιός και ο αριστερός, που έχουν μήκος 3 έως 5 εκατοστών και επικάθονται στον άνω πόλο κάθε νεφρού, θέση από την οποία πήραν και την ονομασία τους (επί των νεφρών) (Εικ. 11.3). Κάθε επινεφρίδιο ζυγίζει 6 περίπου γραμμάρια και περιβάλλεται από μια λιπώδη κάψα. Κάθε νεφρός μαζί με το σύστοιχο επινεφρίδιο περιβάλλονται από τη νεφρική περιτονία. Το δεξιό επινεφρίδιο έχει σχήμα πυραμίδας με την κορυφή προς τα πάνω, ενώ η βάση του ακουμπά στο δεξιό νεφρό. Το αριστερό επινεφρίδιο έχει ημισελήνοειδές σχήμα. Κάθε επινεφρίδιο έχει μια πύλη στην πρόσθια επιφάνειά του, απ' όπου περνούν τα αγγεία και τα νεύρα του.

Το εσωτερικό του επινεφριδίου αποτελείται από δύο ουσίες:

- α) τη *φλοιώδη* και
- β) τη *μυελώδη*.



Εικόνα 11.3 Επινεφρίδια: 1. φλοιός επινεφριδίου,
2. μυελός επινεφριδίου.

Ορμόνες των επινεφριδίων

α) **Μυελώδης μοίρα επινεφριδίων:** οι ορμόνες που παράγονται από τη μυελώδη μοίρα είναι οι κατεχολαμίνες *αδρεναλίνη* και *νοραδρεναλίνη*. Οι επιδράσεις των ορμονών αυτών εξασκούνται σε πολλά όργανα και συστήματα, είναι δε όμοιες με τις επιδράσεις του συμπαθητικού συστήματος. Στο *κυκλοφορικό* προκαλούν αύξηση στην ένταση της καρδιακής συστολής, ταχυκαρδία και αύξηση της αρτηριακής πίεσης. Στο *νευρικό σύστημα* έχουν διεγερτική επίδραση. Επίσης οι κατεχολαμίνες αυξάνουν σε μεγάλο βαθμό το ρυθμό του μεταβολισμού και της θερμοπαραγωγής.

β) **Φλοιώδης μοίρα των επινεφριδίων:** οι ορμόνες του φλοιού των επινεφριδίων είναι οι εξής: α) *αλτακορτικοειδή* β) *γλυκοκορτικοειδή*.

Αλτακορτικοειδή: το κυριότερο αλτακορτικοειδές είναι η *αλδοστερόνη*. Η αλδοστερόνη δρα στα νεφρά ελαττώνοντας την αποβολή του νατρίου με τα ούρα και αυξάνοντας την αποβολή του καλίου. Η λειτουργία αυτή των αλτακορτικοειδών έχει σαν τελικό σκοπό τη ρύθμιση του K^+ και του Na^+ στο αίμα και τα υπόλοιπα υγρά του σώματος, μιας και το K^+ και το Na^+ που αποβάλλονται με τα ούρα προέρχονται από το αίμα.

Γλυκοκορτικοειδή: το κυριότερο γλυκοκορτικοειδές είναι η *κορτιζόνη*. Οι κυριότερες επιδράσεις της κορτιζόνης είναι οι εξής:

- αύξηση του μεταβολισμού των πρωτεϊνών.
- ελάττωση του αριθμού των λεμφοκυττάρων με αποτέλεσμα την ελάττωση της παραγωγής αντισωμάτων.
- Πρόκληση αίσθησης ευεξίας και ευφορίας στο Κ.Ν.Σ.
- Αύξηση της αντίστασης του οργανισμού σε καταστάσεις stress, με αποτέλεσμα την καλύτερη αντίδρασή του σε δύσκολες συνθήκες.

II. Ανατομία του γεννητικού συστήματος του άνδρα και της γυναίκας-ορμονική ρύθμιση

Τα όργανα του γεννητικού συστήματος χρησιμεύουν για την αναπαραγωγή και τη διαιώνιση του ανθρώπινου είδους και χωρίζονται:

- α) στα γεννητικά όργανα του άνδρα,
- β) στα γεννητικά όργανα της γυναίκας.

α. Γεννητικό σύστημα του άνδρα

Το γεννητικό σύστημα του άνδρα αποτελείται από τα εξής όργανα: (Εικ. 11.4).

- 1) τους γεννητικούς αδένες ή όρχεις που παράγουν το σπέρμα.
- 2) τις επιδιδυμίδες, τους σπερματικούς πόρους, τις σπερματοδόχες κύστες και τους εκσπερματικούς πόρους. Από τα όργανα αυτά διαχέεται το σπέρμα.
- 3) τον προστάτη.
- 4) το πέος.

Όρχεις. Οι όρχεις είναι μεικτοί αδένες, έσω και έξω έκκρισης. Με την έξω έκκριση παράγουν τα **σπερματοζώαρια** που αποτελούν τα γεννητικά κύτταρα του άνδρα. Με την έσω έκκριση παράγουν μια ορμόνη, την **τεστοστερόνη**.

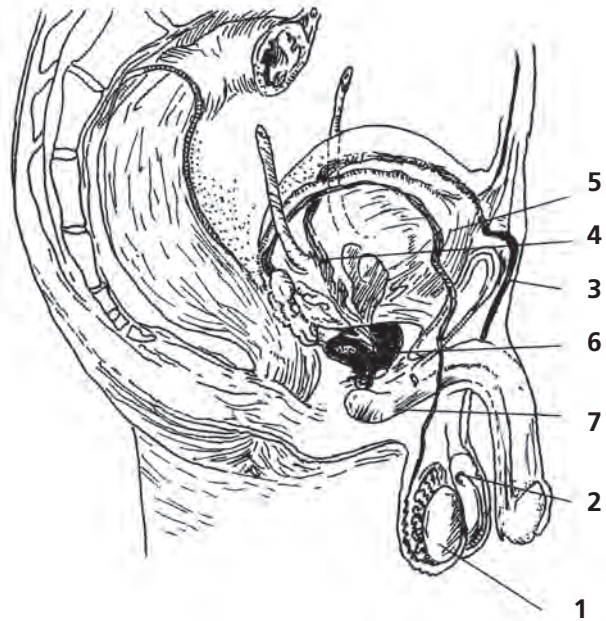
Η τεστοστερόνη εκκρίνεται:

- 1) κατά την ενδομήτρια ζωή (από το δεύτερο μήνα της κύησης) 2) κατά την εξωμήτρια ζωή (από το 10ο έτος της ηλικίας μέχρι τα γεράματα).

Επιδράσεις της τεστοστερόνης:

Κατά την ενδομήτρια ζωή: α) διαφοροποίηση και ανάπτυξη των γεννητικών οργάνων στο αρσενικό β) κάθοδος των όρχεων στο όσχεο.

Κατά την εξωμήτρια ζωή: α) ανάπτυξη και διατήρηση των πρωτευόντων και δευτερευόντων χαρακτηριστικών του αρσενικού φύλου, β) διατήρηση σε φυσιολογικά λειτουργικά επίπεδα του επιθηλίου των σπερματικών σωληναρίων των όρχεων και διαμόρφωση της ιδιάζουσας γενετήσιας συμπεριφοράς στον άνδρα.



Εικόνα 11.4 Γεννητικό σύστημα του άνδρα: 1. όρχις, 2. επιδιδυμίδα, 3. σπερματοδόχος κύστη, 4 & 5. σπερματικός πόρος, 6. προστάτης, 7. βοήβος της ουρήθρας.

Λειτουργίες του γεννητικού συστήματος

- 1) Παραγωγή του αρσενικού γαμέτη (σπερματοζωάριο).
- 2) Παραγωγή όλων των άλλων συστατικών του σπέρματος (πλάσμα σπέρματος) που χρειάζονται για την εξασφάλιση της επιβίωσης και της φυσιολογικής λειτουργικότητας των σπερματοζωαρίων.
- 3) Ενδοκρινική υποστήριξη της σπερματογένεσης και γενικότερα της αναπαραγωγικής δραστηριότητας (έκκριση ανδρογόνων).
- 4) Εισαγωγή μέσα στο γεννητικό σύστημα της γυναίκας του σπέρματος για την επίτευξη της γονιμοποίησης του ωαρίου.

β. Γεννητικό σύστημα της γυναίκας

Το γεννητικό σύστημα της γυναίκας αποτελείται από τα έσω και τα έξω γεννητικά όργανα. (Εικ. 11.5)

Τα έσω γεννητικά όργανα είναι:

- 1) *οι δύο ωοθήκες*, δεξιά και αριστερή, που παράγουν τα γεννητικά κύτταρα της γυναίκας, δηλαδή τα ωάρια και τις γεννητικές ορμόνες, που καθορίζουν τα δευτερεύοντα χαρακτηριστικά και γνωρίσματα της γυναίκας καθώς και τους παράγοντες που καθορίζουν τη φυσιολογική κύηση κτλ.
- 2) *οι δύο σάλπιγγες ή ωαγωγοί*, που μεταφέρουν το ωάριο από την ωοθήκη προς τη μήτρα και επίσης αποτελούν το συνηθισμένο τόπο συνάντησης του ωαρίου και του σπερματοζωαρίου για τη γονιμοποίηση του πρώτου.
- 3) *η μήτρα*, που είναι το όργανο που φιλοξενεί, και τρέφει το από τη γονιμοποίηση του ωαρίου προερχόμενο έμβρυο.
- 4) *ο κόλπος*, όπου εισχωρεί το πέος κατά τη συνουσία και δια μέσου του οποίου διέρχεται το έμβρυο κατά τη γέννησή του.

Τα έξω γεννητικά όργανα είναι:

Το *αιδοίο*, που αποτελείται από τα *μικρά και το μεγάλα χείλη του αιδοίου*, τον *πρόδρομο του κόλπου*, την *κλειτορίδα* και, τέλος, το *εφήθαιο*.

Στο όριο μεταξύ των έξω και των έσω γεννητικών οργάνων της γυναίκας υπάρχει και ο *παρθενικός υμένας*.

Ορμονική ρύθμιση

Οι ορμόνες που παράγονται από τις ωοθήκες είναι τα *οιστρογόνα* και η *προγεστερόνη*. Η οιστραδιόλη είναι το κυριότερο οιστρογόνο.

Επιδράσεις των οιστρογόνων: α) στις *ωοθήκες* προκαλούν αύξηση της αιμάτωσης και συμβάλλουν στην ωρίμανση του ωαρίου και του ωοθυλακίου, β) στη *μήτρα* προκαλούν υπερπλησία του ενδομητρίου και ενισχύουν τις συστολές του μυομητρίου, γ) στον *τράχηλο* της μήτρας προκαλούν αύξηση της παραγόμενης βλέννας, δ) στους *μαστούς* προάγουν την ανάπτυξη του συνδετικού υποστρώματος και των αδενικών πόρων.

Επιδράσεις προγεστερόνης: Οι επιδράσεις εξασκούνται: α) στα γεννητικά όργανα (μήτρα, κόλπος), β) στο μαστό, γ) στο μεταβολισμό, γενικά, και δ) στη θερμοκρασία του σώματος.

Ωοθηκικός κύκλος της γυναίκας

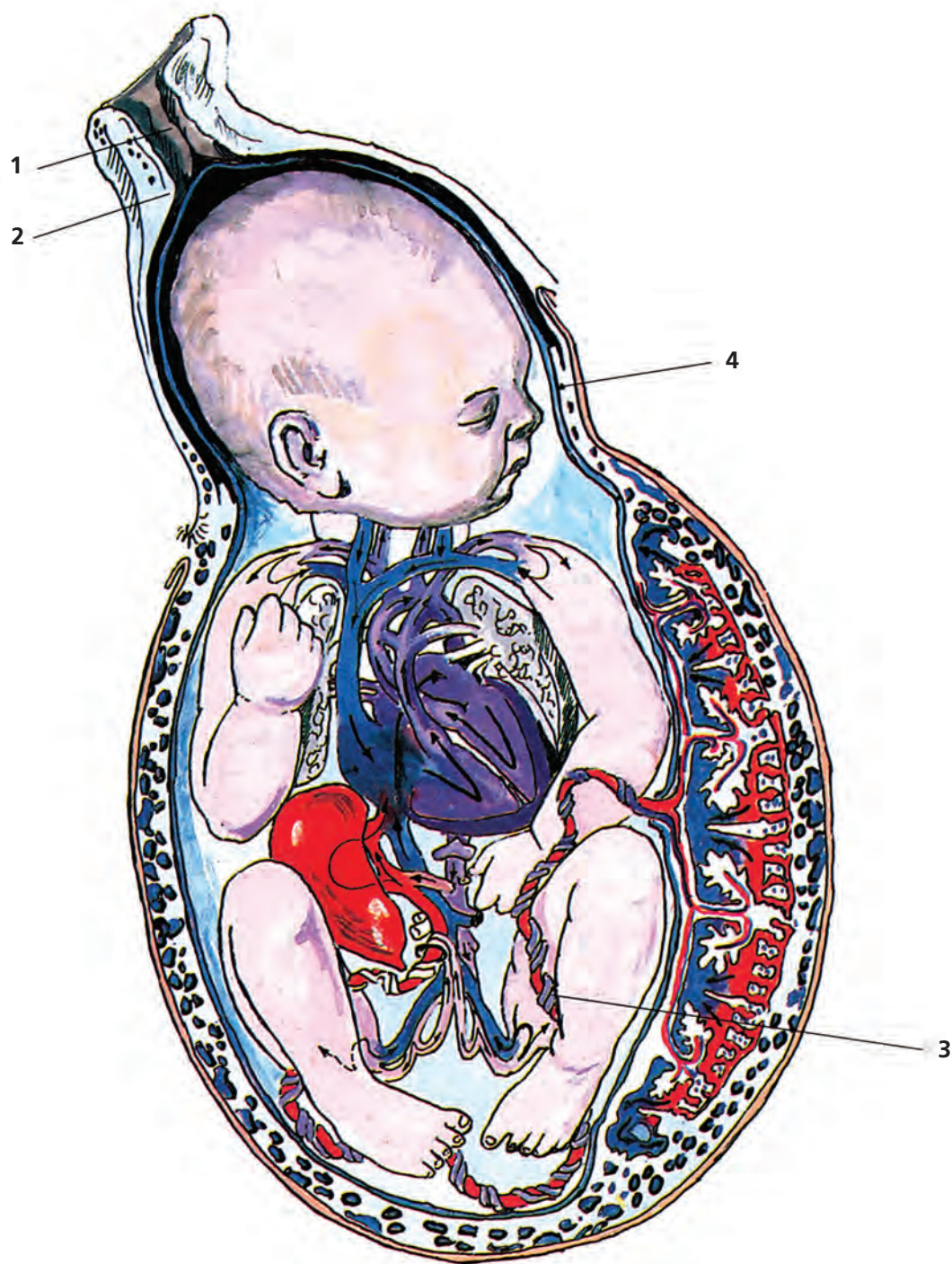
Κατά την έναρξη της εφηβικής ηλικίας, μέσα στις ωοθήκες υπάρχουν 500.000 περίπου ωάρια. Το καθένα από αυτά περιβάλλεται από μια στιβάδα κυττάρων και

όλος ο σχηματισμός λέγεται *αρχέγονο ωοθυλάκιο*.

Στην αρχή κάθε εμμηνορρυσιακού κύκλου, ένας μικρός αριθμός από τα ωοθυλάκια μεγεθύνεται. Απ' αυτά συνήθως ένα αρχίζει να μεγαλώνει ακόμη παραπάνω από την 6η ημέρα του κύκλου, ενώ τα άλλα υφίστανται υποστροφή και μετατρέπονται σε άτρητα ωοθυλάκια. Το ώριμο αυτό ωοθυλάκιο, κατά τη 14η ημέρα του εμμηνορρυσιακού κύκλου, παθαίνει ρήξη (*ωορρηξία*). Το ωάριο που βγαίνει από μέσα του παραλαμβάνεται από τους κροσσούς της σάλπιγγας που περιβάλλουν την ωοθήκη και αρχίζει η μεταφορά του από τον αυλό της σάλπιγγας προς τη μήτρα. Το ωάριο χάνει την ικανότητά του για γονιμοποίηση 24-48 ώρες μετά την ωορρηξία. Το ίδιο συμβαίνει και με τα σπερματοζώαρια 24-28 ώρες μετά την εκσπερμάτιση. Εξάλλου, 100 περίπου σπερματοζώαρια προωθούνται στη σάλπιγγα σε χρονικό διάστημα μικρότερο της μιας ώρας από την εκσπερμάτιση μέσα στον κόλπο. Κατά συνέπεια, κατάλληλες συνθήκες για να γίνει γονιμοποίηση υπάρχουν για 4 περίπου εικοσιτετράωρα (2 ημέρες πριν και 2 μετά την ωορρηξία). Εννοείται, ότι οι πιθανότητες για γονιμοποίηση αυξάνονται σημαντικά εφόσον ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της συνουσίας και της ωορρηξίας είναι μικρότερος.



Εικόνα 11.5 Γεννητικό σύστημα της γυναίκας: 1. σώμα της μήτρας, 2. αγωγός (σάλπιγγα), 3. τράχηλος της μήτρας, 4. στόμιο της μήτρας, 5. έξω στόμιο της ουρήθρας, 6. μικρό χείλος του αιδοίου, 7. μεγάλο χείλος του αιδοίου, 8. κλειτορίδα.



Εικόνα 11.6 Έμβρυο: 1. κόλπος, 2. αμνιακή κοιλότητα, 3. ομφάλιος λώρος, 4. στόμιο της μήτρας.

γ. Κύηση - τοκετός

Η κύηση αρχίζει με την εγκατάσταση του γονιμοποιημένου ωαρίου στο βληνογόνο της μήτρας (Εικ. 11.6). Κατά τη διάρκεια της κύησης, η μήτρα βαθμιαία μεγαλώνει και ανέρχεται μέσα στην κοιλιά. Έτσι, κατά το τέλος της κύησης φθάνει σχεδόν μέχρι το ύψος της ξιφοειδούς απόφυσης. Λίγο πριν τον τοκετό το κεφάλι του εμβρύου χαμηλώνει μέσα στην πύελο και έτσι η μήτρα κατεβαίνει και πάλι. Κατά το **πρώτο στάδιο** του τοκετού, οι συσπάσεις της μήτρας (*ωδίνες τοκετού*) πιέζουν το κεφάλι του εμβρύου μέσα στον τράχηλο. Σ' ένα **δεύτερο στάδιο**, οι συσπάσεις της μήτρας γίνονται συχνότερες, ενώ η προώθηση του εμβρύου μέσα στον κόλπο βοηθάται από τη σύσπαση των κοιλιακών τοιχωμάτων με τη θέληση της γυναίκας. Έτσι το νεογνό βγαίνει στον κόσμο. Ακολουθεί ένα **τρίτο στάδιο** κατά το οποίο συστέλλεται η μήτρα και σταματά η αιμορραγία. Προοδευτικά, τέλος, η μήτρα επανέρχεται στο μέγεθος που είχε πριν την κύηση.

III. Φυσιολογία της άθλησης

«Η Σωματική υγεία παρατείνει τη ζωή». Από πολλές μελέτες έχει αποδειχθεί ότι τα άτομα που διατηρούνται σε καλή σωματική κατάσταση, από άποψη γενικής υγείας και σωματικής ετοιμότητας, με λογική χρήση προγραμμάτων άσκησης και ελέγχου του βάρους του σώματος, έχουν και το επιπρόσθετο όφελος της παράτασης της ζωής τους. Ιδιαίτερα μεταξύ των ηλικιών 50 και 70, από μελέτες προκύπτει ότι η θνησιμότητα είναι τρεις φορές μικρότερη για τα άτομα που κάνουν κατάλληλη σωματική άσκηση σε σύγκριση με τα άτομα χωρίς αυτήν. Αλλά γιατί η σωματική καλή άσκηση παρατείνει τη ζωή;

Για τους ακόλουθους δύο προφανείς λόγους:

Πρώτον, η σωματική υγεία και άσκηση του σώματος καθώς και ο έλεγχος του σωματικού βάρους περιορίζουν, σε μεγάλο βαθμό, την εκδήλωση καρδιαγγειακών νόσων. Αυτό οφείλεται: α) στη διατήρηση σε μέτρια ελαττωμένα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης και β) στην ελαττωμένη χοληστερόλη και τις λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας στο αίμα, παράλληλα με τις αυξημένες λιποπρωτεΐνες υψηλής πυκνότητας. Όπως σημειώνεται και παραπάνω, οι καταστάσεις αυτές συμβάλλουν, όλες μαζί, σε περιορισμό του αριθμού των καρδιακών προσβολών και των αγγειοεγκεφαλικών επεισοδίων.

Δεύτερον, και πιθανώς εξίσου σημαντικό, το άτομο που αθλείται διαθέτει περισσότερες σωματικές εφεδρείες τις οποίες ενεργοποιεί σε περίπτωση νόσου.

Για παράδειγμα, το άτομο των 80 ετών χωρίς ιδιαίτερη αθλητική εκγύμναση μπορεί να διαθέσει αναπνευστικό σύστημα που περιορίζει τη χρησιμοποίηση οξυγόνου σε όχι περισσότερο από 1 λίτρο το λεπτό. Αυτό σημαίνει αναπνευστική εφεδρεία όχι μεγαλύτερη από το τριπλάσιο έως το τετραπλάσιο της κατανάλωσης του οξυγόνου υπό συνθήκες ηρεμίας. Αντίθετα, το αθλητικά γυμνασμένο ηλικιωμένο άτομο μπορεί να διαθέτει τουλάχιστον διπλάσια αναπνευστική εφεδρεία. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όσον αφορά τη διατήρηση της ζωής σε περιπτώσεις που το ηλικιωμένο άτομο προσβληθεί από νόσο, όπως είναι η πνευμονία, κατά την οποία θα απαιτηθεί όλη η διαθέσιμη αναπνευστική του εφεδρεία. Επιπρόσθετα, η ικανότητα για αύξηση της καρδιακής λειτουργίας σε περίπτωση ανάγκης (καρδιακή εφεδρεία) συχνά είναι ακόμα και 50% μεγαλύτερη στο αθλητικά γυμνασμένο άτομο.

Περίληψη

Οι ενδοκρινείς αδένες εκκρίνουν ορμόνες, οι οποίες μέσω της κυκλοφορίας μεταφέρονται στους ιστούς, διεγείροντας ειδικές βιοχημικές δραστηριότητες.

Ευαίσθητα στις ορμόνες είναι ορισμένα μόνο κύτταρα τα οποία διαθέτουν κατάλληλους υποδοχείς μιας συγκεκριμένης ορμόνης.

Οι κυριότεροι ενδοκρινείς αδένες είναι η υπόφυση, τα επινεφρίδια, ο θυρεοειδής και οι παραθυρεοειδείς αδένες. Μικτοί αδένες είναι το πάγκρεας, οι ωοθήκες και οι όρχεις.

Το γεννητικό σύστημα χρησιμεύει για την αναπαραγωγή. Παράγει γεννητικά κύτταρα και γεννητικές ορμόνες και αποτελείται από διαφορετικά όργανα στον άνδρα και στη γυναίκα. Η λειτουργία του συστήματος βρίσκεται κάτω από τον έλεγχο των ορμονών της υπόφυσης.

Το γεννητικό σύστημα του άνδρα αποτελείται από τα ακόλουθα όργανα:

- όρχεις
- σπερματικοί πόροι
- σπερματοδόχοι κύστες
- εκσπερματικοί πόροι
- πέος

Από τα όργανα αυτά το πέος χαρακτηρίζεται ως έξω γεννητικό όργανο, ενώ όλα τα άλλα αποτελούν τα έσω γεννητικά όργανα του άνδρα.

Το γεννητικό σύστημα της γυναίκας περιλαμβάνει τα ακόλουθα όργανα:

- ωοθήκες
- ωαγωγοί ή σάλπιγγες
- μήτρα
- κόλπος ή κοιλός
- αιδοίο

Τα τέσσερα πρώτα αποτελούν τα έσω γεννητικά όργανα της γυναίκας, ενώ το αιδοίο είναι το έξω γεννητικό όργανό της.

Ερωτήσεις

1. Ποιες ουσίες ονομάζουμε ορμόνες και από πού εκκρίνονται;
2. Ποιοι είναι οι κυριότεροι ενδοκρινείς αδένες;
3. Αναφέρατε παραδείγματα ορμονών με α) παραπλήσια και με β) αντίθετη δράση.
4. Πού βρίσκεται ο θυρεοειδής αδένας και πώς είναι η εξωτερική του μορφολογία;
5. Ποιο στοιχείο περιέχει ο θυρεοειδής αδένας σε μεγάλες ποσότητες;
6. Από τι εξαρτάται η ρύθμιση της λειτουργίας του θυρεοειδούς αδένος;
7. Από τι αποτελείται το εσωτερικό του θυρεοειδούς αδένος;
8. Ποια είναι η κυριότερη ορμόνη που παράγει ο θυρεοειδής αδένας και σε τι χρησιμεύει αυτή;
9. Πού βρίσκονται οι παραθυρεοειδείς αδένες, πόσοι είναι και ποιο είναι το μέγεθός τους;
10. Από τι αποτελούνται εσωτερικά οι παραθυρεοειδείς αδένες;
11. Ποια ορμόνη εκκρίνουν οι παραθυρεοειδείς αδένες και ποια είναι η χρησιμότητά της;
12. Πού βρίσκεται ο θύμος αδένας;
13. Μέχρι ποια ηλικία υπάρχει ο θύμος αδένας;
14. Από τι αποτελείται ο θύμος αδένας εσωτερικά;
15. Ποια είναι η χρησιμότητα του θύμου αδένος;
16. Σε τι οφείλεται ο σακχαρώδης διαβήτης;
17. Από ποιες ορμόνες και πώς ρυθμίζεται η συγκέντρωση γλυκόζης στο αίμα;
18. Ποιες ορμόνες βοηθούν τον οργανισμό να αντιμετωπίσει τις καταστάσεις stress;
19. Από ποια όργανα αποτελείται το γεννητικό σύστημα του άνδρα;
20. Από ποια όργανα αποτελείται το γεννητικό σύστημα της γυναίκας;
21. Από ποιες ορμόνες και πώς ελέγχεται η λειτουργία του γεννητικού συστήματος στον άνδρα και από ποιες και πώς στη γυναίκα;

120

κεφάλαιο

Μεταβολισμός Θερμορύθμιση

- I. Μεταβολισμός
- II. Θερμορύθμιση

Μεταβολισμός - δερμορύθμιση

I. Μεταβολισμός

Για την επιτέλεση των λειτουργιών των κυττάρων και γενικότερα του οργανισμού απαιτείται η συνεχής μετατροπή ενέργειας. Η ενέργεια αυτή εισάγεται στον οργανισμό με τη μορφή της χημικής ενέργειας, που περικλείεται μέσα στα μόρια των θρεπτικών ουσιών (υδατάνθρακες, λιπίδια, λευκώματα) που προσλαμβάνονται.

Η απελευθέρωσή της γίνεται με οξειδώσεις, με ενζυμικούς μηχανισμούς, κατά τους οποίους ένα μέρος της μετατρέπεται σε θερμότητα, ενώ το υπόλοιπο αποδίδεται ως έργο, που τελικά μετατρέπεται και αυτό, πρακτικά ολόκληρο, σε θερμότητα.

Το σύνολο όλων αυτών των αντιδράσεων που επιτελούνται μέσα στον οργανισμό λέγεται **μεταβολισμός**, ο οποίος διακρίνεται στον **αναβολισμό** και τον **καταβολισμό**.

Ο αναβολισμός περιλαμβάνει αντιδράσεις σύνθεσης πολύπλοκων χημικών ουσιών από πιο απλές. Για την πραγματοποίηση των αντιδράσεων σύνθεσης, καταναλώνεται συνήθως ενέργεια.

Ο καταβολισμός περιλαμβάνει τις αντιδράσεις διάσπασης πολύπλοκων ουσιών σε απλούστερες, με παράλληλη απόδοση ενέργειας.

Ο ρόλος της τριφωσφορικής αδενοσίνης στο μεταβολισμό

Την ενέργεια που χρειάζεται το κύτταρο την κερδίζει από την οξείδωση, δηλαδή από τη διάσπαση ορισμένων χημικών ουσιών, κυρίως της γλυκόζης και των λιπαρών οξέων. Η χημική ενέργεια που απελευθερώνεται από τη διάσπαση των ουσιών αυτών αποθηκεύεται στο κύτταρο κυρίως με τη μορφή τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP).

Το ATP συντίθεται από διφωσφορική αδενοσίνη (ADP) και φωσφορικό οξύ (P). Για να γίνει η σύνθεση του ATP χρησιμοποιείται η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την καύση της γλυκόζης και των λιπαρών οξέων. Το ATP με τη διάσπασή του σε ADP και P απελευθερώνει την αποθηκευμένη χημική ενέργεια ώστε να χρησιμοποιηθεί για τις ενεργειακές ανάγκες του κυττάρου. Μπορούμε επομένως να περιγράψουμε το ATP ως «το ενεργειακό νόμισμα» του κυττάρου, που καταναλώνεται κάθε φορά που ο οργανισμός χρειάζεται γρήγορη παροχή ενέργειας.

α. Μεταβολισμός των υδατανδράκων

Ο κεντρικός ρόλος της γλυκόζης

Οι υδατάνθρακες απορροφώνται από το βλεννογόνο του εντέρου με τη μορφή μονοσακχαριτών (κυρίως γλυκόζη) καθώς και σε μικρές ποσότητες με τη μορφή φρουκτόζης και γαλακτόζης και μεταφέρονται μέσω της πυλκίας φλέβας στο αίμα. Στο συκώτι μετατρέπονται όλοι οι μονοσακχαρίτες (φρουκτόζη, γαλακτόζη) σε γλυκόζη και σε ενώσεις του μεταβολισμού της γλυκόζης, μιας και αυτή είναι το σάκχαρο του κυττάρου, προκειμένου να επακολουθήσει μια από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- 1) ένα μεγάλο μέρος της γλυκόζης οξειδώνεται σε CO_2 και H_2O με ταυτόχρονη απόδοση ενέργειας.
- 2) άλλο μέρος της γλυκόζης αποθηκεύεται στο συκώτι και στους μύες με τη μορφή γλυκογόνου.
- 3) μέρος της μετατρέπεται σε λιπαρά οξέα και αποταμιεύεται ως λίπος στον λιπώδη ιστό.
- 4) ένα μικρό της ποσοστό γίνεται συστατικό άλλων απαραίτητων σακχάρων (ριβόζη, φρουκτόζη).
- 5) μέρος της ανθρακικής αλυσίδας διατίθεται για το σχηματισμό των μη απαραίτητων αμινοξέων.

Στο μεταβολισμό η αποδόμηση της γλυκόζης ακολουθεί δύο πορείες. Και στις δύο έχουμε μετατροπή της ενέργειας που απελευθερώνεται ως ATP. Αυτές είναι:

- η **αναερόβια** (χωρίς κατανάλωση οξυγόνου) **γλυκόλυση** (στους μύες), που καταλήγει στο σχηματισμό γαλακτικού οξέος, το οποίο καταναλώνεται κατά κύριο λόγο στο συκώτι και όταν χρειαστεί αναβολίζεται πάλι σε γλυκόζη.
- η **αερόβια γλυκόλυση** κατά την οποία στο κύκλο του krebs σχηματίζεται CO_2 και H_2O από γλυκόζη, με σύγχρονη κατανάλωση O_2 . Η απόδοση ενέργειας (οκτώ μόρια ATP) είναι στην περίπτωση αυτή μεγαλύτερη από την αναερόβια γλυκόλυση (δύο μόρια ATP). Παρόλο που ο αναερόβιος μεταβολισμός των υδατανθράκων δεν είναι τόσο αποδοτικός, είναι απαραίτητος σε περιόδους απόδοσης έντονου μυϊκού έργου καθώς και σε περιπτώσεις έλλειψης O_2 .

Αποθήκευση του γλυκογόνου στο ήπαρ και στους μύες

Μετά την απορρόφησή της από τα κύτταρα, η γλυκόζη μπορεί να χρησιμοποιηθεί αμέσως για απόδοση ενέργειας προς τα κύτταρα ή να αποθηκευτεί με τη μορφή γλυκογόνου, που αποτελείται από πολλά μόρια γλυκόζης. Όλα τα κύτταρα του σώματος μπορούν να εναποθηκεύουν έστω και μικρό ποσό γλυκογόνου, ορισμένα όμως κύτταρα μπορούν να εναποθηκεύουν μεγάλα ποσά, και ιδιαίτερα τα ηπατικά κύτταρα, τα οποία μπορούν να εναποθηκεύουν μέχρι και 5 έως 8% του βάρους τους σε γλυκογόνο, και τα μυϊκά κύτταρα, τα οποία εναποθηκεύουν 1 έως 3% γλυκογόνο.

Η γλυκόζη αποθηκεύεται κατά προτίμηση με τη μορφή γλυκογόνου, μέχρις ότου τα κύτταρα να έχουν αποθηκεύσει όσο μεγαλύτερη ποσότητα μπορούν που να επαρκεί για τις ανάγκες του σώματος σε ενέργεια για μόνο 12-24 ώρες.

Όταν τα κύτταρα (και κυρίως τα ηπατικά και τα μυϊκά κύτταρα) πλησιάζουν προς το σημείο κορεσμού τους με γλυκογόνο, η επιπρόσθετη γλυκόζη που εισέρχεται στα κύτταρα μετατρέπεται σε λίπος στο ήπαρ και στα κύτταρα του λιπώδους ιστού και στη συνέχεια εναποθηκεύεται στα λιποκύτταρα.

β. Μεταβολισμός των λιπιδίων

Διάφορες χημικές ενώσεις στην τροφή και στο σώμα περιλαμβάνονται στην κατηγορία των λιπιδίων. Σ' αυτήν ανήκουν:

- 1) ουδέτερα λίπη που είναι γνωστά ως τριγλυκερίδια,
- 2) φωσφολιπίδια,
- 3) χοληστερόλη,

και

4) διάφορες άλλες μικρότερης σημασίας ουσίες.

Από χημική άποψη, το βασικό λιπιδιακό στοιχείο των τριγλυκεριδίων και των φωσφολιπιδίων είναι τα λιπαρά οξέα, τα οποία είναι οργανικά οξέα υδρογονανθράκων, με μακρές αλυσίδες ατόμων άνθρακα.

Μεταφορά των λιπαρών οξέων στο αίμα

Όταν το λίπος που είναι αποθηκευμένο στο λιπώδη ιστό απαιτείται να χρησιμοποιηθεί σε άλλα σημεία του σώματος, συνήθως για απόδοση ενέργειας, πρέπει πρώτα να γίνει η μεταφορά του στους ιστούς όπου θα καταναλωθεί. Η μεταφορά αυτή γίνεται κυρίως με τη μορφή λιπαρών οξέων, αφού πρώτα γίνει υδρολυτική διάσπαση των τριγλυκεριδίων σε λιπαρά οξέα και γλυκερόλη.

Δύο τουλάχιστον κατηγορίες ερεθισμάτων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υδρολυτική διάσπαση.

Η πρώτη όταν η διαθεσιμότητα της γλυκόζης προς τα κύτταρα του λιπώδους ιστού ελαττώνεται σε πολύ χαμηλό επίπεδο.

Η δεύτερη όταν μια ορμονοευαίσθητη κυτταρική λιπάση μπορεί να ενεργοποιηθεί από διάφορες ορμόνες και να προάγει τη γρήγορη υδρολυτική διάσπαση των τριγλυκεριδίων.

Η συγκέντρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων στο πλάσμα σε συνθήκες ηρεμίας του ατόμου είναι περίπου 15mg/100ml, κάτι που σημαίνει ολικό ποσό 0,45 mg λιπαρών οξέων σε ολόκληρο το κυκλοφορικό σύστημα.

Παρόλο που φαίνεται παράξενο, αυτό το μικρό ποσό είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά ολόκληρης σχεδόν της ποσότητας των λιπαρών οξέων.

Αποδέματα λίπους

Λιπώδης ιστός

Μεγάλα ποσά λίπους αποθηκεύονται σε δύο κύριους ιστούς του σώματος, στο λιπώδη ιστό και το ήπαρ. Η κύρια λειτουργία του λιπώδους ιστού είναι η αποθήκευση τριγλυκεριδίων μέχρις ότου αυτά χρειαστεί να αποδώσουν ενέργεια σε κάποιο άλλο σημείο του σώματος. Εντούτοις, μια άλλη επικουρική λειτουργία του συνίσταται στην παροχή θερμικής μόνωσης στο σώμα.

Λιπίδια του ήπατος

Οι κυριότερες λειτουργίες του ήπατος, όσον αφορά το μεταβολισμό των λιπιδίων, είναι:

- 1) η διάσπαση των λιπαρών οξέων σε μικρότερα μόρια ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούνται για την απόδοση ενέργειας.
- 2) η σύνθεση τριγλυκεριδίων, κυρίως από υδατάνθρακες, και σε μικρότερο βαθμό και από πρωτεΐνες.
- 3) η σύνθεση άλλων λιπιδίων από λιπαρά οξέα, κυρίως χοληστερόλη και φωσφολιπίδια.

Μεγάλα ποσά τριγλυκεριδίων εμφανίζονται στο ήπαρ (1) κατά τη νηστεία, (2) σε σακχαρώδη διαβήτη ή (3) σε οποιαδήποτε κατάσταση κατά την οποία επιτελείται γρήγορος μεταβολισμός λίπους για παροχή ενέργειας.

Χρησιμοποίηση των τριγλυκεριδίων για απόδοση ενέργειας

Ποσοστό 40% των θερμίδων του διαιτολογίου προέρχεται από λίπη. Το ποσοστό αυτό είναι περίπου ίσο με εκείνο που προέρχεται από υδατάνθρακες. Κατά συνέπεια, η χρησιμοποίηση των λιπών από το σώμα για την παροχή ενέργειας είναι εξίσου σημαντική με τη χρησιμοποίηση των υδατανθράκων. Επιπρόσθετα, μεγάλο μέρος από τους υδατάνθρακες που προσλαμβάνονται με την τροφή μετατρέπεται σε τριγλυκερίδια, αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται αργότερα ως τριγλυκερίδια για την απόδοση ενέργειας στα διάφορα όργανα (κυρίως στους μύες και το συκώτι) ή ανασυντίθενται σε τριγλυκερίδια προκειμένου να αποθηκευτεί στο λιπώδη ιστό ως εφεδρική πηγή ενέργειας.

Παχυσαρκία

Η παχυσαρκία συνίσταται στην εναπόθεση περίσσειας λίπους στο σώμα. Η παχυσαρκία προκαλείται με την πρόσληψη μεγαλύτερου ποσού τροφής από εκείνο που χρησιμοποιείται από το σώμα για την παροχή ενέργειας. Η περίσσεια της τροφής είτε αυτή είναι λίπος, υδατάνθρακες είτε πρωτεΐνες, εναποτίθεται υπό αυτές τις συνθήκες με τη μορφή λίπους στο λιπώδη ιστό με στόχο τη μελλοντική της χρησιμοποίηση για απόδοση ενέργειας.

γ. Πρωτεΐνες: είδη και λειτουργίες

Τα τρία τέταρτα περίπου των στερεών συστατικών του σώματος είναι πρωτεΐνες. Σ' αυτές περιλαμβάνονται οι δομικές πρωτεΐνες, τα ένζυμα, οι νουκλιοπρωτεΐνες, οι πρωτεΐνες που μεταφέρουν οξυγόνο, οι πρωτεΐνες των μυών που επιτελούν τη συστολή, καθώς και πολλή άλλα είδη πρωτεϊνών, οι οποίες επιτελούν ειδικές λειτουργίες, τόσο μέσα όσο και έξω από τα κύτταρα, σε ολόκληρο το σώμα.

Μεταφορά και αποθήκευση των αμινοξέων

Η φυσιολογική συγκέντρωση των αμινοξέων στο αίμα είναι μεταξύ 35 και 65 mg ανά 100 ml, δηλαδή, κατά μέσο όρο, 2 mg / 100 ml στο καθένα από τα 20 αμινοξέα, αν και ορισμένα αμινοξέα βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση από άλλα.

Απαραίτητα και μη απαραίτητα αμινοξέα

Δέκα από τα αμινοξέα που φυσιολογικά βρίσκονται στις ζωικής προέλευσης πρωτεΐνες μπορούν να συντίθενται από τα κύτταρα, ενώ τα άλλα δέκα είτε δε μπορούν καθόλου να συντίθενται είτε συντίθενται σε ποσότητες που είναι πολύ μικρές για να ανταποκριθούν στις ανάγκες του σώματος.

Τα αμινοξέα της τελευταίας αυτής ομάδας ονομάζονται απαραίτητα αμινοξέα. Η χρησιμοποίηση του όρου «απαραίτητα» δε σημαίνει ότι τα άλλα δέκα «μη απαραίτητα» αμινοξέα δεν είναι εξίσου απαραίτητα για τη σύνθεση των πρωτεϊνών, απλά μόνο ότι αυτά δεν είναι απαραίτητο να περιλαμβάνονται στο διαιτολόγιο, γιατί μπορούν να συντίθενται στο σώμα.

Χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών για παροχή ενέργειας

Τα αμινοξέα που προέρχονται από τη διάσπαση των πρωτεϊνικών ουσιών των τροφών καταλήγουν μετά την απορρόφησή τους από το λεπτό έντερο, μέσω της πυλαίας φλέβας, στο συκώτι, εάν δεν καταναλωθούν για την πρωτεϊνοσύνθεση.

Τα αμινοξέα χρησιμοποιούνται μόνο σε μικρό βαθμό για τη παραγωγή ενέργειας. Η χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών για την παραγωγή ενέργειας γίνεται ή με την εναπόθεσή τους είτε κυρίως ως λίπος είτε, σε ελάχιστα ποσά, και ως γλυκογόνο.

Μεταξύ σύνθεσης και διάσπασης των πρωτεϊνών του οργανισμού επικρατεί μια δυναμική ισορροπία. Επειδή δεν υπάρχουν αποθήκες πρωτεΐνης, σε περιπτώσεις έλλειψης πρωτεϊνών από τις προσλαμβανόμενες τροφές, διατίθεται μόνο 1% των πρωτεϊνών του οργανισμού για την παραγωγή ενέργειας. Σε περιόδους νηστείας μπορούν να αποδομηθούν μόνο 2 έως 5 κιλά πρωτεϊνών του οργανισμού, χωρίς να επηρεαστούν αρνητικά οι λειτουργίες και η υγεία του ατόμου.

II. Θερμορύθμιση

Η θερμοκρασία του σώματος στον άνθρωπο διατηρείται σταθερή ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Η θερμότητα παράγεται στο σώμα κατά τις διεργασίες του μεταβολισμού. Πράγματι, όλη η ενέργεια που μετατρέπεται στον οργανισμό (εκτός από αυτή που μετατρέπεται σε εξωτερικό μηχανικό έργο) καταλήγει σε θερμότητα. Κατά συνέπεια, το ποσό της θερμότητας που παράγεται εξαρτάται από το ρυθμό του μεταβολισμού.

Οι τρόποι με τους οποίους το σώμα χάνει θερμότητα είναι η ακτινοβολία, η αγωγή, η μεταφορά και η εξάτμιση. Οι ποσότητες θερμότητας που χάνονται με αγωγή είναι πολύ μικρές. Ο τρόπος αυτός αφορά τη θερμότητα που αποβάλλεται από την επιφάνεια του σώματος προς τα ψυχρότερα στρώματα αέρα του περιβάλλοντος ή και προς οποιοδήποτε άλλο ψυχρότερο σώμα που έρχεται σε άμεση επαφή με το σώμα (π.χ. νερό, διάφορα αντικείμενα κτλ.). Ο ρυθμός της αποβολής της εξαρτάται, κατά κύριο λόγο, από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του δέρματος και του αέρα που περιβάλλει το σώμα.

Αποβολή της θερμότητας με μεταφορά γίνεται όταν το δέρμα μας έρχεται σε επαφή με αέρα ή υγρό που έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτό.

Τέλος, η αποβολή θερμότητας με εξάτμιση αφορά το ποσό της θερμότητας που χάνεται από την εξωτερική επιφάνεια του οργανισμού (δέρμα, πνεύμονες) ή από εφίδρωση.

Όταν η θερμοκρασία του σώματος γίνει μικρότερη από 37° C, αρχίζουν να λειτουργούν μηχανισμοί διατήρησης της θερμότητας. Ο κυριότερος μηχανισμός για την παρεμπόδιση της αποβολής της θερμότητας είναι η περιφερική αγγειοσυστολή. Επίσης στην παρεμπόδιση της αποβολής της θερμότητας συμβάλλουν η ανόρθωση των τριχών, η αναστολή της εφίδρωσης, η αύξηση του μυϊκού τόνου, η διέγερση του συμπαθητικού (προκαλώντας αύξηση του ρυθμού του κυτταρικού μεταβολισμού και αύξηση της λειτουργίας του θυρεοειδούς) ως συνέπεια αυξημένης παραγωγής θυροξίνης.

Θερμορυθμιστικό κέντρο

Τα διάφορα «θερμορυθμιστικά ερεθίσματα» υφίστανται ολοκλήρωση μέσα σε νευρικό κέντρο που βρίσκεται στον υποθάλαμο του εγκέφαλου, το οποίο χαρακτηρίζεται ως θερμορυθμιστικό κέντρο. Αυτό το κέντρο δέχεται δύο ειδών «ερεθίσματα»:

- τις νευρικές ώσεις, που προέρχονται από τους αισθητικούς υποδοχείς για το θερμό και το ψυχρό σ' ολοκλήρω το σώμα.
- την επίδραση της θερμοκρασίας του αίματος που διέρχεται από τα αγγεία του υποθαλάμου. Το θερμορυθμιστικό κέντρο φαίνεται ότι λειτουργεί ως «θερμοστάτης», ο οποίος είναι ρυθμισμένος για να διατηρεί τη θερμοκρασία του σώματος «σταθερή» σε ορισμένο σημείο που λαμβάνεται ως «σημείο αναφοράς». Σε οποιαδήποτε περίπτωση υπάρξει από το σημείο αυτό ένδειξη εκτροπής της θερμοκρασίας το κέντρο κινητοποιεί τους κατάλληλους θερμορυθμιστικούς μηχανισμούς για την αποκατάσταση της εκτροπής.

Ανεπάρκεια των θερμορυθμιστικών μηχανισμών

Οι θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί μπορεί να αποδειχθούν ανεπαρκείς: α) όταν

επικρατούν εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες στο περιβάλλον β) όταν η λειτουργία τους παρακωλύεται με οποιονδήποτε τρόπο. Στις περιπτώσεις αυτές η θερμοκρασία του σώματος μπορεί να αυξηθεί είτε να ελαττωθεί πέρα από τα φυσιολογικά όρια (υπερθερμία, υποθερμία).

Περίληψη

Επειδή ο ανθρώπινος οργανισμός πρέπει να κινείται, να συνθέτει, να μεταφέρει διάφορες ουσίες ενεργητικά, να παράγει θερμότητα, δηλαδή να πραγματοποιεί λειτουργίες που καταναλώνουν ενέργεια, είναι απαραίτητο να τροφοδοτείται συνεχώς με ενέργεια.

Πηγή αυτής της ενέργειας είναι για τον άνθρωπο η τροφή του (λίπη, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες) την οποία πρέπει να προσλαμβάνει σε αρκετές ποσότητες προκειμένου να καλύψει τις ενεργειακές του ανάγκες. Το σύνολο των χημικών αντιδράσεων του οργανισμού οι οποίες συμβάλλουν στη μετατροπή της χημικής ενέργειας της τροφής σε άλλες μορφές ενέργειας λέγεται μεταβολισμός και διακρίνεται σε αναβολισμό και καταβολισμό.

Το σώμα είναι ικανό να συντηρεί τη θερμοκρασία του σε φυσιολογικά επίπεδα ανεξάρτητα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία του σώματος ρυθμίζεται από νευρικούς μηχανισμούς ρύθμισης, οι οποίοι ελέγχονται από το θερμορυθμιστικό κέντρο που βρίσκεται στον υποθάλαμο.

Ερωτήσεις

1. Τι ονομάζουμε μεταβολισμό;
2. Τι είναι τα ένζυμα και ποιος ο ρόλος τους στο κύτταρο;
3. Ποιος είναι ο ρόλος της ATP στο μεταβολισμό;
4. Ποια κύτταρα του οργανισμού αποθηκεύουν περισσότερο γλυκογόνο και γιατί;
5. Πώς προκαλείται η παχυσαρκία;
6. Τι γνωρίζετε για τα απαραίτητα και τα μη απαραίτητα αμινοξέα;
7. Τι ονομάζουμε θερμορύθμιση και ποιο είναι το κέντρο που την ελέγχει;

1. Ασπιώτης Ν., Ανθρωπολογία, ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1981.
2. Βιολογία, Γ' Λυκείου, Ο.Ε.Δ.Β, Αθήνα.
3. Βλάχος Ι.Δ., Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, Επιστ. Εκδ. «Γρ. Παρισιάνος», Αθήνα, 1985.
4. Γεώργια Μ. - Λίτσα Κ. - Μαθήματα Ανατομικής, Ιατρ. Εκδ. Λίτσας, Αθήνα 1985.
5. A. GUYTON M.D., Φυσιολογία του ανθρώπου, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας.
6. Θωμόπουλος Γ., Βιολογία κυττάρου, Εκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 1990.
7. Κατρίτσας Ε.Δ., Ανατομική του ανθρώπου τομ. 1 και 2, Ιατρ. Εκδ. Λίτσας, Αθήνα, 1991.
8. Κούβελα Η.Δ. - Ανατομία Φυσιολογία Ίδρυμα Ευγενιδίου, Αθήνα, 1933.
9. Lippert., Ανατομική - Ιατρ. Εκδ. Γ. Κ. Παρισιάνος, Αθήνα, 1993.
10. Μιχαήλ Σ. Γ., Ιστολογία, Θεσσαλονίκη, 1982.
11. Μομφεράττου Ε. - Παράσχος Αθ., Συνοπτική Περιγραφική Ανατομική, Ιατρ. εκδ. Λίτσας, Αθήνα, 1996.
12. Νάτσος Π., Μαθήματα ανθρωπολογίας, Εκδ. Λεούσης-Μαστρογιάννης.
13. Παγκάλη Α., Εγχειρίδιο Φυσιολογίας, Ιατρ. Εκδ. Λίτσας, Αθήνα, 1992.
14. Παπαδημητρίου Κ.Σ., Γενική Παθολογία και Παθολογική Ανατομική, Ιατρ. Εκδ. Λίτσας, Αθήνα, 1988.
15. Παυλίδου Μ., Ανοσολογία, δεύτερη έκδοση, Ιατρ. Εκδ. Λίτσας, Αθήνα, 1986.
16. Poitevin Beer, Μεγάλη Ιατρική Εγκυκλοπαίδεια, Εκδ. Χρυσός Τύπος ΕΠΕ.
17. Ρίζου Σ., Εγχειρίδιο Ανατομικής - Ιατρ. Εκδ. Λίτσας, Αθήνα, 1996.
18. Rothen-Yokochi, Έγχρωμος Άτλας Ανατομικής του Ανθρώπου, Εκδ. Λίτσας.
19. Σάββας Π.Α., Επίτομη ανατομική του ανθρώπου και άτλας, Εκδ. Αφ. Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 1979.
20. Τουσίμης Δ. - Στοιχεία Ανατομικής, Ιατρ. Εκδ. Π. Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα, 1996.
21. Χατζημηνιά Ι.Σ., Επίτομη Φυσιολογία, Επιστ. εκδ., Γ. Κ. Παρισιάνος, Αθήνα, 1987.

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

