

# **ΒΙΟΛΟΓΙΑ**

## **Α΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

### **Τόμος 2ος**

## **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ**

### **ΟΜΑΔΑ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ**

**Δρ. ΚΑΣΤΟΡΙΝΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ,**  
Βιολόγος, Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης.

**ΚΩΣΤΑΚΗ-ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ,**  
Βιολόγος, MSc Ωκεανογραφίας, Αγωγής Υγείας,  
Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης.

**Δρ. ΜΠΑΡΩΝΑ-ΜΑΜΑΛΗ ΦΩΤΕΙΝΗ,**  
Βιολόγος, Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης.

**Δρ. ΠΕΡΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ,**  
Βιολόγος, Πάρεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

**Δρ. ΠΙΑΛΟΓΛΟΥ ΠΕΡΙΚΛΗΣ,**  
Βιολόγος, Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης.

### **ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ**

**ΔΟΥΚΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ,**  
Δρ. Παιδαγωγικών, Πάρεδρος Παιδαγωγικού  
Ινστιτούτου.

### **ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ**

**ΜΠΟΥΣΟΥΝΗ ΛΙΑ,**  
Φιλολόγος, Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης.

### **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ - ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΝΤΥΠΟΥ**

**ΤΣΑΚΩΝΑ ΚΑΤΕΡΙΝΑ**

## **ΕΙΚΟΝΑ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ**

**«Η Δημιουργία του Αδάμ»  
(Λεπτομέρεια), Μιχαήλ Άγγελος, 1511**

## **ΟΜΑΔΑ ΚΡΙΣΗΣ**

**Δρ. ΓΑΪΤΑΝΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ,**  
Επίκουρος Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Αθηνών.

**Δρ. ΠΑΠΑΤΣΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΗ,**  
Φυσιολγίστρια, Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης.

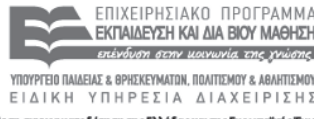
**ΣΤΙΒΑΚΤΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ,**  
Φυσιολγίστης, Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης.

## **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ**

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν κατόπιν έγκρισης του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Η αξιολόγηση, η κρίση των προσαρμογών και η επιστημονική επιμέλεια του προσαρμοσμένου βιβλίου πραγματοποιείται από τη Μονάδα Ειδικής αγωγής του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

Η προσαρμογή του βιβλίου για μαθητές με μειωμένη όραση από το ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ πραγματοποιείται με βάση τις προδιαγραφές που έχουν αναπτυχθεί από ειδικούς εμπειρογνώμονες για το ΙΕΠ

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ  
ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**

---

**ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ**

Ευχαριστούμε ιδιαίτερα τη βιολόγο Νατάσα Καμπούρη, καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, για τις εύστοχες παρατηρήσεις της, οι οποίες, συνέβαλαν ουσιαστικά στη βελτίωση της παρούσας έκδοσης.



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΚΑΣΤΟΡΙΝΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ,  
ΚΩΣΤΑΚΗ-ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ,  
ΜΠΑΡΩΝΑ-ΜΑΜΑΛΗ ΦΩΤΕΙΝΗ, ΠΕΡΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ,  
ΠΙΑΛΟΓΛΟΥ ΠΕΡΙΚΛΗΣ,

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

# **ΒΙΟΛΟΓΙΑ**

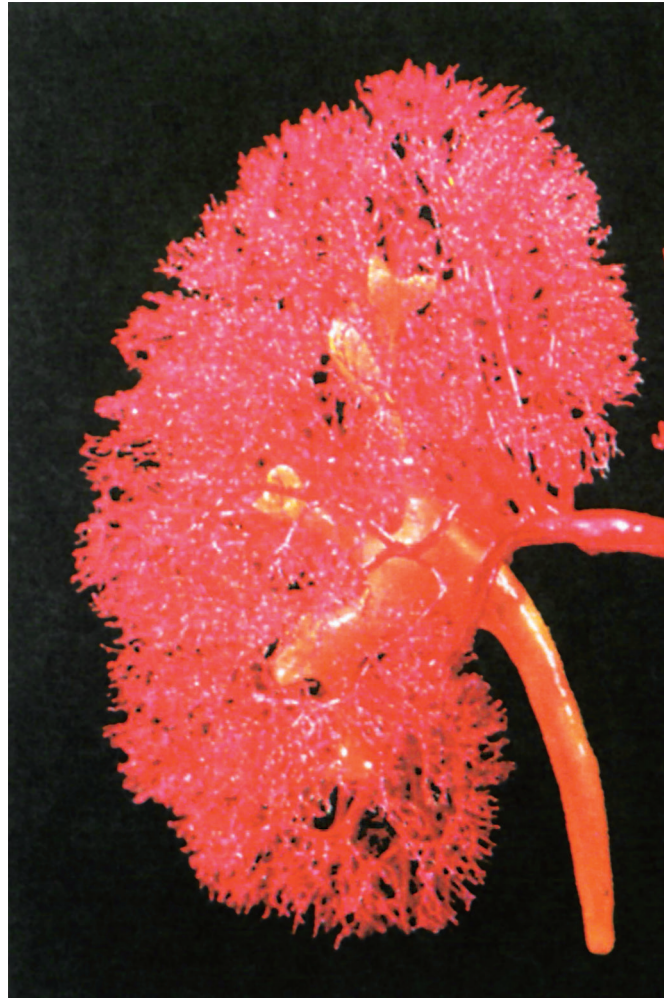
## **Α΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

### **Τόμος 2ος**

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

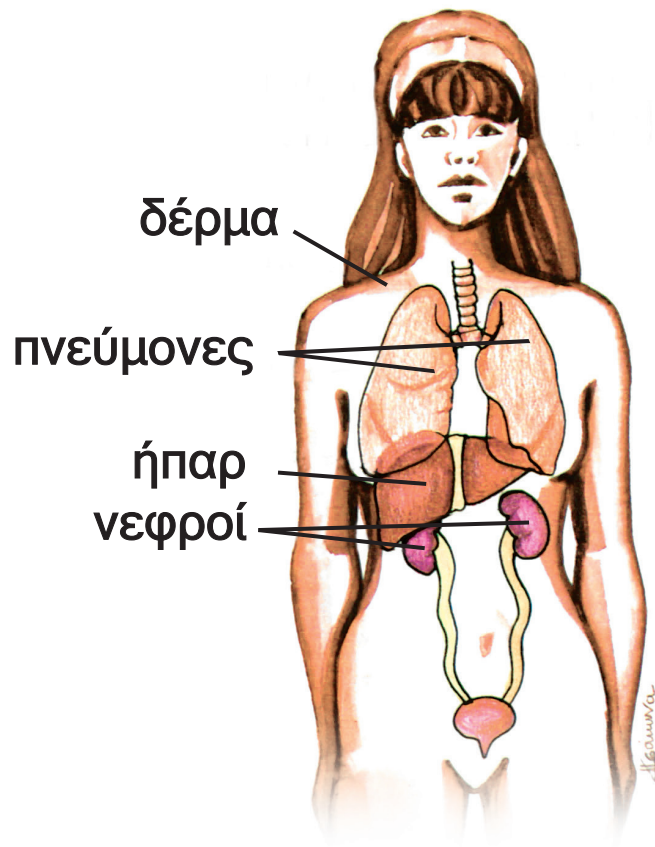


ΒΙΟΛΟΓΙΑ  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο**



Αιμοφόρα αγγεία  
του νεφρού

## 6. ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΩΣΜΩΡΡΥΘΜΙΣΗ



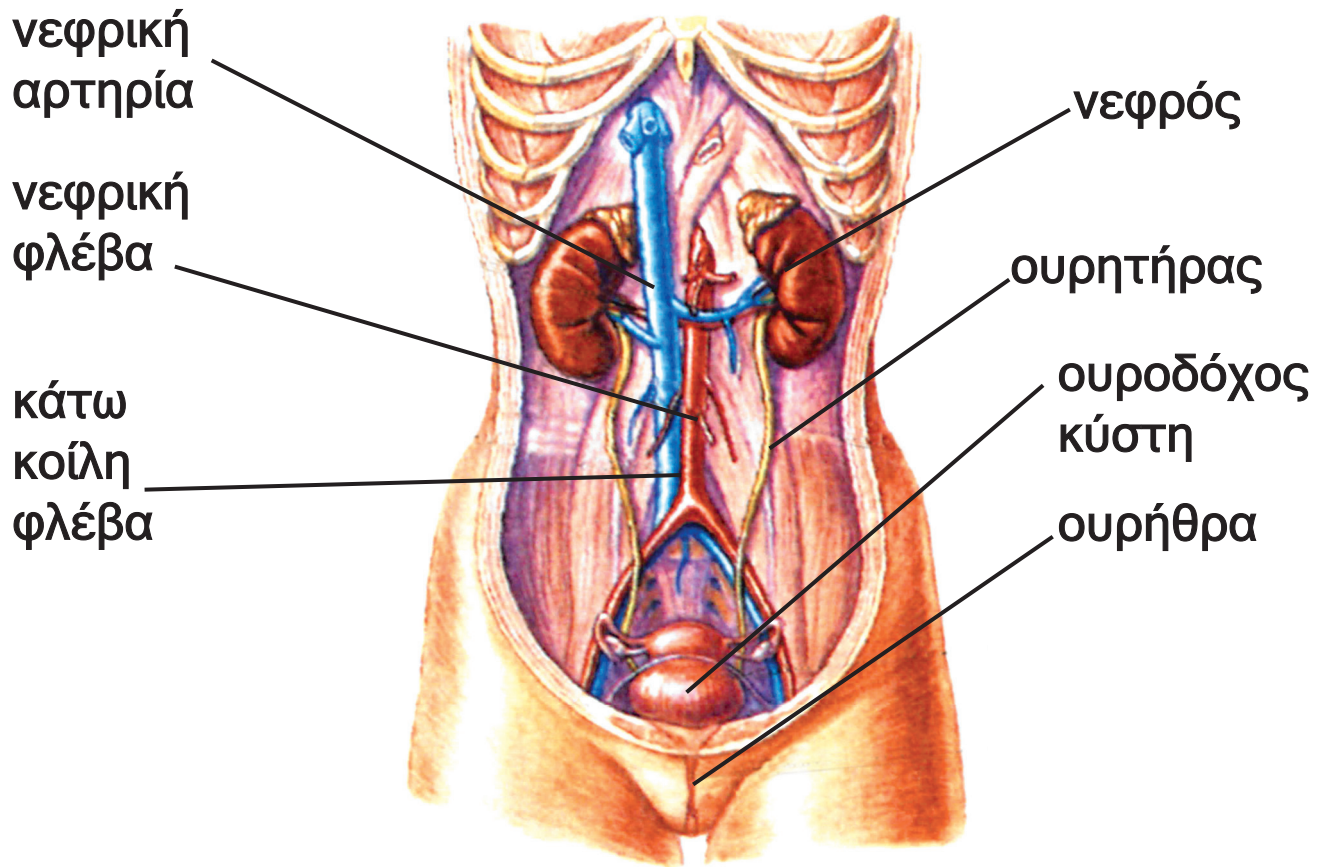
εικ. 6.1 Όργανα απέκκρισης

Το σύνολο των βιοχημικών αντιδράσεων του οργανισμού μας αποτελεί το μεταβολισμό. Στα προϊόντα των αντιδράσεων αυτών περιλαμβάνονται και τοξικές ουσίες που πρέπει να αποβληθούν. Η διαδικασία αποβολής των ουσιών αυτών αποτελεί τη λειτουργία της **απέκκρισης**. Τα όργανα απέκκρισης φαίνονται στην εικόνα 6.1 και οι τρόποι απέκκρισης αναφέρονται στον πίνακα 6.1. Η αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα περιγράφεται στο κεφάλαιο για το αναπνευστικό σύστημα. Στη συνέχεια θα περιγραφεί ο σχηματισμός των ούρων στους νεφρούς και ο σχηματισμός του ιδρώτα.

Πίνακας 6.1: Τρόποι απέκκρισης

<b>Συστατικά που πρέπει να αποβληθούν</b>	<b>Διαδικασία παραγωγής ή πρόσληψης</b>	<b>Τρόπος απέκκρισης</b>
<b>Διοξείδιο του άνθρακα</b>	<b>Αερόβια αναπνοή</b>	<b>Αποβάλλεται μέσω του αίματος στις κυψελίδες των πνευμόνων και στη συνέχεια στο περιβάλλον με τη διαδικασία της εκπνοής</b>
<b>Άλατα</b>	<b>Λαμβάνονται από τις τροφές</b>	<b>Αποβάλλονται με τον ιδρώτα και με τα ούρα</b>
<b>Ουρία</b>	<b>Στο ήπαρ, ως προϊόν του μεταβολισμού των πρωτεϊνών</b>	<b>Το μεγαλύτερο μέρος αποβάλλεται με τα ούρα και μικρή ποσότητα με τον ιδρώτα</b>
<b>Νερό</b>	<b>Προϊόν ορισμένων μεταβολικών αντιδράσεων. Ένα ποσοστό από τις τροφές</b>	<b>Με τον ιδρώτα, με την εκπνοή, με τα ούρα</b>
<b>Χολερυθρίνη</b>	<b>Στο ήπαρ, ως προϊόν διάσπασης της αιμοσφαιρίνης γηρασμένων ερυθροκυττάρων</b>	<b>Στο γαστρεντερικό σωλήνα, ως συστατικό της χολής</b>

## ΟΥΡΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



εικ. 6.2 Ουροποιητικό σύστημα

Το ουροποιητικό σύστημα (εικ.6.2), αποτελείται από τους νεφρούς, τους ουρητήρες, την ουροδόχο κύστη και την ουρήθρα. Στους νεφρούς μικρά μόρια απομακρύνονται από το αίμα. Πολλά από αυτά, που είναι χρήσιμα, επανέρχονται στην κυκλοφορία. Τα υπόλοιπα, που είναι τοξικά για τον οργανισμό, αποβάλλονται με τα ούρα. Τα ούρα απομακρύνονται από τους νεφρούς μέσω των ουρητήρων προς την ουροδόχο κύστη, όπου και αποθηκεύονται. Όταν η κύστη γεμίσει, τότε τα ούρα αποβάλλονται μέσω της ουρήθρας.

Οι λειτουργίες των νεφρών συνοψίζονται στον πίνακα 6.2, όπου γίνεται φανερό ότι οι νεφροί εκτός της απέκκρισης κάνουν και άλλες λειτουργίες.



## Πίνακας 6.2: Λειτουργίες των νεφρών

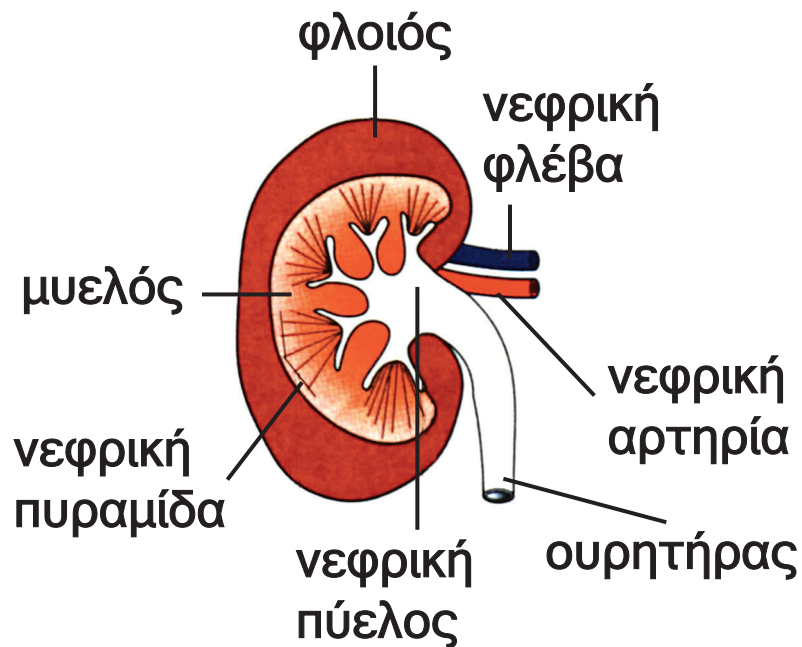
Λειτουργία	Πώς επιτυγχάνεται
Απέκκριση	Η ουρία απομακρύνεται από το αίμα και αποτελεί συστατικό των ούρων
Έλεγχος της ωσμωτικής πίεσης του αίματος	Η περίσσεια νερού απομακρύνεται από το αίμα και αποβάλλεται με τα ούρα
Έλεγχος του pH του αίματος	Η περίσσεια των ιόντων υδρογόνου ( $H^+$ ) εξουδετερώνεται ή απομακρύνεται από το αίμα και ενσωματώνεται στα ούρα
Ενδοκρινής δράση	Απελευθερώνει ορμόνες, που αυξάνουν την πίεση του αίματος στους νεφρούς και επηρεάζουν την παραγωγή ερυθροκυττάρων

### Γνωρίζετε ότι:

Όλο το αίμα του σώματος περνά από τους νεφρούς κάθε 4-5 λεπτά

### Δομή και λειτουργία των νεφρών

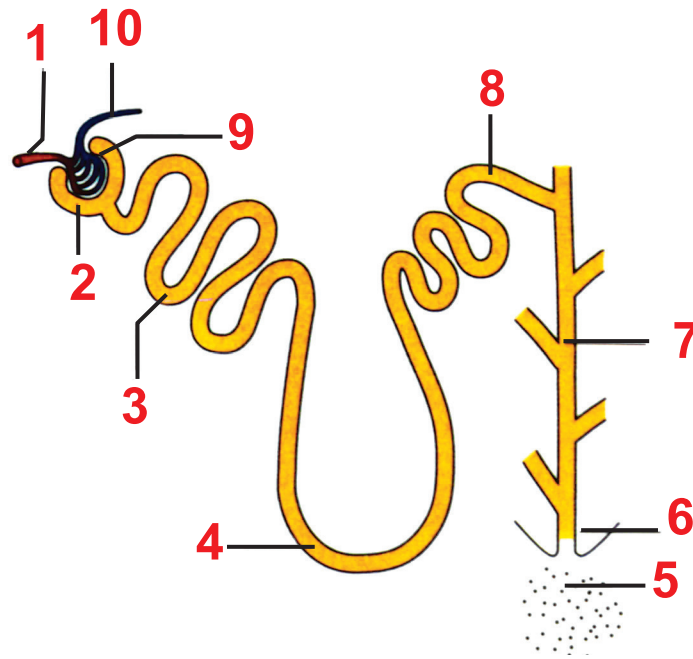
Οι νεφροί, όπως φαίνεται και στην εικ.6.2, έχουν σχήμα φασολιού και χρώμα σκούρο κόκκινο. Βρίσκονται στο ύψος του 12ου θωρακικού σπονδύλου, εκατέρωθεν της σπονδυλικής στήλης, αμέσως κάτω από



εικ. 6.3 Τομή νεφρού

το διάφραγμα. Στην εικ.6.3, όπου ο νεφρός φαίνεται σε επιμήκη τομή, διακρίνουμε 3 περιοχές του: το φλοιό, το μυελό και τη νεφρική πύελο. Ο φλοιός αποτελεί την εξωτερική περιοχή των νεφρών και ο μυελός την εσωτερική, μέσα στην οποία παρατηρούνται κωνικοί σχηματισμοί, οι νεφρικές πυραμίδες. Δίπλα στο κέντρο της κοίλης πλευράς του νεφρού υπάρχει μια εγκόλπωση, που ονομάζεται πύλη. Η νεφρική πύελος είναι μία κοιλότητα δίπλα στην πύλη. Απ' αυτήν εξέρχονται ο ουρητήρας και η νεφρική φλέβα και εισέρχεται η νεφρική αρτηρία, που αποτελεί κλάδο της αορτής. Κάθε νεφρός αποτελείται από ένα περίπου εκατομμύριο νεφρικά σωληνάρια ή νεφρώνες, τα οποία αποτελούν τη λειτουργική του μονάδα. Στα σωληνάρια αυτά διηθείται το αίμα και σχηματίζονται τα ούρα. Στην εικ.6.4. φαίνεται η δομή ενός νεφρώνα. Ο νεφρώνας είναι ένας μακρύς σωλήνας με δύο σπειροειδείς περιοχές. Ανάμεσα στις δύο αυτές περιοχές παρεμβάλλεται μία περιοχή που έχει σχήμα θηλιάς (θηλιά του Henle). Το ένα άκρο του νεφρώνα





εικ. 6.4 Νεφρικό σωληνάριο ή νεφρώνας

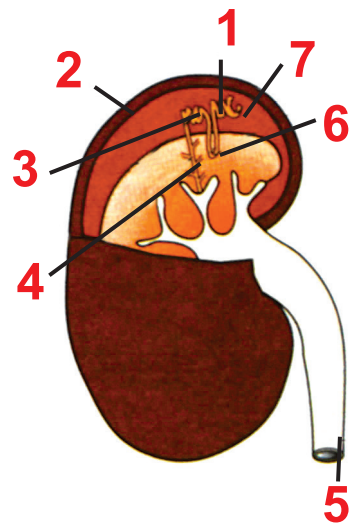
1. προσαγωγό αιμοφόρο αγγείο
2. έλυτρο του Bowman
3. πρώτο σπειροειδές τμήμα
4. θηλιά του Henle
5. νεφρική πύελος
6. πυραμίδα
7. αθροιστικό σωληνάριο
8. δεύτερο σπειροειδές τμήμα
9. αγγειώδες σπείραμα
10. απαγωγό αιμοφόρο αγγείο

είναι τυφλό και σχηματίζει μία εγκόλπωση (έλυτρο του Bowman), το οποίο περικλείει ένα σύνολο διακλαδιζόμενων τριχοειδών, που ονομάζονται αγγειώδες σπείραμα. Το άλλο άκρο οδηγεί σε ένα μεγαλύτερο σωλήνα, που ονομάζεται αθροιστικό σωληνάριο και καταλήγει

σε μία από τις νεφρικές πυραμίδες. Στην εικ.6.5 φαίνεται η θέση των νεφρώνων στο εσωτερικό των νεφρών, και πρέπει να παρατηρηθεί ότι οι σπειροειδείς περιοχές των νεφρώνων βρίσκονται στο φλοιό, ενώ οι περιοχές με σχήμα θηλιάς στο μυελό.

Δύο είναι οι σημαντικές λειτουργίες των νεφρώνων:

1. Η διήθηση του πλάσματος από το αγγειώδες σπείραμα προς το έλυτρο του Bowman.
2. Η εκλεκτική επαναρρόφηση συστατικών από τα τριχοειδή αγγεία που περιβάλλουν τους νεφρώνες.

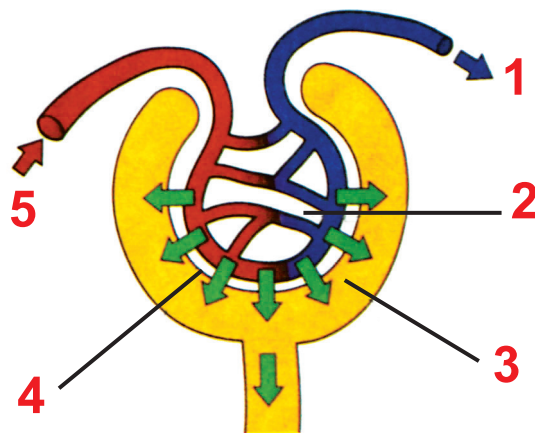


1. πρώτο σπειροειδές τμήμα
2. φλοιός
3. δεύτερο σπειροειδές τμήμα
4. αθροιστικό σωληνάριο
5. ουρητήρας
6. θηλιά του Henle
7. έλυτρο του Bowman

εικ. 6.5 Η θέση των νεφρώνων στους νεφρούς

## Διήθηση

Διήθηση είναι η διαδικασία διαχωρισμού συστατικών με διαφορετικό μέγεθος, και στη συγκεκριμένη περίπτωση αφορά μικρά μόρια και ιόντα. Στην εικ.6.6 φαίνεται η διαδικασία της διήθησης στους νεφρώνες. Τα τριχοειδή του αγγειώδους σπειράματος και η εσωτερική επιφάνεια του ελύτρου του Bowman έχουν μικρούς πόρους. Το αίμα στο αγγειώδες σπείραμα έχει υψηλή πίεση, λόγω της οποίας τα συστατικά του πλάσματος ωθούνται προς το έλυτρο του Bowman. Το μίγμα των μικρών μορίων που σχηματίζεται εκεί ονομάζεται διήθημα ή πρόουρο, το οποίο φυσιολογικά περιέχει αμινοξέα, γλυκόζη, άλατα και ουρία διαλυμένα σε νερό. Οι πρωτεΐνες και τα ερυθροκύτταρα, λόγω μεγέθους, παραμένουν στο αίμα.



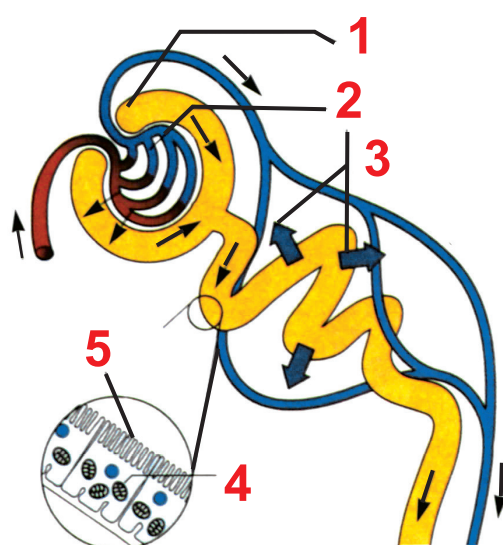
1. απαγωγό αιμοφόρο αγγείο
2. αγγειώδες σπείραμα
3. το εσωτερικό του ελύτρου του Bowman
4. εσωτερική μεμβράνη του ελύτρου του Bowman
5. προσαγωγό αιμοφόρο αγγείο

εικ. 6.6 Διήθηση μεταξύ αγγειώδους σπειράματος και ελύτρου του Bowman

## Εκλεκτική επαναρρόφηση

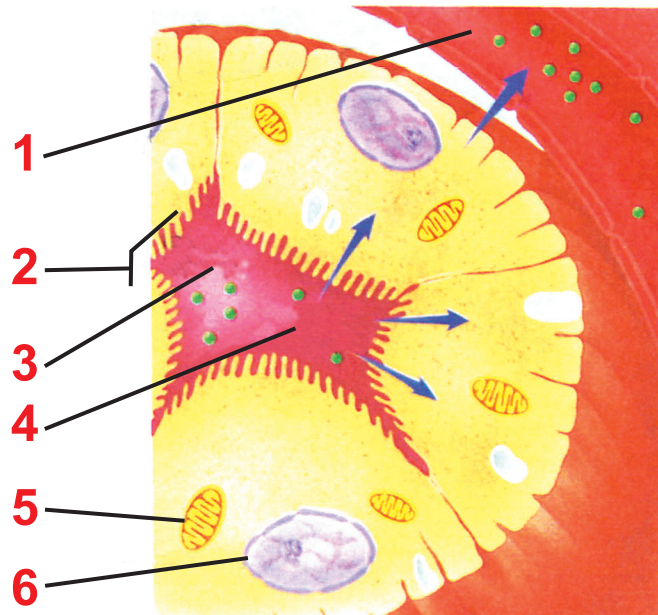
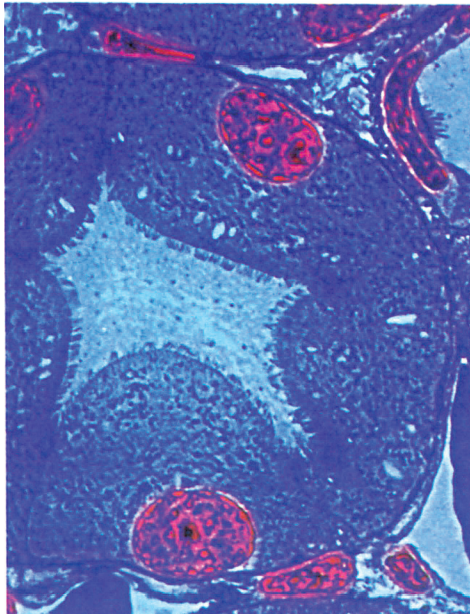
### Πρώτο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα

Τα απαγωγέα αγγεία από το αγγειώδες σπείραμα σχηματίζουν ένα δεύτερο δίκτυο τριχοειδών γύρω από το πρώτο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα (εικ.6.7). Τα κύτταρα της εσωτερικής επιφάνειας του νεφρώνα στην περιοχή αυτή απορροφούν χρήσιμα συστατικά από το διήθημα όπως γλυκόζη και αμινοξέα και τα επαναφέρουν στην κυκλοφορία του αίματος (εικ.6.8).



1. έλυτρο του Bowman
2. αγγειώδες σπείραμα
3. το 70% του νερού, η γλυκόζη, ορισμένα μεταλλικά άλατα και αμινοξέα επαναρροφώνται
4. μιτοχόνδριο
5. μικρολάχνες

εικ. 6.7 Το πρώτο τμήμα του νεφρώνα, όπου διακρίνεται σε μεγέθυνση το εσωτερικό τοίχωμα του πρώτου σπειροειδούς τμήματος του νεφρώνα



1. τριχοειδή γύρω από το σωληνάριο
2. μικρολάχνες
3. περιοχή διήθησης
4. κατεύθυνση επαναρρόφησης
5. μικρολάχνες
6. πυρήνας

εικ. 6.8 Το πρώτο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα σε τομή

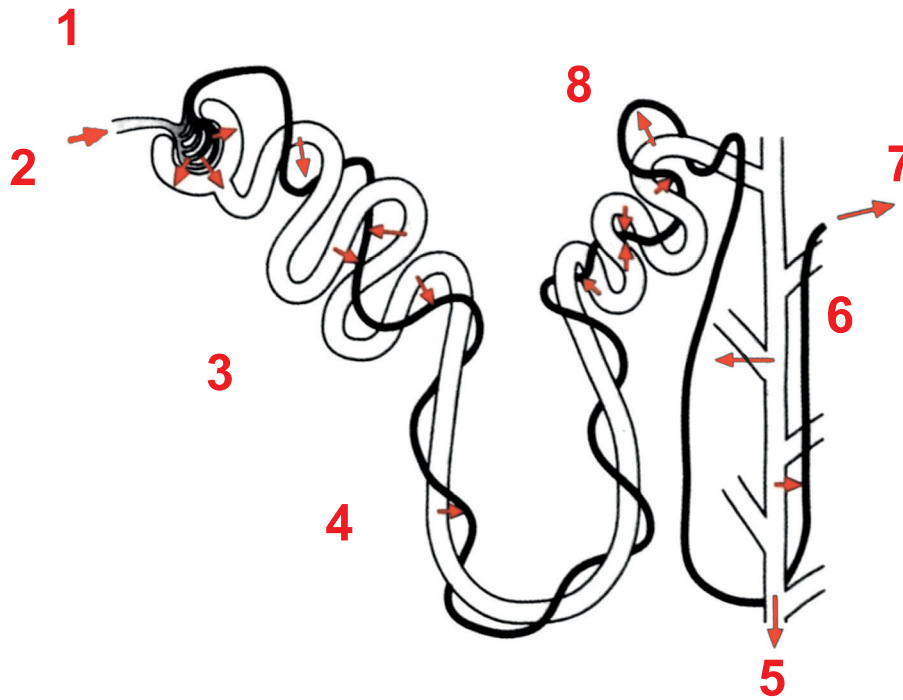
Στην εικόνα 6.7 φαίνονται επίσης τα ποσοστά των διάφορων μορίων, που φυσιολογικά απορροφώνται από το πρόουρο με αυτή την διαδικασία.

Ο πίνακας 6.3 δείχνει πώς η δομή των νεφρών διευκολύνει τη διαδικασία της εκλεκτικής επαναρρόφησης.

**Πίνακας 6.3: Πώς επιτυγχάνεται η διαδικασία εκλεκτικής επαναρρόφησης στους νεφρούς**

<b>Δομή</b>	<b>Αποτελέσματα</b>
<b>Τα νεφρικά σωληνάρια έχουν μεγάλο μήκος</b>	<b>Υπάρχει μεγάλη επιφάνεια για επαναρρόφηση</b>
<b>Τα νεφρικά σωληνάρια είναι περιελιγμένα (σπειροειδή)</b>	<b>Σωληνάρια μεγάλου μήκους καταλαμβάνουν μικρό χώρο</b>
<b>Κάθε νεφρός έχει πάνω από ένα εκατομμύριο νεφρώνες</b>	<b>Υπάρχει τεράστια επιφάνεια για επαναρρόφηση</b>
<b>Τα κύτταρα της εσωτερικής επιφάνειας των σωληναρίων έχουν μικρολάχνες</b>	<b>Αυξάνεται η επιφάνεια στο εσωτερικό τοίχωμα των σωληναρίων</b>
<b>Τα κύτταρα των τοιχωμάτων των σωληναρίων έχουν πολλά μιτοχόνδρια</b>	<b>Τα μιτοχόνδρια παράγουν ATP, το οποίο παρέχει την ενέργεια, για να διεξαχθεί η διαδικασία της επαναρρόφησης</b>





- 1.** νερό, ουρία, γλυκόζη, αμινοξέα, διήθημα
- 2.** από νεφρική αρτηρία
- 3.** 70% νερό, γλυκόζη, ορισμένα άλατα και αμινοξέα επαναρροφώνται
- 4.** επαναρρόφηση νερού
- 5.** ούρα
- 6.** επαναρρόφηση νερού
- 7.** προς νεφρική φλέβα
- 8.** νερό και ορισμένα άλατα επαναρροφώνται

εικ. 6.9 Διήθηση και εκλεκτική επαναρρόφηση κατά μήκος του νεφρώνα

## Θηλιά του Henle

Στη θηλιά του Henle γίνεται ενεργητική απορρόφηση ιόντων από το διήθημα. Αυτό διευκολύνει την επαναρρόφηση νερού στο δεύτερο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα και στο αθροιστικό σωληνάριο.

## Δεύτερο σπειροειδές τμήμα

Το δεύτερο σπειροειδές τμήμα του νεφρώνα και το αθροιστικό σωληνάριο περιβάλλονται από ένα δίκτυο τριχοειδών. Η σημαντικότερη λειτουργία της περιοχής αυτής είναι η επαναρρόφηση νερού. Το ποσό του νερού που επαναρροφάται εξαρτάται από την ποσότητα νερού στο αίμα. Στην εικ.6.9 περιγράφεται σχηματικά η διαδικασία της επαναρρόφησης σε όλο το μήκος του νεφρώνα. Πρέπει να παρατηρηθεί ότι η ουρία δεν επαναρροφάται από το διήθημα.

### Γνωρίζετε ότι:

Το συνολικό μήκος των νεφρικών σωληναρίων των νεφρών είναι περίπου 16 km και των αιμοφόρων αγγείων τους 160 km.

## Σχηματισμός των ούρων

Μετά τη διαδικασία της επαναρρόφησης τα συστατικά που απέμειναν, δηλαδή νερό και επιβλαβείς ουσίες, αποτελούν τα ούρα, τα οποία από το αθροιστικό σωληνάριο οδηγούνται στη νεφρική πύελο και στη συνέχεια στους ουρητήρες και στην ουροδόχο κύστη. Επιβλαβή συστατικά που αποβάλλονται με τα ούρα είναι: ουρικό οξύ, ουρία, ανόργανα άλατα κτλ.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση των ούρων είναι η δίαιτα, η άσκηση και ο καιρός.



**Δίαιτα:** Δίαιτα πλούσια σε πρωτεΐνες αυξάνει τη συγκέντρωση ουρίας στα ούρα, που οφείλεται στην απομάκρυνση του αζώτου από την περίσσεια των αμινοξέων. Υπερβολική πρόσληψη νερού έχει ως αποτέλεσμα περισσότερα ούρα. Το ίδιο αποτέλεσμα έχουμε μετά την κατανάλωση αλκοόλ, καφέ, ποτών τύπου cola κ.ά.

**Άσκηση:** Με την άσκηση μειώνεται η ποσότητα των ούρων λόγω της απώλειας νερού με την εφίδρωση.

**Καιρός:** Με το κρύο η εφίδρωση μειώνεται και αυξάνεται η ποσότητα των ούρων. Το αντίστροφο συμβαίνει με τη ζέστη.

Στον πίνακα 6.4 αναφέρονται τα κυριότερα συστατικά του πλάσματος, του διηθήματος (πρόουρου) και των ούρων. Μελετώντας τον πίνακα και σε συνδυασμό με τα γεγονότα που λαμβάνουν χώρα στους νεφρώνες μπορεί να δικαιολογηθεί η σύσταση των τριών υγρών.

Εάν για κάποιο λόγο οι νεφρώνες δε λειτουργούν επαρκώς, ο οργανισμός δεν μπορεί πλέον να ρυθμίσει ούτε την ποσότητα ούτε τη σύσταση του αίματος. Εάν δε ληφθούν μέτρα, επέρχεται ο θάνατος. Η δυσλειτουργία αυτή των νεφρών ονομάζεται **νεφρική ανεπάρκεια** και αντιμετωπίζεται με καθαρισμό του αίματος σε μονάδα τεχνητού νεφρού ή με μεταμόσχευση νεφρού.

Πίνακας 6.4: Συγκέντρωση σημαντικών συστατικών στο πλάσμα, στο διήθημα (πρόουρο) και στα ούρα

Συγκέντρωση σε gr/l			
Συστατικά	Πλάσμα	Διήθημα (πρόουρο)	Ούρα
Νερό	91.00	99.00	96.00 (μεταβλητό)
Ουρία	0.03	0.03	3.00
Γλυκόζη	0.10	0.10	0.00
Άλατα	0.40	0.70	1.20 (μεταβλητό)
Πρωτεΐνες	8.00	0.00	0.00

### Μεταμόσχευση νεφρού

Με τον όρο μεταμόσχευση νεφρού εννοούμε τη λήψη ενός νεφρού από υγιές άτομο (δότη) και την τοποθέτησή του σε άτομο που πάσχει από νεφρική ανεπάρκεια (δέκτη). Η χειρουργική αυτή διαδικασία είναι απλή, στη συνέχεια όμως μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα, από τη στιγμή που τα λευκοκύτταρα του δέκτη αναγνωρίσουν ως ξένο σώμα το νεφρό του δότη και αρχίσουν να στρέφονται εναντίον του, με αποτέλεσμα την απόρριψη του οργάνου.

Η πιθανότητα απόρριψης του νεφρού μειώνεται με τον έλεγχο ιστοσυμβατότητας και τη χορήγηση φαρμάκων που καταστέλλουν τη δράση των λευκοκυττάρων (ανοσοκατασταλτικά).

## Ουρολοιμώξεις

Οι πιο συνηθισμένες βακτηριακές μολύνσεις του ουροποιητικού συστήματος στις γυναίκες είναι οι ουρολοιμώξεις. Το μήκος της ουρήθρας στις γυναίκες είναι 4cm ενώ του άνδρα φτάνει τα 20cm. Η μικρότερη σε μήκος ουρήθρα επιτρέπει στα βακτήρια να φτάσουν στην ουροδόχο κύστη ευκολότερα. Επιπλέον, η θέση της εξόδου της γυναικείας ουρήθρας, που βρίσκεται κοντά στον πρωκτό, καθιστά εύκολη τη μετανάστευση μικροβίων από τον πρωκτό προς αυτήν.

Τα συμπτώματα της μόλυνσης εμφανίζονται 24-48 ώρες μετά την είσοδο των μικροβίων. Όταν η μόλυνση εντοπίζεται στην ουροδόχο κύστη, ονομάζεται **κυστίτιδα**. Εάν, μέσω των ουρητήρων, προχωρήσει στους νεφρούς, έχουμε την **πυελονεφρίτιδα**, που είναι πολύ σοβαρότερη.

Η προσωπική υγιεινή είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την πρόληψη των ουρολοιμώξεων. Θα πρέπει να αποφεύγεται η μεταφορά βακτηρίων από τον πρωκτό στην ουρήθρα, με το σωστό σκούπισμα της περιοχής, από εμπρός προς τα πίσω, και με το πλύσιμο των χεριών αμέσως μετά.

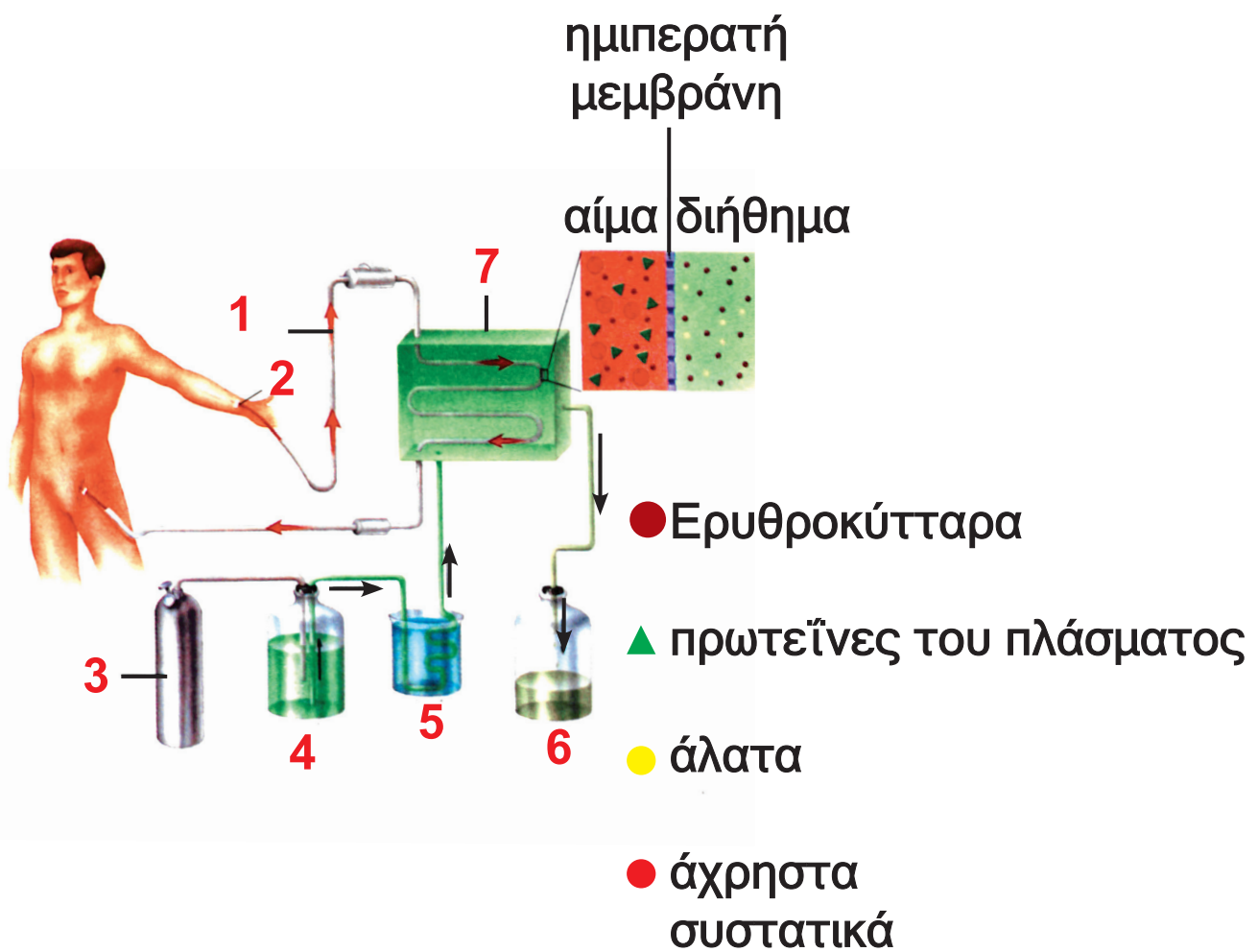
Το αίμα της περιόδου αποτελεί άριστο υλικό για την ανάπτυξη των βακτηρίων. Για το λόγο αυτό οι σερβιέτες θα πρέπει να αλλάζονται συχνά, με πλύσιμο των χεριών πριν και μετά την αλλαγή.

Η πιθανότητα μόλυνσης μειώνεται με τη χρήση βαμβακερών και ευρύχωρων ενδυμάτων, που διατηρούν την περιοχή στεγνή και δροσερή.

## Αιμοκάθαρση - Τεχνητός νεφρός

Όταν ένα άτομο έχει νεφρική ανεπάρκεια και για διάφορους λόγους δε μπορεί να υποβληθεί σε μεταμόσχευση νεφρού, τότε είναι απαραίτητο να κάνει αιμοκάθαρση σε μονάδα τεχνητού νεφρού.

Κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης το αίμα του ασθενούς περνά διά μέσου ενός ημιπερατού μεμβρανώδους σωλήνα, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με ένα ρυθμιστικό διάλυμα αλάτων. Ουσίες που βρίσκονται σε μεγάλη συγκέντρωση στο αίμα διαχέονται προς το ρυθμιστικό διάλυμα και ουσίες που βρίσκονται σε μεγάλη συγκέντρωση στο ρυθμιστικό διάλυμα διαχέονται προς το αίμα. Επομένως, με τον τεχνητό νεφρό μπορεί να απομακρυνθούν οι τοξικές ουσίες από το αίμα, όπως η ουρία, αλλά και να εισαχθούν ουσίες σ' αυτό, όπως ιόντα, προκειμένου να ρυθμιστεί η οξύτητά του. Συνήθως, η διαδικασία της αιμοκάθαρσης είναι απαραίτητο να γίνεται δύο φορές την εβδομάδα.



1. ροή του αίματος
2. αρτηρία
3. αέρας και CO<sub>2</sub>
4. υγρό διήθησης
5. υδατόλουτρο
6. υγρό διήθησης που χρησιμοποιήθηκε
7. διάλυμα διήθησης

## ΩΣΜΩΡΡΥΘΜΙΣΗ

**Ωσμορρύθμιση** είναι η λειτουργία με την οποία ελέγχεται η συγκέντρωση των υγρών του σώματος με τη ρύθμιση της ποσότητας νερού και αλάτων που περιέχονται στο αίμα.

Εάν ένα άτομο χάσει νερό, για παράδειγμα ύστερα από έντονη σωματική άσκηση, θα συμβούν τα εξής:

- 1. Το αίμα του θα γίνει πυκνότερο**
- 2. Αυτό γίνεται αμέσως αντιληπτό από τον υποθάλαμο.**
- 3. Ο υποθάλαμος παράγει την αντιδιουρητική ορμόνη, η οποία απελευθερώνεται στο αίμα μέσω της υπόφυσης.**
- 4. Η ορμόνη αυτή, μέσω της κυκλοφορίας, φτάνει στους νεφρούς και προκαλεί αύξηση της διαπερατότητας των νεφρικών σωληναρίων.**
- 5. Περισσότερο νερό επαναρροφάται από το διήθημα.**
- 6. Παράγονται λιγότερα ούρα.**
- 7. Το αίμα αραιώνει**

Τα παραπάνω γεγονότα φαίνονται διαγραμματικά στην εικ. 6.10, όπως φαίνεται και το αντίστροφο, που συμβαίνει όταν κάποιος έχει προσλάβει πολλά υγρά.

η πυκνότητα του αίματος αυξάνεται

ο υποθάλαμος αμέσως απελευθερώνει περισσότερη αντιδιουρητική ορμόνη μέσω της υπόφυσης

η αντιδιουρητική ορμόνη προκαλεί μεγαλύτερη επαναρόφηση νερού στους νεφρούς

το άτομο ασκείται και ιδρώνει

πυκνότητα του αίματος κανονική

πυκνότητα του αίματος κανονική

το άτομο καταναλώνει υγρά

απελευθερώνεται μικρότερη ποσότητα αντιδιουρητικής ορμόνης από την υπόφυση

λιγότερη αντιδιουρητική ορμόνη προκαλεί μικρότερη επαναρόφηση νερού από τους νεφρούς



# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Απέκκριση είναι η διαδικασία αποβολής τοξικών ουσιών από τον οργανισμό.**

**Το ουροποιητικό σύστημα αποτελείται από τους νεφρούς, τους ουρητήρες, την ουροδόχο κύστη και την ουρήθρα.**

**Δύο είναι οι κυριότερες περιοχές των νεφρών, ο φλοιός εξωτερικά και ο μυελός εσωτερικά.**

**Η λειτουργική μονάδα του νεφρού είναι το νεφρικό σωληνάριο ή νεφρώνας. Αυτός αποτελείται από το έλυτρο του Bowman, το πρώτο σπειροειδές τμήμα, τη θηλιά του Henle και το δεύτερο σπειροειδές τμήμα, που οδηγεί στο αθροιστικό σωληνάριο. Το αγγειώδες σπείραμα είναι ένας κόμβος τριχοειδών, που περιβάλλει το έλυτρο του Bowman.**

**Στους νεφρούς το αίμα διηθείται, αλλά όσα από τα συστατικά του είναι χρήσιμα επαναροφώνται από τα αγγεία, ενώ τα υπόλοιπα αποβάλλονται με τα ούρα.**

**Η αντιδιουρητική ορμόνη ρυθμίζει την ποσότητα του νερού στα ούρα.**

**Ωσμωρρύθμιση είναι η διατήρηση σταθερής ωσμωτικής πίεσης στα υγρά του σώματος.**

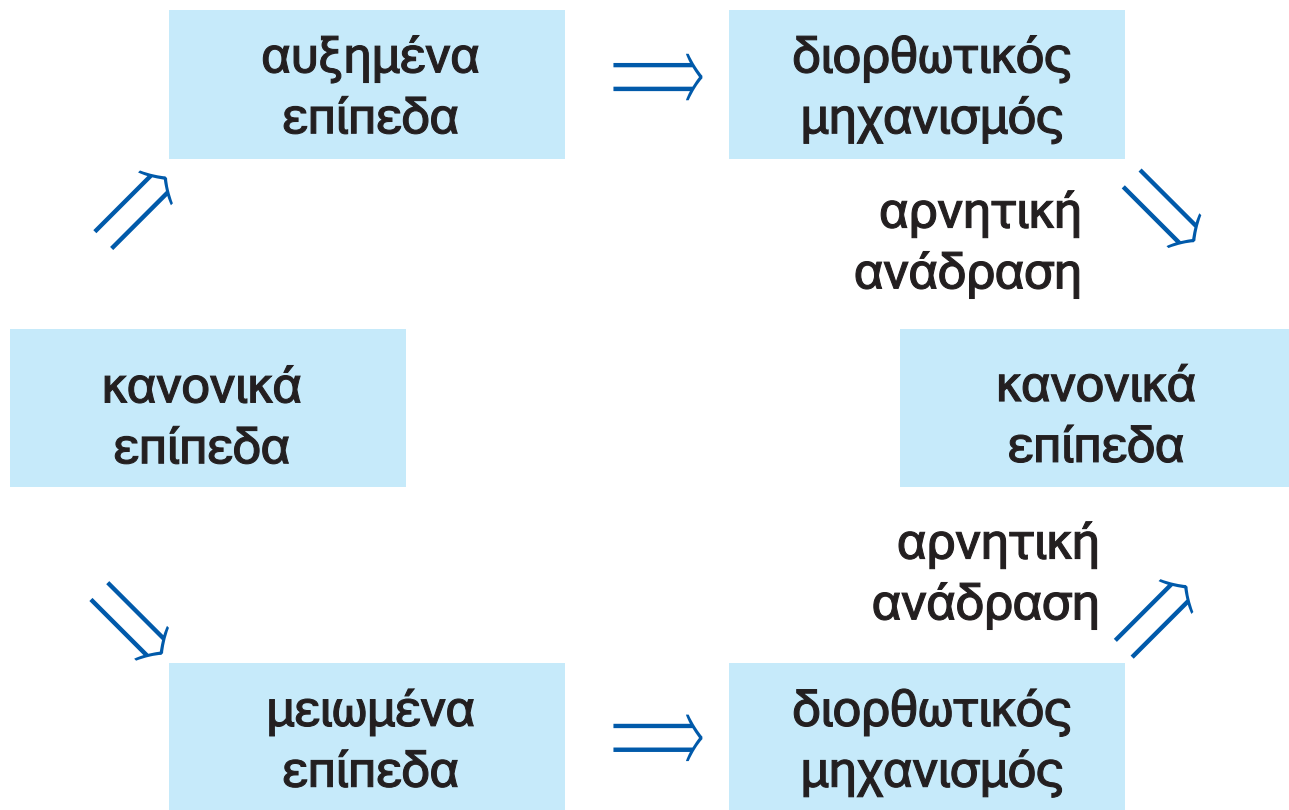


## ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΗ

Η διατήρηση σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος στον οργανισμό του ανθρώπου ονομάζεται **ομοιόσταση**. Αυτή επιτυγχάνεται με τον έλεγχο της ποσότητας νερού και της συγκέντρωσης της γλυκόζης στο αίμα, με τον έλεγχο της θερμοκρασίας του σώματος, και της χημικής σύστασης των κυττάρων κ.ά.

### **Αρνητική ανάδραση**

Όταν ένας παράγοντας που επηρεάζει το εσωτερικό περιβάλλον του οργανισμού παρεκκλίνει από τα κανονικά επίπεδα, τότε ειδικοί υποδοχείς αντιλαμβάνονται την αλλαγή. Τελικά, μέσω νευρικών ή ορμονικών μηνυμάτων ενεργοποιούνται οι κατάλληλοι διορθωτικοί μηχανισμοί, που με τη δράση τους επαναφέρουν τον παράγοντα αυτό στα κανονικά επίπεδα. Αυτός ο διορθωτικός μηχανισμός ονομάζεται **αρνητική ανάδραση**.



εικ. 6.11 Ομοιοστατικός μηχανισμός

Στην εικ.6.11 δίνεται σχηματικά ο ομοιοστατικός μηχανισμός.

Στο άνω μέρος του διαγράμματος φαίνεται τι θα μπορούσε να συμβεί εάν ένας εσωτερικός παράγοντας μεταβληθεί και ξεπεράσει τα κανονικά επίπεδα. Αμέσως ενεργοποιείται ο διορθωτικός μηχανισμός του σώματος, που κάνει την αντίθετη (αρνητική) δράση. Ως αποτέλεσμα ο παράγοντας επανέρχεται στα κανονικά επίπεδα. Στο κάτω μέρος του διαγράμματος φαίνεται τι μπορεί να συμβεί εάν ο ίδιος παράγοντας πέσει κάτω από τα κανονικά επίπεδα. Τότε ενεργοποιείται ο διορθωτικός μηχανισμός του σώματος, προκαλεί το αντίθετο αποτέλεσμα και επαναφέρει τον παράγοντα στα κανονικά του επίπεδα.

## Ρύθμιση της συγκέντρωσης της γλυκόζης στο αίμα

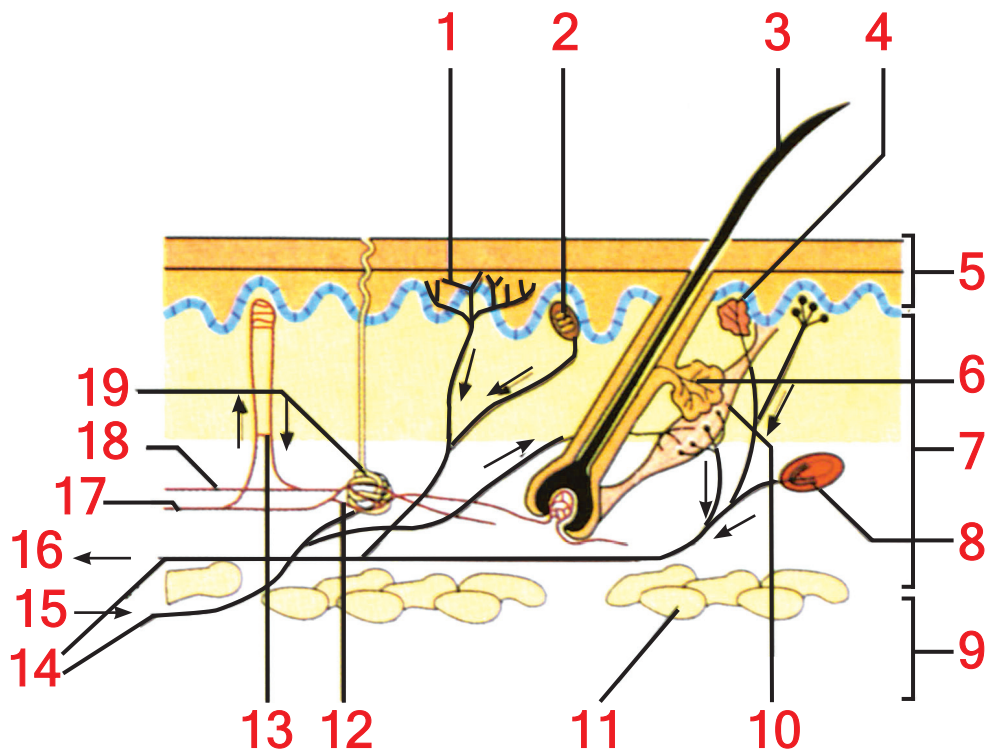
Φυσιολογικά η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα κυμαίνεται μεταξύ 80 και 110 mg ανά 100 ml και ρυθμίζεται από το πάγκρεας με τη συνεργασία του ήπατος. Στο πάγκρεας υπάρχουν ομάδες ειδικών κυττάρων, τα νησίδια του Langerhans, τα οποία εκκρίνουν τις ορμόνες γλυκαγόνη και ινσουλίνη.

- Όταν η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα αυξάνεται, συνήθως μετά από ένα γεύμα, απελευθερώνεται περισσότερη ινσουλίνη. Η ινσουλίνη φτάνοντας στο ήπαρ προκαλεί τη μετατροπή της γλυκόζης σε γλυκογόνο με αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσής της στο αίμα.

- Όταν η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα μειώνεται, παράγεται γλυκαγόνη, η οποία ανεβάζει τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα με τη μετατροπή του γλυκογόνου, που βρίσκεται στο ήπαρ, σε γλυκόζη.

## Ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος

Οι άνθρωποι, ως ομοιόθερμοι οργανισμοί, έχουν σταθερή εσωτερική θερμοκρασία περίπου 37°C. Κάθε σημαντική μεταβολή στη θερμοκρασία αυτή θα είχε καταστροφικές συνέπειες για τον οργανισμό, αφού επηρεάζει τη δράση των ενζύμων, άρα πολλές και σημαντικές μεταβολικές πορείες. Σημαντικό ρόλο στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στο σώμα μας παίζει το δέρμα μας, του οποίου η πολύπλοκη δομή φαίνεται στην εικ.6.12. Στον πίνακα 6.5 φαίνονται η δομή και οι λειτουργίες του δέρματος.



εικ. 6.12  
Δομή του δέρματος

1. υποδοχέας πόνου
2. υποδοχέας αφής
3. τρίχα
4. υποδοχέας θερμού
5. επιδερμίδα
6. σμηγματογόνος αδένας
7. χόριο
8. υποδοχέας πίεσης
9. υποδόριος ιστός
10. ορθωτήρας μυς
11. λιπώδης ιστός
12. δίκτυο τριχοειδών
13. αιμοφόρο αγγείο
14. νευρικές ίνες
15. εντολή από τον εγκέφαλο
16. μήνυμα προς τον εγκέφαλο
17. αρτηρίδιο
18. φλεβίδιο
19. ιδρωτοποιός αδένας

Πίνακας 6.5: Δομή και λειτουργίες του δέρματος

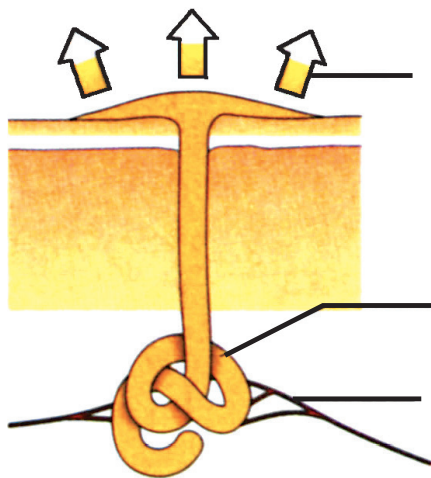
Δομή	Λειτουργίες
<b>1. Επιδερμίδα</b>	
Κερατίνη στιβάδα	Αποτελείται από κύτταρα νεκρά, που περιέχουν κερατίνη. Προστατεύει τους υποκείμενους ιστούς από την τριβή, εμποδίζει την απώλεια νερού και την είσοδο μικροοργανισμών. Αντικαθίσταται συνεχώς από κύτταρα της προηγούμενης στιβάδας.
Μητρική στιβάδα	Μια στιβάδα κυττάρων που διαιρούνται συνεχώς, προκειμένου να αντικαταστήσουν τα επιφανειακά κύτταρα. Περιέχουν μελανίνη για την προστασία του δέρματος από την υπεριώδη ακτινοβολία.

<b>Δομή</b>	<b>Λειτουργίες</b>
<b>2. Χόριο</b>	
<b>Ιδρωτοποιοί αδένες</b>	Απορροφούν νερό και ανόργανα άλατα από τα τριχοειδή που τους περιβάλλουν και το εκκρίνουν στην επιφάνεια του δέρματος, συμβάλλοντας στην ωσμωρρύθμιση και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας.
<b>Αγγεία</b>	Μεταφέρουν αίμα στο δέρμα και συμμετέχουν στη ρύθμιση της θερμοκρασίας.
<b>Τρίχες και ορθωτήρες μύες</b>	Συμμετέχουν στη ρύθμιση της θερμοκρασίας.
<b>Σμηγματογόνοι αδένες</b>	Εκκρίνουν σμήγμα, το οποίο προστατεύει το δέρμα, το καθιστά αδιάβροχο και εμποδίζει την ανάπτυξη των βακτηρίων.
<b>Υποδοχείς</b>	Ειδικοί για τη θερμοκρασία, τον πόνο, την αφή και την πίεση.
<b>3. Υποδόριος ιστός</b>	Στιβάδα λιποκυττάρων. Επιβραδύνει τις απώλειες θερμότητας.

Όταν ένα άτομο βρεθεί σε περιβάλλον με θερμοκρασία μεγαλύτερη των  $37^{\circ}\text{C}$ , αμέσως υποδοχείς του δέρματος ευαίσθητοι στη θερμοκρασία, θερμοϋποδοχείς, ανιχνεύουν την αλλαγή και μεταβιβάζουν, μέσω νευρικών κυττάρων, την πληροφορία στον εγκέφαλο. Ο εγκέφαλος επεξεργάζεται την πληροφορία και ενεργοποιεί τους ιδρωτοποιούς αδένες, για να αυξήσουν την παραγωγή ιδρώτα (εικ.6.13). Η εξάτμιση του ιδρώτα συμβάλλει στη μείωση της θερμοκρασίας του σώματος. Μείωση της θερμοκρασίας μπορεί επίσης να επιτευχθεί με τη διαστολή των αιμοφόρων αγγείων του δέρματος (εικ.6.14). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη ροή του αίματος και την απελευθέρωση θερμότητας. Άλλοι μηχανισμοί μείωσης της θερμοκρασίας είναι η ελάττωση του μεταβολικού ρυθμού και του μυϊκού τόνου (βλ. σελ. 81 / 131).

Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη των  $37^{\circ}\text{C}$ , ο οργανισμός αντιδρά με μείωση της εφίδρωσης, συστολή των αιμοφόρων αγγείων του δέρματος, αύξηση του μεταβολικού ρυθμού και του μυϊκού τόνου.

Ο υποθάλαμος του εγκεφάλου λειτουργεί σαν θερμοστάτης και είναι ευαίσθητος στις μεταβολές της θερμοκρασίας του αίματος. Όταν η θερμοκρασία του αίματος πέφτει, ο υποθάλαμος στέλνει μήνυμα στα όργανα του σώματος προκειμένου να μειώσουν την απώλεια θερμότητας. Το αντίστροφο συμβαίνει, όταν η θερμοκρασία του αίματος αυξάνεται (εικ.6.15).

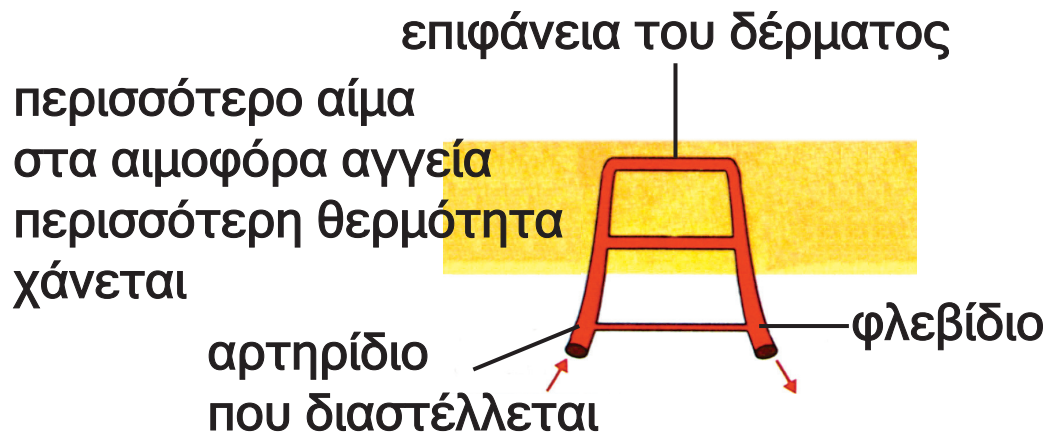


Ο ιδρώτας εξατμίζεται χρησιμοποιώντας τη θερμότητα του δέρματος με αποτέλεσμα να το ψύχει.

ιδρωτοποιός αδένας

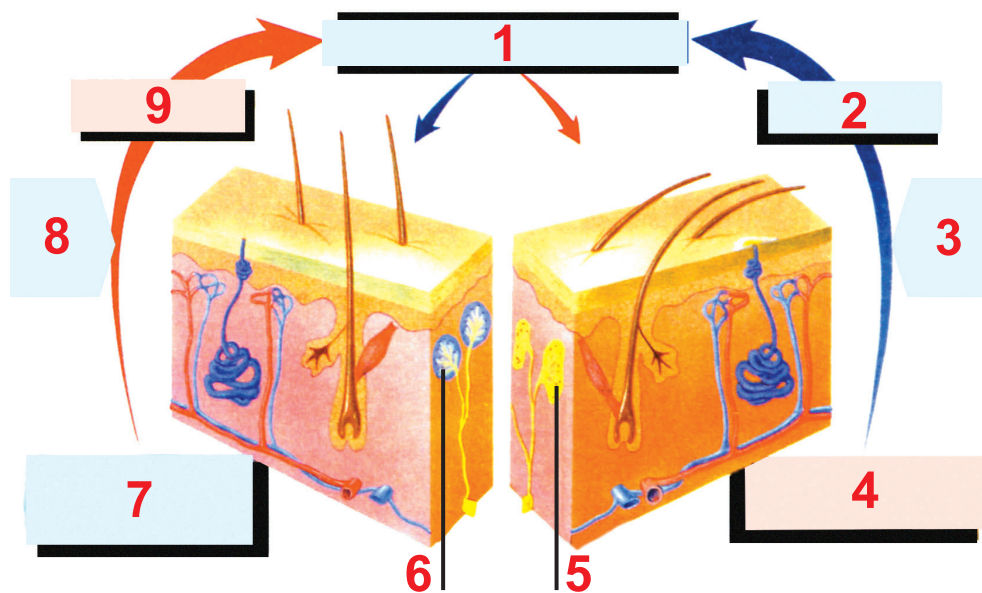
αιμοφόρα τριχοειδή

εικ. 6.13 Εφίδρωση



εικ. 6.14 Συμβολή των αιμοφόρων αγγείων του δέρματος στην απώλεια θερμότητας





1. υποδοχέας και ρυθμιστικό κέντρο στον υποθάλαμο
2. η θερμοκρασία του σώματος μειώνεται
3. 37° C κανονική θερμοκρασία σώματος
4. • Τα αιμοφόρα αγγεία διαστέλλονται • Ενεργοποιούνται οι ιδρωτοποιοί αδένες • Οι τρίχες τοποθετούνται κοντά στο δέρμα
5. υποδοχέας θερμού
6. υποδοχέας ψυχρού
7. • Τα αιμοφόρα αγγεία συστέλλονται • Οι ιδρωτοποιοί αδένες αδρανοποιούνται • Οι τρίχες ορθώνονται • Μπορεί να δημιουργηθεί ρίγος
8. 37° C κανονική θερμοκρασία σώματος
9. η θερμοκρασία του σώματος αυξάνεται

εικ. 6.15 Ο ρόλος του δέρματος στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος

## Υποθερμία

Εάν η θερμοκρασία του σώματός μας πέσει κάτω από τους 35°C, το κέντρο ελέγχου της θερμοκρασίας στον εγκέφαλο αδρανοποιείται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μη ρυθμίζεται η θερμοκρασία του σώματος, ο μεταβολικός ρυθμός ελαττώνεται και η θερμοκρασία του σώματος πέφτει συνεχώς. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται υποθερμία, συχνά οδηγεί σε κώμα, και αν δε ληφθούν μέτρα, προκαλεί το θάνατο.

Υποθερμία μπορεί να πάθουν ορειβάτες, δρομείς, βρέφη (καθώς ο ρυθμιστικός μηχανισμός της θερμοκρασίας δεν έχει αναπτυχθεί σ' αυτά) και ηλικιωμένοι, στους οποίους ο μηχανισμός αυτός δεν είναι πλέον αποτελεσματικός.

Κατά τη διάρκεια των εγχειρήσεων καρδιάς και πνευμόνων προκαλείται υποθερμία, προκειμένου να ελαττωθεί η θερμοκρασία του αίματος και να μειωθούν οι ανάγκες, σε οξυγόνο, της καρδιάς και του εγκεφάλου.

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ομοιόσταση είναι η διατήρηση σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος στον οργανισμό.

Αρνητική ανάδραση είναι ένας ρυθμιστικός μηχανισμός, ο οποίος σε κάθε παρέκκλιση κάποιου παράγοντα από τις κανονικές συνθήκες ενεργοποιείται με αποτέλεσμα την επαναφορά στο κανονικό.

Τα νησίδια του Langerhans είναι ομάδες κυττάρων του παγκρέατος, που εκκρίνουν ινσουλίνη και γλυκαγόνη. Η ινσουλίνη είναι μία ορμόνη που ελαττώνει τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα. Η γλυκαγόνη είναι μία ορμόνη που αυξάνει τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα.

Το δέρμα συμμετέχει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, ενώ ο υποθάλαμος είναι ο θερμοστάτης του σώματος.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να ερμηνευτούν οι όροι απέκκριση και ωσμορρύθμιση.

Ποιος είναι ο ρόλος του νεφρού

(α) ως απεκκριτικού οργάνου

(β) ως οργάνου ωσμορρύθμισης

2. Ποιο από τα συστατικά της στήλης Α βρίσκεται σε καθένα από τα υγρά της στήλης Β.

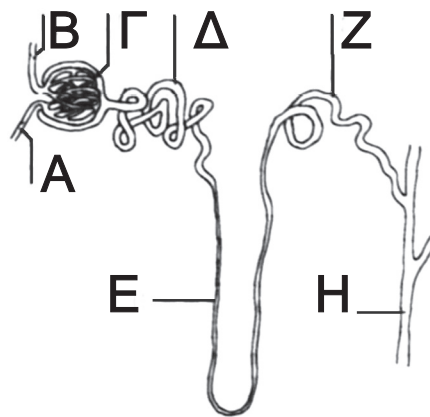
A

πρωτεΐνες  
γλυκόζη  
ουρία

B

αίμα εισερχόμενο στους νεφρούς  
αίμα απερχόμενο από τους νεφρούς  
διήθημα από το έλυτρο του Bowman  
ούρα

3. Να δικαιολογήσετε γιατί τα ερυθροκύτταρα και οι πρωτεΐνες του αίματος δεν αποτελούν συστατικά του διηθήματος
4. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ ουρίας και ούρων.
5. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η δομή ενός νεφρώνα
- (α) Να ονομάσετε τις περιοχές: E & H
- (β) Να προσδιορίσετε τα γράμματα τα οποία αντιστοιχούν στις περιοχές :
- (i) διήθησης
- (ii) επαναρρόφησης νερού
- (iii) ρύθμισης της ποσότητας του νερού που επαναρροφάται
- (iv) επαναρρόφησης των αμινοξέων.



6. Να εξηγήσετε τις διαφοροποιήσεις στη σύσταση των ούρων στις παρακάτω περιπτώσεις:
- α. Σε ζεστό, ξηρό καιρό
- β. Κατά την άσκηση
- γ. Όταν έχουμε δίαιτα πλούσια σε πρωτεΐνες.
7. Ο παρακάτω πίνακας δίνει στοιχεία που αφορούν τους νεφρούς του ανθρώπου.

Ταχύτητα της ροής του αίματος στους νεφρούς	Ταχύτητα της διήθησης στα νεφρικά σωληνάκια	Ποσότητα των ούρων που εξέρχονται από τους νεφρούς
1,2 L ανά λεπτό	0,12 L ανά λεπτό	1,5 L την ημέρα

- α. Υπολογίστε την ποσότητα αίματος που περνάει από τα νεφρά κάθε μέρα.
- β. Υπολογίστε την ποσότητα διηθήματος που σχηματίζεται στα νεφρά κάθε μέρα.
- γ. Υπολογίστε το ποσοστό του αίματος που διηθείται στους νεφρώνες.
- δ. Συγκρίνετε την ποσότητα του διηθήματος που σχηματίζεται με την ποσότητα των ούρων που αποβάλλεται ημερησίως και εξηγήστε τι γίνεται η υπόλοιπη ποσότητα του διηθήματος.

8. Ο πίνακας παρουσιάζει την κατά προσέγγιση σύνθεση και τον όγκο του α και των υγρών που αφορούν τους νεφρούς.

Συστατικά	% σύνθεση του αίματος της νεφρικής αρτηρίας	% σύνθεση του διηθήματος	% σύνθεση των ούρων
Πρωτεΐνες	8,0	0	0
Άλατα	0,7	0,7	1,2
Ουρία	0,03	0,03	2,0
Σάκχαρα	0,1	0,1	0
Ταχύτητα ροής των υγρών	1200 ml/min	120 ml/min	1 ml/min

Αφού μελετήσετε τον πίνακα να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις.

- (i) Ποια συστατικά δεν μπορούν να διαπεράσουν τη μεμβράνη του ελύτρου του Bowman;
- (ii) Ποια συστατικά επανααρροφώνται τελείως από το νεφρώνα
- (iii) Για ποιο λόγο πρέπει η ουρία να απομακρυνθεί με τα ούρα;
- (iv) Πώς νομίζετε ότι θα μεταβληθεί το ποσοστό της ουρίας
  - α) σε έναν πρόσφυγα ο οποίος σιτίζεται μόνο με ρύζι και νερό;
  - β) σε έναν αθλητή της άρσης βαρών ο οποίος τρώει κυρίως κρέας;

9. Ο πίνακας παρουσιάζει την επίδραση του καιρού στη μέση ημερήσια ποσότητα ουρίας, ιδρώτα και αλάτων (χλωριούχου νατρίου) που αποβάλλονται.

	Ποσότητα ούρων	Ποσότητα ιδρώτα	Ποσότητα χλωριούχου νατρίου	
			Στα ούρα	Στον ιδρώτα
Ζεστή μέρα	0,38 L	2 L	13,5 g	6,0 g
Κανονική μέρα	1,5 L	0,5 L	18,0 g	1,5 g
Κρύα μέρα	2,0 L	0,0 L	19,5 g	0,0 g

Προσπαθήστε να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτή-

σεις, υποθέτοντας ότι η τροφή και τα υγρά που προσλαμβάνει το άτομο τις τρεις αυτές διαφορετικές ημέρες είναι ποσοτικά και ποιοτικά ίδια.

- α. Γιατί την κρύα ημέρα, αποβλήθηκαν περισσότερα ούρα από ό,τι σε μία κανονική ημέρα;
- β. Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι η ποσότητα αλάτων που αποβλήθηκε και τις τρεις αυτές ημέρες, είναι η ίδια;
- γ. Ακόμα και τις ζεστές ημέρες αποβάλλεται μία, μικρή έστω, ποσότητα ούρων. Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι τα νεφρά παράγουν συνεχώς ούρα;

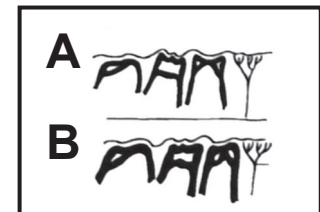
**10.** Σε περίπτωση που τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα είναι ελαττωμένα, τι περιμένουμε να συμβεί:

- α) σύνθεση γλυκογόνου,
- β) διάσπαση γλυκογόνου,
- γ) και τα δύο.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας;

**11.** Τα παρακάτω διαγράμματα δείχνουν τη δομή της ανώτερης περιοχής του δέρματος (όπως φαίνεται σε τομή) κάτω από δύο διαφορετικές εξωτερικές συνθήκες, Α και Β.

α. Σε ποιες συνθήκες το δέρμα έχει περισσότερο αίμα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



β. Το ένα διάγραμμα δείχνει το δέρμα σε εξωτερική θερμοκρασία 5°C και το άλλο σε 25°C. Ποιο διάγραμμα δείχνει το δέρμα στους 5°C; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

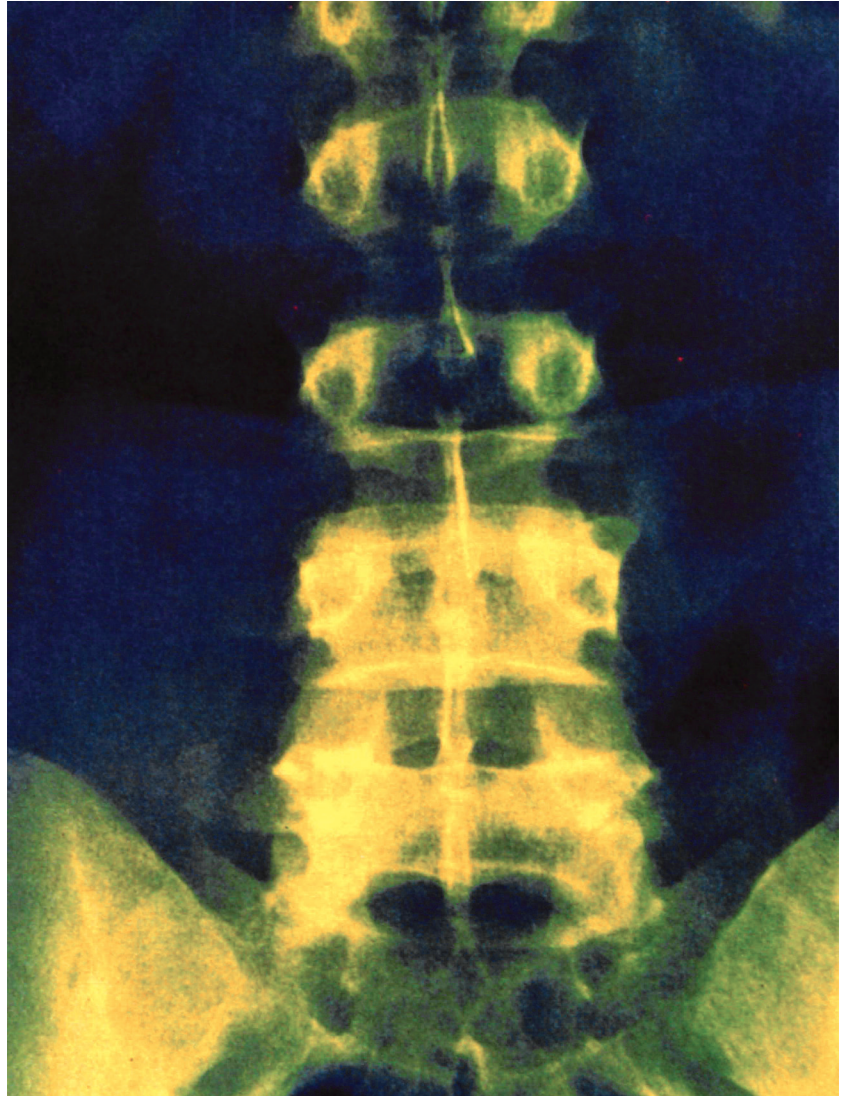
## ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

**1.** Θέμα για συζήτηση: Μεταμόσχευση οργάνων - Δωρητές σώματος



# ΒΙΟΛΟΓΙΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο

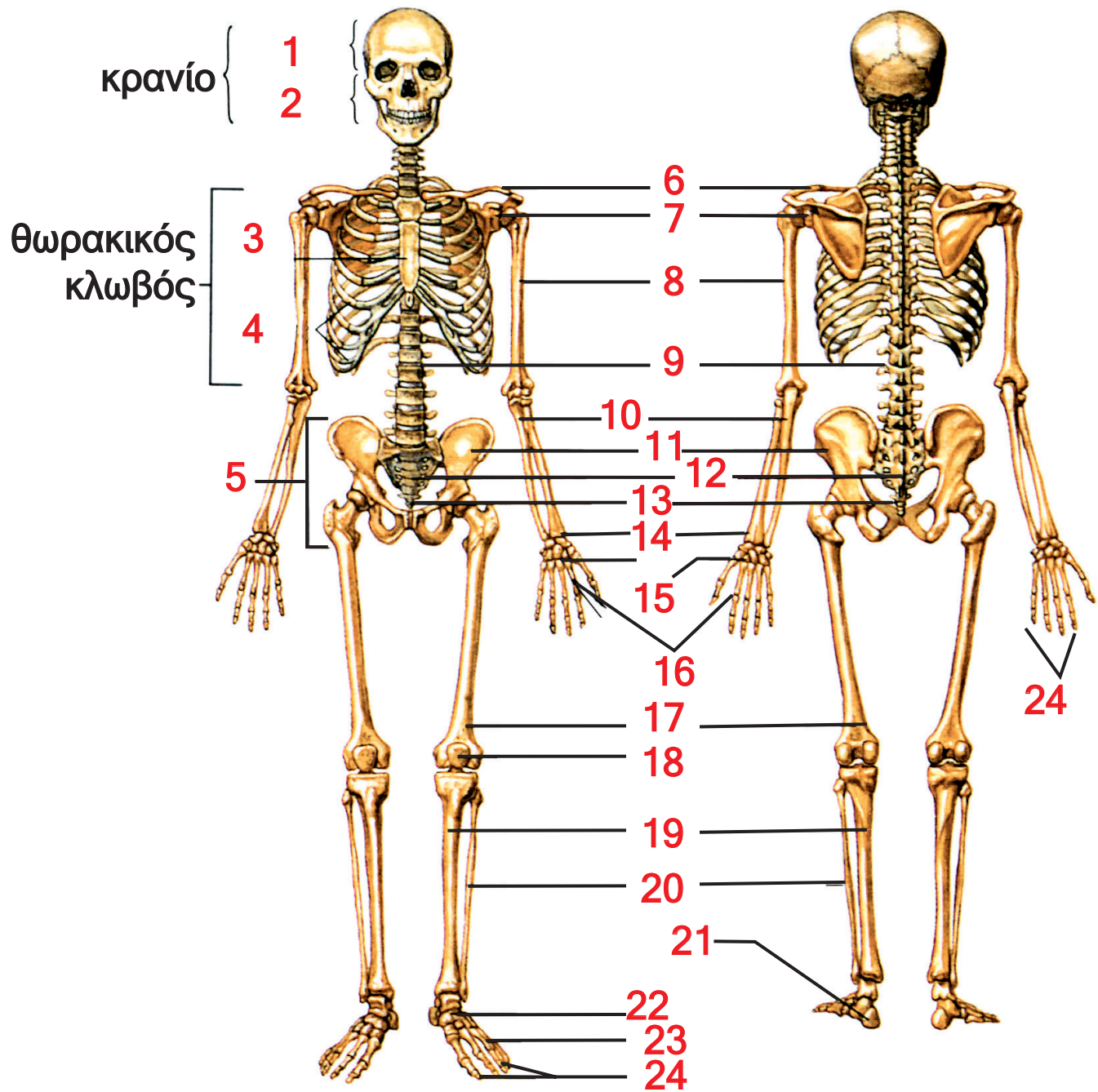


Ακτινογραφία οσφυϊκής  
μοίρας σπονδυλικής στήλης  
(χρωματικά επεξεργασμένη)

## 7. ΕΡΕΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το ερειστικό σύστημα περιλαμβάνει τα οστά, τα οποία συνδεόμενα στις αρθρώσεις σχηματίζουν το σκελετό (εικ. 7.1). Η λέξη σκελετός μας φέρνει συνήθως στο νου μία δομή σκληρή και ξερή. Η ίδια η λέξη προέρχεται από το αρχαίο ρήμα σκέλλω, που σημαίνει ξεραίνω. Ωστόσο ο σκελετός μας είναι ένας ζωντανός ιστός και έχει πολλές και σημαντικές λειτουργίες.

- Στηρίζει το σώμα και καθορίζει τη μορφή του.
- Σχηματίζει κοιλότητες, μέσα στις οποίες προστατεύονται πολύτιμα όργανα όπως ο εγκέφαλος, οι πνεύμονες κτλ.
- Συμβάλλει στην κίνηση του οργανισμού με τη συνεργασία των σκελετικών μυών.
- Έχει ρόλο αιμοποιητικό, γιατί στον ερυθρό μυελό του παράγονται τα κύτταρα του αίματος.
- Αποτελεί αποθήκη αλάτων, κυρίως ασβεστίου και φωσφόρου.



εικ. 7.1 Ο σκελετός του ανθρώπου

1. εγκεφαλικό
2. προσωπικό
3. στέρνο
4. πλευρές
5. λεκάνη
6. κλείδα
7. ωμοπλάτη
8. βραχιόνιο
9. σπονδυλική στήλη
10. ωλένη
11. ανώνυμο
12. ιερό οστό
13. (κόκκυγας)
14. κερκίδα
15. οστά του καρπού
16. οστά του μετακαρπίου
17. μηριαίο
18. επιγονατίδα
19. κνήμη
20. περόνη
21. πτέρνα
22. οστά του ταρσού
23. οστά του μεταταρσίου
24. φάλαγγες

## ΟΣΤΑ

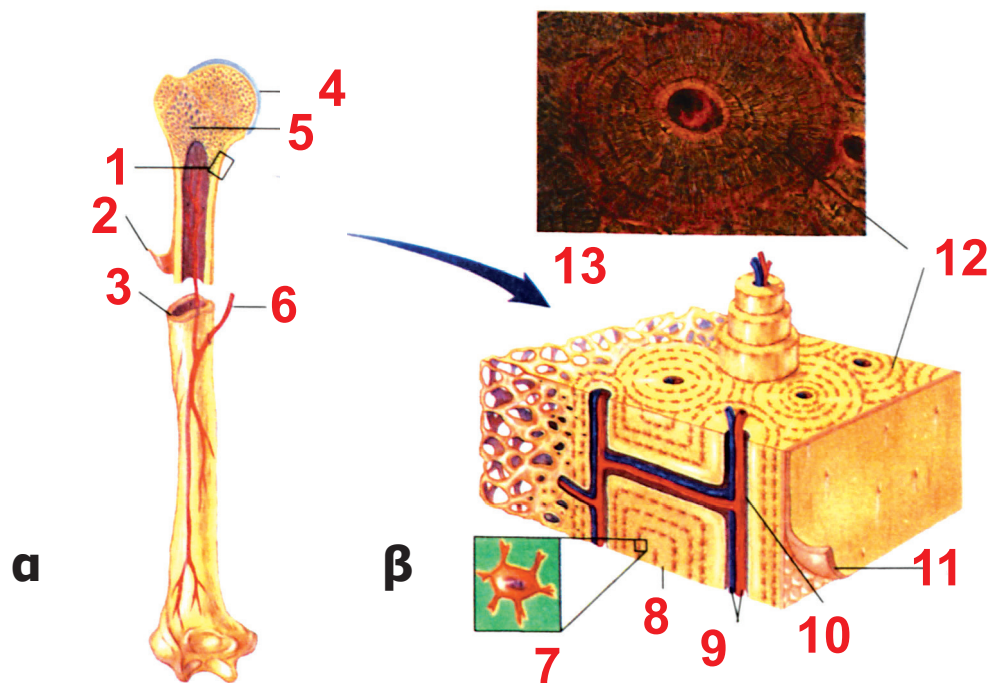
### Σύσταση του οστίτη ιστού

Τα οστά είναι όργανα και αποτελούνται από **οστίτη ιστό**, έναν από τους σκληρότερους ιστούς του σώματος. Ο οστίτης ιστός αποτελείται από οστεοκύτταρα και μεσοκυττάρια ουσία. Τα οστεοκύτταρα βρίσκονται μέσα σε κοιλότητες της μεσοκυττάριας ουσίας και παρουσιάζουν πολλές αποφυάδες. Οι αποφυάδες αυτές εκτείνονται μέσα σε μικροσκοπικά κανάλια της μεσοκυττάριας ουσίας και συνδέονται με την κυτταρική μεμβράνη των γειτονικών οστεοκυττάρων. Η μεσοκυττάρια ουσία αποτελείται κατά το  $1/3$  από οργανικά και κατά τα  $2/3$  από ανόργανα συστατικά. Το οργανικό μέρος του οστού συνίσταται κυρίως από ινίδια κολλαγόνου, ενώ το ανόργανο μέρος από άλατα. Τα κυριότερα άλατα είναι το φωσφορικό ασβέστιο και το φωσφορικό μαγνήσιο. Υπάρχουν επίσης ανθρακικά άλατα του ασβεστίου, νατρίου και καλίου. Τα άλατα προσδίδουν σκληρότητα και ανθεκτικότητα στα οστά. Τα ινίδια κολλαγόνου τους προσδίδουν ελαστικότητα και ενισχύουν την αντοχή του οστού, όπως περίπου οι ράβδοι σιδήρου στο οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ο οστίτης ιστός εμφανίζεται με δύο μορφές, τον συμπαγή και τον σπογγώδη.

Στο συμπαγή οστίτη ιστό τα οστεοκύτταρα μαζί με τη μεσοκυττάρια ουσία διατάσσονται σε ομόκεντρα στρώματα γύρω από έναν αγωγό (σωλήνας του Havers) σχηματίζοντας έτσι μια μονάδα με κυλινδρικό σχήμα, τον οστεώνα ή σύστημα του Havers (εικ. 7.2). Στους σωλήνες του Havers περιέχονται αιμοφόρα αγγεία, για τη θρέψη του οστού, και νεύρα.

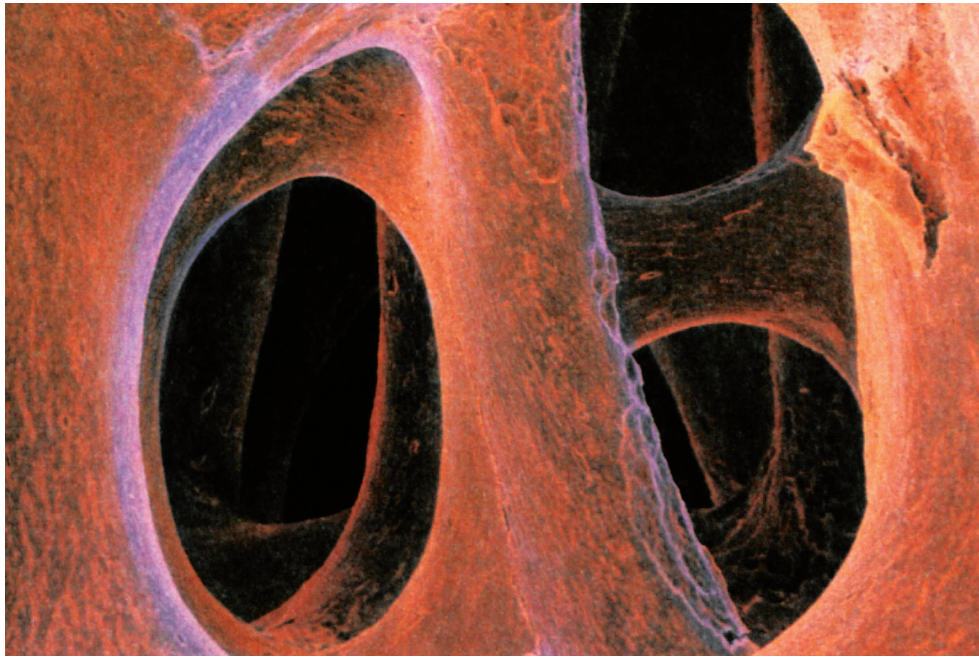




- 1.** συμπαγές οστό **2.** περίοστεο **3.** μυελώδης αυλός  
**4.** αρθρικός χόνδρος **5.** σπογγώδες οστό **6.** αιμοφόρο αγγείο  
**7.** οστεοκύτταρο **8.** συμπαγές οστό **9.** αιμοφόρα αγγεία **10.** σωλήνας του Havers **11.** περίοστεο  
**12.** οστεοκύτταρα **13.** σύστημα Havers

εικ. 7.2 Μακροσκοπική (α) και μικροσκοπική (β) δομή ενός μακρού οστού

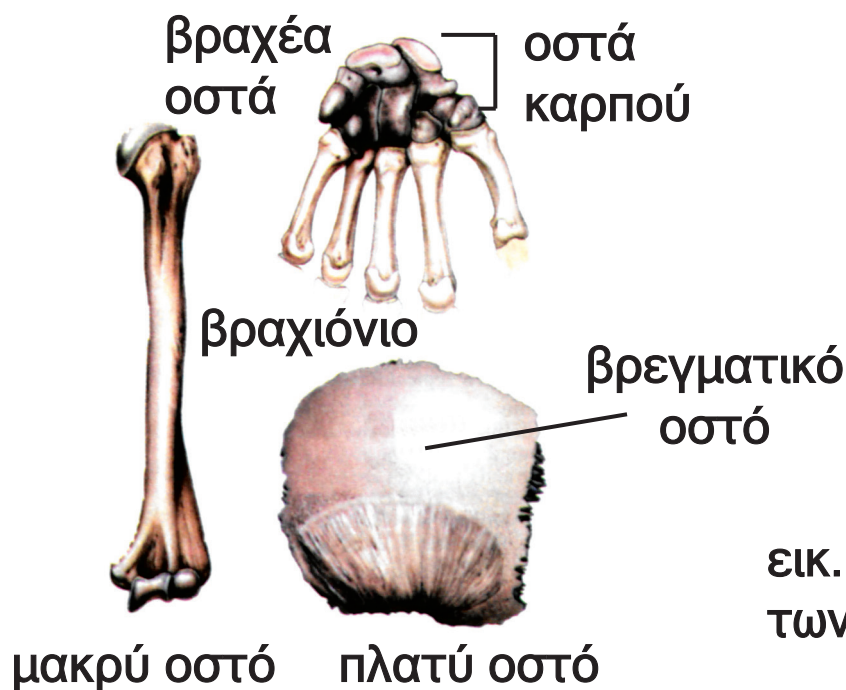
Ο σπογγώδης οστίτης ιστός εμφανίζει κοιλότητες, τις μυελοκυψέλες, και αποτελείται επίσης από οστεοκύτταρα και από μεσοκυττάρια ουσία. Δεν υπάρχουν όμως σε αυτόν οστεώνες. Μέσα στις μυελοκυψέλες βρίσκεται ο ερυθρός μυελός των οστών, που είναι αιμοποιητικό όργανο. Η αραιή διάταξη των οστεοκυττάρων και της μεσοκυττάριας ουσίας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του βάρους του οστού (εικ. 7.3).



εικ. 7.3 Μυελοκυψέλες

## Μορφολογία των οστών

Τα οστά ανάλογα με τη μορφολογία τους διακρίνονται σε μακρά, πλατιά και βραχέα (εικ. 7.4). Τα μακρά οστά συναντώνται κυρίως στα άκρα (βραχιόνιο, μηριαίο), ενώ τα πλατιά οστά σχηματίζουν την κρανιακή κοιλότητα (μετωπιαίο, ινιακό) και τη λεκάνη (ανώνυμα οστά). Τα βραχέα συναντώνται στη σπονδυλική στήλη (σπόνδυλοι) και στο άκρο χέρι και πόδι.



εικ. 7.4 Μορφολογία των οστών



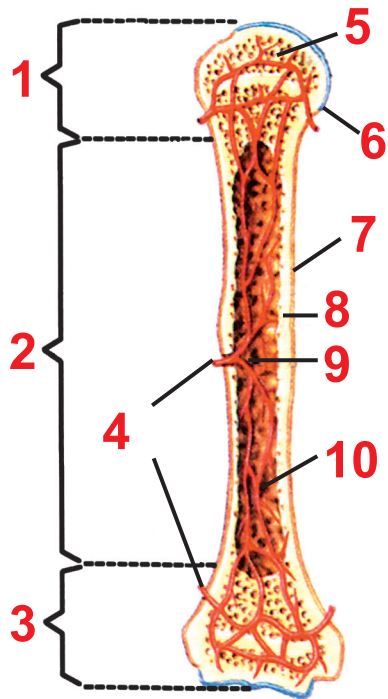
Τα επιμήκη οστά έχουν δύο άκρα που λέγονται επιφύσεις, ενώ το μεταξύ τους κυλινδρικό τμήμα είναι η διάφυση. Μία επιμήκης τομή σε ένα μακρύ οστό αποκαλύπτει ότι στο εσωτερικό του, κατά μήκος της διάφυσης, υπάρχει μία κοιλότητα, ο μυελώδης αυλός (εικ. 7.5). Μέσα στην κοιλότητα αυτή υπάρχει ο μυελός των οστών. Η διάφυση επενδύεται, τόσο στην εξωτερική όσο και στην εσωτερική της επιφάνεια, με πυκνό συνδετικό ιστό, που ονομάζεται **περιόστεο** και **ενδόστεο** αντίστοιχα. Το περιόστεο και το ενδόστεο περιέχουν μεγάλο αριθμό οστεοβλαστών, που παίζουν ρόλο στην κατά πάχος αύξηση του οστού και στην αναγέννησή του στην περίπτωση που σπάσει (κάταγμα).

Το περιόστεο, που έχει πολλά αγγεία και νεύρα, χρησιμεύει ακόμα για τη θρέψη του οστού, καθώς και για την πρόσφυση μυών και συνδέσμων. Η αποκόλλησή του σε μεγάλη έκταση προκαλεί νέκρωση του οστού.

Από έξω προς τα μέσα, η διάφυση ενός μακρού οστού αποτελείται από το περιόστεο, συμπαγή οστίτη ιστό, και από το μυελώδη αυλό, που επενδύεται με ενδόστεο. Οι επιφύσεις του αποτελούνται εξωτερικά από ένα λεπτό στρώμα συμπαγούς οστίτη ιστού και εσωτερικά από σπογγώδη οστίτη ιστό. Οι επιφύσεις δεν περιβάλλονται από περιόστεο αλλά από ένα στρώμα χόνδρου, τον αρθρικό χόνδρο (εικ. 7.5).

Τα **βραχέα οστά** καλύπτονται από περιόστεο και έχουν κεντρικό τμήμα με σπογγώδη οστίτη ιστό, που περιβάλλεται από συμπαγή οστίτη ιστό.

Τα **πλατιά οστά** καλύπτονται από περιόστεο και αποτελούνται από δύο πλάκες συμπαγούς οστίτη ιστού, μεταξύ των οποίων υπάρχει σπογγώδης ιστός.



1. επίφυση
2. διάφυση
3. επίφυση
4. αιμοφόρα αγγεία
5. σπογγώδες οστό
6. αρθρικός χόνδρος
7. περίοστεο
8. συμπαγές οστό
9. μυελώδης αυλός
10. ενδόστεο

εικ. 7.5 Δομή ενός μακρού οστού

## Ο μυελός των οστών

Ο μυελός των οστών βρίσκεται στο μυελώδη αυλό των μακρών οστών και στις μυελοκυψέλες της σπογγώδους ουσίας. Ο μυελός των οστών είναι ειδικός τύπος μαλακού συνδετικού ιστού και διακρίνεται σε ερυθρό και ωχρό.

Ο ερυθρός μυελός των οστών είναι αιμοποιητικό όργανο. Αρχίζει να παράγει ερυθροκύτταρα προς το τέλος της εμβρυϊκής ζωής. Μετά τη γέννηση, εκτός από ερυθροκύτταρα παράγει αιμοπετάλια και λευκοκύτταρα. Ο ερυθρός μυελός βρίσκεται σε όλα τα οστά του νεογνού, αλλά από την παιδική ηλικία και ύστερα αρχίζει προοδευτικά να συγκεντρώνει λίπος, γίνεται κίτρινος και χαρακτηρίζεται ως ωχρός μυελός. Στην ηλικία των 20 ετών, περίπου, όλος σχεδόν ο ερυθρός μυελός των διαφύσεων έχει αντικατασταθεί από ωχρό μυελό. Αντίθετα, στις μυελοκυψέλες των σπονδύλων, του στέρνου,

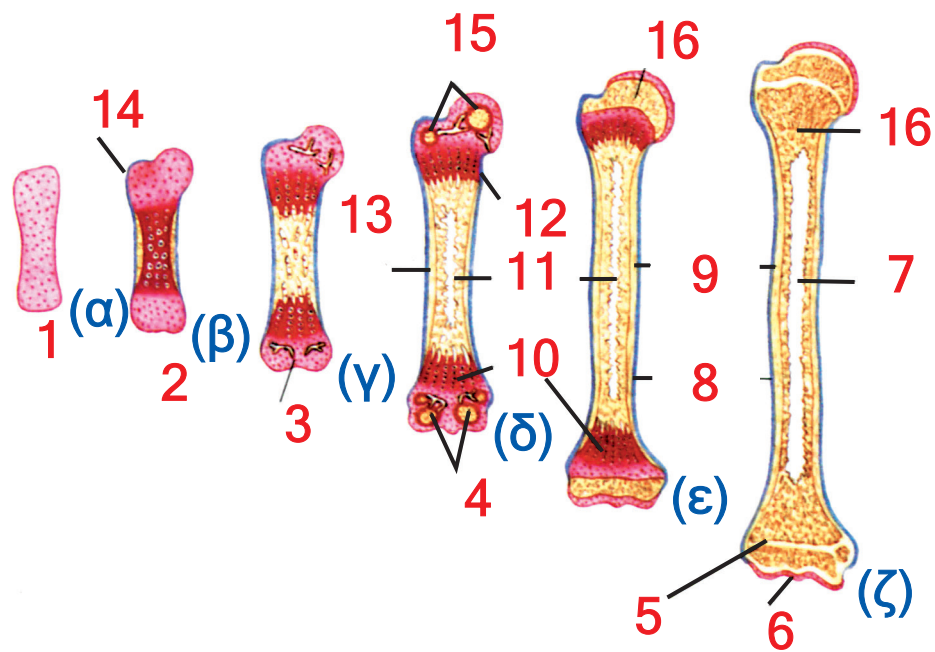
των πλευρών, των οστών της λεκάνης, του κρανίου, κτλ. ο ερυθρός μυελός συνεχίζει την αιμοποίηση καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής.

## **ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ**

Κατά την εμβρυϊκή ζωή τα οστά του ανθρώπου προσηματίζονται από μια ειδική μορφή συνδετικού ιστού και αποτελούν τον υμενώδη σκελετό.

Στα οστά του κρανίου ο υμενώδης σκελετός αντικαθίσταται κατευθείαν από οστίτη ιστό. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **υμενογενής οστέωση** και αρχίζει όταν ομάδες κυττάρων στο υμενώδες οστό διαφοροποιούνται σε οστεοβλάστες, οι οποίοι αναπαράγονται και συγκροτούν το κέντρο οστέωσης. Οι οστεοβλάστες παράγουν το οργανικό τμήμα του οστίτη ιστού, που στη συνέχεια ασβεστοποιείται. Στο κρανίο των νεογέννητων υπάρχουν μαλακές περιοχές που ονομάζονται **πηγές** και αντιστοιχούν σε συνδετικό ιστό που δεν έχει ακόμα οστεοποιηθεί.

Στα περισσότερα οστά ο υμενώδης σκελετός αντικαθίσταται προοδευτικά από χόνδρινο ιστό, και στη συνέχεια από οστίτη. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **χονδρογενής οστέωση**. Η αντικατάσταση του χόνδρινου ιστού από οστίτη γίνεται από συγκεκριμένες θέσεις, που ονομάζονται **πυρήνες οστέωσης**. Σε ένα μακρύ οστό υπάρχει αρχικά ένας μόνο πυρήνας οστέωσης, στο μέσον της διάφυσης. Αργότερα εμφανίζονται άλλα δύο κέντρα οστέωσης στις επιφύσεις (εικ. 7.6). Στα κέντρα οστέωσης οι οστεοβλάστες παράγουν το οργανικό τμήμα του οστίτη ιστού και καθώς εγκλωβίζονται μέσα σ' αυτό μετατρέπονται σε οστεοκύτταρα.

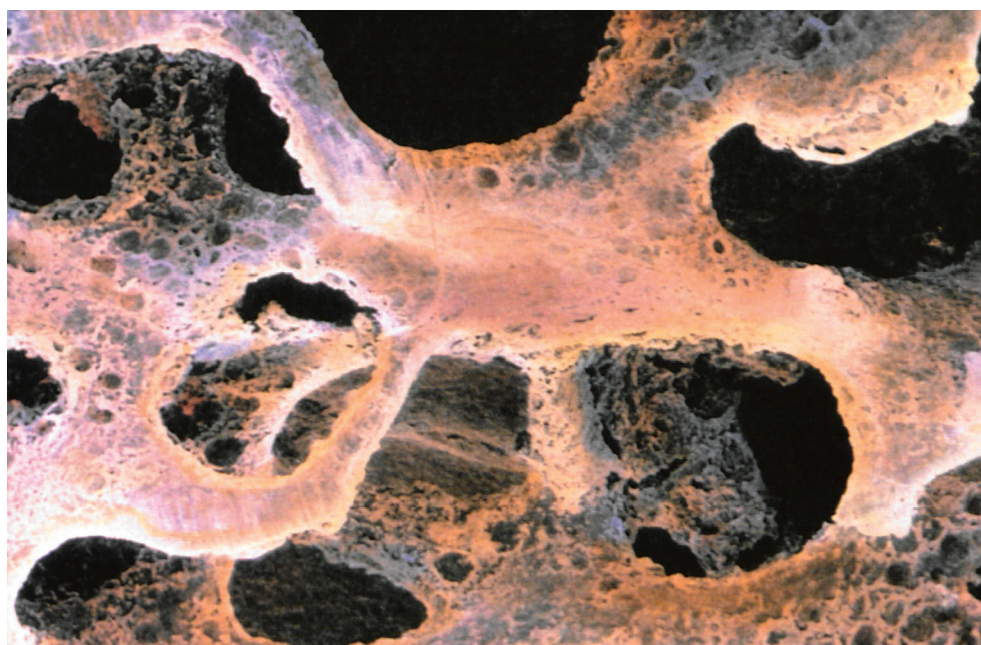


**1.** υμενώδες στάδιο **2.** χόνδρινο στάδιο **3.** πρωτογενής πυρήνας οστέωσης **4.** δευτερογενή κέντρα οστέωσης **5.** σπογγώδες οστό **6.** αρθρικός χόνδρος **7.** μυελώδης αυλός **8.** περιόστεο **9.** συμπαγές οστό **10.** συζευκτικός χόνδρος **11.** μυελώδης αυλός **12.** συζευκτικός χόνδρος **13.** αναπτυσσόμενο συμπαγές οστό **14.** αναπτυσσόμενο περιόστεο **15.** δευτερογενή κέντρα οστέωσης **16.** σπογγώδες οστό

εικ. 7.6 Στάδια χονδρογενούς οστέωσης

Η κατά πάχος αύξηση του οστού γίνεται κυκλικά γύρω από τον πυρήνα οστέωσης, ενώ η κατά μήκος αύξηση γίνεται προς τα δύο άκρα του οστού. Η αύξηση των οστών βρίσκεται κάτω από τον έλεγχο της αυξητικής ορμόνης και των φυλετικών ορμονών. Το οστό αυξάνεται κατά μήκος από τα δύο στρώματα χόνδρου (συζευκτικοί χόνδροι) που βρίσκονται μεταξύ των τριών πυρήνων οστέωσης. Κατά το 20ό έτος της ηλικίας ο συζευκτικός χόνδρος περιορίζεται σε ένα λεπτό χόνδρινο





εικ. 7.7 Οστεοπόρωση

δίσκο μεταξύ διάφυσης και επίφυσης. Τελικά, μεταξύ 20ού και 25ου έτους αντικαθίσταται και αυτός από οστίτη ιστό. Μετά από αυτή την ηλικία ο άνθρωπος παύει να ψηλώνει, διότι η κατά μήκος αύξηση των οστών είναι αδύνατη. Η κατά πλάτος αύξηση μπορεί να συνεχιστεί και οφείλεται στην εναπόθεση οστίτη ιστού από τους οστεοβλάστες του περιόστεου.

Στα οστά γίνεται συνεχώς ανταλλαγή της ύλης, δηλαδή συνεχής απορρόφηση και εναπόθεση ουσιών. Ο οστίτης ιστός αποικοδομείται από τους οστεοκλάστες και σχηματίζεται συνεχώς από οστεοβλάστες. Οι οστεοκλάστες απομακρύνουν κατεστραμμένα οστεοκύτταρα και μεσοκυττάρια ουσία. Οι οστεοβλάστες σχηματίζουν καινούρια μεσοκυττάρια ουσία. Ο έλεγχος της απορρόφησης ασβεστίου και των φωσφορικών ανιόντων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι οι βιταμίνες (D, A και C), οι ορμόνες και η ηλικία.

Η οστεοπόρωση είναι η μείωση της οστικής μάζας, που οφείλεται σε ελαττωμένο σχηματισμό οστίτη ιστού, σε αυξημένη αποικοδόμησή του ή και στα δύο (εικ. 7.7).

Εμφανίζεται συχνότερα σε ηλικιωμένους, σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση και σε ασθενείς που βρίσκονται σε κατάκλιση για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση της οστεοπόρωσης μπορεί να είναι το φύλο, η έλλειψη ασβεστίου και βιταμίνης D, η πρόωμη εμμηνόπαυση, η καθιστική ζωή, το κάπνισμα και ορισμένες ουσίες όπως το αλκοόλ, η κορτιζόνη κ.ά.

## Κάταγμα

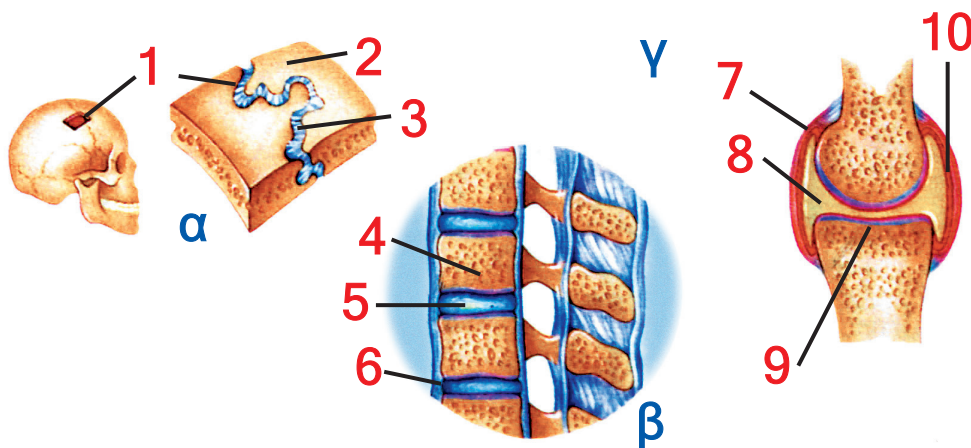
Στο κάταγμα έχουμε καταστροφή της μεσοκυττάριας ουσίας, καθώς και νέκρωση των γειτονικών οστεοκυττάρων. Τα αιμοφόρα αγγεία καταστρέφονται και προκαλείται τοπική αιμορραγία και σχηματισμός πήγματος αίματος. Κατά την αποκατάσταση οι οστεοκλάστες απομακρύνουν την κατεστραμμένη μεσοκυττάρια ουσία και τα νεκρά κύτταρα. Οι οστεοβλάστες του περιόστεου και του ενδόστεου γύρω από το κάταγμα πολλαπλασιάζονται και σχηματίζουν αρχικά σπογγώδη οστίτη ιστό, ο οποίος στη συνέχεια μετατρέπεται σε συμπαγή. Η ταχύτητα επιδιόρθωσης εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των τμημάτων του σπασμένου οστού (για τμήματα τα οποία βρίσκονται κοντά απαιτείται μικρό χρονικό διάστημα), την ηλικία (γίνεται με μικρότερη ταχύτητα σε μεγάλη ηλικία) και το συγκεκριμένο οστό (τα τραύματα στα άνω άκρα επουλώνονται με μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ότι αυτά στα κάτω).

## ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ

Άρθρωση είναι η σύνδεση δύο ή περισσότερων οστών με τη συμμετοχή ενός μαλακότερου ιστού. Ανάλογα με το είδος αυτού του ιστού και τον τρόπο συμμετοχής του, καθορίζεται η κινητικότητα των οστών που συνδέονται.

Στη **συνάρθρωση** ο μαλακότερος ιστός παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο οστών και δεν επιτρέπει σχεδόν καμία κινητικότητα (εικ. 7.8α,β).

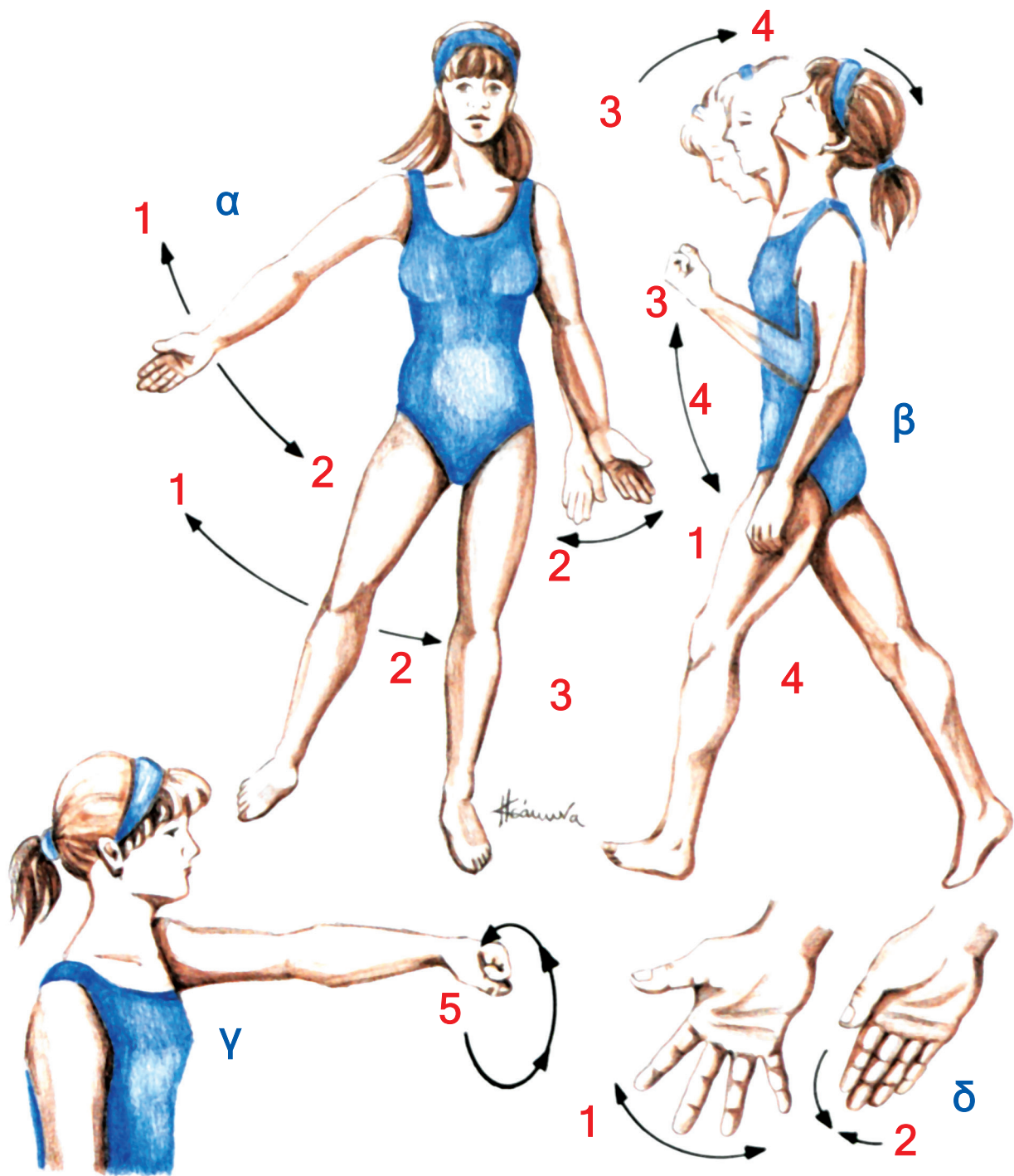
Στη **διάρθρωση** ο μαλακότερος ιστός περιβάλλει τα οστά στην περιοχή της άρθρωσης με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπει σχετικά μεγάλη κινητικότητα (εικ. 7.8γ). Οι κινήσεις που επιτρέπει η διάρθρωση είναι κάμψη, έκταση, προσαγωγή, απαγωγή και στροφή (εικ. 7.9).



**1.** ραφή **2.** οστό **3.** συνδετικός ιστός **4.** σώμα σπονδύλου **5.** αρθρικός χόνδρος **6.** μεσοσπονδύλιος δίσκος **7.** αρθρικός θύλακος **8.** αρθρικό υγρό **9.** αρθρικός χόνδρος **10.** σύνδεσμος

εικ. 7.8 Είδη αρθρώσεων  
α. Συνάρθρωση β. Συνάρθρωση γ. Διάρθρωση





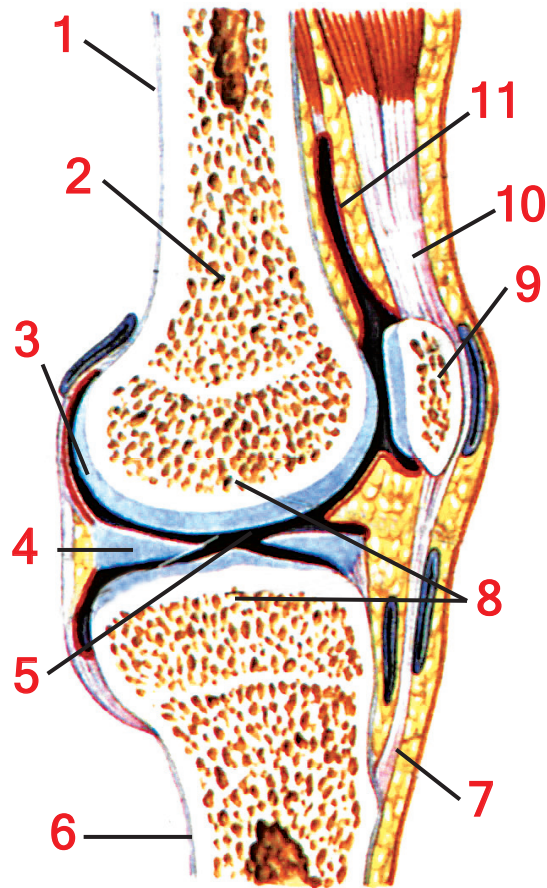
1. απαγωγή 2. προσαγωγή 3. κάμψη 4. έκταση  
5. περιστροφή

εικ. 7.9 Κινήσεις διάρθρωσης

Η διάρθρωση αποτελείται από κύρια και επικουρικά μέρη.

Τα κύρια μέρη είναι οι αρθρικές επιφάνειες, ο αρθρικός θύλακος και η αρθρική κοιλότητα (εικ. 7.10).

- Οι αρθρικές επιφάνειες είναι οι επιφάνειες των οστών που έρχονται σε επαφή, είναι λείες και έχουν τέτοια αντιστοιχία, ώστε να εφαρμόζουν συνήθως η μία στην άλλη. Δεν περιβάλλονται από περίοστεο αλλά από στρώμα χόνδρου, τον αρθρικό χόνδρο. Σε μεγάλες κυρίως ηλικίες εμφανίζονται διαταραχές του αρθρικού χόνδρου, που προκαλούν πόνους και δυσκολία κινήσεων στις αρθρώσεις. Αυτές χαρακτηρίζονται ως αρθροπάθειες.
- Ο αρθρικός θύλακος, αποτελείται από συνδετικό ιστό και περιβάλλει τα οστά κοντά στις αρθρικές επιφάνειες.
- Η αρθρική κοιλότητα είναι ο κλειστός χώρος που βρίσκεται ανάμεσα στις αρθρικές επιφάνειες και στον αρθρικό θύλακο. Περιέχει αρθρικό υγρό, το οποίο διευκολύνει την ολίσθηση των αρθρικών επιφανειών. Στα επικουρικά μέρη μιας διάρθρωσης συμπεριλαμβάνονται οι σύνδεσμοι, οι επιχείλιοι χόνδροι και οι διάρθριοι χόνδροι.
- Οι σύνδεσμοι είναι ταινίες από παχύ συνδετικό ιστό, που συγκρατούν τα αρθρούμενα οστά μεταξύ τους και καθορίζουν την κατεύθυνση των κινήσεων.
- Οι επιχείλιοι χόνδροι είναι δακτύλιοι από χόνδρινο ιστό, που περιβάλλουν τα άκρα της αρθρικής επιφάνειας και αυξάνουν το μέγεθός της.
- Οι διάρθριοι χόνδροι ή μηνίσκοι είναι πλάκες χόνδρινου ιστού, που βρίσκονται σε ορισμένες αρθρικές κοιλότητες, ιδιαίτερα όταν οι αρθρικές επιφάνειες δεν εναρμονίζονται μεταξύ τους, όπως συμβαίνει στην άρθρωση του γόνατου.



1. μηριαίο οστό
2. σπογγώδης ιστός
3. αρθρικός χόνδρος
4. μηνίσκος
5. αρθρική κοιλότητα
6. κνήμη
7. σύνδεσμος
8. αρθρικές επιφάνειες
9. επιγονατίδα
10. τένοντας
11. αρθρικός θύλακος

εικ. 7.10 Διάρθρωση

## ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

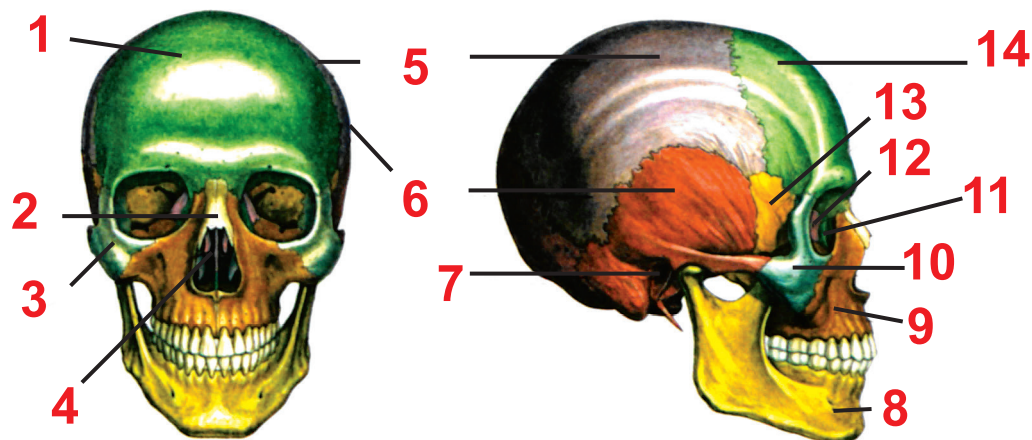
Ο σκελετός του ανθρώπου περιλαμβάνει το σκελετό του κορμού (σκελετός της κεφαλής, της σπονδυλικής στήλης, του θώρακα) και το σκελετό των άκρων.

Ο σκελετός της κεφαλής περιλαμβάνει τα οστά του εγκεφαλικού και του προσωπικού κρανίου (εικ. 7.11).

Τα οστά του εγκεφαλικού κρανίου συναρθρώνονται μεταξύ τους με τις ραφές και σχηματίζουν την κρανιακή κοιλότητα μέσα στην οποία προφυλάσσεται ο εγκέφαλος. Τα κυριότερα απ' αυτά τα οστά είναι πλατιά και δίνουν το όνομά τους στους λοβούς των ημισφαιρίων του εγκεφάλου. Το μετωπιαίο οστό σχηματίζει το μέτωπο. Τα δύο βρεγματικά καλύπτουν το κρανίο πάνω και πλάγια. Κάτω από αυτά βρίσκονται τα κροταφικά, τα οποία έχουν από μία κοιλότητα, μέσα στην οποία προφυλάσσονται τα όργανα της ακοής και της ισορροπίας. Το ινιακό οστό καλύπτει πίσω και προς τα κάτω την κρανιακή κοιλότητα και σχηματίζει τη βάση του κρανίου. Στη βάση αυτή υπάρχει ένα μεγάλο άνοιγμα, το ινιακό τρήμα, διά μέσου του οποίου προεκτείνεται το στέλεχος του εγκεφάλου και συνεχίζεται ως νωτιαίος μυελός.

Τα οστά του προσωπικού κρανίου περιλαμβάνουν τα δύο ζυγωματικά οστά, τα οποία σχηματίζουν τις προεξοχές των παρειών, και την κάτω γνάθο, το μόνο κινητό οστό της κεφαλής. Η κάτω γνάθος αρθρώνεται με τα δύο κροταφικά οστά και σχηματίζει την κροταφογναθική διάρθρωση. Η κάτω γνάθος, οι δύο άνω γνάθοι και τα δύο υπερώια σχηματίζουν την στοματική κοιλότητα. Στο προσωπικό κρανίο σχηματίζονται επίσης η ρινική κοιλότητα και οι δύο οφθαλμικές κόγχες.

Η σπονδυλική στήλη είναι η «κεντρική κολόνα» του σκελετού πάνω στην οποία στηρίζονται άμεσα ή έμμεσα όλα τα υπόλοιπα τμήματά του. Αποτελείται από πολλά



1. μετωπιαίο 2. ρινικό 3. ζυγωματικό 4. ίνιδα  
 5. βρεγματικό 6. κροταφικό 7. ακουστικός πόρος  
 8. κάτω γνάθος 9. άνω γνάθος 10. ζυγωματικό  
 11. δακρυϊκό 12. ηθμοειδές 13. σφηνοειδές  
 14. μετωπιαίο

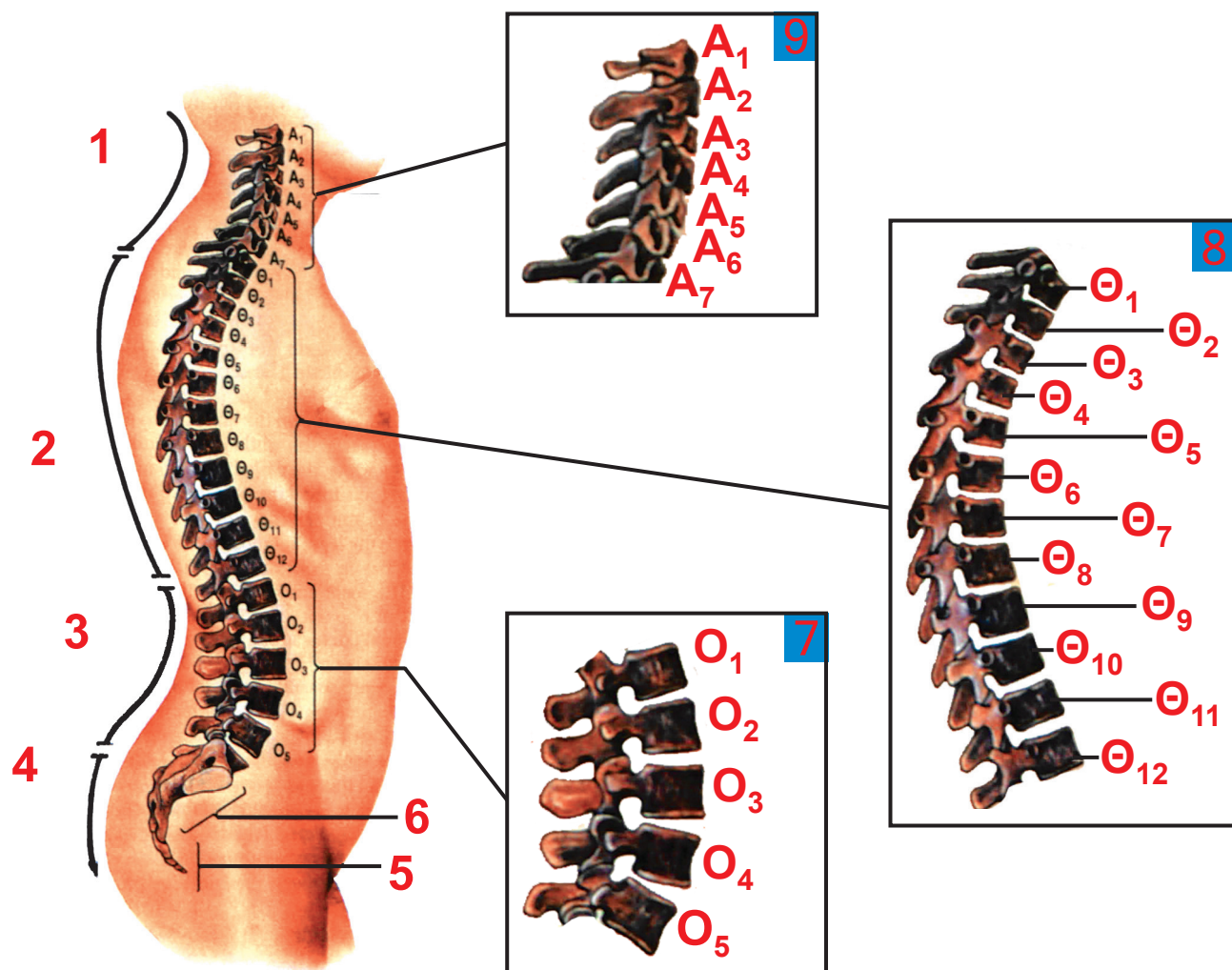
εικ. 7.11 Σκελετός της κεφαλής, οστά του προσωπικού κρανίου και οστά του εγκεφαλικού κρανίου

βραχεία οστά, τους σπονδύλους, τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο με την παρεμβολή ενός χόνδρινου δίσκου, του μεσοσπονδύλιου δίσκου (εικ. 7.12). Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος έχει αρκετή ελαστικότητα, απορροφά τα τραντάγματα και προσδίνει ευκαμψία. Οι δίσκοι αυτοί χάνουν με την ηλικία την ελαστικότητά τους και μπορεί να ολισθήσουν προς τα πίσω, οπότε πιέζονται ο νωτιαίος μυελός ή και τα νωτιαία νεύρα. Η πάθηση αυτή ονομάζεται κήλη του μεσοσπονδύλιου δίσκου.

Οι 7 πρώτοι σπόνδυλοι είναι οι αυχενικοί. Ο πρώτος σπόνδυλος, ο άτλας, αρθρώνεται με το ινιακό οστό και μαζί με το δεύτερο, τον άξονα, επιτρέπουν στην κεφαλή να κάνει κινήσεις κάμψης, έκτασης και στροφής. Οι 12 θωρακικοί σπόνδυλοι αρθρώνονται με τις πλευρές. Οι πλευρές ενώνονται μπροστά άμεσα ή έμμεσα με το στήρνο και σχηματίζουν τη θωρακική κοιλότητα,



μέσα στην οποία προστατεύονται οι πνεύμονες, η καρδιά, τα μεγάλα αγγεία κ.ά. (εικ. 7.13). Οι 5 οσφυϊκοί σπόνδυλοι είναι σχετικά μεγαλύτεροι από τους υπερκείμενους, γιατί υποβαστάζουν μεγαλύτερο βάρος. Το ιερό οστό είναι ένα ισχυρό οστό, το οποίο προέρχεται από τη συνοστέωση των 5 ιερών σπονδύλων. Τέλος υπάρχει ο κόκκυγας, ο οποίος είναι το υπολειμματικό όργανο της ουράς.

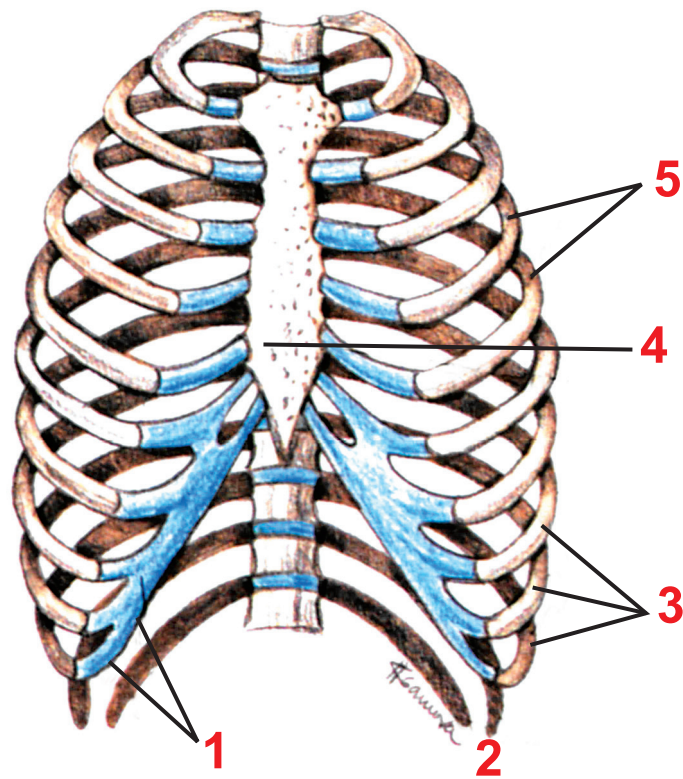


εικ. 7.12 Σπονδυλική στήλη

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 1. αυχενικό κύρτωμα | 5. κόκκυγας            |
| 2. θωρακικό κύρτωμα | 6. ιερό οστό           |
| 3. οσφυϊκό κύρτωμα  | 8. θωρακικοί σπόνδυλοι |
| 4. ιερό κύρτωμα     | 9. αυχενικοί σπόνδυλοι |

Η σπονδυλική στήλη, όπως φαίνεται από τα πλάγια, παρουσιάζει τέσσερα κυρτώματα, δύο μπρος και δύο πίσω. Τα κυρτώματα αυτά αυξάνουν την ευλυγισία της σπονδυλικής στήλης και την αντοχή της σε μεγάλα βάρη.

Ο σκελετός των άνω άκρων περιλαμβάνει το σκελετό της ωμικής ζώνης, το σκελετό του βραχίονα, το σκελετό του πήχη και το σκελετό του χεριού (εικ. 7.1).



1. χόνδρος
2. δύο νόθες ασύντακτες πλευρές
3. τρεις νόθες πλευρές
4. στέρνο
5. γνήσιες πλευρές (7)

εικ. 7.13 Ο θωρακικός κλωβός



Η ωμική ζώνη περιλαμβάνει την κλείδα και την ωμοπλάτη. Η ωμοπλάτη είναι ένα πλατύ οστό, το οποίο συγκρατείται μόνο με μυς. Αυτό επιτρέπει ακόμη μεγαλύτερη ευχέρεια κινήσεων στα άνω άκρα.

Ο σκελετός του βραχίονα περιλαμβάνει το βραχιόνιο, το οποίο αρθρώνεται με την ωμοπλάτη σχηματίζοντας την άρθρωση του ώμου. Το κάτω άκρο του βραχιονίου αρθρώνεται με τα δύο οστά του πήχη, την κερκίδα και την ωλένη, στην άρθρωση του αγκώνα.

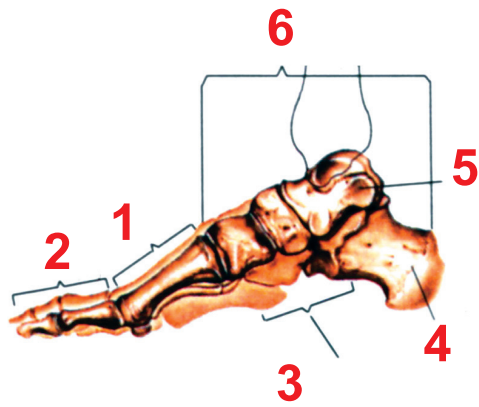
Το άκρο χέρι περιλαμβάνει τα 8 βραχέα οστά του καρπού, τα 5 του μετακαρπίου και τις φάλαγγες των δακτύλων. Συνολικά περιλαμβάνει 27 οστά και πάνω από 30 μυς και είναι ένα θαυμάσιο συλληπτήριο όργανο, ειδικά χάρη στον αντίχειρα, που είναι αντιτακτός.

Ο σκελετός των κάτω άκρων περιλαμβάνει τα οστά της πυελικής ζώνης, του μηρού, της κνήμης και του ποδιού (εικ. 7.1).

Στην πυελική ζώνη, τα δύο ανώνυμα οστά συνδέονται μπροστά στην ηβική σύμφυση και πίσω με το ιερό οστό. Έτσι σχηματίζεται η λεκάνη. Το κάθε ανώνυμο οστό έχει μία κοιλότητα, μέσα στην οποία αρθρώνεται η σφαιρική κεφαλή του μηριαίου οστού στην άρθρωση του ισχίου. Το κάτω άκρο του μηριαίου αρθρώνεται με το άνω μέρος της κνήμης στην άρθρωση του γόνατου. Σ' αυτήν συμμετέχει και ένα βραχύ οστό, η επιγονατίδα.

Στα οστά της κνήμης ανήκουν η κνήμη και η περόνη. Αυτά τα δύο μακρά οστά αρθρώνονται με τον αστράγαλο.

Το άκρο πόδι περιλαμβάνει τα 7 οστά του ταρσού, τα 5 του μετατάρσιου και τα οστά των φαλάγγων των δακτύλων. Τα κυριότερα από τα οστά του ταρσού είναι ο αστράγαλος, που αρθρώνεται με την κνήμη και την περόνη, και η πτέρνα, που υποβαστάζει όλο το βάρος και



1. οστά του μεταταρσίου
2. φάλαγγες
3. ποδική καμάρα
4. πτέρνα
5. αστράγαλος
6. οστά του ταρσού

εικ. 7.14 Άκρο πόδι

εξυπηρετεί την όρθια στάση και το βάδισμα (εικ. 7.14). Τα οστά του ποδιού συνδέονται μεταξύ τους με αρθρώσεις, με τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματίζουν την ποδική καμάρα, που δίνει τη δυνατότητα για στήριξη και άνετη βάδιση.

Όταν η ποδική καμάρα είναι μικρότερη της κανονικής ή λείπει τελείως, έχουμε πλατυποδία, που δημιουργεί δυσκολίες και κόυραση στη βάδιση.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ερειστικό σύστημα περιλαμβάνει το σύνολο των οστών, τα οποία συνδέονται στις αρθρώσεις και σχηματίζουν το σκελετό. Ο σκελετός στηρίζει το σώμα και καθορίζει τη μορφή του, προσφέρει θέσεις για την πρόσφυση των μυών, συμβάλλει στην κίνηση, γιατί είναι αρθρωτός και σχηματίζει κοιλότητες για την προστασία οργάνων. Άλλες λειτουργίες του είναι η αιμοποίηση και η αποθήκευση αλάτων.

Τα οστά μπορεί να είναι μακρά, βραχεία ή πλατιά. Περιέχουν ανόργανο και οργανικό τμήμα, καθώς και εξειδικευμένα κύτταρα. Η υφή τους μπορεί να είναι συμπαγής ή σπογγώδης. Τα οστά επενδύονται με περίοστεο, που χρησιμεύει για τη θρέψη των οστών. Οι οστεοβλάστες του περίοστεου και του ενδόστεου συμβάλλουν στην αύξηση και στην αναγέννηση του οστού.

Ο ερυθρός μυελός των οστών είναι αιμοποιητικό όργανο.

Τα οστά συνδέονται μεταξύ τους με αρθρώσεις. Οι συναρθρώσεις δεν επιτρέπουν μεγάλη κινητικότητα, ενώ οι διαρθρώσεις επιτρέπουν σχετικά μεγάλη κινητικότητα.

Ο σκελετός του ανθρώπου αποτελείται από το σκελετό του κορμού και των άκρων.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες από τις παρακάτω λειτουργίες δεν είναι λειτουργίες του σκελετικού συστήματος: α. παραγωγή κυττάρων αίματος, β. αποθήκευση αλάτων, γ. αποθήκευση υδατανθράκων, δ. προστασία ζωτικών οργάνων.
2. Ποια από τα συστατικά του οστού, τα ανόργανα ή τα οργανικά, ευθύνονται για την αντοχή και τη σκληρότητα και ποια για την ελαστικότητα και την ευκαμψία του;
3. Ποιες είναι οι δομικές διαφορές μεταξύ της διάφυσης και των επιφύσεων των μακρών οστών;
4. Τι είναι οι μυελοκυψέλες, πώς σχηματίζονται και ποιος είναι ο λειτουργικός ρόλος τους;
5. Ποια είναι η λειτουργική σημασία του περιόστεου και του ενδόστεου;
6. Πού συναντώνται και ποιος είναι ο ρόλος των συστημάτων του Havers;
7. Ποιος είναι ο ρόλος του αρθρικού υγρού στη διάθρωση;
8. Το οργανικό μέρος του οστίτη ιστού παράγουν: α. οι οστεοκλάστες, β. οι οστεοβλάστες και γ. τα οστεοκύτταρα.

Να υπογραμμίσετε τη σωστή απάντηση.

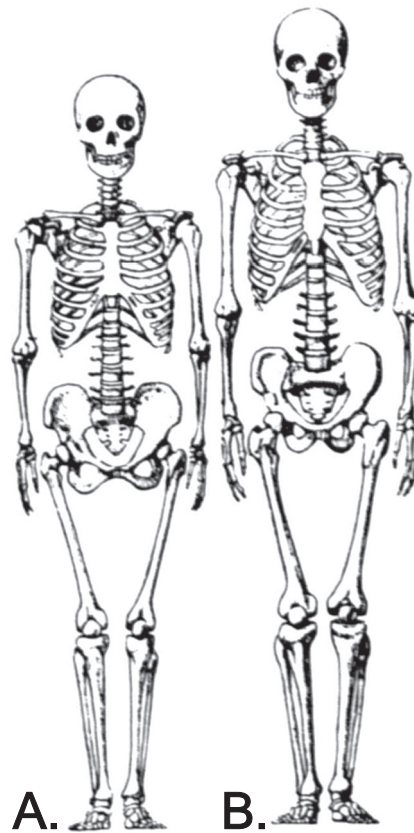
**9. Χαρακτηρίστε το είδος των αρθρώσεων και συμπληρώστε με (+) τον παρακάτω πίνακα**

	συνάρθρωση	διάρθρωση
<b>Άρθρωση του αγκώνα</b> <b>Ραφές του κρανίου</b> <b>Ηβική σύμφυση</b> <b>Άρθρωση του γόνατου</b> <b>Σύνδεση πλευρών-στέρνου</b> <b>Κροταφογναθική άρθρωση</b>		

**10. Να συνδέσετε το τμήμα της διάρθρωσης με τη λειτουργία που επιτελεί.**

- | <b>τμήμα</b>       | <b>λειτουργία</b>  |
|--------------------|--|
| Σύνδεσμοι          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• αυξάνουν το μέγεθος της αρθρικής επιφάνειας</li> </ul>                              |
| Επιχείλιοι χόνδροι | <ul style="list-style-type: none"> <li>• βοηθούν στην περίπτωση που οι αρθρικές επιφάνειες δεν εναρμονίζονται.</li> </ul>    |
| Διάρθριοι χόνδροι  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• διευκολύνει την ολίσθηση των αρθρούμενων οστών.</li> </ul>                          |
| Αρθρικός θύλακος   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• συγκρατούν τα αρθρούμενα οστά και καθορίζουν την κατεύθυνση των κινήσεων</li> </ul> |
| Αρθρικό υγρό       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• περιβάλλει τα οστά στην περιοχή της άρθρωσης</li> </ul>                             |

- 11.** Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι σκελετοί ενός άντρα (B) και μιας γυναίκας (A).  
Να συγκρίνετε τα αντίστοιχα τμήματα των σκελετών και να εντοπίσετε τις διαφορές.



## **ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

- 1.** Να ερευνήσετε το ρόλο της διατροφής στην καλή λειτουργία του ερειστικού συστήματος.
- 2.** Να βρείτε ακτινογραφίες διάφορων τμημάτων του σκελετού υγιών ατόμων, και αντίστοιχων τμημάτων του σκελετού, ατόμων με παθήσεις των οστών. Να παρατηρήσετε και να καταγράψετε τις μεταξύ τους διαφορές.



ΒΙΟΛΟΓΙΑ  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο**



Νίκη Ξάνθου, Αθήνα '97

## 8. ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

### ΜΥΪΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Το σύνολο των μυών του σώματος αποτελεί το μυϊκό σύστημα, του οποίου ο βασικότερος ιστός είναι ο μυϊκός. Χαρακτηριστική ιδιότητα των κυττάρων του μυϊκού ιστού (μυϊκές ίνες) είναι η ικανότητα συστολής. Υπάρχουν τρία είδη μυϊκού ιστού που χαρακτηρίζονται από ιδιαιτερότητες στη δομή και στη λειτουργία των κυττάρων από τα οποία αποτελούνται.



εικ. 8.1 Σκελετικοί μύες

**Ο σκελετικός μυϊκός ιστός συναντάται στους σκελετικούς μυς και αποτελείται από σχετικά μακριές κυλινδρικές μυϊκές ίνες, που φέρουν γραμμώσεις. Η συστολή τους 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 λείος μυϊκός ιστός επενδύει κυρίως τοιχώματα όπως των αγγείων και του γαστρεντερικού σωλήνα. Αποτελείται από ατρακτοειδείς μυϊκές ίνες χωρίς γραμμώσεις, που δεν υπακούουν στη θέλησή μας.**

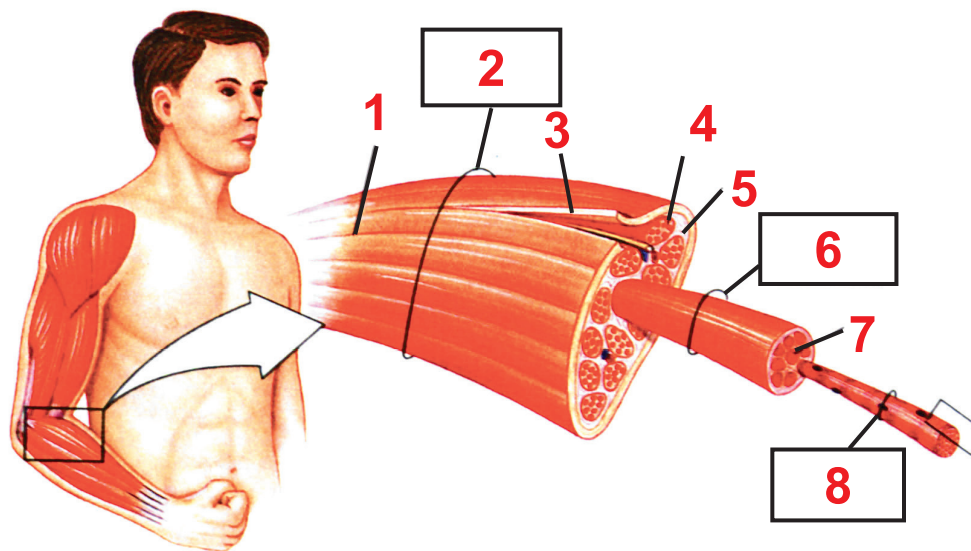
**Το μυϊκό σύστημα περιλαμβάνει τους σκελετικούς μυς, οι οποίοι ελέγχονται από τη θέλησή μας.**

# ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥ ΜΥΟΣ

## Δομή του σκελετικού μυός

Οι σκελετικοί μύες προσφύονται στα οστά και είναι αυτοτελή όργανα που υπακούουν στη θέλησή μας (εικ. 8.1).

Κάθε γραμμωτός μυς μπορεί να αποτελείται από πολλές χιλιάδες μυϊκές ίνες, οι οποίες δεν αθροίζονται με τυχαίο τρόπο, αλλά διατάσσονται σε δεσμίδες (μυϊκές δέσμες), οι οποίες περιβάλλονται από πυκνό συνδετικό ιστό. Από πυκνό συνδετικό ιστό περιβάλλεται και ο μυς (εικ. 8.2).

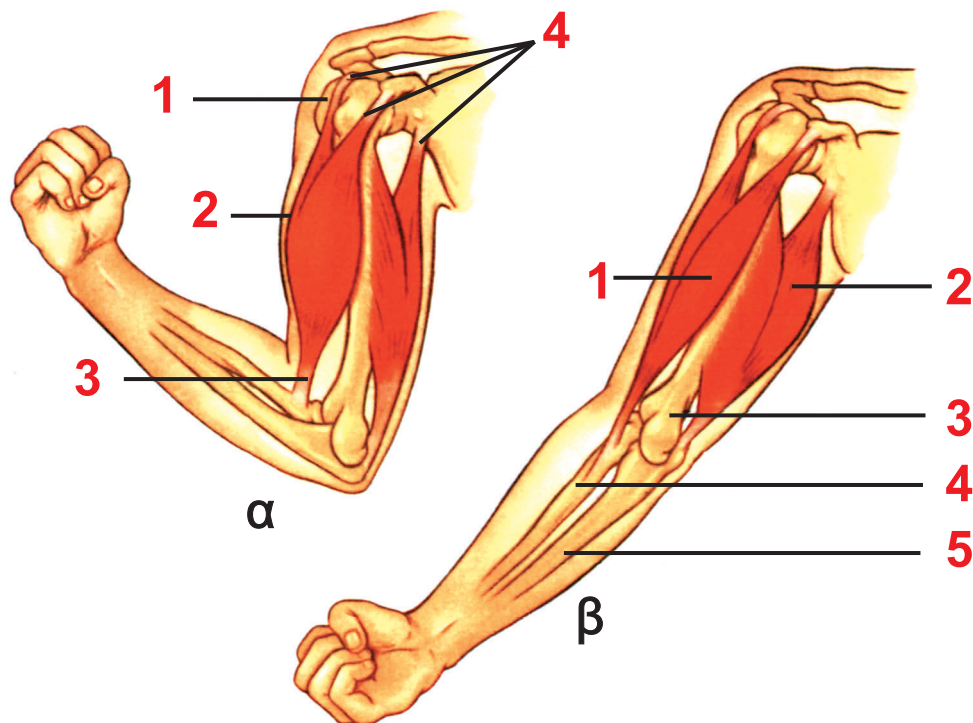


- 1.** τένοντας **2.** σκελετικός μυς **3.** επιμύιο **4.** αιμοφόρα αγγεία και νεύρα **5.** περιμύιο **6.** μυϊκή δέσμη **7.** ενδομύιο **8.** μυϊκή ίνα

εικ. 8.2 Δομή γραμμωτού μυός



Οι γραμμωτοί μύες, ανάλογα με τη μορφολογία τους, διακρίνονται σε σφιγκτήρες (σφιγκτήρας στόματος), πλατείς (πλατύς ραχιαίος) και μακρούς (τρικέφαλος βραχιόνιος). Σε γενικές γραμμές ένας μακρύς σκελετικός μυς έχει σχήμα ατρακτοειδές και αποτελείται από ένα κεντρικό τμήμα, τη γαστέρα, και από δύο άκρα, τις προσφύσεις. Η κάθε πρόσφυση συνίσταται συνήθως από συνδετικό ιστό, τον τένοντα, συνδέει το μυ με τα οστά. Το ένα άκρο, η κατάφυση, προσφύεται στο οστό που ο μυς αυτός κινεί, ενώ το άλλο, η έκφυση, προσφύεται στο οστό που δεν κινείται (εικ. 8.3).



α 1. έκφυση 2. γαστέρα 3. κατάφυση 4. τένοντες

β 1. δικέφαλος βραχίονας 2. τρικέφαλος βραχίονας  
3. βραχιόνιο 4. κερκίδα 5. ωλένη

εικ. 8.3 α) κάμψη του πήχη β) έκταση του πήχη

Με τη συστολή της γαστέρας ο μυς βραχύνεται και τραβά το ένα οστό (κινητό), ενώ το άλλο παραμένει ακίνητο. Επειδή οι μύες δεν έχουν την ικανότητα να σπρώχνουν αλλά μόνο να έλκουν τα οστά, είναι απαραίτητο για να επιτελέσουν μία κίνηση (π.χ. την κίνηση του πήχη) να συνεργάζονται κατά ζεύγη. Για παράδειγμα, για να γίνει η κάμψη του πήχη, πρέπει να συσταλεί ο δικέφαλος και να χαλαρώσει ο τρικέφαλος, ενώ για την έκτασή του πρέπει να συσταλεί ο τρικέφαλος και να χαλαρώσει ο δικέφαλος (εικ. 8.3).

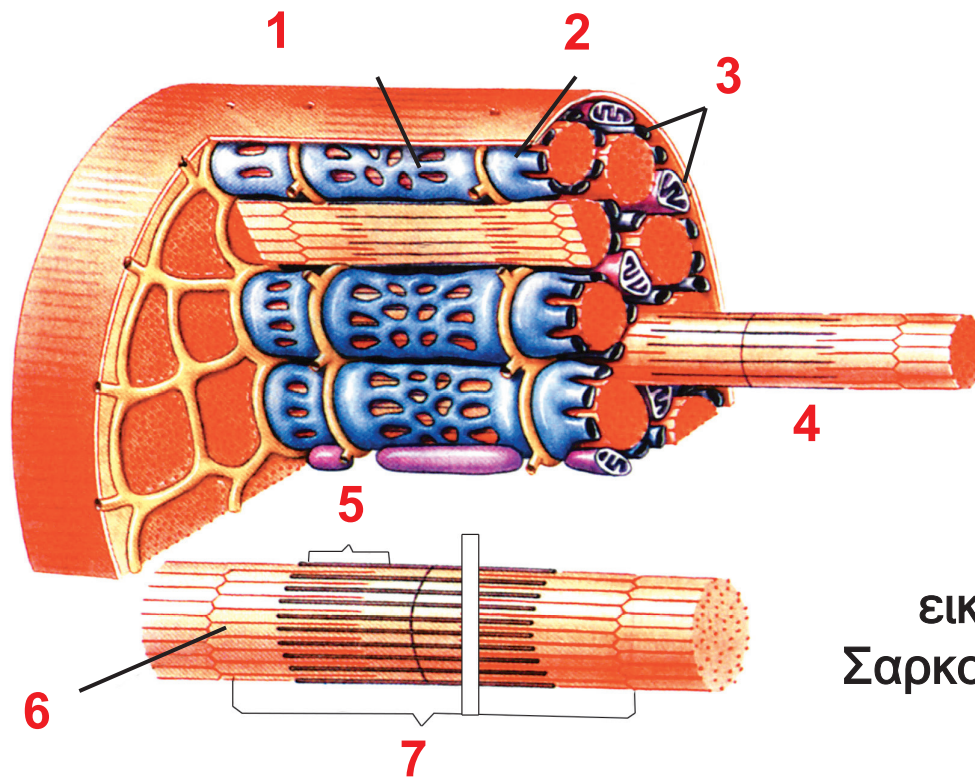
Γενικά οι μύες συνεργάζονται κατά ζεύγη, προκειμένου να επιτελέσουν μια συγκεκριμένη κίνηση. Ο μυς που συστέλλεται προκειμένου να γίνει κάμψη του πήχη ονομάζεται κύριος, ενώ ο μυς που χαλαρώνει ονομάζεται ανταγωνιστής. Η συνεργασία λοιπόν των κύριων και των ανταγωνιστών μυών εξασφαλίζει την αρμονική κίνηση του σώματος.

## **Δομή και λειτουργία της γραμμωτής μυϊκής ίνας**

Η δομική και λειτουργική μονάδα των γραμμωτών μυών είναι η γραμμωτή μυϊκή ίνα. Το σχήμα της είναι κυλινδρικό, ενώ το μήκος της μπορεί να φτάνει από λίγα χιλιοστά έως 15 cm. Η κυτταρική της μεμβράνη, που ονομάζεται σαρκείλημα, περιβάλλεται από ινίδια κολλαγόνου (ενδομύιο). Μέσα στη μυϊκή ίνα, αμέσως κάτω από το σαρκείλημα, υπάρχουν διάσπαρτοι πυρήνες, που στις μεγάλες μυϊκές ίνες μπορεί να είναι χιλιάδες. Στο κυτταρόπλασμα της μυϊκής ίνας (σαρκόπλασμα) υπάρχουν πολυάριθμα μιτοχόνδρια και αναπτυγμένο ενδοπλασματικό δίκτυο (σαρκοπλασματικό δίκτυο) (εικ. 8.4α).



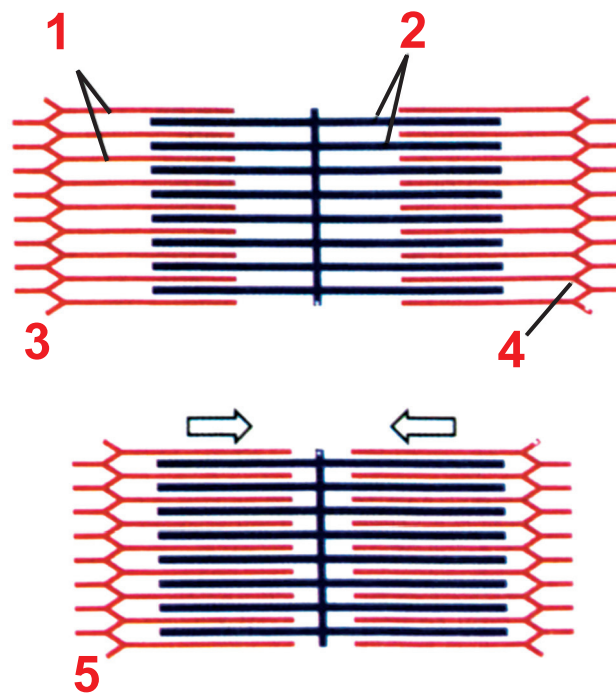
εικ. 8.4α Δομή μυϊκής ίνας



εικ. 8.4β  
Σαρκομέριο

1. σαρκοπλασματικό δίκτυο
2. σαρκείλημα
3. μιτοχόνδρια
4. μυϊκό ινίδιο
5. περιοχή επικάλυψης
6. διάτρητη μεμβράνη
7. σαρκομέριο

Στο εσωτερικό της μυϊκής ίνας υπάρχουν μερικές εκατοντάδες ή χιλιάδες μυϊκά ινίδια, που διατάσσονται παράλληλα και εκτείνονται σε όλο της το μήκος. Κάθε ινίδιο αποτελείται από πολλά νημάτια ακτίνης και μυοσίνης. Κατά μήκος των ινιδίων παρεμβάλλονται κάθετα διάτρητες μεμβράνες. Το τμήμα του ινιδίου μεταξύ δύο διαδοχικών μεμβρανών αποτελεί το σαρκομέριο. Το κάθε σαρκομέριο συνίσταται από νημάτια ακτίνης προσκολλημένα σε κάθε μία από τις κάθετες μεμβράνες, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται νημάτια μυοσίνης. Τα νημάτια ακτίνης και μυοσίνης διατάσσονται με τέτοιο τρόπο, ώστε στο μικροσκόπιο να εμφανίζονται εναλλάξ φωτεινές και σκοτεινές ζώνες (εικ. 8.4β). Οι φωτεινές ζώνες αντιστοιχούν μόνο σε νημάτια ακτίνης ή μυοσίνης



1. νημάτια ακτίνης
2. νημάτια μυοσίνης
3. σαρκομέριο σε χαλάρωση
4. μεμβράνη
5. σαρκομέριο σε συστολή

εικ. 8.5 Αλλαγές στο σαρκομέριο κατά τη διάρκεια της μυϊκής συστολής

ενώ οι σκοτεινές σε αλληλοκαλυπτόμενες περιοχές νημάτων ακτίνης και μυοσίνης. Η εναλλαγή αυτή των φωτεινών και σκοτεινών περιοχών δίνει τις χαρακτηριστικές γραμμώσεις (και το όνομα) στις γραμμωτές μυϊκές ίνες.

Η μυϊκή συστολή γίνεται με ένα μηχανισμό ολίσθησης των νημάτων της ακτίνης προς τα νημάτια της μυοσίνης, στον οποίο συμμετέχουν και άλλες πρωτεΐνες (εικ. 8.5). Με το μηχανισμό αυτό ελαττώνεται το μήκος των σαρκομερίων και κατ' επέκταση της μυϊκής ίνας. Ιδιαίτερο ρόλο φαίνεται να παίζουν τα ιόντα ασβεστίου,

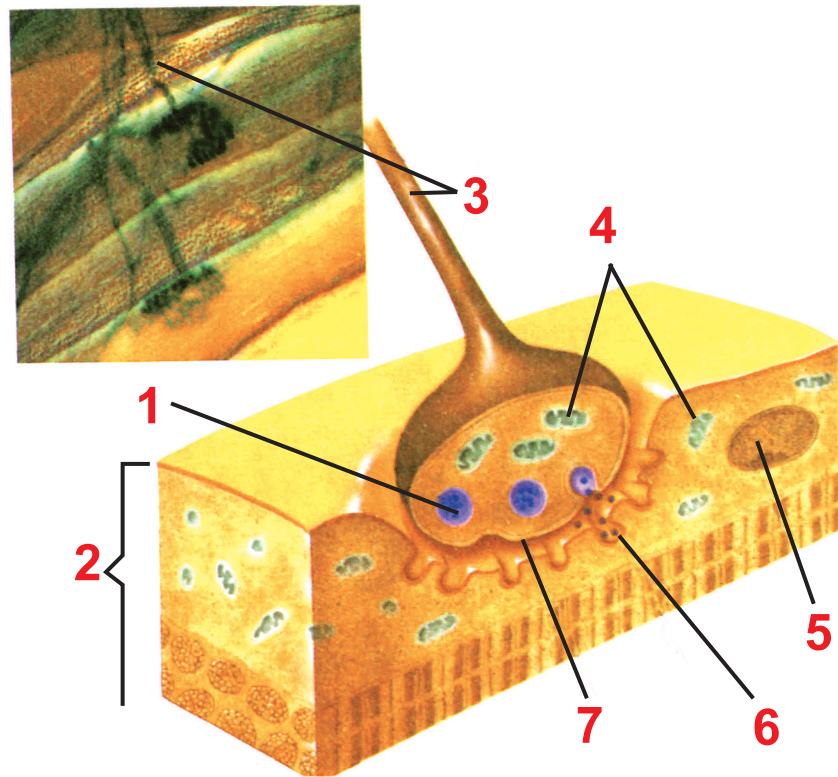
που αποθηκεύονται στο σαρκοπλασματικό δίκτυο και απελευθερώνονται με την επίδραση νευρικού ερεθίσματος. Την ενέργεια για την συστολή του μυός την παρέχει το ATP, όταν διασπάται σε ADP. Το οξυγόνο είναι δεσμευμένο σε μία πρωτεΐνη των μυϊκών κυττάρων, τη μυοσφαιρίνη, που είναι ανάλογη της αιμοσφαιρίνης και ευθύνεται για το βαθύ κόκκινο χρώμα τους.

Οι σκελετικές μυϊκές ίνες, από μορφολογική και λειτουργική άποψη, κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, τις ερυθρές και τις λευκές. Οι ερυθρές ίνες έχουν μεγάλη ποσότητα μυοσφαιρίνης και συστέλλονται με βραδύ ρυθμό. Αντλούν ενέργεια από το ATP, που προκύπτει από οξειδωτική φωσφορυλίωση διότι περιέχουν μεγάλο αριθμό μιτοχονδρίων. Οι λευκές ίνες έχουν μεγαλύτερο διάμετρο από τις ερυθρές συστέλλονται γρήγορα αλλά δεν αντέχουν σε συνεχή βαρεία εργασία. Έχουν λιγότερα μιτοχόνδρια, λίγη μυοσφαιρίνη και η ενέργειά τους προέρχεται κυρίως από γαλακτική ζύμωση. Στον άνθρωπο οι γραμμωτοί μύες αποτελούνται συνήθως και από τα δύο αυτά είδη μυϊκών ινών σε διαφορετικές αναλογίες. Για παράδειγμα, οι μύες της πλάτης και της κνήμης αποτελούνται κυρίως από ερυθρές ίνες, ενώ οι μύες του ματιού και του χεριού, κυρίως από λευκές.

Η σύσταση των μυών ως προς τα δύο αυτά είδη μυϊκών ινών, διαφέρει και από άτομο σε άτομο. Για παράδειγμα μεγάλο ποσοστό ερυθρών μυϊκών ινών διαθέτουν οι δρομείς αντοχής, ενώ οι δρομείς ταχύτητας διαθέτουν μεγάλο ποσοστό λευκών μυϊκών ινών.

## Νευρομυϊκή σύναψη

Οι μυϊκές ίνες δέχονται απλά φυσιολογικά ερεθίσματα, που είναι τα νευρικά ερεθίσματα, μπορούν όμως να διεγερθούν και από μη φυσιολογικά ερεθίσματα, π.χ.



- 1.** συναπτικό κομβίο **2.** μυϊκή ίνα **3.** νευράξονας νευρικού κυττάρου **4.** μιτοχόνδρια **5.** πυρήνας μυϊκής ίνας **6.** σαρκείλημα **7.** συναπτική σχισμή

εικ. 8.6 Νευρομυϊκή σύναψη

από ηλεκτρικό ρεύμα. Το ερέθισμα μεταφέρεται από ένα κινητικό νευρώνα, ο νευράξονας του οποίου όταν φτάσει στο μυ διακλαδίζεται. Κάθε διακλάδωση καταλήγει στο μέσον περίπου μιας μυϊκής ίνας και σχηματίζεται νευρομυϊκή σύναψη, ή τελική κινητική πλάκα (εικ. 8.6). Όταν το ερέθισμα φθάσει στην άκρη της κάθε διακλάδωσης μεταδίδεται στις μυϊκές ίνες με τον ίδιο τρόπο που μεταδίδονται οι νευρικές ώσεις στις νευρικές συνάψεις.

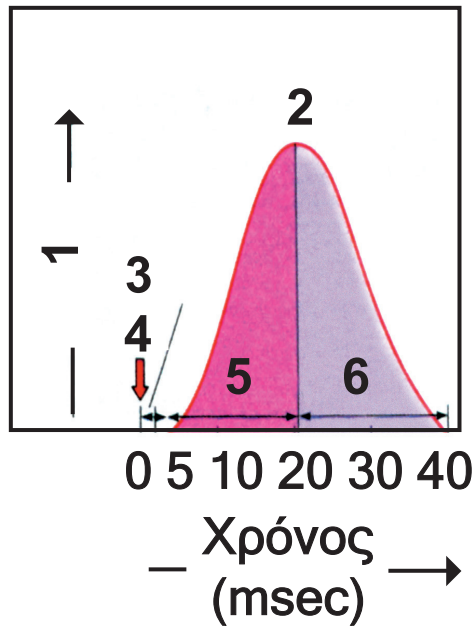


Ο κινητικός νευρώνας μαζί με τις μυϊκές ίνες που νευρώνει αποτελούν μια λειτουργική μονάδα, που λέγεται **κινητική μονάδα**. Ο αριθμός των μυϊκών ινών μιας κινητικής μονάδας εξαρτάται από το είδος του μυός. Η λεπτότητα των κινήσεων που επιτελεί έχει σχέση με τον αριθμό των μυϊκών ινών. Για παράδειγμα, οι μύες που κινούν τον οφθαλμικό βολβό έχουν πολύ μικρό αριθμό ινών, 10-12 σε κάθε κινητική μονάδα (λεπτές κινήσεις), αντίθετα με τους μύς της ράχης και των κάτω άκρων, που έχουν μεγάλο αριθμό ινών, 600-1000 ανά κινητική μονάδα (αδρές κινήσεις).

Για να συσταλεί μια μυϊκή ίνα, πρέπει το ερέθισμα που θα δεχτεί να έχει ορισμένη ένταση. Σε μικρότερης έντασης ερεθίσματα δε θα αντιδράσει καθόλου, ενώ σε μεγαλύτερης έντασης δε θα συμβεί επιπλέον σύσπαση. Δηλαδή οι μυϊκές ίνες ακολουθούν το νόμο του «όλα ή τίποτα», που σημαίνει ότι αν μία μυϊκή ίνα διεγερθεί, η ένταση της συστολής της είναι πάντα η ίδια.

## Ηλεκτρομυογράφημα

Όταν το δυναμικό ενέργειας διατρέχει τη μυϊκή ίνα, ένα μέρος του φτάνει μέχρι το δέρμα. Αν συστέλλονται ταυτόχρονα πολλές μυϊκές ίνες, τα ηλεκτρικά δυναμικά που φτάνουν στο δέρμα αθροίζονται. Τα δυναμικά αυτά είναι δυνατό να καταγραφούν, αν τοποθετηθούν δύο ηλεκτρόδια στο δέρμα ή εισαχθούν στο μυ (ηλεκτρομυογράφημα). Τα ηλεκτρομυογραφήματα χρησιμοποιούνται στην πράξη για τον εντοπισμό διαταραχών της απόκρισης των μυϊκών κυττάρων σε ερεθίσματα.



1. Ένταση της συστολής
2. μέγιστη ένταση
3. λανθάνουσα περίοδος
4. ερέθισμα
5. περίοδος συστολής
6. περίοδος χαλάρωσης

εικ. 8.7 Μυογράφημα

## Μυϊκή συστολή

Η γραμμωτή μυϊκή ίνα υπό την επίδραση ενός απλού ερεθίσματος επιτελεί μία απλή μυϊκή συστολή, η οποία εξελίσσεται σε τρία στάδια, όπως φαίνεται στο μυογράφημα (εικ. 8.7). Το πρώτο στάδιο, λανθάνων χρόνος, διαρκεί 5 msec και είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που το ερέθισμα φτάνει στη μυϊκή ίνα έως την έναρξη της συστολής της. Ο χρόνος αυτός είναι απαραίτητος για την απελευθέρωση των ιόντων ασβεστίου και την ενεργοποίηση των ινιδίων της ακτίνης. Το δεύτερο στάδιο, περίοδος συστολής, είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από την έναρξη της συστολής έως την επίτευξη της μέγιστης τιμής της και διαρκεί περίπου 40 msec. Η διάρκεια της περιόδου συστολής εξαρτάται από το είδος της μυϊκής ίνας και από το μήκος της. Το τελευταίο στάδιο, περίοδος χαλάρωσης, είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη μέγιστη συστολή έως την πλήρη χαλάρωση και η διάρκειά της είναι περίπου 50 msec. Αν



κατά τη διάρκεια της απλής μυϊκής συστολής επιδράσουν αλληπάλλληλα ερεθίσματα με συγκεκριμένη συχνότητα, η μυϊκή συστολή ενισχύεται και παρατείνεται και η κατάσταση αυτή ονομάζεται **τετανική συστολή**.

Η συστολή του γραμμωτού μυός είναι αποτέλεσμα της συστολής των μυϊκών ινών. Η ένταση της συστολής του μυός είναι ανάλογη του αριθμού των μυϊκών ινών που συστέλλονται και της συχνότητας των ερεθισμάτων. Εάν ένα ερέθισμα είναι ασθενές, διεγείρεται μικρός αριθμός μυϊκών ινών (λίγες κινητικές μονάδες) και προκαλείται συστολή μικρής έντασης. Σε ισχυρότερο ερέθισμα διεγείρεται μεγαλύτερος αριθμός μυϊκών ινών (περισσότερες κινητικές μονάδες) με αποτέλεσμα συστολή μεγαλύτερης έντασης. Συνήθως οι μυϊκές ίνες ενός μυός δε συστέλλονται συγχρόνως και έτσι ο μυς δεν κουράζεται συνολικά. Κατά κανόνα η συστολή των μυών προκαλείται από αλληπάλλληλα συχνά ερεθίσματα, δηλαδή είναι τετανική συστολή.

Η συστολή μπορεί να είναι **ισοτονική**, αν ο μυς βραχύνεται και παράγει μηχανικό έργο, ή **ισομετρική**, όταν ο μυς δε βραχύνεται, δηλαδή το μήκος του δε μεταβάλλεται. Οι μυϊκές συστολές μπορεί να είναι **ισοτονικές** ή **ισομετρικές**. Οι περισσότερες όμως είναι **μεικτές**, όπως για παράδειγμα, κατά τη βάρδια, οι **ισομετρικές** βοηθούν τα άκρα να κρατηθούν άκαμπτα, όταν τα πόδια πατούν στο έδαφος, ενώ οι **ισοτονικές** να κινηθούν.

Ακόμα και σε κατάσταση ανάπαυσης του οργανισμού οι μύες βρίσκονται σε διαρκή μικρής έντασης συστολή, που ονομάζεται **μυϊκός τόνος**. Με αυτόν τον τρόπο ο μυς διατηρείται σε ετοιμότητα, ώστε να μπορεί να συσπαστεί αμέσως, όταν χρειαστεί.

Σε έντονη μυϊκή δραστηριότητα οι ενεργειακές ανάγκες του μυός είναι αυξημένες, και δεν επαρκεί το οξυγόνο που φτάνει με το αίμα, για να γίνει η αερόβια

κυτταρική αναπνοή. Προκειμένου να εξασφαλιστούν τα απαραίτητα ποσά ενέργειας, γίνεται αναερόβια η διάσπαση της γλυκόζης σε γαλακτικό οξύ (γαλακτική ζύμωση). Το γαλακτικό οξύ που συσσωρεύεται προκαλεί διακοπή της λειτουργίας πολλών κυτταρικών ενζυμικών συστημάτων, με αποτέλεσμα την ολική ή μερική ανικανότητα του μυός για συστολή. Αυτή η κατάσταση χαρακτηρίζεται ως **μυϊκός κάματος**. Ο πόνος που αισθανόμαστε ύστερα από έντονη μυϊκή δραστηριότητα οφείλεται στη συγκέντρωση διάφορων ουσιών όπως το γαλακτικό οξύ, οι οποίες προκαλούν κάματο.

Για να απομακρυνθεί το συσσωρευμένο γαλακτικό οξύ, απαιτείται οξυγόνο. Γι' αυτόν το λόγο ύστερα από έντονη μυϊκή δραστηριότητα εξακολουθούμε να λαχναδιάζουμε για λίγα λεπτά. Το γαλακτικό οξύ απομακρύνεται με το αίμα στο ήπαρ, όπου το 20% της ποσότητάς του οξειδώνεται σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από αυτήν τη διαδικασία χρησιμοποιείται, για να μετατρέψει το υπόλοιπο 80% σε γλυκόζη για μελλοντική χρήση.

### **Γνωρίζετε ότι:**

Η δύναμη που αναπτύσσεται από τους σκελετικούς μυς κατά τη συστολή τους μπορεί να φτάσει τα 30-40 N ανά  $\text{cm}^2$  της εγκάρσιας διατομής τους. Σε ενήλικα άνδρα οι μύες στο σύνολο τους μπορούν να αναπτύξουν σε ισχυρή ισομετρική τετανική συστολή συνολική δύναμη 200.000 N.

## Κράμπα

Η κράμπα είναι μια ακούσια παρατεταμένη συστολή του μυός. Εξαιτίας της προκαλείται ερεθισμός ορισμένων νευρικών απολήξεων και πόνος. Το φαινόμενο αυτό είναι σύνηθες στους αθλητές, ιδίως ύστερα από μακρά εξαντλητική προσπάθεια και έντονη εφίδρωση. Η κράμπα υποχωρεί συνήθως όταν τεντώσουμε το μυ και του κάνουμε ελαφριά εντριβή.

## Διαταραχές του μυϊκού συστήματος

### Μυϊκή δυστροφία

Η μυϊκή δυστροφία οφείλεται σε μεταλλάξεις γονιδίων, που κωδικοποιούν δομικές και λειτουργικές πρωτεΐνες των μυϊκών κυττάρων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την προοδευτική φθορά των μυών, που συνοδεύεται από μυϊκή αδυναμία. Η πιο γνωστή μυϊκή δυστροφία είναι η δυστροφία Duchenne, η οποία, επειδή οφείλεται σε φυλοσύνδετο γονίδιο, προσβάλλει κυρίως αγόρια.

### Τέτανος

Ο τέτανος είναι μια σοβαρή ασθένεια, που οφείλεται στη μόλυνση από ένα πολύ κοινό βακτήριο, το κλωστρίδιο του τετάνου (*Clostridium tetani*). Το βακτήριο αυτό εισέρχεται στον οργανισμό διά μέσου μιας πληγής και απελευθερώνει μία ισχυρή τοξίνη, η

οποία επιδρά στο νευρικό σύστημα. Αρχικά παρουσιάζονται πονοκέφαλος, ακαμψία, δυσκολία στην κατάποση, και τελικά εμφανίζεται μια γενικευμένη και παρατεταμένη συστολή των σκελετικών μυών. Μπορούμε να προλάβουμε την εμφάνιση έντονων συμπτωμάτων της ασθένειας, αν ύστερα από τον τραυματισμό χορηγήσουμε, το ταχύτερο δυνατό, αντιτετανικό ορό.

Ο τέτανος μπορεί να προληφθεί με εμβολιασμό κατά την παιδική ηλικία.

## **Αναβολικά**

Τα αναβολικά είναι στεροειδή φάρμακα, που προέρχονται από την τεστοστερόνη και αυξάνουν την ποσότητα των πρωτεϊνών των μυϊκών κυττάρων με αποτέλεσμα την αύξηση της μυϊκής μάζας. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται ευρέως από αθλητές (ακόμα και ερασιτέχνες), προκειμένου να αυξήσουν τη δύναμη και την αντοχή τους. Η χρήση όμως των φαρμάκων αυτών αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου, καταστροφής του ήπατος, καρδιοπαθειών, αλλαγής συμπεριφοράς κ.ά. Ειδικότερα στις γυναίκες μπορεί να παρουσιαστούν τριχοφυΐα στο πρόσωπο, ανωμαλίες στην περίοδο κ.ά., ενώ στους άνδρες, ατροφία όρχεων, τριχόπτωση και στειρότητα. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα αναβολικά φάρμακα προκαλούν εθισμό.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το μυϊκό σύστημα είναι το σύνολο των σκελετικών μυών του οργανισμού. Οι μύες αποτελούνται κυρίως από μυϊκό ιστό, τα κύτταρα του οποίου είναι οι μυϊκές ίνες. Οι μυϊκές ίνες μπορεί να είναι γραμμωτές, λείες ή καρδιακές, και η χαρακτηριστική ιδιότητά τους είναι η ικανότητα να συστέλλονται.

Η γραμμωτή μυϊκή ίνα είναι η λειτουργική μονάδα των γραμμωτών ή σκελετικών μυών. Περιέχει τις πρωτεΐνες, ακτίνη και μυοσίνη, οι οποίες με ένα μηχανισμό ολίσθησης προκαλούν τη συστολή της μυϊκής ίνας, και κατ' επέκταση του μυός.

Η συστολή του γραμμωτού μυός είναι αποτέλεσμα της συστολής των μυϊκών ινών. Οι μύες κινούν τα οστά στα οποία προσφύονται και έτσι κινείται το σώμα. Η συστολή μπορεί να είναι ισοτονική, αν ο μυς βραχύνεται, ή ισομετρική, όταν ο μυς δε βραχύνεται.

Συνήθως ένας μυς δέχεται αλληπάλληλα ερεθίσματα κατά τη διάρκεια μιας απλής μυϊκής συστολής, οπότε η συστολή του παρατείνεται και έχουμε τετανική συστολή. Οι μυϊκές ίνες δε δρουν όλες μαζί για να μην κουράζεται ο μυς.

Σε έντονη μυϊκή δραστηριότητα συσσωρεύεται γαλακτικό οξύ, το οποίο προκαλεί μυϊκό κάματο.

Για τον εντοπισμό των διαταραχών της μυϊκής διέγερσης χρησιμοποιείται το ηλεκτρομυογράφημα.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Στην παρακάτω εικόνα να τοποθετήσετε στη σωστή τους θέση τις ενδείξεις: γαστέρα, τένοντας, κατάφυση, έκφυση.



2. Πόσα είδη μυϊκών ινών γνωρίζετε και ποια είναι η χαρακτηριστική λειτουργία τους;
3. Για να επιτελέσει ένα μυϊκό κύτταρο μία απλή συστολή χρειάζεται:
  - Νευρικό ερέθισμα
  - Ιόντα  $Ca^{++}$
  - ATP
  - Όλα παραπάνω.Να υπογραμμίσετε τη σωστή απάντηση.
4. Σε τι διαφέρει η απλή από την τετανική συστολή;
5. Από τι συνίσταται μια κινητική μονάδα; Ποιος είναι ο λειτουργικός της ρόλος;
6. Μία μυϊκή ίνα κάνει μία απλή συστολή, όταν δεχτεί ερέθισμα έντασης A. Αν δεχτεί ερέθισμα διπλάσιας



έντασης (2 A), τι από τα παρακάτω περιμένετε να συμβεί; Η μυϊκή ίνα:

α. δε θα αντιδράσει.

β. θα κάνει απλή συστολή ίδιας έντασης.

γ. θα κάνει συστολή μεγαλύτερης έντασης.

**7.** Τι είναι ο μυϊκός κάματος. Ποιοι παράγοντες συντελούν στην εμφάνιση μυϊκού κάματος.

**8.** Παρατηρήστε δύο αθλητές καθώς αθλούνται. Έναν αθλητή άρσης βαρών και ένα μαραθωνοδρόμο. Τι είδους μυϊκές ίνες (λευκές ή ερυθρές) πιστεύετε ότι διαθέτει σε μεγαλύτερο ποσοστό ο καθένας; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**9.** Μια μυϊκή ίνα θα κάνει απλή μυϊκή συστολή της ίδιας έντασης είτε επιδράσει ένα ασθενές ερέθισμα είτε επιδράσει ένα ισχυρό. Αντίθετα, ένας μυς θα ασκήσει μεγαλύτερη δύναμη, αν επιδράσει το ισχυρό ερέθισμα. Να αιτιολογήσετε γιατί συμβαίνει αυτό.

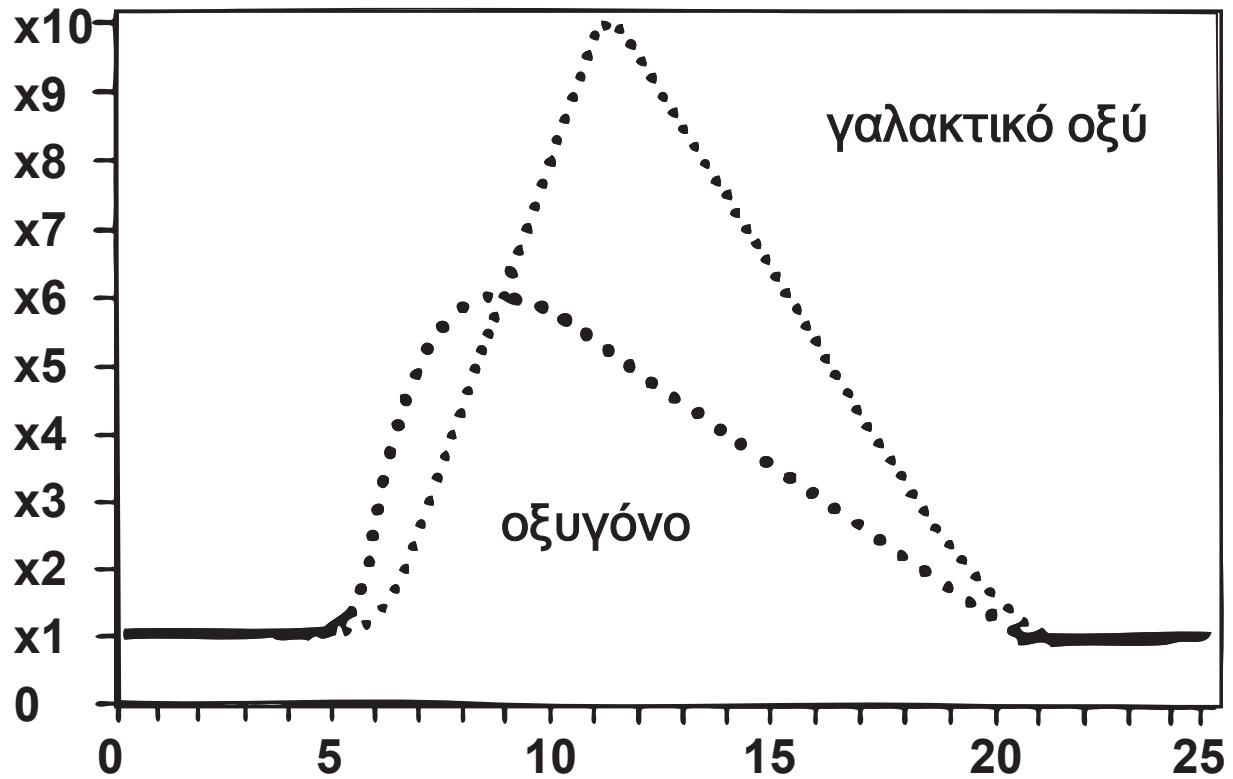
**10.** Για την έκταση του πήχη ποιος μυς είναι ο κύριος και ποιος ο ανταγωνιστής;

**11.** Ένας μαθητής τρέχει σε έναν κυλιόμενο διάδρομο. Με τη βοήθεια ενός σπιρόμετρου υπολογίζεται η κατανάλωση οξυγόνου και συγχρόνως μετριέται η περιεκτικότητα του γαλακτικού οξέος στο αίμα του. Οι μεταβολές στις τιμές του οξυγόνου και του γαλακτικού οξέος παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.

α. Πόσα λεπτά διήρκεσε η άσκηση;

β. Πόσα λεπτά μετά την άσκηση ο μαθητής συνέχισε

- να αναπνέει με γρήγορο ρυθμό; Γιατί;
- γ. Πού οφείλεται η αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα του;
- δ. Σε ποιο όργανο και με ποιο μηχανισμό μειώθηκε το γαλακτικό οξύ;

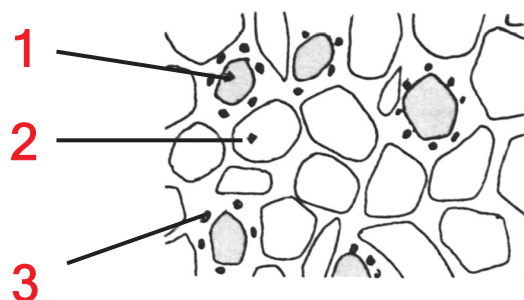


ΧΑΛΑΡΩΣΗ

ΑΣΚΗΣΗ

ΧΑΛΑΡΩΣΗ

12. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται μία εγκάρσια τομή σε ένα γραμμωτό μυ. Στο σχήμα παρατηρούμε δύο τύπους μυϊκών ινών, τις οποίες ονομάζουμε Α και Β.



1. κύτταρα τύπου Α
2. κύτταρα τύπου Β
3. τριχοειδή

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις κυριότερες διαφορές μεταξύ αυτών των δύο τύπων μυϊκών ινών.

	Ίνες τύπου A	Ίνες τύπου B
Αριθμός τριχοειδών αγγείων που βρίσκονται σε επαφή με τη μεμβράνη τους	Πολυάριθμα	Λίγα
Μυοσφαιρίνη	Άφθονη	Λίγη
Γλυκογόνο	Λίγο	Άφθονο
Χαρακτηριστικά της συστολής	Βραδεία αλλά ασθενής	Γρήγορη αλλά ισχυρή

Με βάση τις πληροφορίες του σχήματος και του πίνακα:

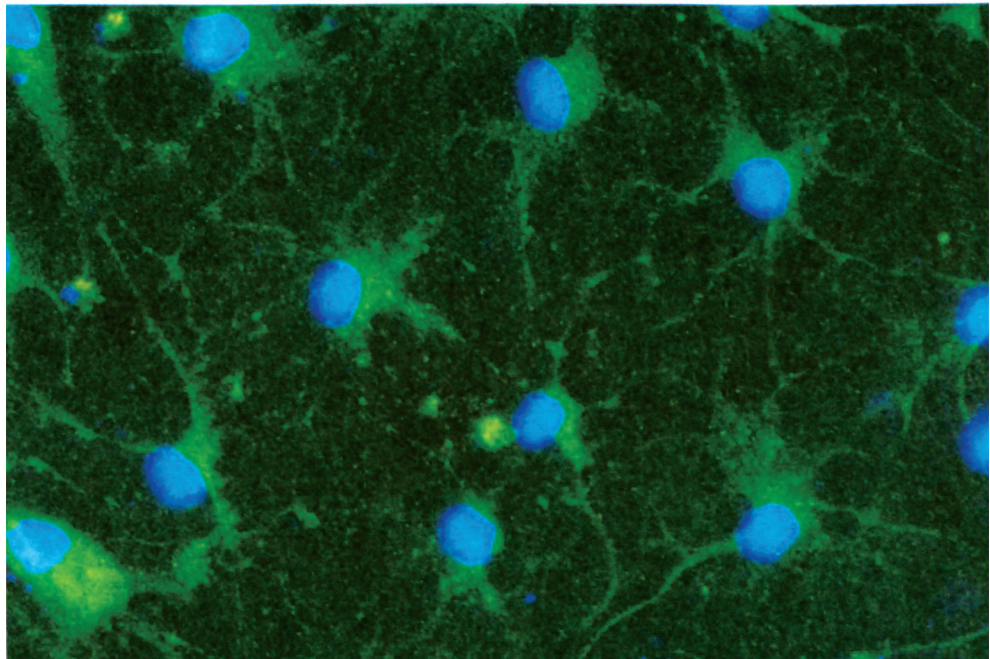
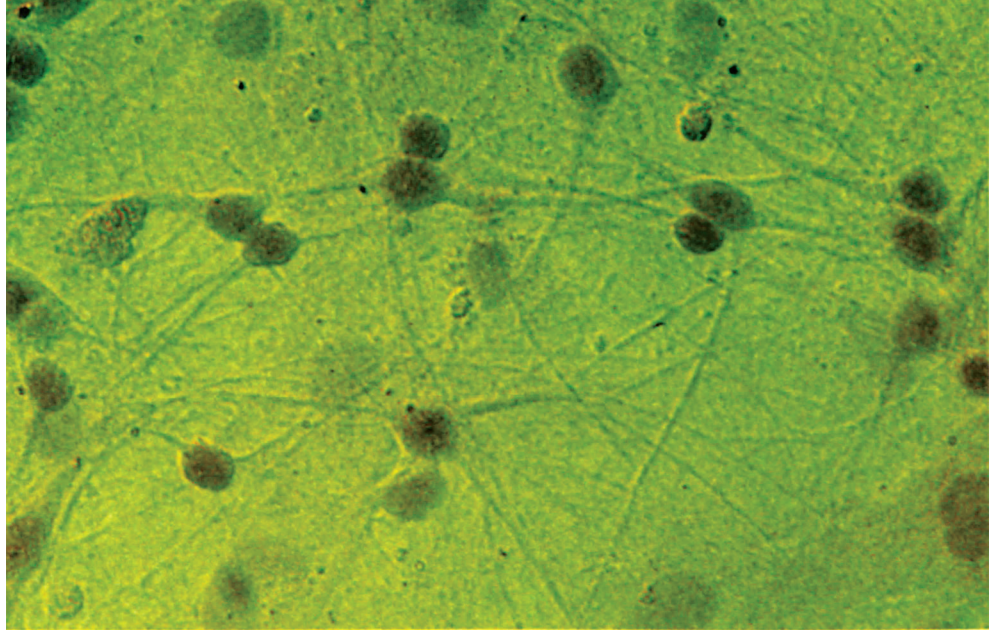
- Να αναγνωρίσετε ποιος από τους δύο τύπους αντιστοιχεί στις λευκές μυϊκές ίνες και ποιος στις ερυθρές.
  - Να αναφέρετε το μηχανισμό με τον οποίο ο κάθε τύπος προμηθεύεται την απαραίτητη ενέργεια για τη συστολή του.
  - Να υποδείξετε σε ποιον από τους δύο τύπους υπάρχουν περισσότερα μιτοχόνδρια.
- Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

## ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

- Να ερευνήσετε πώς η άθληση συμβάλλει στην καλή λειτουργία του μυϊκού συστήματος, καθώς και την επίδραση της στα άλλα συστήματα του οργανισμού.

# ΒΙΟΛΟΓΙΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9ο



Νευρικά κύτταρα (φωτογραφίες από οπτικό μικροσκόπιο και από μικροσκόπιο φθορισμού).



## 9. ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

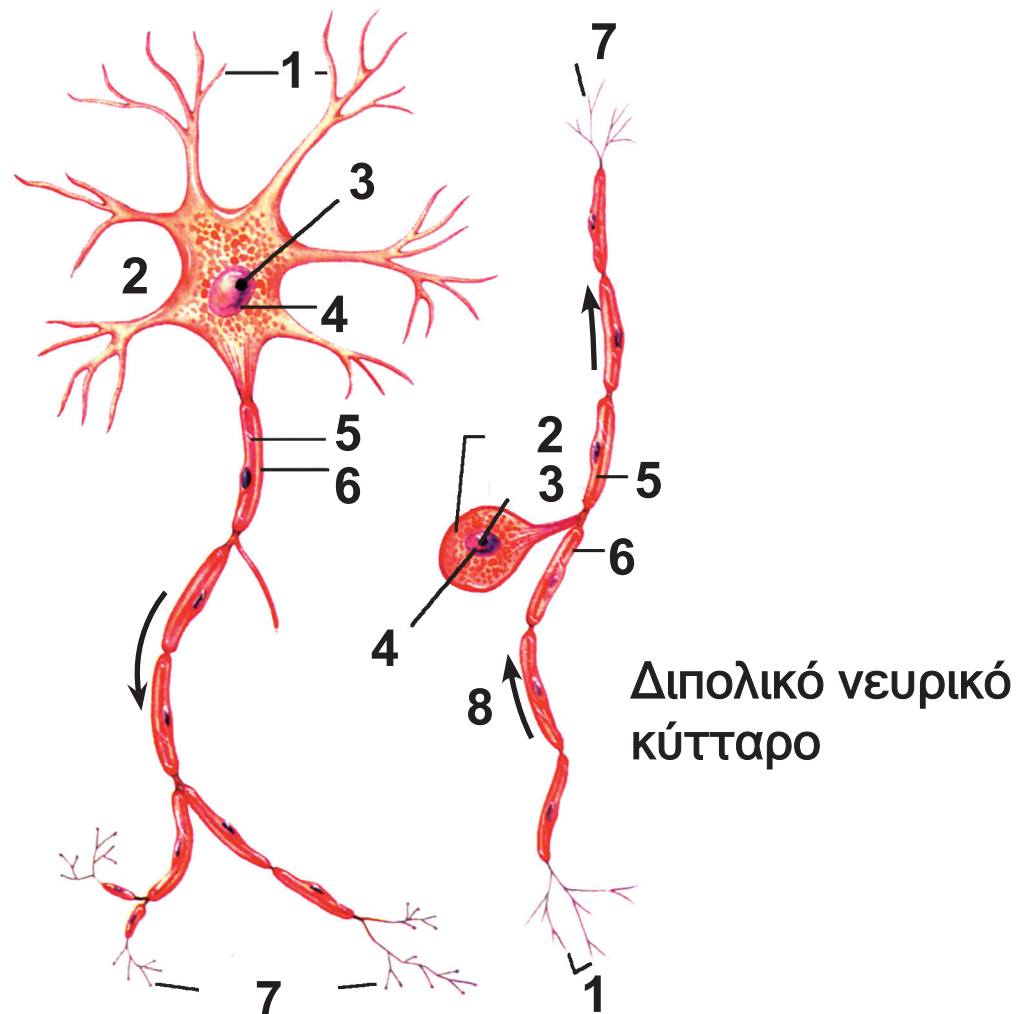
Το νευρικό σύστημα μαζί με το σύστημα των ενδοκρινών αδένων συμβάλλουν στη διατήρηση σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος (ομοιόσταση), ελέγχοντας και συντονίζοντας τις λειτουργίες των υπόλοιπων συστημάτων του οργανισμού. Ο οργανισμός πρέπει να αντιλαμβάνεται και να αντιδρά ανάλογα στις μεταβολές του περιβάλλοντος. Οι πληροφορίες για τις μεταβολές αυτές συλλέγονται από τους υποδοχείς και μεταβιβάζονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Μετά την επεξεργασία των πληροφοριών το κεντρικό νευρικό σύστημα δίνει τις κατάλληλες εντολές στους μυς και στους αδένες. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στον οργανισμό να προσαρμόζει τις λειτουργίες του ανάλογα με τις μεταβολές του περιβάλλοντος, απαραίτητη προϋπόθεση για την επιβίωσή του.

Τα όργανα του νευρικού συστήματος είναι ο εγκέφαλος και ο νωτιαίος μυελός, που αποτελούν το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), και τα νεύρα, που αποτελούν το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ).

### ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

Τα όργανα του νευρικού συστήματος, δηλαδή ο εγκέφαλος, ο νωτιαίος μυελός και τα νεύρα αποτελούνται από νευρικό ιστό. Τα κύτταρα του νευρικού ιστού είναι δύο ειδών: τα νευρικά κύτταρα ή νευρώνες και τα νευρογλοιακά κύτταρα. Οι νευρώνες, που αποτελούν τη δομική και λειτουργική μονάδα του νευρικού συστήματος, έχουν την ιδιότητα να αντιδρούν σε συγκεκριμένες μεταβολές του περιβάλλοντος, όπως είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας, της πίεσης, της έντασης του φωτός, του pH κ.ά.

Τα νευρογλοιακά κύτταρα είναι πολύ περισσότερα από τους νευρώνες και έχουν βοηθητικό ρόλο.



1. Δενδρίτες
2. Κυτταρικό σώμα
3. Πυρηνίσκος
4. Πυρήνας
5. Νευράξονας
6. Μυελίνη
7. Τελικά κομβία
8. Νευρική ώση

εικ. 9.1 Νευρικά κύτταρα



## Νευρώνες

Κάθε νευρώνας αποτελείται από το κυτταρικό σώμα και από τις αποφυάδες (εικ. 9.1). Το κυτταρικό σώμα περιέχει τον πυρήνα και τα οργανίδια του κυττάρου. Οι νευρικές αποφυάδες διακρίνονται στους δενδρίτες και στο νευράξονα ή νευρίτη. Οι δενδρίτες είναι συνήθως μικρές σε μήκος αποφυάδες με πολλές διακλαδώσεις. Ο νευράξονας ή νευρίτης έχει μήκος που σε ορισμένες περιπτώσεις φτάνει το ένα μέτρο. Διακλαδίζεται σε πολλές μικρές απολήξεις, καθεμία από τις οποίες καταλήγει σε ειδικό άκρο, το τελικό κομβίο.

Οι νευρώνες παρουσιάζουν μορφολογικές και λειτουργικές διαφορές και διακρίνονται, ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν, σε αισθητικούς, κινητικούς και ενδιάμεσους. Οι αισθητικοί νευρώνες μεταφέρουν μηνύματα από τις διάφορες περιοχές του σώματος στο νωτιαίο μυελό και στον εγκέφαλο. Αντίθετα, οι κινητικοί νευρώνες μεταφέρουν τα μηνύματα από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό στα εκτελεστικά όργανα, τα οποία απαντούν είτε με σύσπαση (μύες) είτε με έκκριση ουσιών (αδένες). Τέλος, οι ενδιάμεσοι ή συνδετικοί νευρώνες βρίσκονται αποκλειστικά στον εγκέφαλο και στο νωτιαίο μυελό και κατευθύνουν τα μηνύματα που προέρχονται από τους αισθητικούς νευρώνες στις κατάλληλες περιοχές του εγκεφάλου ή του νωτιαίου μυελού. Μεταφέρουν επίσης τα μηνύματα από μία περιοχή του εγκεφάλου ή του νωτιαίου μυελού σε μία άλλη και τελικά στους κατάλληλους κινητικούς νευρώνες.

## Νευρογλοιακά κύτταρα

Τα νευρογλοιακά κύτταρα (νεύρο και γλοία = κόλλα) έχουν ποικίλα σχήματα και ειδικές λειτουργίες. Τα βοηθητικά αυτά κύτταρα προμηθεύουν με θρεπτικά συστατικά

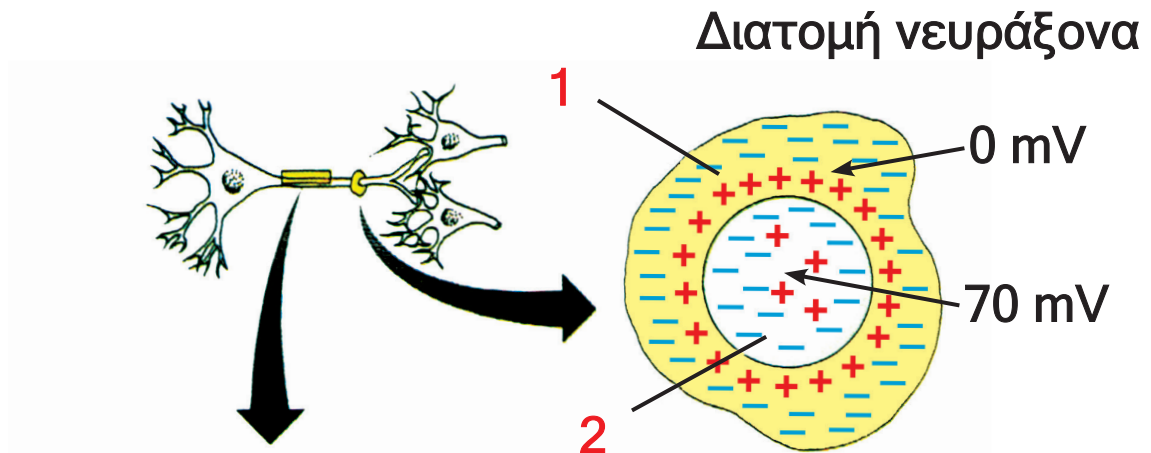
το νευρώνα και χρησιμεύουν στην απορρόφηση και απομάκρυνση των άχρηστων ουσιών από αυτούς. Τα νευρογλοιακά κύτταρα, που περιβάλλουν το νευράξονα των περισσότερων από τους νευρώνες, συμβάλλουν στη μόνωσή του και στην επιτάχυνση της μεταφοράς της νευρικής ώσης.

### **Γνωρίζετε ότι:**

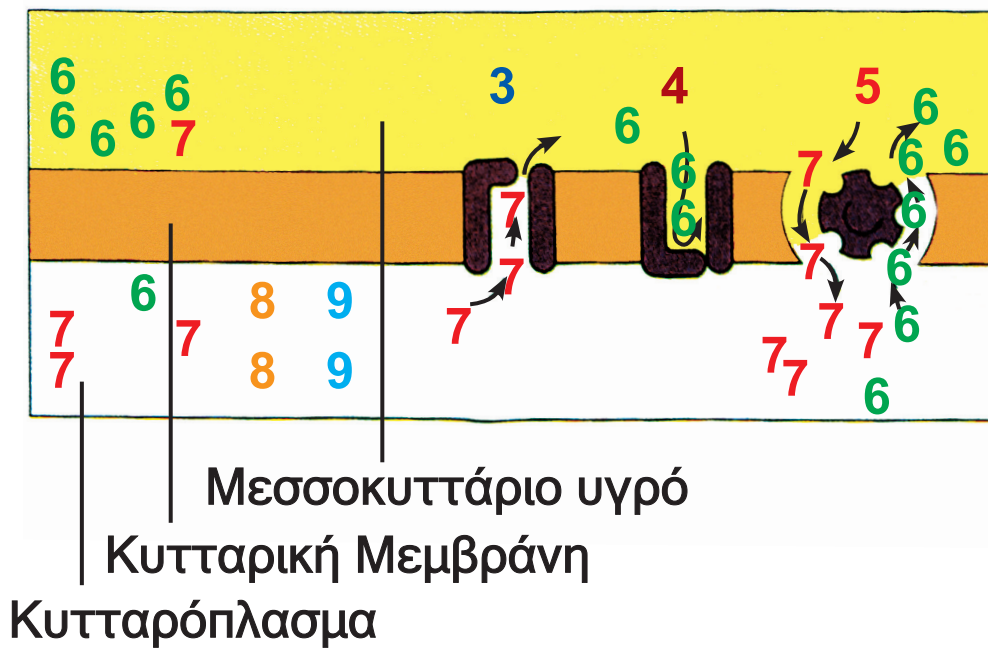
Στον εγκέφαλο υπάρχουν περίπου 100 δισεκατομμύρια νευρώνες, οι νευρικές αποφυάδες των οποίων έχουν συνολικό μήκος περίπου 2.000.000 km. Από την ηλικία των 30 ετών ο αριθμός των νευρώνων αρχίζει να μειώνεται. Εκτιμάται ότι το βάρος του εγκεφάλου ενός ατόμου ηλικίας 75 ετών, λόγω της απώλειας νευρώνων, έχει μειωθεί κατά 44%.

### **Δυναμικό ηρεμίας**

Στην εξωτερική επιφάνεια της κυτταρικής μεμβράνης ενός νευρώνα που βρίσκεται σε ηρεμία, δηλαδή που δε δέχεται ερεθίσματα, υπάρχει υψηλή συγκέντρωση ιόντων νατρίου ( $\text{Na}^+$ ), ενώ στην εσωτερική επιφάνεια υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση ιόντων καλίου ( $\text{K}^+$ ) και αρνητικών ιόντων (όπως  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  κ.ά.) (εικ. 9.2). Η μεμβράνη διατηρεί την άνιση αυτή κατανομή των ιόντων με τη βοήθεια ενός μηχανισμού ενεργητικής μεταφοράς, της αντλίας  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , που βρίσκεται στη μεμβράνη του νευρικού κυττάρου. Η αντλία  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  για κάθε τρία  $\text{Na}^+$  που απομακρύνει από το εσωτερικό του κυττάρου μεταφέρει ταυτόχρονα στο εσωτερικό δύο  $\text{K}^+$ . Τα αρνητικά ιόντα διαχέονται ελάχιστα.



### Κυτταρική μεμβράνη νευρώνα



1. Εξωκυττάριος χώρος 2. Νευράξονας
3. Δίαυλος Καλίου 4. Δίαυλος Νατρίου 5. Αντλία  $\text{Na}^+/\text{K}^+$
6.  $\text{Na}^+$  7.  $\text{K}^+$  8.  $\text{PO}_4^{3-}$  9.  $\text{SO}_4^{2-}$

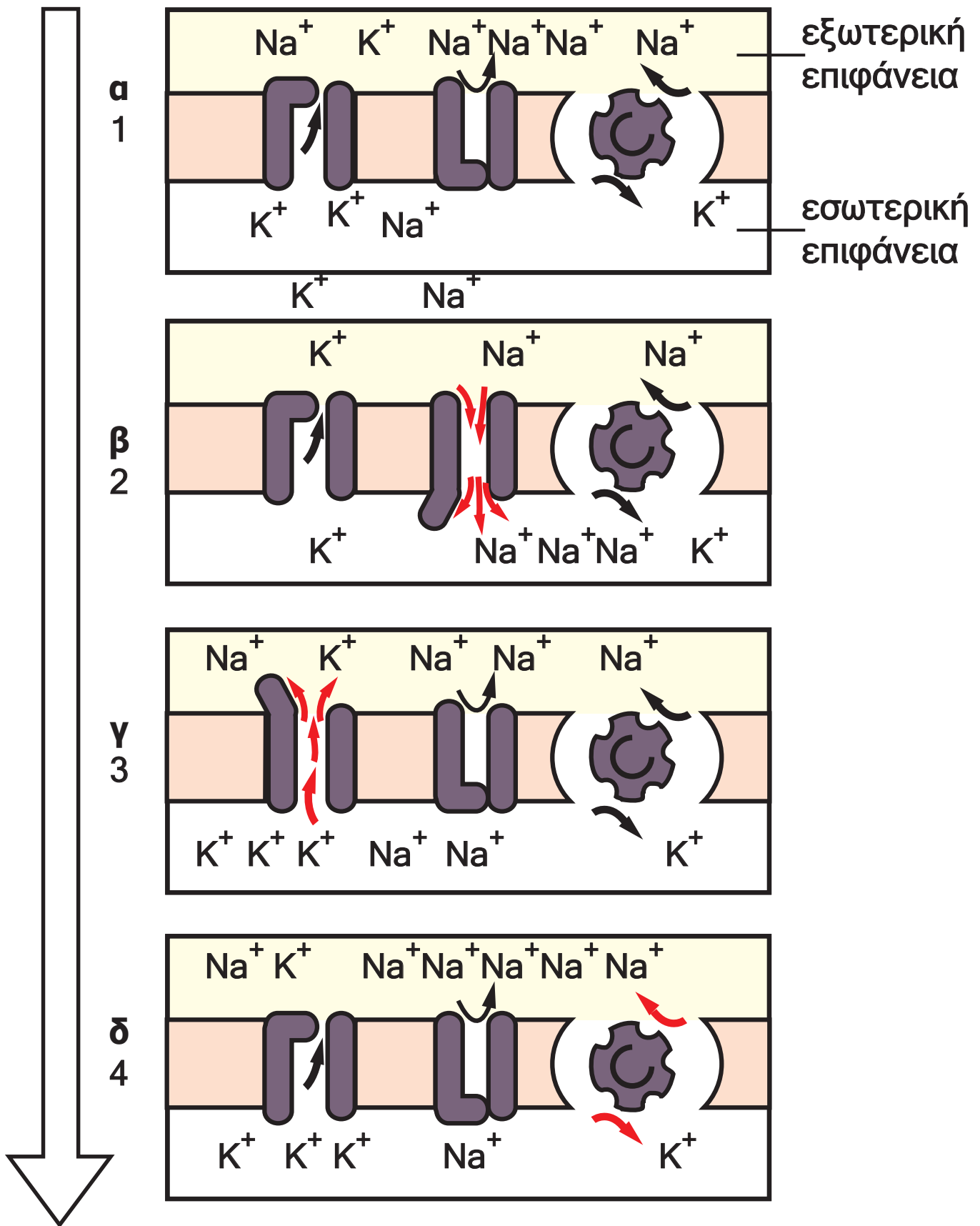
εικ. 9.2 Κατανομή ιόντων στη μεμβράνη του νευρώνα στο δυναμικό ηρεμίας

Η μεγάλη συγκέντρωση θετικών ιόντων στην εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης και αρνητικών ιόντων στην εσωτερική δημιουργούν διαφορά δυναμικού. Το δυναμικό αυτό ονομάζεται **δυναμικό ηρεμίας** και είναι περίπου  $-70\text{ mV}$  (επειδή η εσωτερική επιφάνεια της μεμβράνης είναι ηλεκτραρνητικά φορτισμένη σε σχέση με την εξωτερική). Η μεμβράνη του νευρώνα διατηρεί το δυναμικό ηρεμίας για όσο διάστημα δε δέχεται κάποιο ερέθισμα ή, όταν δέχεται ερεθίσματα, με ένταση μικρότερη από κάποια οριακή τιμή.

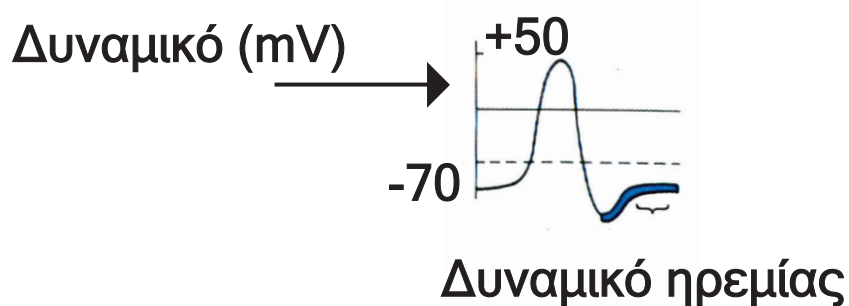
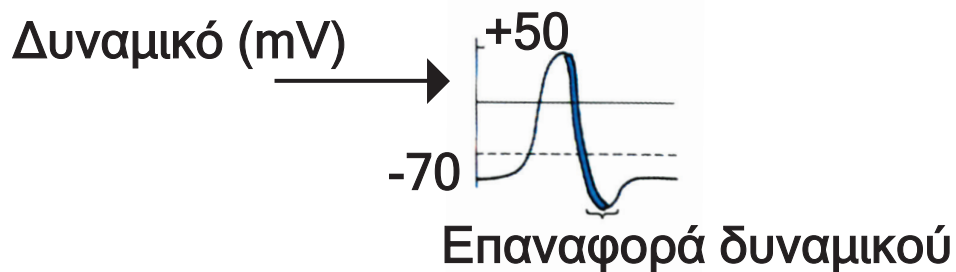
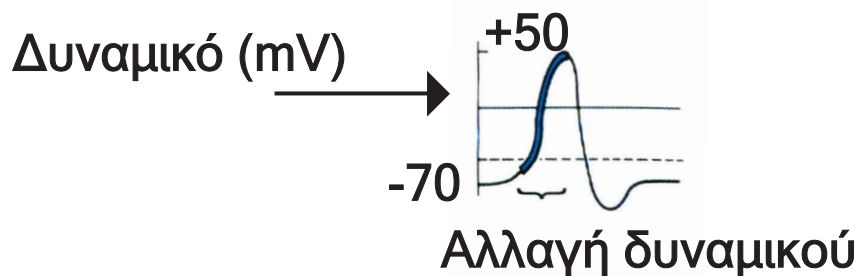
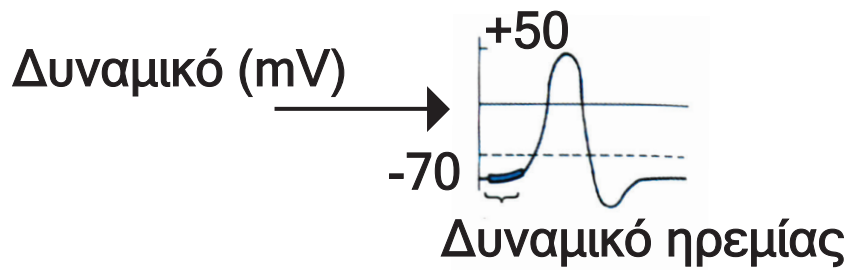
## Νευρική ώση

Οι μεταβολές του περιβάλλοντος αποτελούν **ερεθίσματα**, τα οποία επιδρούν στο δυναμικό ηρεμίας. Όταν ένας νευρώνας δεχτεί σε κάποιο σημείο της μεμβράνης του ερέθισμα με ένταση μεγαλύτερη από μία συγκεκριμένη τιμή, που διαφέρει από νευρώνα σε νευρώνα, τότε αυξάνεται, για  $1\text{ msec}$ , περίπου, η διαπερατότητα της μεμβράνης σε ιόντα νατρίου. Τα  $\text{Na}^+$  εισρέουν (λόγω διαφοράς στη συγκέντρωση) μαζικά στο κύτταρο, η εσωτερική επιφάνεια της μεμβράνης φορτίζεται θετικά σε σχέση με την εξωτερική και η διαφορά του δυναμικού φτάνει στη τιμή των  $+50\text{ mV}$  περίπου (εικ. 9.3β). Στη συνέχεια, αυξάνεται, για μικρό διάστημα, η διαπερατότητα στα ιόντα καλίου, αυτά εξέρχονται (λόγω διαφοράς στη συγκέντρωση) μαζικά από το κύτταρο και το δυναμικό της μεμβράνης φτάνει σε τιμές μικρότερες των  $-70\text{ mV}$  (εικ. 9.3γ).

Όταν η διαπερατότητα της μεμβράνης επανέλθει στα επίπεδα που βρισκόταν πριν από την επίδραση του ερεθίσματος, και με τη βοήθεια της αντλίας  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , η κατανομή των ιόντων επανέρχεται στα αρχικά επίπεδα και αποκαθίσταται το δυναμικό ηρεμίας στα  $-70\text{ mV}$  (εικ. 9.3δ).

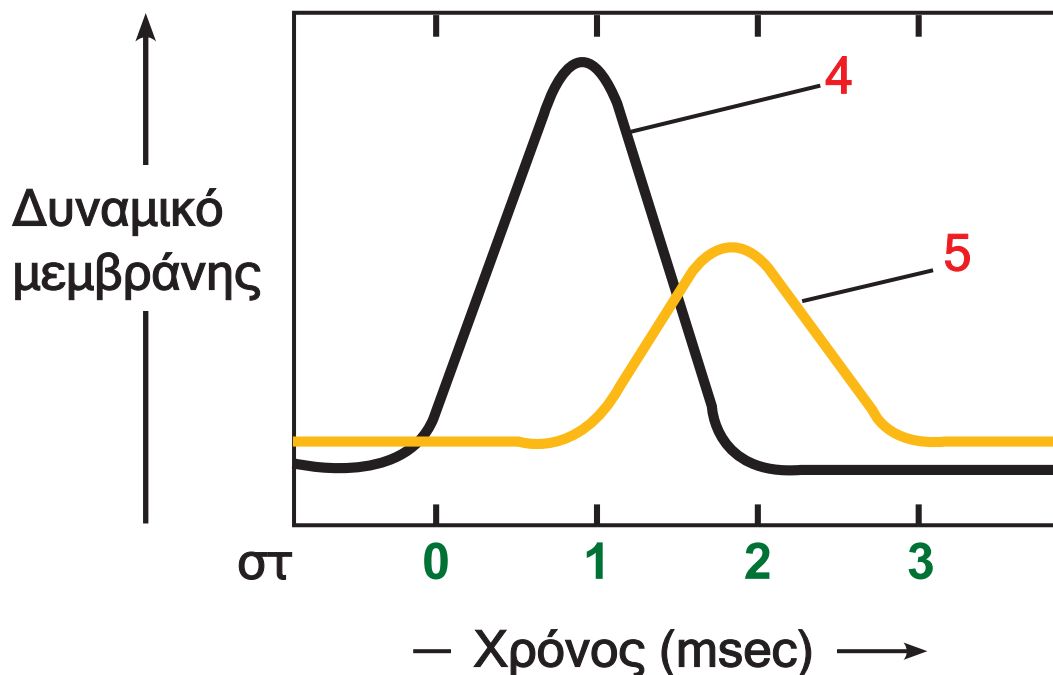
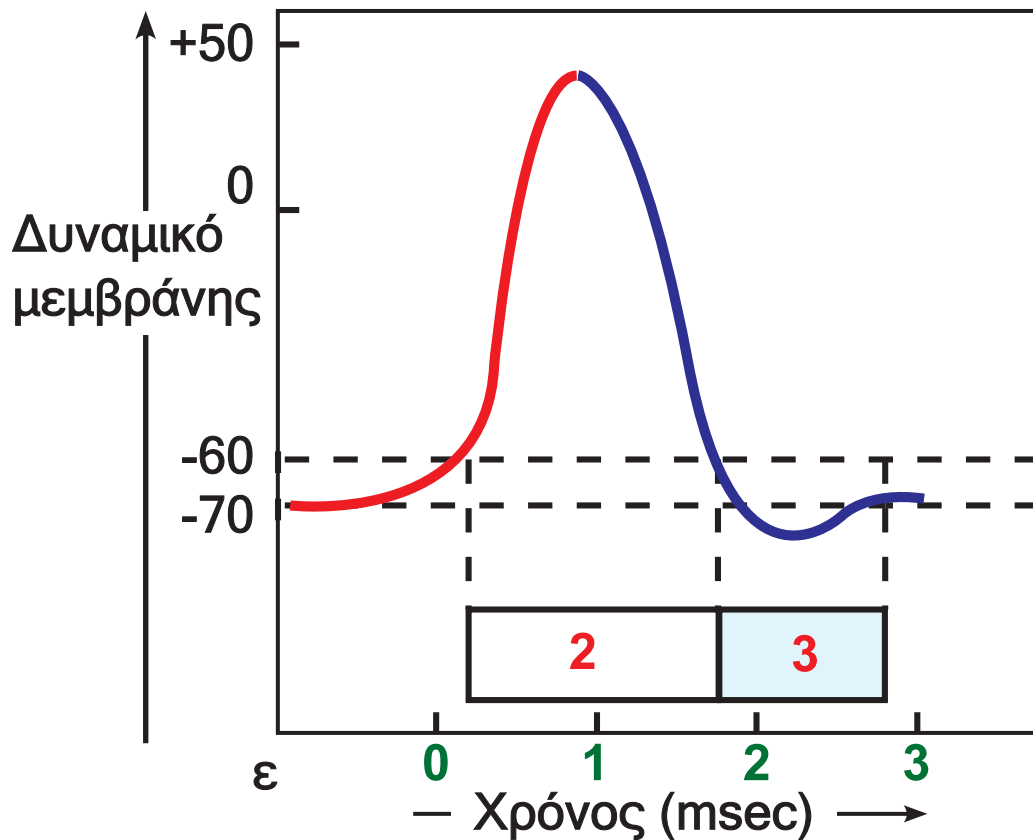


1. Δυναμικό ηρεμίας
2. Εισροή ιόντων  $\text{Na}^+$
3. Έξοδος ιόντων  $\text{K}^+$
4. Η διαπερατότητα μεμβράνης επανέρχεται στα αρχικά επίπεδα. Η αντλία  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  αποκαθιστά το δυναμικό ηρεμίας



εικ. 9.3 α-δ Δημιουργία δυναμικού ενέργειας στη μεμβράνη του νευράξονα





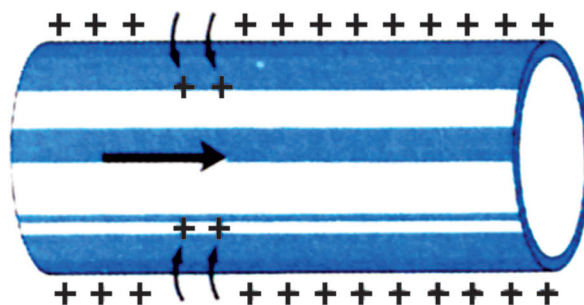
1. Δυναμικό ηρεμίας
2. Απόλυτη ανερέθιστη περίοδος
3. Σχετική ανερέθιστη περίοδος
4. Διαπερατότητα  $\text{Na}^+$
5. Διαπερατότητα  $\text{K}^+$

εικ. 9.3 ε. Μεταβολές στο δυναμικό στ. Μεταβολές στη διαπερατότητα των  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$

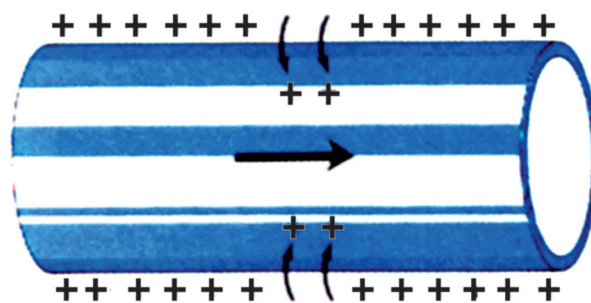
## Περιοχή επίδρασης ερεθίσματος



## Δημιουργία δυναμικού ενέργειας



## Μετάδοση νευρικής ώσης



εικ. 9.4. Νευρική ώση

Οι σύντομες μεταβολές στο δυναμικό της μεμβράνης (δυναμικό ενεργείας) αποτελούν το ερέθισμα για αντίστοιχες αλλαγές σε γειτονικές περιοχές της μεμβράνης. Με αυτό τον τρόπο το δυναμικό ενεργείας μεταδίδεται

κατά μήκος του νευράξονα και αποτελεί τη νευρική ώση (εικ. 9.4).

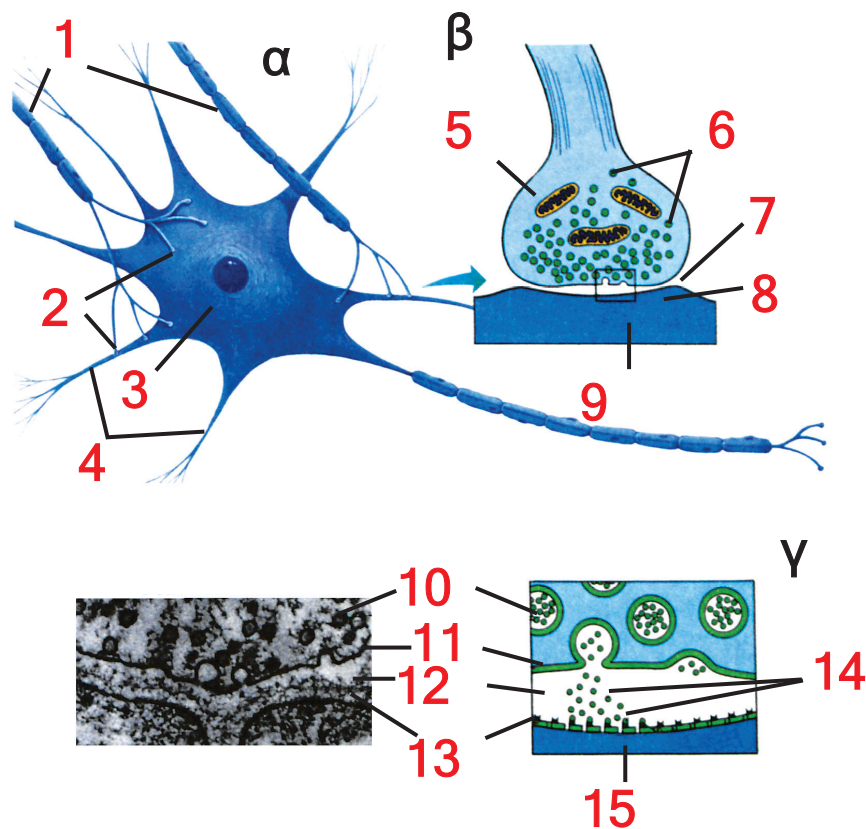
Τα ερεθίσματα τα οποία μπορούν να προκαλέσουν δημιουργία νευρικής ώσης είναι χημικά, ηλεκτρικά, μηχανικά, θερμικά κ.ά. Ερεθίσματα με ένταση μικρότερη από μια οριακή τιμή δεν προκαλούν νευρική ώση.

Ο νευρώνας μπορεί να απαντήσει σε ένα νέο ερέθισμα μόνο μετά την παρέλευση 0,5-2 msec από τη δημιουργία νευρικής ώσης. Το διάστημα αυτό ονομάζεται απόλυτη ανερέθιστη περίοδος.

## Συνάψεις

Οι νευρώνες συνδέονται με άλλους νευρώνες (ή εκτελεστικά όργανα) με τη βοήθεια συνάψεων. **Σύναψη** είναι η περιοχή λειτουργικής σύνδεσης των τελικών κομβίων του νευράξονα ενός νευρώνα με άλλα νευρικά κύτταρα ή με ειδικά διαμορφωμένες θέσεις των **εκτελεστικών οργάνων** (μυών ή αδένων) (εικ. 9.5α).

Η μεταφορά της νευρικής ώσης μέσω των συνάψεων πραγματοποιείται συνήθως με τη βοήθεια χημικών ενώσεων που παράγει το νευρικό κύτταρο, των **νευροδιαβιβαστών**, οι οποίες εκκρίνονται από τα τελικά κομβία των νευραξόνων (χημική σύναψη). Ο πιο διαδεδομένος νευροδιαβιβαστής στο ΚΝΣ και στο ΠΝΣ είναι η ακετυλοχολίνη.



- 1.** Νευράξονες **2.** Τελικά κομβία **3.** Κυτταρικό σώμα  
**4.** Δενδρίτες **5.** Τελικό κομβίο **6.** Συναπτικά κοκκία  
**7.** Συναπτική σχισμή **8.** Μετασυναπτικό άκρο  
**9.** Δενδρίτης **10.** Συναπτικά κοκκία **11.** Προσυναπτικό άκρο  
**12.** Συναπτική σχισμή **13.** Μετασυναπτικό άκρο  
**14.** Νευροδιαβιβαστής **15.** Υποδοχείς νευροδιαβιβαστή

εικ. 9.5 α. Σύναψη β. Τελικό κομβίο και μετασυναπτικό άκρο γ. Απελευθέρωση νευροδιαβιβαστή

Σε μία σύναψη μπορούμε να διακρίνουμε το **προσυναπτικό άκρο** (τα τελικά κομβία ενός νευρικού κυττάρου), στο οποίο υπάρχουν πολυάριθμα μιτοχόνδρια και συναπτικά κοκκία (κυστίδια), που περιέχουν τη νευροδιαβιβαστική ουσία. Επίσης, το **μετασυναπτικό άκρο**, που είναι η υποδεκτική επιφάνεια του νευρώνα ή του εκτελεστικού οργάνου, και στο οποίο βρίσκονται οι υποδοχείς

της νευροδιαβιβαστικής ουσίας. Το προσυναπτικό και το μετασυναπτικό άκρο δε βρίσκονται σε επαφή, και ο χώρος ανάμεσά τους, η συνοπτική σχισμή, έχει πάχος 15-20 nm (εικ. 9.5β).

Ένα ερέθισμα με ένταση μεγαλύτερη μιας συγκεκριμένης τιμής δημιουργεί τοπικές αλλαγές στο δυναμικό της μεμβράνης, οι οποίες στη συνέχεια μεταδίδονται σε όλο το μήκος του νευράξονα. Όταν μία νευρική ώση φτάσει στα τελικά κομβία ενός νευρώνα, απελευθερώνονται νευροδιαβιβαστικές ουσίες. Στη συνέχεια, ο νευροδιαβιβαστής διαχέεται στη συναπτική σχισμή και προσδένεται στους υποδοχείς του μετασυναπτικού άκρου (εικ. 9.5γ). Στην περίπτωση που ο νευροδιαβιβαστής δρα διεγερτικά, προκαλεί αύξηση στη διαπερατότητα της μετασυναπτικής μεμβράνης σε  $\text{Na}^+$ . Η μαζική εισροή ιόντων νατρίου έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νευρικής ώσης κατά μήκος του νευράξονα του μετασυναπτικού νευρώνα.

Η νευροδιαβιβαστική ουσία δρα για περιορισμένο χρονικό διάστημα, διότι είτε επαναρροφάται από το προσυναπτικό άκρο είτε αποικοδομείται με τη βοήθεια ενζύμων.

Οι συνάψεις καθορίζουν την κατεύθυνση μεταφοράς των νευρικών ώσεων, διότι μπορούν να μεταφερθούν μόνο από το προσυναπτικό προς το μετασυναπτικό άκρο.

## **Νόσος Parkinson: Μια ασθένεια που σχετίζεται με τη μείωση παραγωγής νευροδιαβιβαστών**

Το 1871 ο James Parkinson περιέγραψε τα συμπτώματα μιας ασθένειας, που σήμερα φέρει το όνομά του. Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της ασθένειας αυτής κάνουν την εμφάνισή τους στην 5η ή 6η δεκαετία της ζωής του ατόμου και είναι το ρυθμικό τρέμουλο των μυών, η δυσκολία στο ξεκίνημα εκτέλεσης μιας εκούσιας κίνησης και η βραδύτητα στην εκτέλεση κινήσεων. Στον εγκέφαλο των ατόμων που πάσχουν από Parkinson βρέθηκαν μειωμένα ποσά των νευροδιαβιβαστών νοραδρεναλίνης, σεροτονίνης και ιδιαίτερα της ντοπαμίνης. Τα συμπτώματα της ασθένειας συχνά ελαττώνονται με ενδοφλέβια χορήγηση της ουσίας L-3,4, υδρόξυφαινυλαλανίνη (L-DOPA). Το αμινοξύ αυτό είναι πρόδρομη ένωση της ντοπαμίνης και οι θεραπευτικές ιδιότητές του αποδίδονται στη μετατροπή του στον εγκέφαλο των ασθενών σε ντοπαμίνη.



# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το νευρικό σύστημα αποτελείται από τον εγκέφαλο, το νωτιαίο μυελό και τα νεύρα. Όλα αυτά τα τμήματα του νευρικού συστήματος συνίστανται κυρίως από τα κύτταρα του νευρικού ιστού (νευρώνες και νευρογλοιακά κύτταρα). Οι νευρώνες είναι ειδικά διαφοροποιημένα κύτταρα και αποτελούνται από το κυτταρικό σώμα και από τις αποφυάδες του: τους δένδριτες και το νευρίτη. Τα νευρογλοιακά κύτταρα είναι βοηθητικά κύτταρα.

Στη μεμβράνη του νευρώνα, όταν δε δέχεται ερεθίσματα, υπάρχει διαφορά δυναμικού (-70mV), που ονομάζεται δυναμικό ηρεμίας. Όταν η μεμβράνη δεχτεί ερέθισμα με ένταση μεγαλύτερη από μία οριστική τιμή, τότε, λόγω αλλαγών στη διαπερατότητα της μεμβράνης ως προς τα  $K^+$  και  $Na^+$ , δημιουργούνται αλλαγές στο δυναμικό οι οποίες μεταφέρονται κατά μήκος του νευράξονα (νευρική ώση).

Οι νευρικές ώσεις μεταδίδονται από νευρώνα σε νευρώνα ή από νευρώνα σε εκτελεστικά όργανα διά μέσου των συνάψεων και με τη βοήθεια των νευροδιαβιβαστών.

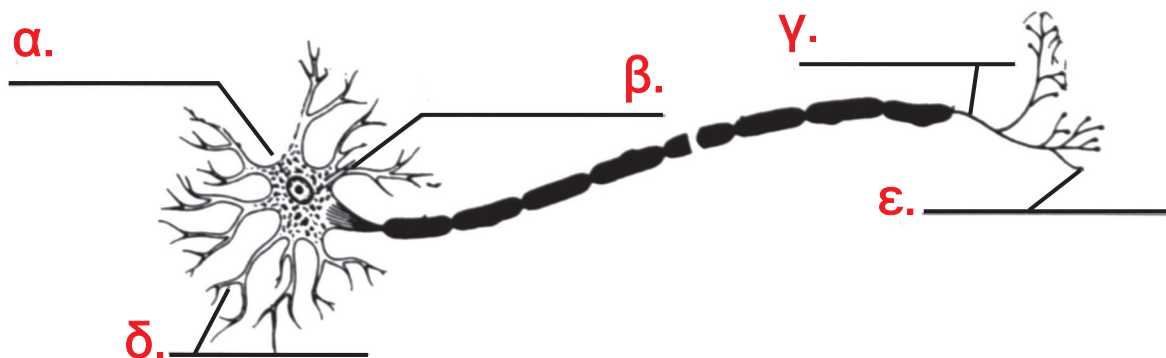
## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις:  
Κάθε νευρώνας αποτελείται από το .....  
..... και από τις ..... Οι τελευταίες  
διακρίνονται στους ..... και στον .....  
ή ..... Οι νευρώνες, ανάλογα με τη λειτουργία  
που επιτελούν, διακρίνονται σε ....., σε  
..... και σε ..... ή .....

2. Να σχηματίσετε τα σωστά ζευγάρια.

- |                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| α. Τελικά κομβία                   | 1. Άνιση κατανομή ιόντων |
| β. Νευρογλοιακά κύτταρα            | 2. Προσυναπτικό άκρο     |
| γ. Εκκριτικά κοκκία                | 3. Βοηθητικός ρόλος      |
| δ. Αντλία $\text{Na}^+/\text{K}^+$ | 4. Νευροδιαβιβαστής      |

3. Να αναγνωρίσετε και να κατονομάσετε τα τμήματα του νευρικού κυττάρου στο παρακάτω σχήμα.



**4. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα**

<b>Τύπος νευρώνα</b>	<b>Λειτουργία</b>
<b>Αισθητικός</b>	
<b>Κινητικός</b>	
<b>Ενδιάμεσος</b>	

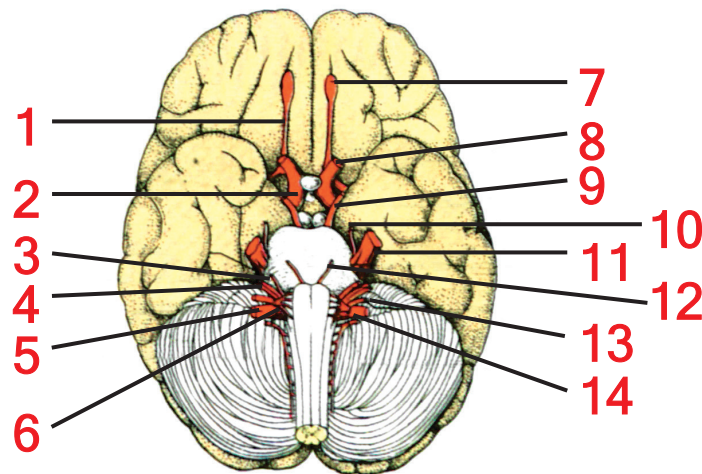
**5. Να σημειώσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας:**

- α. Η επίδραση οποιουδήποτε ερεθίσματος έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νευρικής ώσης στο νευρώνα.
- β. Όταν ο νευρώνας βρίσκεται σε ηρεμία, η συγκέντρωση των ιόντων  $\text{Na}^+$  στο εξωτερικό είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση ιόντων  $\text{Na}^+$  στο εσωτερικό.
- γ. Όταν ο νευρώνας βρίσκεται σε ηρεμία η συγκέντρωση των ιόντων  $\text{K}^+$  στο εξωτερικό είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση ιόντων  $\text{K}^+$  στο εσωτερικό.
- δ. Η νευρική ώση μπορεί να μεταφερθεί μόνο από το προσυναπτικό προς το μετασυναπτικό άκρο.

**6. Τι είναι το δυναμικό ηρεμίας και πώς δημιουργείται;**

**7. Με ποιο τρόπο δημιουργείται η νευρική ώση;**

## ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



1. Οσφρητική οδός
2. Οπτική οδός
3. Προσωπικό (VII)
4. Στατικοακουστικό (VIII)
5. Πνευμονογαστρικό (X)
6. Υπογλώσσιο (XII)
7. Οσφρητικό (I)
8. Οπτικό (II)
9. Κοινό κινητικό (III)
10. Τροχλιακό (IV)
11. Τρίδυμο (V)
12. Απαγωγό (VI)
13. Γλωσσοφαρυγγικό (IX)
14. Παραπληρωματικό (XI)

εικ. 9.6 Εγκεφαλικά νεύρα

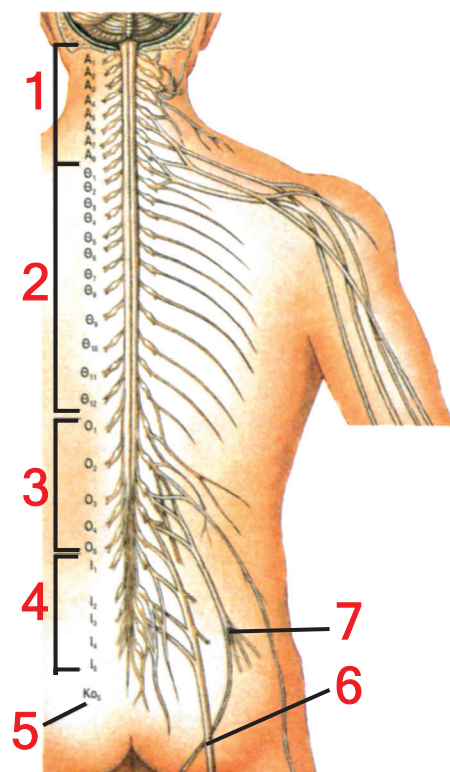
### Νεύρα

Τα **νεύρα** αποτελούνται από δεσμίδες μακριών δενδριτών ή / και νευραξόνων, οι οποίες συγκρατούνται με τη βοήθεια συνδετικού ιστού. Οι νευρικές αποφυάδες που συνιστούν τα νεύρα περιβάλλονται από νευρογλοιακά κύτταρα και έχουν λευκή, γυαλιστερή όψη. Τα κυτταρικά σώματα των νευρώνων, των οποίων οι αποφυάδες συγκροτούν τα νεύρα, βρίσκονται είτε σε περιοχές του ΚΝΣ (εγκέφαλος και νωτιαίος μυελός) είτε στα **γάγγλια**, τα οποία είναι αθροίσματα σωμάτων νευρικών κυττάρων εκτός του ΚΝΣ. Τα νεύρα, ανάλογα με τη λειτουργία τους, διακρίνονται σε **αισθητικά**, τα οποία αποτελούνται από αποφυάδες αισθητικών νευρώνων, σε

**κινητικά**, τα οποία αποτελούνται από νευράξονες κινητικών νευρώνων και σε **μεικτά**, τα οποία περιέχουν και τα δύο είδη αποφυάδων.

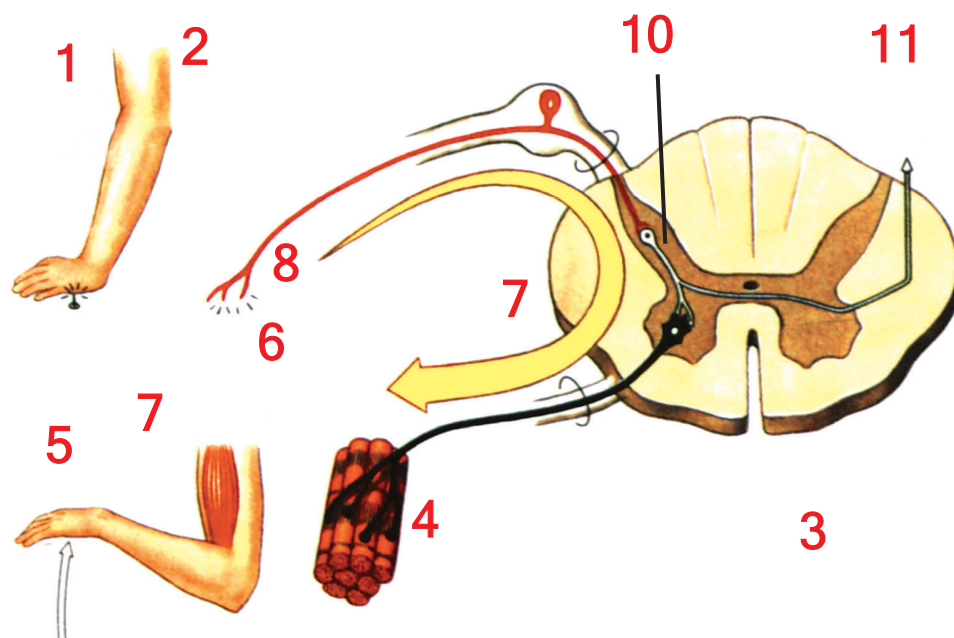
Στον άνθρωπο υπάρχουν 12 ζεύγη **εγκεφαλικών νεύρων**, τα οποία είναι αισθητικά, κινητικά ή μεικτά (εικ. 9.6). Εκφύονται από τον εγκέφαλο και νευρώνουν κυρίως περιοχές της κεφαλής και του λαιμού.

Από το νωτιαίο μυελό εκφύονται 31 ζεύγη **νωτιαίων νεύρων** (εικ. 9.7). Όλα τα νωτιαία νεύρα είναι μεικτά, σχηματίζονται από αποφυάδες αισθητικών και κινητικών νευρώνων και νευρώνουν τον αυχένα, τον κορμό και τα άκρα.



1. Αυχενικά νεύρα
2. Θωρακικά νεύρα
3. Οσφυϊκά νεύρα
4. Ιερά νεύρα
5. Κοκκυγικό νεύρο
6. Ισχιακό νεύρο
7. Μηριαίο νεύρο

εικ. 9.7 Νωτιαία νεύρα



1. Το ερέθισμα ενεργοποιεί τον υποδοχέα
2. Η νευρική ώση μεταφέρεται από τον αισθητικό νευρώνα
3. Το ΚΝΣ επεξεργάζεται τις νευρικές ώσεις
4. Γίνεται ενεργοποίηση του κινητικού νευρώνα
5. Το εκτελεστικό όργανο απαντά στο ερέθισμα
6. Ερέθισμα
7. Εκτελεστικό όργανο
8. Υποδοχέας
9. Αντανακλαστικό τόξο
10. Ενδιάμεσος νευρώνας
11. Οι νευρικές ώσεις μεταφέρονται στον εγκέφαλο

εικ. 9.8 Αντανακλαστικό τόξο

## Νευρικές οδοί - Αντανακλαστικά

**Νευρική οδός** είναι η διαδρομή που ακολουθούν οι νευρικές ώσεις μέσα στο νευρικό σύστημα. Οι οδοί που μεταφέρουν νευρικές ώσεις από το ΚΝΣ στα εκτελεστικά όργανα ονομάζονται **κινητικές ή φυγόκεντρες**, ενώ αυτές που μεταφέρουν νευρικές ώσεις από την περιφέρεια στο ΚΝΣ ονομάζονται **αισθητικές ή κεντρομόλοι**.



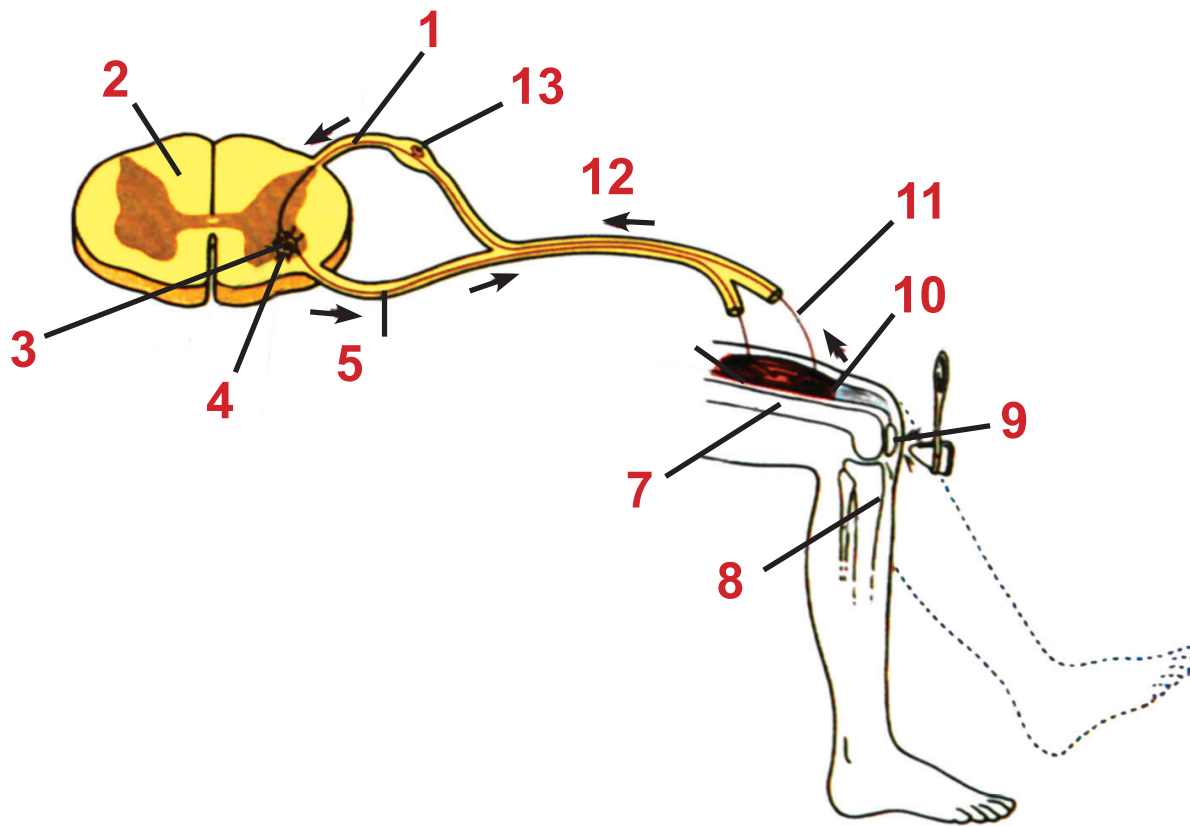
## Πίνακας 9.1: Τμήματα αντανακλαστικού τόξου και λειτουργίες τους

<b>Τμήματα αντανακλαστικού τόξου</b>	<b>Λειτουργία</b>
Υποδοχέας	Είναι ευαίσθητος σε ειδικό τύπο αλλαγών του περιβάλλοντος. Οι αλλαγές έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νευρικών ώσεων.
Αισθητικός νευρώνας	Μεταφέρει τη νευρική ώση από τον υποδοχέα στο νωτιαίο μυελό.
Ενδιάμεσος νευρώνας	Είναι το κέντρο επεξεργασίας. Μεταφέρει τη νευρική ώση από τον αισθητικό νευρώνα α) στον κινητικό νευρώνα και β) στον εγκέφαλο.
Κινητικός νευρώνας	Μεταφέρει τη νευρική ώση από το νωτιαίο μυελό στα εκτελεστικά όργανα.
Εκτελεστικό όργανο	Αποκρίνεται στο ερέθισμα (νευρική ώση) που προέρχεται από τον κινητικό νευρώνα. Οι αδένες εκκρίνουν ουσίες και οι μύες συσπώνται.

Η απλούστερη νευρική οδός είναι το **αντανακλαστικό τόξο**, το οποίο συνήθως αποτελείται από τον αισθητικό νευρώνα, τους ενδιάμεσους νευρώνες και τους κινητικούς νευρώνες (εικ. 9.8). Οι ενδιάμεσοι νευρώνες αποτελούν το κέντρο επεξεργασίας του ερεθίσματος (Πίνακας 9.1).

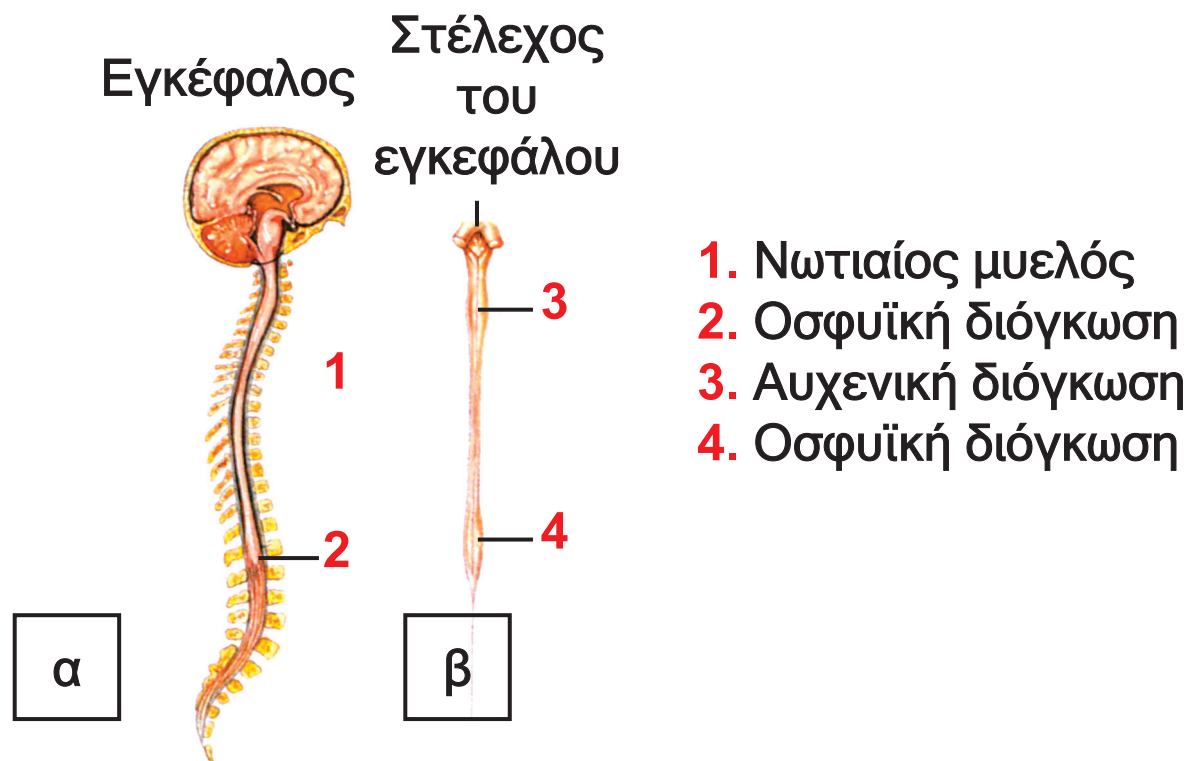
Τα **αντανακλαστικά** είναι αυτόματες, ακούσιες απαντήσεις τις οποίες δίνει ο οργανισμός σε αλλαγές που πραγματοποιούνται μέσα ή έξω από το σώμα. Μέσω των αντανακλαστικών ελέγχονται απαντήσεις που πρέπει να εκδηλωθούν με ταχύτητα όπως οι αντιδράσεις σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης και η αυτόματη διατήρηση της ισορροπίας. Τα αντανακλαστικά βοηθούν στη διατήρηση της ομοιόστασης του οργανισμού όπως, για παράδειγμα, στη ρύθμιση του καρδιακού και του αναπνευστικού ρυθμού, της πίεσης του αίματος κ.ά. Σε ορισμένα αντανακλαστικά, όπως είναι το άνοιγμα και κλείσιμο των βλεφάρων του οφθαλμού, συμμετέχει ο εγκέφαλος, ενώ σε άλλα, όπως η απομάκρυνση του χεριού από θερμό ή αιχμηρό αντικείμενο δε συμμετέχει.

Στο αντανακλαστικό του γόνατου συμμετέχουν δύο μόνο νευρώνες: ένας αισθητικός και ένας κινητικός. Οι απολήξεις του αισθητικού νευρώνα βρίσκονται στον τετρακέφαλο μηριαίο μυ και διεγείρονται ύστερα από κτύπημα στο σύνδεσμο της επιγονατίδας. Οι νευρικές ώσεις που δημιουργούνται φτάνουν στο νωτιαίο μυελό, όπου ο αισθητικός νευρώνας σχηματίζει σύναψη με τους δενδρίτες του κινητικού νευρώνα. Διά μέσου του κινητικού νευρώνα επιστρέφουν στο μυ, ο οποίος συσπάται με αποτέλεσμα την έκταση της κνήμης. Το αντανακλαστικό του γόνατου βοηθά στη διατήρηση της όρθιας στάσης (εικ. 9.9).



- 1.** Νευροάξονας αισθητικού νευρώνα **2.** Εγκάρσια τομή νωτιαίου μυελού **3.** Δενδρίτης κινητικού νευρώνα **4.** Κυτταρικό σώμα κινητικού νευρώνα **5.** Νευράξονας κινητικού νευρώνα **6.** Εκτελεστικό όργανο (Τετρακέφαλος μηριαίος) **7.** Μηριαίο οστό **8.** Κνήμη **9.** Επιγονατίδα **10.** Απολήξεις αισθητικού νευρώνα **11.** Δενδρίτης αισθητικού νευρώνα **12.** Κατεύθυνση νευρικής ώσης **13.** Κυτταρικό σώμα αισθητικού νευρώνα

εικ. 9.9 Αντανακλαστικό γόνατου



εικ. 9.10 α. Κεντρικό νευρικό σύστημα  
β. Νωτιαίος μυελός.

## ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

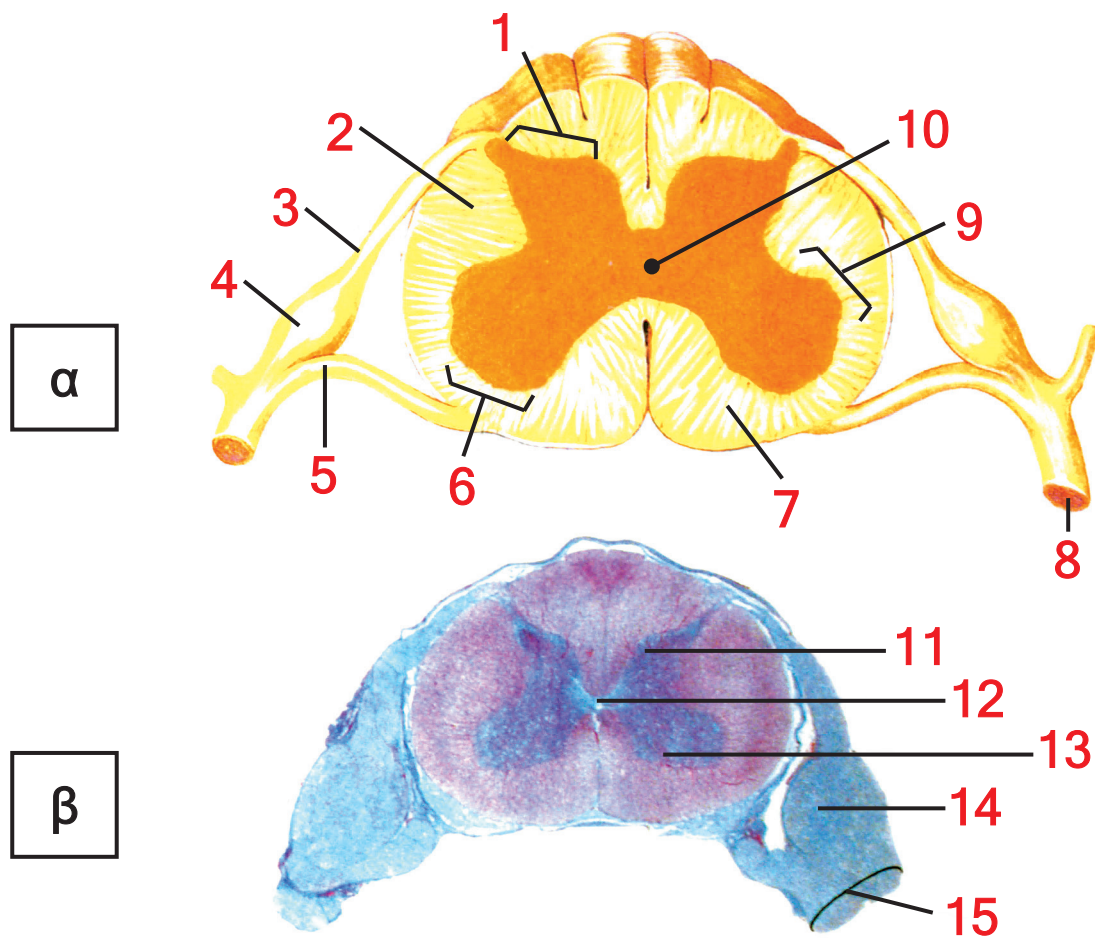
Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα συντονίζει όλες τις λειτουργίες του οργανισμού. Αποτελείται από τον **εγκέφαλο** και από το **νωτιαίο μυελό** (εικ. 9.10α). Τα όργανα αυτά προστατεύονται μέσα στην κρανιακή κοιλότητα και το σπονδυλικό σωλήνα, αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, τόσο ο εγκέφαλος όσο και ο νωτιαίος μυελός περιβάλλονται από τρεις προστατευτικές μεμβράνες, τις **μήνιγγες**. Ανάμεσα στις δύο εσωτερικές μήνιγγες (υπαραχνοειδής χώρος) κυκλοφορεί το **εγκεφαλονωτιαίο υγρό**, το οποίο μειώνει τους κραδασμούς και συμβάλλει στη στήριξη και θρέψη του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού. Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό κυκλοφορεί, επίσης, στον κεντρικό νευρικό σωλήνα του νωτιαίου μυελού και στις **κοιλίες του εγκεφάλου**. Αυτές είναι τέσσερις κοιλότητες

στο εσωτερικό του εγκεφάλου, στις οποίες παράγεται το εγκεφαλονωτιαίο υγρό, και επικοινωνούν με τον κεντρικό νευρικό σωλήνα του νωτιαίου μυελού.

## **Νωτιαίος μυελός**

Ο νωτιαίος μυελός είναι μία λεπτή, σχεδόν κυλινδρική στήλη νευρικού ιστού, που προστατεύεται μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα. Ο νωτιαίος μυελός αρχίζει από το ύψος του ινιακού τρήματος και καταλήγει στο ύψος του δεύτερου οσφυϊκού σπονδύλου περίπου. Από το νωτιαίο μυελό εκφύονται 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων. Στην περιοχή του αυχένα και στην οσφυϊκή περιοχή ο νωτιαίος μυελός διογκώνεται (εικ. 9.10β). Από τις περιοχές αυτές εκφύονται τα νεύρα που νευρώνουν τα άνω και κάτω άκρα αντίστοιχα (εικ. 9.7).

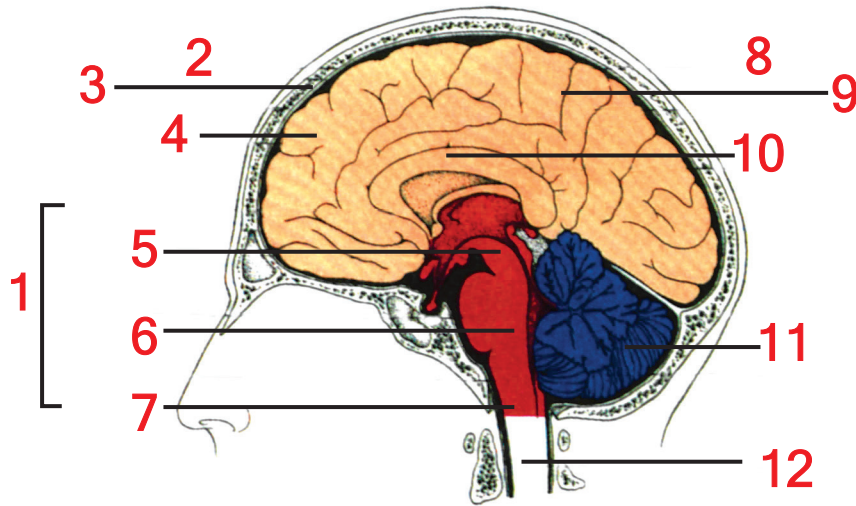
Ο νωτιαίος μυελός περιέχει κέντρα αντανακλαστικών λειτουργιών και συνδέει τον εγκέφαλο με τα νωτιαία νεύρα. Η κεντρική περιοχή του νωτιαίου μυελού αποτελείται από φαιά ουσία, η οποία, σε διατομή, έχει σχήμα πεταλούδας με ανοικτά φτερά (εικ. 9.11). Η φαιά ουσία αποτελείται κυρίως από κυτταρικά σώματα, ενώ η λευκή ουσία, που περιβάλλει τη φαιά, από μακριούς νευράξονες. Αυτοί συνδέουν τον εγκέφαλο, μέσω των νωτιαίων νεύρων, με τα διάφορα τμήματα του σώματος.



- α **1.** Φαιά ουσία (οπίσθιο κέρατο) **2.** Λευκή ουσία  
**3.** Αισθητικό νεύρο **4.** Νωτιαίο γάγγλιο **5.** Κινητικό νεύρο **6.** Φαιά ουσία (πρόσθιο κέρατο) **7.** Λευκή ουσία **8.** Νωτιαίο νεύρο (μεικτό) **9.** Φαιά ουσία (πλάγιο κέρατο) **10.** Κεντρικός νευρικός σωλήνας
- β **11.** Οπίσθιο κέρατο **12.** Κεντρικός νευρικός σωλήνας  
**13.** Πρόσθιο κέρατο **14.** Νωτιαίο γάγγλιο **15.** Νωτιαίο νεύρο

εικ 9.11 Νωτιαίος μυελός σε εγκάρσια τομή  
 α. διάγραμμα β. μικροφωτογραφία





- 1.** Στέλεχος του εγκεφάλου **2.** Μήνιγγες **3.** Κρανίο  
**4.** Εγκεφαλικά ημισφαίρια **5.** Μέσος εγκέφαλος  
**6.** Γέφυρα **7.** Προμήκης **8.** Έλικα **9.** Αύλακα  
**10.** Μεσολόβιο **11.** Παρεγκεφαλίδα **12.** Νωτιαίος μυελός

εικ. 9.12 Εγκέφαλος

## Εγκέφαλος

Ο εγκέφαλος είναι το μεγαλύτερο και το πολυπλοκότερο τμήμα του νευρικού συστήματος.

Ο εγκέφαλος αποτελείται από νευρώνες, οι οποίοι δέχονται, επεξεργάζονται και μεταβιβάζουν ερεθίσματα. Εξειδικευμένες περιοχές του εγκεφάλου, τα κέντρα, είναι υπεύθυνες για τις αισθήσεις, την αντίληψη, τον έλεγχο και το συντονισμό των μυϊκών κινήσεων και τις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες. Στον εγκέφαλο εντοπίζονται επίσης κέντρα και νευρικές οδοί, που σχετίζονται με τη ρύθμιση της δραστηριότητας των σπλάχνων.

Ο εγκέφαλος χωρίζεται ανατομικά σε τρεις περιοχές: στα εγκεφαλικά ημισφαίρια, στο στέλεχος και στην παρεγκεφαλίδα (εικ. 9.12).

## Μηνιγγίτιδα

Μηνιγγίτιδα είναι η φλεγμονή των μηνίγγων, που προκαλείται συνήθως από την είσοδο συγκεκριμένων βακτηρίων ή / και ιών στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό. Η μικροβιακή μηνιγγίτιδα είναι λιγότερο συχνή αλλά και περισσότερο επικίνδυνη από την ιογενή. Τα πιο συνηθισμένα μικρόβια που την προκαλούν είναι ο μηνιγγιτιδόκοκκος, ο πνευμονιόκοκκος και ο αιμόφιλος τύπου B. Η μετάδοση των μηνιγγιτιδόκοκκων γίνεται με το φίλημα και με τα σταγονίδια που εκτοξεύονται με το βήχα ή το φτάρνισμα. Εμφανίζεται συχνότερα στα νεογνά και στα παιδιά και είναι μία από τις πιο σοβαρές μολυσματικές ασθένειες της παιδικής ηλικίας. Αν γίνει έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία (με χορήγηση αντιβιοτικών στην περίπτωση της μικροβιακής μηνιγγίτιδας), οι περισσότεροι ασθενείς αναρρώνουν πλήρως.

## Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό

Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό παράγεται από ειδικά κύτταρα στις κοιλίες του εγκεφάλου και απορροφάται από κύτταρα της αραχνοειδούς μήνιγγας με αποτέλεσμα η πίεσή του να παραμένει σταθερή. Σε περιπτώσεις μόλυνσης, ύπαρξης όγκου στον εγκέφαλο ή θρόμβου στο αίμα η κυκλοφορία του εγκεφαλονωτιαίου υγρού παρεμποδίζεται και η πίεσή του αυξάνεται. Η αύξηση της πίεσης μπορεί να προκαλέσει ακόμα και τραυματισμό του νευρικού ιστού. Στα νεογνά, στα οποία οι ραφές των οστών του κρανίου δεν έχουν

σχηματιστεί, η αυξημένη πίεση μπορεί να προκαλέσει μεγέθυνση της κρανιακής κοιλότητας (υδροκεφαλία). Η πίεση μπορεί να μετρηθεί με την είσοδο λεπτής βελόνας ανάμεσα στον 3ο και 4ο οσφυϊκό σπόνδυλο (οσφυονωτιαία παρακέντηση) και μανόμετρο. Η οσφυονωτιαία παρακέντηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη λήψη δείγματος εγκεφαλονωτιαίου υγρού και την εξέτασή του για τη διαπίστωση ύπαρξης μη φυσιολογικών συστατικών. Η παρουσία, για παράδειγμα, ερυθροκυττάρων αποτελεί ένδειξη αιμορραγίας σε κάποιο σημείο του ΚΝΣ.

## Εγκεφαλικά ημισφαίρια

Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, που αποτελούν το σημαντικότερο τμήμα του εγκεφάλου, εμφανίζουν στην επιφάνειά τους πολυάριθμες προεξοχές και αυλακώσεις, οι οποίες ονομάζονται **έλικες** και **αύλακες** αντίστοιχα. Οι βαθύτερες αύλακες ονομάζονται **σχισμές**. Η επιμήκης σχισμή χωρίζει το αριστερό από το δεξί ημισφαίριο. Τα δύο ημισφαίρια συνδέονται στη βάση τους με μία «γέφυρα» νευρικών αποφυάδων, το μεσολόβιο. Άλλες σχισμές χωρίζουν το κάθε ημισφαίριο σε **λοβούς**, οι οποίοι ονομάζονται ανάλογα με το αντίστοιχο κρανιακό οστό που τους καλύπτει, και είναι ο μετωπιαίος, ο βρεγματικός, ο κροταφικός και ο ινιακός (εικ. 9.13).

Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια αποτελούνται από ένα εξωτερικό στρώμα φαιάς ουσίας, το φλοιό των ημισφαιρίων, ο οποίος συνίσταται κυρίως από σώματα νευρώνων. Κάτω από το φλοιό των ημισφαιρίων βρίσκονται μάζες λευκής ουσίας, που περιέχουν δέσμες νευρικών αποφυάδων, οι οποίες συνδέουν τα σώματα των νευρώνων του φλοιού με άλλα τμήματα του εγκεφάλου. Η

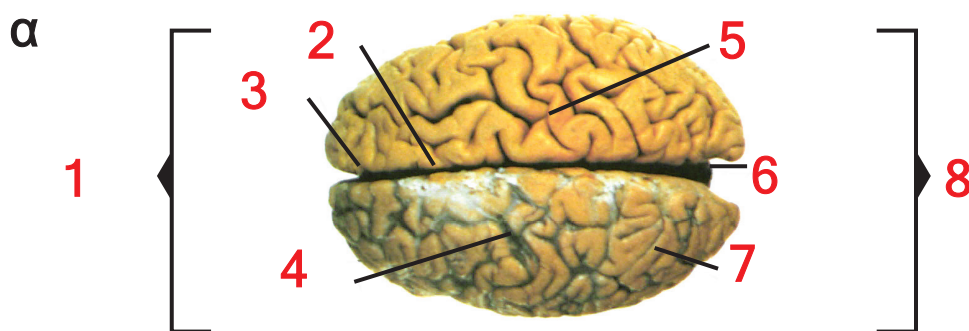
επιφάνεια του φλοιού αυξάνεται σημαντικά με την ύπαρξη των αυλάκων και των ελίκων. Ο φλοιός των ημισφαιρίων είναι η μοναδική περιοχή του ΚΝΣ που είναι υπεύθυνη για τις συνειδητές λειτουργίες.

### Γνωρίζετε ότι:

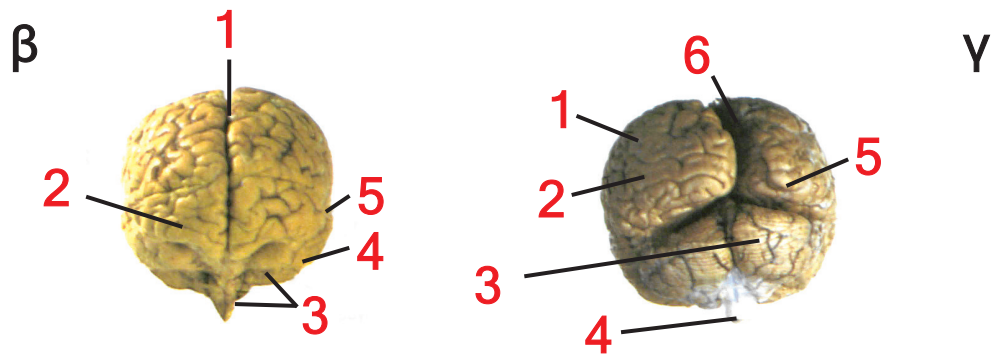
Στον άνθρωπο η επιφάνεια του νευροφλοιού είναι  $2,2 \text{ m}^2$ , και σ' αυτόν περιέχονται περίπου  $30 \times 10^9$  νευρώνες, οι οποίοι σχηματίζουν  $10^{14}$  έως  $10^{15}$  συνάψεις.

Ο εγκέφαλος, αν και αποτελεί περίπου το 2% του συνολικού βάρους του σώματος, καταναλώνει το 20% της ενέργειας.

Η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται στις περιπτώσεις εκτέλεσης πολύπλοκων πνευματικών εργασιών, που απαιτούν συγκέντρωση και προσοχή όπως η κατανόηση μιας σύνθετης πρότασης. Δεν έχει βρεθεί καμία συσχέτιση ανάμεσα στο βάρος του εγκεφάλου και την ευφυΐα.

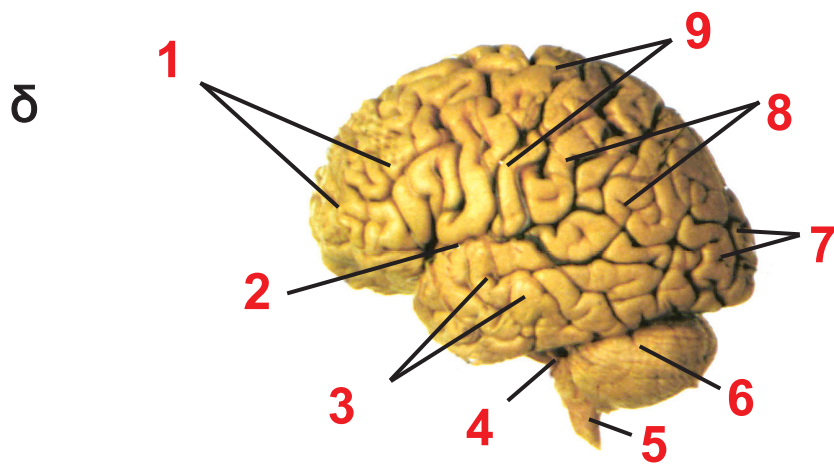


- α 1. Πρόσθιο τμήμα 2. Μεσολόβιο 3. Επιμήκης σχισμή  
4. Εγκεφαλικά αιμοφόρα αγγεία καλυπτόμενα από την αραχνοειδή μήνιγγα 5. Δεξιό εγκεφαλικό ημισφαίριο  
6. Παρεγκεφαλίδα 7. Αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο  
8. Οπίσθιο τμήμα



β **1.** Επιμήκης σχισμή **2.** Μετωπιαίος λοβός **3.** Παρεγκεφαλίδα **4.** Κροταφικός λοβός **5.** Πλευρική σχισμή

γ **1.** Βρεγματικός λοβός **2.** Αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο **3.** Ημισφαίριο της παρεγκεφαλίδας **4.** Προμήκης **5.** Ινιακός λοβός **6.** Επιμήκης σχισμή



δ **1.** Μετωπιαίος λοβός (Αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο) **2.** Πλευρική σχισμή **3.** Κροταφικός λοβός **4.** Γέφυρα **5.** Προμήκης **6.** Παρεγκεφαλίδα **7.** Ινιακός λοβός **8.** Βρεγματικός λοβός **9.** Κεντρική σχισμή

εικ. 9.13 Εγκέφαλος α. Κάτοψη β. Πρόσθια όψη  
γ. Οπίσθια όψη δ. Πλάγια όψη



## Λειτουργικές περιοχές του εγκεφάλου



Οι περιοχές του εγκεφάλου που πραγματοποιούν συγκεκριμένες λειτουργίες έχουν εντοπιστεί με διάφορες τεχνικές. Ο φλοιός των ημισφαιρίων χωρίζεται σε κινητικές, αισθητικές και συνειρμικές περιοχές (εικ. 9.14).

Οι κινητικές περιοχές εντοπίζονται στο μετωπιαίο λοβό. Οι κινήσεις των σκελετικών μυών συγκεκριμένου τμήματος του σώματος ελέγχονται πάντα από κα-

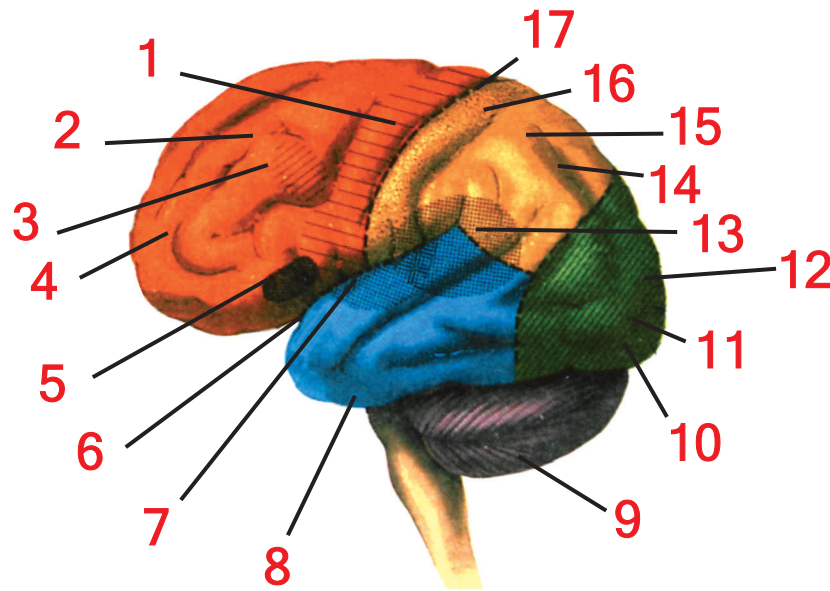


θορισμένη περιοχή στο οπίσθιο τμήμα του μετωπιαίου λοβού (εικ. 9.15).

**Αισθητικές** είναι οι περιοχές του φλοιού στις οποίες καταλήγουν νευρικές ώσεις από τους αισθητικούς νευρώνες. Εκεί αναλύονται και ερμηνεύονται, με τελικό αποτέλεσμα τη δημιουργία των αισθήσεων και των συναισθημάτων. Οι σωματικές ή γενικές αισθήσεις (θερμοκρασία, αφή, πίεση και πόνος) γίνονται αντιληπτές στην πρόσθια περιοχή του βρεγματικού λοβού. Όπως συμβαίνει και με τις κινητικές περιοχές, καθορισμένες περιοχές του βρεγματικού λοβού είναι υπεύθυνες για την αντίληψη των ερεθισμάτων που προέρχονται από συγκεκριμένα τμήματα του σώματος (εικ. 9.15).

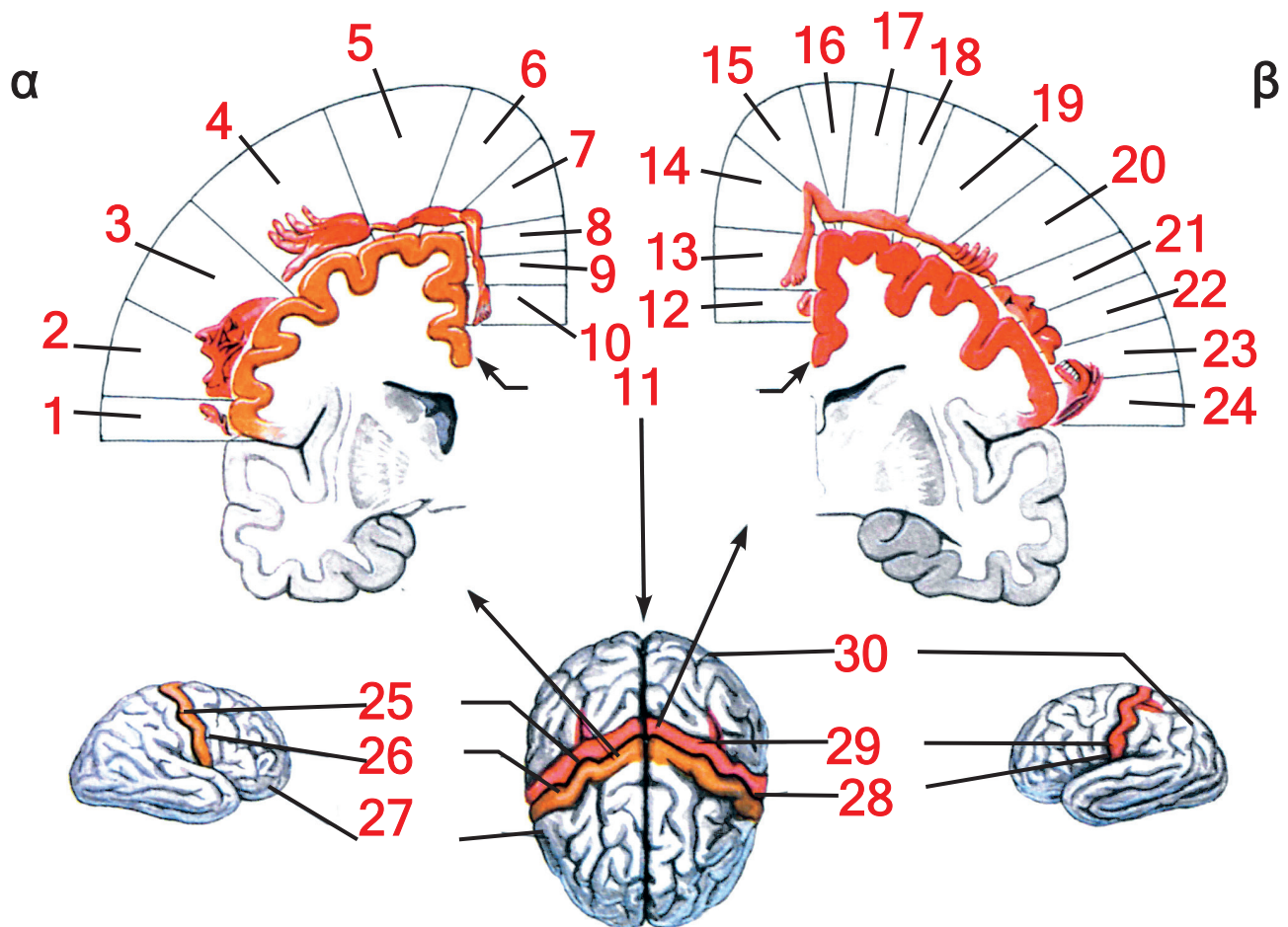
Στο πίσω τμήμα του ινιακού λοβού εντοπίζεται το κέντρο της όρασης, και στον κροταφικό, το κέντρο της ακοής (εικ. 9.14).

Οι συνειρμικές περιοχές καταλαμβάνουν περισσότερο από το 50% της επιφάνειας του εγκεφαλικού φλοιού. Σχετίζονται με όλες τις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες όπως είναι η μνήμη, η αιτιολόγηση, η έκφραση μέσω του λόγου, η κρίση, τα συναισθήματα (εικ. 9.14).



- 1.** Κινητική περιοχή σχετιζόμενη με τις εκούσιες κινήσεις **2.** Συγκέντρωση, σχεδιασμός, λύση προβλημάτων **3.** Κέντρο ελέγχου κινήσεων για τη γραφή **4.** Μετωπιαίος λοβός **5.** Περιοχή Broca **6.** Πλευρική σχισμή **7.** Κέντρο ακοής **8.** Κροταφικός λοβός **9.** Παρεγκεφαλίδα **10.** Κέντρο όρασης **11.** Συνδυασμός οπτικών εικόνων, οπτική αναγνώριση αντικειμένων **12.** Ινιακός λοβός **13.** Συνειρμικές περιοχές **14.** Βρεγματικός λοβός **15.** Χρήση λέξεων, κατανόηση λόγου **16.** Αισθητική περιοχή (γενικές αισθήσεις) **17.** Κεντρική σχισμή

εικ. 9.14 Κινητικές, αισθητικές και συνειρμικές περιοχές του εγκεφάλου



- 1.** κατάποση **2.** μάσηση λόγος **3.** έκφραση προσώπου  
**4.** παλάμη δάκτυλα **5.** βραχίονας **6.** κορμός **7.** λεκάνη  
**8.** μηρός **9.** κνήμη **10.** πέλμα δάκτυλα **11.** επιμήκης  
 σχισμή **12.** γεννητικά όργανα **13.** πέλμα δάκτυλα πο-  
 διού **14.** κνήμη **15.** μηρός **16.** λεκάνη **17.** κορμός  
**18.** λαιμός **19.** πήχης βραχίονας **20.** παλάμη δάκτυλα  
**21.** πρόσωπο **22.** χείλη **23.** δόντια και ούλα **24.** γλώσσα  
 και φάρυγγας **25.** Κεντρική σχισμή **26.** Κινητική περιο-  
 χή **27.** Μετωπιαίος λοβός **28.** Κεντρική σχισμή **29.** Αι-  
 σθητική περιοχή **30.** Βρεγματικός λοβός

εικ. 9.15 α. Περιοχή ελέγχου εκούσιων κινήσεων  
(μετωπιαίος λοβός)

β. Περιοχή γενικών αισθήσεων (βρεγματικός λοβός).

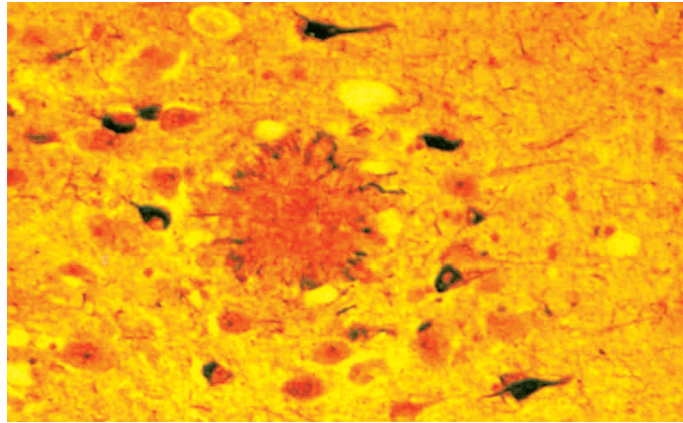
Πίνακας 9.2: Λειτουργίες των λοβών των ημισφαιρίων

Λοβός	Λειτουργίες
<b>Μετωπιαίος</b>	Κέντρα ελέγχου εκούσιων κινήσεων των σκελετικών μυών. Συνειρμικά κέντρα, στα οποία πραγματοποιούνται ανώτερες πνευματικές και νοητικές διεργασίες όπως αυτές που σχετίζονται με το σχεδιασμό και τη λύση σύνθετων προβλημάτων και με την εκτίμηση των αποτελεσμάτων συμπεριφοράς.
<b>Βρεγματικός</b>	Αισθητικές περιοχές, οι οποίες αφορούν την αίσθηση της θερμοκρασίας, της αφής, της πίεσης και του πόνου. Κέντρο γεύσης. Συνειρμικά κέντρα, στα οποία πραγματοποιούνται λειτουργίες για την κατανόηση και τη χρήση του λόγου, και για την έκφραση σκέψεων και συναισθημάτων.
<b>Κροταφικός</b>	Κέντρο ακοής, κέντρο όσφρησης. Συνειρμικά κέντρα στα οποία πραγματοποιείται η ερμηνεία αισθητικών εμπειριών, η μνήμη ήχων.
<b>Ινιακός</b>	Κέντρο όρασης. Συνειρμικά κέντρα, τα οποία λειτουργούν για τη σύνδεση των οπτικών ερεθισμάτων με άλλες αισθητικές εμπειρίες.

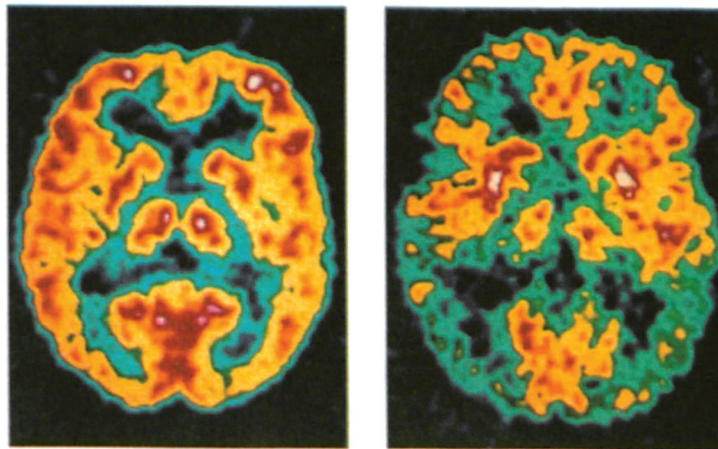
## Νόσος Alzheimer

Η νόσος αυτή προσβάλλει στις ανεπτυγμένες χώρες το 5% των ατόμων ηλικίας πάνω από 65 ετών και το 20% των ατόμων ηλικίας πάνω από 80 ετών. Οδηγεί στην άνοια (προοδευτική απώλεια των πνευματικών λειτουργιών, ανεξάρτητη από αυτήν που συνοδεύει τη γήρανση του εγκεφάλου). Τα άτομα που προσβάλλονται από τη νόσο εμφανίζουν απώλεια μνήμης, μειωμένη ικανότητα σκέψης και λογικής αιτιολόγησης, δυσκολίες στην επικοινωνία με άλλα άτομα, ακόμα και ανικανότητα στην εκπλήρωση απλών καθημερινών δραστηριοτήτων. Στους πάσχοντες παρατηρήθηκαν ανωμαλίες σε νευρώνες, κυρίως σε περιοχές του φλοιού των ημισφαιρίων. Στις περιοχές αυτές παρατηρούνται εξωκυτταρικές εναποθέσεις (αμυλοειδείς πλάκες), λόγω συσσώρευσης μίας μικρού μοριακού βάρους πρωτεΐνης, της β-αμυλοειδούς πρωτεΐνης. Η αυξημένη συγκέντρωση της πρωτεΐνης αυτής οδηγεί πιθανώς στη λύση των λυσοσωμάτων, με συνέπεια την καταστροφή των νευρικών κυττάρων. Η πρωτεΐνη αυτή αποτελεί τμήμα μιας άλλης πρόδρομης πρωτεΐνης, της APP (Amyloid Precursor Protein), που φυσιολογικά βρίσκεται στην κυτταρική μεμβράνη των νευρώνων και άλλων κυττάρων. Μία μορφή της νόσου φαίνεται να είναι κληρονομική. Έχει απομονωθεί γονίδιο στο 21ο ζεύγος των χρωμοσωμάτων, το οποίο καθορίζει τη δομή της πρόδρομης πρωτεΐνης. Η γονιδιακή αυτή θέση αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον, διότι όλα σχεδόν τα άτομα που πάσχουν από το σύνδρομο Down (τρισωμία 21) και επιβιώνουν μετά τα 35 έτη εμφανίζουν συμπτώματα της ασθένειας Alzheimer.





Αμυλοειδής πλάκα (στο κέντρο της φωτογραφίας)  
σε εγκεφαλικό ιστό ατόμου που πάσχει από νόσο  
Alzheimer



Απεικόνιση PET εγκεφάλου υγιή ενήλικα (αριστε-  
ρά) και ασθενή που πάσχει από νόσο Alzheimer  
(δεξιά).  
Η αυξημένη επιφάνεια σκουρόχρωμων περιοχών  
στην εικόνα δεξιά δείχνει διαταραχές στην εγκεφα-  
λική δραστηριότητα



## Χαρτογράφηση των λειτουργιών του εγκεφάλου

Στις 18.4.1861 ο Γάλλος νευρολόγος Pierre Paul Broca παρουσίασε στην Ανθρωπολογική Εταιρεία του Παρισιού την περίπτωση ενός ασθενή, ο οποίος, αν και κατανοούσε τη γλώσσα, δεν μπορούσε να εκφραστεί προφορικά ή γραπτά και να σχηματίσει ολοκληρωμένες νοηματικά, συντακτικά και γραμματικά προτάσεις. Ο ασθενής αυτός δεν παρουσίαζε κανένα πρόβλημα στο στόμα ή στις φωνητικές χορδές, που να επηρέαζε την ικανότητα του λόγου, και ήταν σε θέση να τραγουδήσει δίχως δυσκολία μία μελωδία ή να ψιθυρίσει μεμονωμένες λέξεις. Η εξέταση του εγκεφάλου του, μετά το θάνατό του, έδειξε μία παθολογική αλλοίωση στην πρόσθια περιοχή του αριστερού μετωπιαίου λοβού (κέντρο Broca). Η εξέταση από τον Broca του εγκεφάλου οκτώ ακόμα ασθενών με παρόμοια συμπτώματα αποκάλυψε την ίδια μορφή αλλοίωσης. Η εργασία αυτή απέδειξε για πρώτη φορά τη σύνδεση μίας ψυχονοητικής ικανότητας όπως ο λόγος με συγκεκριμένη περιοχή του φλοιού των ημισφαιρίων. Αποτέλεσε επίσης ένδειξη για την ύπαρξη ασυμμετρίας ανάμεσα στα δύο ημισφαίρια.

Η μελέτη ασθενών με συγκεκριμένες αλλοιώσεις στον εγκέφαλο, όπως και η καταγραφή των αντιδράσεων ύστερα από ηλεκτρική διέγερση συγκεκριμένων περιοχών του εγκεφάλου, συνεισφέρουν σημαντικά στη χαρτογράφηση των λειτουργιών του εγκεφάλου.

## Στέλεχος του εγκεφάλου

Το στέλεχος συνδέει τα εγκεφαλικά ημισφαίρια με το νωτιαίο μυελό. Οι σημαντικότερες λειτουργικές περιοχές του είναι ο θάλαμος, ο υποθάλαμος και ο προμήκης.

Από το θάλαμο οι νευρικές ώσεις που προέρχονται από τους αισθητικούς υποδοχείς της περιφέρειας διοχετεύονται στις κατάλληλες περιοχές του φλοιού, όπου και αναλύονται.

Ο υποθάλαμος αποτελεί το κέντρο ομοιόστασης του οργανισμού. Ελέγχει την υπόφυση (αδένας), και με αυτό τον τρόπο αποτελεί και την περιοχή σύνδεσης του νευρικού συστήματος με το σύστημα των ενδοκρινών αδένων. Ελέγχει επίσης το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (ΑΝΣ). Τέλος, ο υποθάλαμος έχει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του ύπνου.

Ο προμήκης έχει δομή παρόμοια με αυτήν του νωτιαίου μυελού. Περιλαμβάνει σημαντικά κέντρα του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος (ΑΝΣ) όπως αυτά που σχετίζονται με τον έλεγχο της αναπνοής, της καρδιακής λειτουργίας και της αρτηριακής πίεσης. Λόγω της ζωτικής σημασίας των κέντρων που περιέχει, βλάβη στον προμήκη συνεπάγεται το θάνατο.

## Παρεγκεφαλίδα

Η παρεγκεφαλίδα αποτελείται από δύο ημισφαίρια, τα οποία συνδέονται με μία δομή που ονομάζεται σκώληκας. Συνίσταται κυρίως από λευκή ουσία, η οποία καλύπτεται επιφανειακά από ένα λεπτό στρώμα φαιάς ουσίας (φλοιός της παρεγκεφαλίδας). Αποτελεί κέντρο ελέγχου και συντονισμού των κινήσεων των σκελετικών μυών, κέντρο διατήρησης του μυϊκού τόνου και της ισορροπίας του σώματος.

Για την πραγματοποίηση των παραπάνω λειτουργιών η παρεγκεφαλίδα δέχεται, μέσω της αισθητικής νευρικής οδού, νευρικές ώσεις από τα αισθητήρια της όρασης και της ισορροπίας και από υποδοχείς στους τένοντες.

### **Μεταιχμιακό σύστημα**

Το **μεταιχμιακό σύστημα** σχετίζεται με τις συναισθηματικές εμπειρίες και με την έκφραση συναισθημάτων. Περιλαμβάνει νευρικές οδούς, οι οποίες συνδέουν τμήματα του μετωπιαίου και κροταφικού λοβού με το θάλαμο, τον υποθάλαμο και με μάζες φαιάς ουσίας, που βρίσκονται μέσα στη λευκή ουσία των ημισφαιρίων (βασικοί πυρήνες). Η διέγερση περιοχών του μεταιχμιακού συστήματος έχει ως αποτέλεσμα την εκδήλωση συναισθημάτων μίσους, πόνου, ευχαρίστησης και λύπης. Με τη δημιουργία ευχάριστων ή δυσάρεστων συναισθημάτων, σε σχέση με τις εμπειρίες που βιώνει το άτομο, το μεταιχμιακό σύστημα το οδηγεί σε συμπεριφορές που αυξάνουν τις πιθανότητες επιβίωσής του.

### **Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα**

Η ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου μπορεί να καταγραφεί με τη βοήθεια ηλεκτροδίων, τα οποία τοποθετούνται σε διάφορα τμήματα της επιφάνειας του δέρματος του κρανίου και συνδέονται στη

συνέχεια με ένα ειδικό όργανο, τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο.

Τα εγκεφαλικά κύματα που καταγράφονται διαφέρουν σε ένταση και συχνότητα ανάλογα με τη δραστηριότητα διάφορων ομάδων νευρώνων. Όταν το άτομο είναι ξυπνητό καταγράφονται συνήθως δύο είδη κυμάτων, τα κύματα α και τα κύματα β. Τα κύματα α, με συχνότητα 6-13/sec και διαφορά δυναμικού περίπου 45 mV κυριαρχούν, όταν το άτομο είναι σε ηρεμία με κλειστά τα μάτια, και εξαφανίζονται κατά τη διάρκεια του ύπνου. Τα κύματα β, με συχνότητα μεγαλύτερη από 13/sec αλλά ένταση μικρότερη από αυτήν των α, καταγράφονται, όταν το άτομο εκτελεί μία πνευματική εργασία.

Κύματα άλφα

Κύματα βήτα

Κύματα θήτα

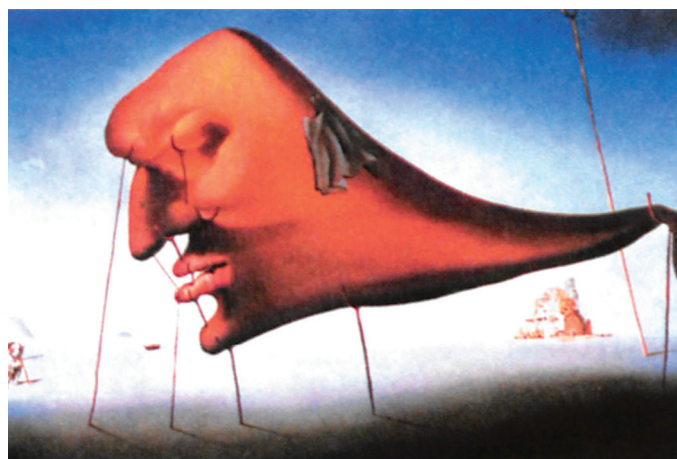
Κύματα δέλτα  
50 μV





Τα κύματα θ, με συχνότητα 4-7/sec, που εμφανίζονται κυρίως στα παιδιά, μπορεί να καταγραφούν στους ενήλικες στα πρώτα στάδια του ύπνου και σε καταστάσεις συναισθηματικής φόρτισης. Τα κύματα δ, με συχνότητα μικρότερη από 4/sec, καταγράφονται κατά τη διάρκεια του βαθύ ύπνου, κατά την οποία, κάθε 90 min περίπου, καταγράφεται (για 5-20 min) έντονη ηλεκτρική δραστηριότητα. Αυτή οφείλεται στη δραστηριότητα ορισμένων περιοχών του εγκεφάλου (παράδοξος ύπνος). Ο παράδοξος ύπνος συνοδεύεται από όνειρα, ακανόνιστο καρδιακό και αναπνευστικό ρυθμό και από ταχεία κίνηση των βολβών των οφθαλμών.

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα αποτελεί διαγνωστικό μέσο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάγνωση μορφών επιληψίας και την ύπαρξη όγκων στον εγκέφαλο. Τέλος, χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του εγκεφαλικού θανάτου σε ασθενείς που βρίσκονται σε κώμα, διότι η παύση της λειτουργίας του εγκεφάλου έχει ως συνέπεια την απουσία οποιασδήποτε ηλεκτρικής δραστηριότητας.



Salvador Dali. "Υπνος", 1937

## Ανώτερες πνευματικές λειτουργίες

### Μνήμη

Ο εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει πληροφορίες -τις οποίες συγκεντρώνει μέσω των αισθητηρίων οργάνων-, όπως ήχους, εικόνες, οσμές, που προέρχονται από το περιβάλλον του, και να τις ανακαλεί μεμονωμένα ή συνδυάζοντάς τες. Η ικανότητα αποθήκευσης και ανάκλησης των πληροφοριών ονομάζεται μνήμη. Η μνήμη είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση των ανώτερων πνευματικών λειτουργιών όπως αυτή της μάθησης, της λογικής αιτιολόγησης, του λόγου κ.ά. Είναι, επίσης, απαραίτητη για την προσαρμογή της συμπεριφοράς του ατόμου στις άμεσες ανάγκες.

Η μνήμη είναι μία διαδικασία που πραγματοποιείται σε στάδια. Η βραχυπρόθεσμη μνήμη αφορά την παραμονή των πληροφοριών στον εγκέφαλο για λίγα μόνο λεπτά. Η βραχυπρόθεσμη μνήμη μπορεί να μετατραπεί σε μακροπρόθεσμη, η οποία σχετίζεται με μόνιμες δομικές και λειτουργικές αλλαγές στα νευρικά κύτταρα του εγκεφάλου. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη μετατροπή αυτή εξαρτάται από το είδος, την ένταση και τη συχνότητα του ερεθίσματος. Ερεθίσματα πολύ έντονα ή επαναλαμβανόμενα, υπερβολικά ευχάριστα ή δυσάρεστα αποθηκεύονται ευκολότερα στη μακροπρόθεσμη μνήμη. Μερικές από τις πληροφορίες που αποθηκεύονται στη μακροπρόθεσμη μνήμη εξασθενούν με το χρόνο και τελικά διαγράφονται. Άλλες παραμένουν για πάντα ως τμήμα της συνείδησής μας, όπως είναι, για παράδειγμα, το όνομά μας.

Η μακροπρόθεσμη μνήμη περιλαμβάνει πολυάριθμα κυκλώματα νευρώνων, που εντοπίζονται σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου. Για παράδειγμα, τμήματα



του ινιακού και του κροταφικού λοβού σχετίζονται με τη μνήμη προσώπων, λέξεων, εικόνων και ήχων. Η ανάκληση από τη μνήμη ενός γεγονότος ή ενός αντικειμένου απαιτεί την ανάκληση και το συνδυασμό πληροφοριών αποθηκευμένων σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου (εικ. 9.16). Η ικανότητα του εγκεφάλου να αποθηκεύει πληροφορίες είναι απεριόριστη.



εικ. 9.16 Για την ανάκληση από τη μνήμη της έννοιας άνθος απαιτείται ο συνδυασμός αριθμού πληροφοριών όπως αυτές που αφορούν το σχήμα και το χρώμα του άνθους, το άρωμα που αναδύει, την ταυτοποίηση του συνδυασμού των γραμμάτων α-ν-θ-ο-ς με τη λέξη άνθος κ.ά. Οι πληροφορίες αυτές είναι αποθηκευμένες σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου.

Σε περιπτώσεις τραυματισμού του εγκεφάλου, ή λόγω διάφορων ασθενειών, μπορεί να παρατηρηθεί απώλεια μνήμης, αμνησία. Η απώλεια συγκεκριμένου τύπου μνήμης εξαρτάται από την περιοχή του εγκεφάλου, που επηρεάστηκε από τον τραυματισμό ή από την ασθένεια. Για παράδειγμα, στις περιπτώσεις τραυματισμού περιοχών του κροταφικού λοβού παρατηρείται απώλεια στη μνήμη ήχων.

## **Μάθηση**

**Μάθηση** είναι η διαδικασία απόκτησης καινούριας γνώσης, που συμβάλλει στην προσαρμογή της συμπεριφοράς του ατόμου. Διακρίνονται διάφοροι τύποι μάθησης όπως ή εξοικείωση, η ευαισθητοποίηση, η συνειρμική μάθηση, η αντίληψη.

Η **εξοικείωση** είναι η αναγνώριση ενός ερεθίσματος ως μη σημαντικού, με συνέπεια ο οργανισμός να μαθαίνει να μην αντιδρά σε αυτό. Για παράδειγμα, ένας επαναλαμβανόμενος ήχος παύει ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα να προκαλεί την αντίδρασή μας. Αντίθετα η επαναλαμβανόμενη έκθεση του οργανισμού σε ένα επώδυνο ερέθισμα έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη αντίδραση, **ευαισθητοποίηση**. Η **συνειρμική μάθηση** αφορά το συσχετισμό δύο ή περισσότερων ερεθισμάτων. Για παράδειγμα, έχουμε μάθει να αναμένουμε τον ήχο της βροντής ύστερα από τη λάμψη της αστραπής. Η **αντίληψη**, τέλος, αφορά τη δυνατότητα ανάκλησης από τη μνήμη προηγούμενων εμπειριών και τη χρήση τους για την επίλυση προβλημάτων.

## Συμπεριφορά

**Συμπεριφορά** είναι το σύνολο των απαντήσεων που δίνει ο οργανισμός στις μεταβολές του περιβάλλοντος. Η συμπεριφορά διαμορφώνεται από την αλληλεπίδραση γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Συνήθως γίνεται διάκριση ανάμεσα στην ενστικτώδη συμπεριφορά και σε αυτή που τροποποιείται με τη μάθηση.

Η ενστικτώδης συμπεριφορά καθορίζεται άμεσα από το γενετικό υλικό. Περιλαμβάνει στερεότυπες απαντήσεις, οι οποίες δεν τροποποιούνται από το περιβάλλον. Παραδείγματα ενστικτώδους συμπεριφοράς είναι τα αντανακλαστικά και οι εκφράσεις του προσώπου όπως το χαμόγελο, η έκφραση φόβου κτλ.

Τέλος, υπάρχει η συμπεριφορά που τροποποιείται με τη μάθηση και βοηθά στη προσαρμογή του ατόμου στις αλλαγές του περιβάλλοντος. Απλούστερη μορφή αποτελούν η εξοικείωση και η ευαισθητοποίηση.



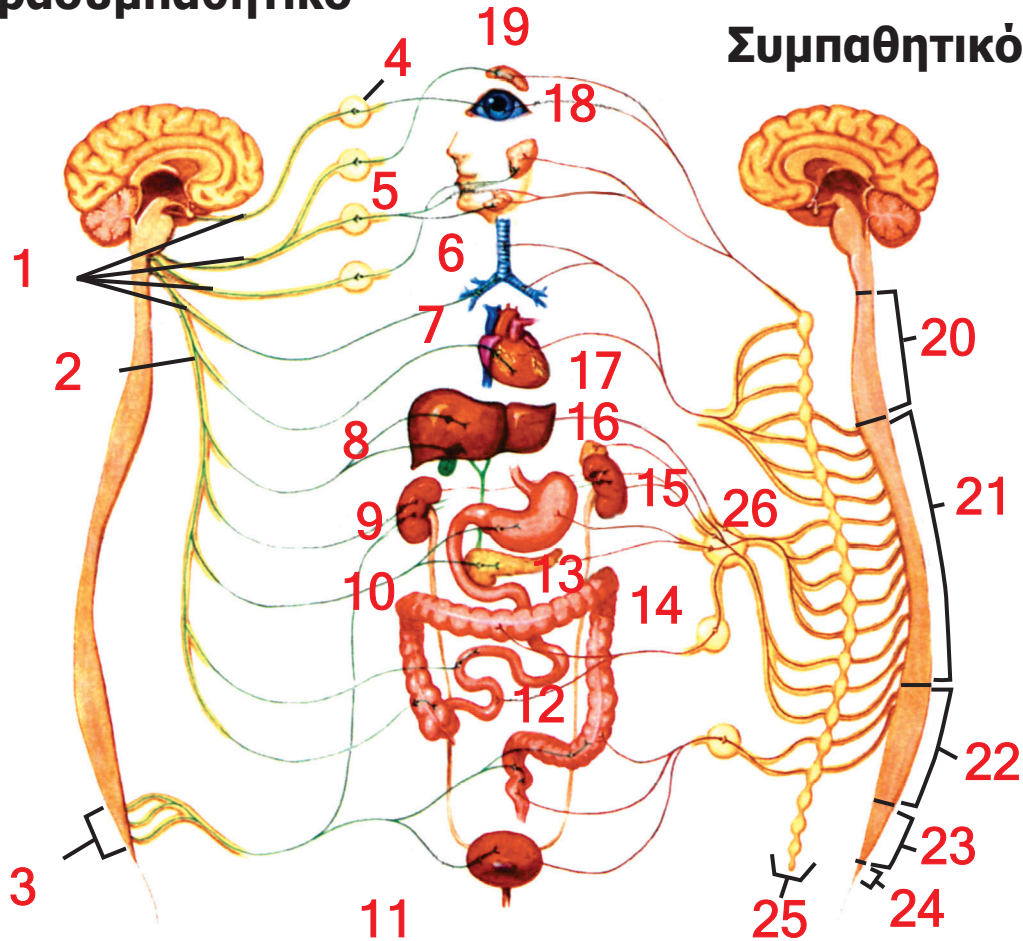
«Το ποδόσφαιρο, αν εξεταστεί αντικειμενικά, αποτελεί μια από τις πιο περίεργες μορφές ανθρώπινης συμπεριφοράς που μπορεί να συναντήσει κανείς στη σύγχρονη κοινωνία» Desmond Morris.



# ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Παρασυμπαθητικό

Συμπαθητικό



1. Κρανιακά νεύρα
2. Πνευμονογαστρικό νεύρο
3. Ιερά νεύρα
4. Γάγγλιο
5. Σιελογόνοι αδένες
6. Τραχεία
7. Βρόγχοι
8. Ήπαρ
9. Νεφρός
10. Γάγγλιο
11. Ουροδόχος κύστη
12. Λεπτό έντερο
13. Πάγκρεας
14. Παχύ έντερο
15. Νεφρός
16. Επινεφρίδιο
17. Καρδιά
18. Κόρη οφθαλμού
19. Δακρυϊκός αδένας
20. Αυχενικά νεύρα
21. Θωρακικά νεύρα
22. Οσφυϊκά νεύρα
23. Ιερά νεύρα
24. Κοκκυγικό νεύρο
25. Γάγγλια συμπαθητικού
26. Γάγγλιο

εικ. 9.17 Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα

**Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (ΑΝΣ) περιλαμβάνει κέντρα που εντοπίζονται στο ΚΝΣ και κινητικά νεύρα (εικ. 9.17). Λειτουργεί συνεχώς και με ακούσιο τρόπο, και οι λειτουργίες του ρυθμίζονται κυρίως από αντανακλαστικά. Οι νευρικές ώσεις, που προέρχονται από υποδοχείς του δέρματος και των σπλάχνων, καταλήγουν σε κέντρα που βρίσκονται στον εγκέφαλο και στο νωτιαίο μυελό. Οι κινητικές ίνες που ξεκινούν από αυτά τα κέντρα φτάνουν στα γάγγλια του ΑΝΣ και από εκεί στα εκτελεστικά όργανα (αδένες, σπλάχνα). Η επεξεργασία των νευρικών ώσεων στα γάγγλια δίνει στο ΑΝΣ ένα βαθμό αυτονομίας από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό.**

**Το ΑΝΣ χωρίζεται σε δύο κλάδους, στο συμπαθητικό και στο παρασυμπαθητικό. Στην περίπτωση που και οι δύο κλάδοι του ΑΝΣ νευρώνουν το ίδιο όργανο, η δράση τους είναι ανταγωνιστική. Για παράδειγμα, η δράση του συμπαθητικού έχει ως αποτέλεσμα τη διαστολή της κόρης του οφθαλμού, ενώ η δράση του παρασυμπαθητικού έχει ως αποτέλεσμα τη συστολή της. Επίσης το ΑΝΣ ελέγχει την συχνότητα του καρδιακού παλμού, η οποία αυξάνεται με τη δράση του συμπαθητικού και ελαττώνεται με τη δράση του παρασυμπαθητικού.**

**Το συμπαθητικό έχει, γενικά, σημαντικό ρόλο σε καταστάσεις έντασης ή έκτακτης ανάγκης. Το παρασυμπαθητικό, αντίθετα, ελέγχει τις λειτουργίες του οργανισμού, όταν αυτός βρίσκεται σε ηρεμία. Επαναφέρει επίσης τις λειτουργίες σε κανονικό ρυθμό ύστερα από καταστάσεις έντασης. Ο συντονισμός της δράσης των δύο συστημάτων ρυθμίζει με ακρίβεια τις ακούσιες λειτουργίες του μυοκαρδίου, των λείων μυών και των αδένων.**

**Το ΑΝΣ, αν και διατηρεί κάποιο βαθμό ελευθερίας, ελέγχεται από τον εγκέφαλο. Τα κέντρα ελέγχου της καρδιακής και αναπνευστικής λειτουργίας, που βρίσκονται**

στον προμήκη, δέχονται πληροφορίες από υποδοχείς των σπλάχνων, και, μέσω του ΑΝΣ, δίνουν τις κατάλληλες εντολές στα εκτελεστικά όργανα. Παρόμοια, ο υποθάλαμος, ελέγχοντας το ΑΝΣ, ρυθμίζει τη θερμοκρασία του σώματος, τα αισθήματα της πείνας και της δίψας, το ισοζύγιο του νερού και των αλάτων. Ανώτερα κέντρα στον εγκέφαλο ρυθμίζουν, μέσω του ΑΝΣ, τη συναισθηματική έκφραση και τη συμπεριφορά ατόμων που βρίσκονται σε κατάσταση συναισθηματικής φόρτισης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Το Νευρικό Σύστημα διαιρείται ανατομικά στο ΠΝΣ και το ΚΝΣ.**

**Το ΠΝΣ αποτελείται από 12 ζεύγη εγκεφαλικών και από 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων. Το ΠΝΣ νευρώνει τους σκελετικούς μυς και τα εσωτερικά όργανα.**

**Το ΚΝΣ αποτελείται από το νωτιαίο μυελό και τον εγκέφαλο. Ο νωτιαίος μυελός, ο οποίος βρίσκεται στο σπονδυλικό σωλήνα, περιέχει αντανακλαστικά κέντρα και δέσμες νευραξόνων, που συνδέουν τον εγκέφαλο με τα περιφερικά νεύρα. Τα αντανακλαστικά είναι αυτόματες απαντήσεις του οργανισμού σε διάφορα ερεθίσματα, και κάποια από αυτά δεν απαιτούν την μεσολάβηση του εγκεφάλου.**

**Ο εγκέφαλος, που προστατεύεται από τα οστά της κρανιακής κοιλότητας, από τις μήνιγγες και από το εγκεφαλονωτιαίο υγρό, αποτελεί κέντρο πολλών λειτουργιών. Τα ημισφαίρια είναι το σημαντικότερο τμήμα του εγκεφάλου. Ο φλοιός των ημισφαιρίων, ο οποίος λόγω των ελίκων και των αυ-**

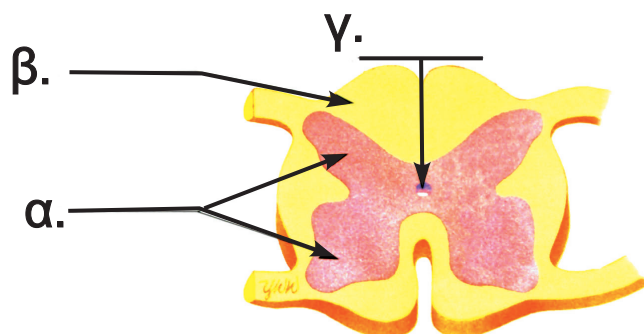


λάκων έχει μεγάλη επιφάνεια, είναι το κέντρο των συνειδητών λειτουργιών. Κάθε λειτουργία εντοπίζεται σε συγκεκριμένη περιοχή του φλοιού των ημισφαιρίων και μπορεί να σχετίζεται με την κατανόηση και ερμηνεία διάφορων ερεθισμάτων, με τις εντολές προς τους σκελετικούς μυς ή με τις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες όπως ο λόγος. Άλλα τμήματα του εγκεφάλου έχουν επίσης σημαντικό ρόλο στη μη συνειδητή ρύθμιση λειτουργιών. Ο υποθάλαμος αποτελεί το κέντρο ομοιόστασης του οργανισμού, ο προμήκης περιέχει κέντρα ρύθμισης της αναπνευστικής και της καρδιακής λειτουργίας και η παρεγκεφαλίδα αποτελεί το κέντρο της ισοροπίας.

Το ΑΝΣ λειτουργεί συνεχώς με ακούσιο τρόπο και νευρώνει όργανα, όπως τα σπλάχνα και η καρδιά.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι είναι αντανακλαστικό; Ποια είναι η σημασία των αντανακλαστικών για τον οργανισμό;
2. Ποιοι είναι οι δύο κλάδοι του ΑΝΣ; Σε ποια περίπτωση η δράση τους είναι ανταγωνιστική; Να δώσετε ένα παράδειγμα.
3. Να ονομάσετε τα τμήματα του νωτιαίου μυελού στο παρακάτω σχήμα:



4. Οι κοιλίες του εγκεφάλου είναι γεμάτες με:

- α. Αέρα
- β. Αίμα
- γ. Εγκεφαλονωτιαίο υγρό
- δ. Νευρικό ιστό.

5. Να αναφέρετε το λοβό στον οποίο εντοπίζεται το καθένα από τα παρακάτω κέντρα:

- α. Κέντρο εκούσιων κινήσεων
  - Μετωπιαίος λοβός
- β. Κέντρο σωματικών αισθήσεων
  - Βρεγματικός λοβός
- γ. Κέντρο όρασης
  - Ινιακός λοβός
- δ. Κέντρο ακοής.
  - Κροταφικός λοβός

6. Ποια είναι τα πιθανά αποτελέσματα στη λειτουργία των σκελετικών μυών ύστερα από βλάβη του κινητικού κέντρου (μετωπιαίος λοβός).

7. Ο παρακάτω πίνακας θα σας βοηθήσει να συγκρίνετε τα αποτελέσματα της δράσης του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού

	Συμπαθητικό	Παρασυμπαθητικό
Κόρη του οφθαλμού		
Σιελογόνοι αδένες		Διεγείρει την έκκριση σιέλου
Καρδιακός ρυθμός		

- α. Να συμπληρώσετε τον πίνακα αναφέροντας το αποτέλεσμα της δράσης του Συμπαθητικού και του Παρασυμπαθητικού.
- β. Πολλά άτομα υποφέρουν από τη «ναυτία των ταξιδιωτών». Μερικά από τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο αυτής της ασθένειας δρουν αναστέλλοντας τη δράση του παρασυμπαθητικού. Να εξηγήσετε γιατί μία από τις παρενέργειες αυτών των φαρμάκων είναι η απουσία σάλιου στη στοματική κοιλότητα (ξηροστομία). Για να απαντήσετε χρησιμοποιήστε πληροφορίες από τον παραπάνω πίνακα και δικές σας γνώσεις.

## ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

### 1. Μηνιγγίτιδα

- α. Να συγκεντρώσετε στοιχεία που αφορούν τη μηνιγγίτιδα (αίτια, συμπτώματα, τρόπος μετάδοσης, πρόληψη κτλ.).
- β. Να συγκεντρώσετε επίσης στοιχεία που αφορούν τον αριθμό των κρουσμάτων μηνιγγίτιδας τα τελευταία χρόνια στην περιοχή σας ή / και στην Ελλάδα. Ομαδοποιήστε τα περιστατικά με βάση την ηλικία, το φύλο και την περίοδο εμφάνισης.
- γ. Να αναπαραστήσετε γραφικά τα αποτελέσματα.
- δ. Να συζητήσετε τις μεταβολές στους αριθμούς των περιστατικών και να προσπαθήσετε να τις αιτιολογήσετε.
- ε. Θεωρείτε αιτιολογημένο τον πανικό που προκαλεί η εμφάνιση κρουσμάτων μηνιγγίτιδας; Τεκμηριώστε την άποψή σας.
- στ. Να παρουσιάσετε την εργασία σας στην τάξη ή στο σχολείο σας.

## ΣΥΜΒΟΛΑ - ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

<b>cAMP</b>	κυκλική Μονοφωσφορική Αδενοσίνη
<b>ΑΝΣ</b>	Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα
<b>ΑΤΡ</b>	Τριφωσφορική Αδενοσίνη
<b>°C</b>	βαθμοί Κελσίου
<b>cm</b>	εκατοστόμετρο
<b>dB</b>	ντεσιμπέλ (μονάδα μέτρησης της έντασης του ήχου)
<b>Hz</b>	Hertz (μονάδα μέτρησης της συχνότητας)
<b>gr</b>	γραμμάριο
<b>km</b>	χιλιόμετρο
<b>ΚΝΣ</b>	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
<b>l</b>	λίτρο
<b>mg</b>	χιλιοστό του γραμμαρίου (μιλιγκράμ)
<b>ml</b>	χιλιοστόλιτρο
<b>msec</b>	χιλιοστό του δευτερολέπτου
<b>mV</b>	μιλιβόλτ
<b>μm</b>	μικρόμετρο ( $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ )
<b>N</b>	Νιούτον (Newton)
<b>nm</b>	νανόμετρο ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ )
<b>PET</b>	Positron Emission Tomography - Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων
<b>mRNA</b>	αγγελιοφόρο RNA
<b>ΠΝΣ</b>	Περιφερικό Νευρικό Σύστημα
<b>sec</b>	δευτερόλεπτο

## ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ

### A

#### **Αγγειώδες σπείραμα**

Άθροισμα τριχοειδών σε ένα νεφρώνα, το οποίο περιβάλλεται από το έλυτρο του Bowman, όπου διεξάγεται η διήθηση του αίματος υπό πίεση.

#### **Αδαμαντίνη**

Συστατικό, που καλύπτει τη μύλη των δοντιών. Η σκληρότερη ουσία του ανθρώπινου σώματος.

#### **Αδένας**

Ομάδα επιθηλιακών κυττάρων, που είναι εξειδικευμένα στην έκκριση μίας ουσίας.

#### **Αθροιστικό σωληνάριο**

Σωλήνας, που συλλέγει τα ούρα πολλών νεφρών για απέκκριση.

#### **Αιδοίο**

Το εξωτερικό γεννητικό όργανο της γυναίκας.

#### **Αιμοπετάλια**

Κύτταρα του αίματος, απαραίτητα για τη διαδικασία της πήξης του.

#### **Αιμοσφαιρίνη**

Πρωτεΐνη των ερυθροκυττάρων, που περιέχει σίδηρο και είναι εξειδικευμένη στη μεταφορά των αναπνευστικών αερίων.

#### **Αισθητήρια όργανα**

Όργανα εξειδικευμένα για την υποδοχή συγκεκριμένων ερεθισμάτων.

## **Αισθητική οδός**

Η διαδρομή που ακολουθούν οι νευρικές ώσεις από τους αισθητικούς υποδοχείς της περιφέρειας προς το ΚΝΣ.

## **Αισθητικοί υποδοχείς**

Νευρικά κύτταρα, τα οποία απαντούν στις μεταβολές του περιβάλλοντος με αλλαγές στο δυναμικό της μεμβράνης τους.

## **Ακτίνη**

Πρωτεΐνη, που έχει τη μορφή λεπτών νηματίων και συναντάται κυρίως στα μυϊκά κύτταρα.

## **Αλλαντοϊκή μεμβράνη**

Εξωεμβρυϊκή μεμβράνη, από την οποία σχηματίζονται τα αγγεία του ομφάλιου λώρου.

## **Αμνιακός σάκος**

Εξωεμβρυϊκή μεμβράνη, η οποία περιβάλλει και προστατεύει το έμβρυο. Μεταξύ της μεμβράνης αυτής και του εμβρύου υπάρχει το αμνιακό υγρό.

## **Αμνιοπαρακέντηση**

Η λήψη μικρής ποσότητας αμνιακού υγρού για χρωμοσωμικό και βιοχημικό έλεγχο του εμβρύου.

## **Αμυλάση**

Ένζυμο του σάλιου, που διασπά το άμυλο και το γλυκογόνο σε δισακχαρίτες.

## **Αμφιβληστροειδής χιτώνας**

Φωτοευαίσθητος χιτώνας, που επενδύει το εσωτερικό του οφθαλμικού βολβού. Περιέχει νευρικά κύτταρα με απολήξεις, ραβδία και κωνία, που περιέχουν φωτοευαίσθητες χρωστικές.



## **Ανερέθιστη περίοδος**

Το χρονικό διάστημα μετά τη διέγερση, κατά το οποίο ένας νευρώνας δεν απαντά σε νέο ερέθισμα.

## **Ανταγωνιστής μυς**

Ο μυς που συνεργάζεται με τον κύριο μυ προκειμένου να γίνει μια συγκεκριμένη κίνηση.

## **Αντανακλαστικό**

Στερεότυπη, άμεση απάντηση του οργανισμού σε συγκεκριμένα ερεθίσματα.

## **Αντανακλαστικό τόξο**

Νευρική οδός, που περιλαμβάνει αισθητικό, ενδιάμεσο και κινητικό νευρώνα. Αποτελεί τη δομική και λειτουργική μονάδα του αντανακλαστικού.

## **Αντιδιουρητική ορμόνη**

Ορμόνη, που εκκρίνεται από την υπόφυση και ρυθμίζει την ποσότητα του νερού που επαναρροφάται από τους νεφρούς.

## **Αντλία $\text{Na}^+ / \text{K}^+$**

Μηχανισμός ενεργητικής μεταφοράς στη μεμβράνη του νευρώνα, μέσω του οποίου μεταφέρεται  $\text{Na}^+$  στο εξωτερικό και  $\text{K}^+$  στο εσωτερικό του κυττάρου, σε αναλογία 3 ιόντα νατρίου για κάθε 2 ιόντα καλίου.

## **Αορτή**

Η μεγαλύτερη αρτηρία της μεγάλης κυκλοφορίας του αίματος.

## **Απέκκριση**

Η αποβολή των παραπροϊόντων του μεταβολισμού από τον οργανισμό.

## **Απλή μυϊκή συστολή**

Η συστολή της μυϊκής ίνας με την επίδραση ενός απλού ερεθίσματος.

## **Άρθρωση**

Σύνδεση δύο ή περισσότερων οστών με τη συμμετοχή ενός μαλακότερου ιστού.

## **Αρτηρίδια**

Αγγεία, που μεταφέρουν το αίμα από τις αρτηρίες στα τριχοειδή.

## **Αρτηρίες**

Αγγεία, που μεταφέρουν το αίμα από την καρδιά στα αρτηρίδια και χαρακτηρίζονται από παχιά και ελαστικά τοιχώματα, πλούσια σε μυϊκό ιστό.

## **Αυλάκωση**

Οι κυτταρικές διαιρέσεις του γονιμοποιημένου ωαρίου. Οι διαιρέσεις αυτές δεν ακολουθούνται από αύξηση του κυτταροπλάσματος και γι' αυτό το άθροισμα των κυττάρων που προκύπτει (μορίδιο) έχει το ίδιο σχεδόν μέγεθος με το γονιμοποιημένο ωάριο.

## **Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα**

Το τμήμα του ΝΣ που ελέγχει τους λείους μυς, την καρδιά και τους αδένες. Αποτελείται από το παρασυμπαθητικό και το συμπαθητικό νευρικό σύστημα.

## **B**

### **Βαλβίδες**

Μεμβρανώδεις σχηματισμοί των τοιχωμάτων των φλεβών ή της καρδιάς, που επιτρέπουν τη μονόδρομη ροή του αίματος.

### **Βιταμίνες**

Απαραίτητες οργανικές ενώσεις, που συνήθως είναι τμήματα συνενζύμων. Ο οργανισμός τις προμηθεύεται κυρίως από την τροφή του.

## **Βλαστίδιο**

Πρώιμο στάδιο εμβρυϊκής ανάπτυξης. Συνίσταται από μία κοίλη σφαίρα κυττάρων.

**Βλέννα** Παχύρρευστο έκκριμα γλυκοπρωτεϊνικής φύσης, που εκκρίνεται από ειδικά κύτταρα.

## **Βλεννογόνος**

Χιτώνας, που επενδύει εσωτερικές κοιλότητες του οργανισμού. Αποτελείται κυρίως από επιθηλιακά κύτταρα, που εκκρίνουν βλέννα.

## **Βολβουρηθραίοι αδένες**

Μικροί αδένες σχήματος μπιζελιού, που βρίσκονται κάτω από τον προστάτη.

## **Βρόγχος**

Ένας από τους δύο κλάδους της τραχείας, που οδηγεί στους πνεύμονες. Διαιρείται συνεχώς σε μικρότερες διακλαδώσεις σχηματίζοντας το βρογχιακό δέντρο.

## **Γ**

### **Γάγγλια**

Μικρές μάζες νευρικού ιστού, που αποτελούνται κυρίως από σώματα νευρικών κυττάρων. Βρίσκονται στο ΠΝΣ.

### **Γαλακτωματοποίηση**

Επεξεργασία, που γίνεται στα λίπη με την επίδραση της χολής και επιτρέπει στην υδατοδιαλυτή παγκρεατική λιπάση να τα διασπάσει.

### **Γαστέρα**

Το κεντρικό τμήμα ενός μακρού σκελετικού μυός.

## **Γαστρικό υγρό**

Υγρό, που εκκρίνεται από τους γαστρικούς αδένες του στομάχου και περιέχει ένζυμα, υδροχλωρικό οξύ και τον ενδογενή παράγοντα.

## **Γήρανση**

Προοδευτικές αλλαγές, που οδηγούν σε μείωση των φυσιολογικών λειτουργιών του οργανισμού και τελικά στο θάνατο.

## **Γλωττίδα**

Το άνοιγμα του λάρυγγα κάτω από την επιγλωττίδα.

## **Δ**

## **Διάρθρωση**

Σύνδεση οστών, που επιτρέπει σχετικά μεγάλη κινητικότητα.

## **Διαφοροποίηση**

Η πορεία κατά την οποία ένα κύτταρο γίνεται εξειδικευμένο, ώστε να επιτελεί μία συγκεκριμένη λειτουργία.

## **Διάφραγμα**

Πλατύς μυς σε σχήμα θόλου, ο οποίος διαχωρίζει τη θωρακική από την κοιλιακή κοιλότητα. Συμμετέχει στην αναπνοή.

## **Δυναμικό ενεργείας**

Οι αλλαγές (αναστροφή και επαναφορά του δυναμικού ηρεμίας) που παρατηρούνται στο δυναμικό ηρεμίας του νευρικού κυττάρου μετά την επίδραση ερεθίσματος που έχει τιμή μεγαλύτερη από μία οριακή.

## **Δυναμικό ηρεμίας**

Το δυναμικό της μεμβράνης του νευρικού κυττάρου όταν αυτό δε μεταφέρει νευρικές ώσεις. Οφείλεται στην ανισοκατανομή των φορτίων στις δύο πλευρές της μεμβράνης, και είναι περίπου  $-70 \text{ mV}$

## **E**

### **Εγκεφαλικά νεύρα**

Τα δώδεκα ζεύγη νεύρων που εκφύονται από τον εγκέφαλο.

### **Εγκεφαλονωτιαίο υγρό**

Υγρό, που βρίσκεται στις κοιλίες του εγκεφάλου, στον υπαραχνοειδή χώρο και στο σπονδυλικό σωλήνα. Παράγεται συνεχώς από κύτταρα στις κοιλίες του εγκεφάλου.

### **Εκτελεστικά όργανα**

Οι αδένες και οι μύες στους οποίους φτάνουν οι εντολές από το ΚΝΣ, και μέσω των οποίων ο οργανισμός απαντά στις αλλαγές του περιβάλλοντος

### **Έκφυση**

Το άκρο του μυός που προσφύεται στο οστό που δεν κινείται.

### **Έλυτρο του Bowman**

Μία κοιλότητα με διπλό τοίχωμα, στην αρχή του νεφρώνα, γύρω από το αγγειώδες σπείραμα.

### **Έμμορφα συστατικά**

Τα κύτταρα του αίματος (ερυθροκύτταρα, λευκοκύτταρα και αιμοπετάλια).

### **Εμφύτευση**

Η προσκόλληση του εμβρύου στο ενδομήτριο με τη βοήθεια προεκβολών του τροφοβλάστη.

## **Ενδομήτριο**

Ο βλεννογόνος χιτώνας που περιβάλλει εσωτερικά τη μήτρα και που υφίσταται τις διάφορες μεταβολές κατά τον ενδομήτριο κύκλο.

## **Ενδομήτριος κύκλος**

Οι περιοδικές αλλαγές που συμβαίνουν στο ενδομήτριο.

## **Ενδομύιο**

Ινίδια κολλαγόνου, που περιβάλλουν τις σκελετικές μυϊκές ίνες.

## **Εξοικείωση υποδοχέα**

Η εξασθένιση και τελικά η εξάλειψη του δημιουργούμενου αισθήματος, όταν στον υποδοχέα επιδρά συνεχώς το ίδιο ερέθισμα.

## **Εξωεμβρυϊκές μεμβράνες**

Μεμβράνες, που δεν είναι μέρος του εμβρύου, αλλά είναι απαραίτητες για την ανάπτυξή του.

## **Επιδιδυμίδα**

Σφιχτά περιελιγμένος σωλήνας στο πίσω μέρος κάθε όρχεως, μέσα στον οποίο ωριμάζουν και αποθηκεύονται προσωρινά τα σπερματοζωάρια.

## **Επιθηλιακός ιστός**

Είδος ιστού, ο οποίος επενδύει εσωτερικά κοιλότητες και καλύπτει την εξωτερική επιφάνεια του σώματος.

## **Επιμύιο**

Συνδετικός ιστός, που περιβάλλει ολόκληρο το μυ.

## **Ερέθισμα**

Αλλαγή στο εξωτερικό ή εσωτερικό περιβάλλον του οργανισμού, που προκαλεί την αντίδρασή του.



## **Ερειστικός ιστός**

Τύπος ιστού, του οποίου τα κύτταρα βρίσκονται μέσα σε μεσοκυττάρια ουσία.

## **Ερυθρός μυελός των οστών**

Ιστός, που παράγει τα κύτταρα του αίματος και, στους ενήλικες, βρίσκεται στις μυελοκυψέλες της σπογγώδους ουσίας των οστών.

## **Εφηβεία**

Στάδιο ανάπτυξης, κατά το οποίο το αναπαραγωγικό σύστημα γίνεται λειτουργικό.

## **Z**

### **Ζυγωτό**

Το διπλοειδές κύτταρο, το οποίο προέρχεται από τη σύντηξη των δύο γαμετικών κυττάρων.

## **H**

### **Ήπαρ**

Ο μεγαλύτερος αδένας του σώματος που είναι προσαρτημένος στο γαστρεντερικό σωλήνα. Παράγει χολή, συνθέτει τις περισσότερες από τις πρωτεΐνες του πλάσματος, συμβάλλει στην αποτοξίνωση του οργανισμού, παίρνει μέρος στο μεταβολισμό και αποθηκεύει γλυκογόνο.

## **Θ**

### **Θάλαμος**

Μάζες φαιάς ουσίας στο διάμεσο εγκέφαλο του στελέχους, από όπου περνάνε οι αισθητικές νευρικές οδοί.

## **Θρομβίνη**

Ένζυμο, που μετατρέπει το ινωδογόνο σε ινώδες κατά τη διαδικασία της πήξης του αίματος.

## **I**

### **Ινωδογόνο**

Πρωτεΐνη του πλάσματος, που μετατρέπεται σε ινώδες κατά τη διαδικασία πήξης του αίματος.

### **Ίριδα**

Έγχρωμος δίσκος μπροστά από τον κρυσταλλοειδή φακό. Περιέχει λείες μυϊκές ίνες, που ρυθμίζουν αντανακλαστικά τη διάμετρο της κόρης του οφθαλμού.

### **Ισομετρική συστολή**

Είδος μυϊκής συστολής, κατά την οποία ο μυς δε βραχύνεται

### **Ισοτονική συστολή**

Είδος μυϊκής συστολής, κατά την οποία ο μυς βραχύνεται και παράγει έργο.

## **K**

### **Καρδιακός μυϊκός ιστός**

Είδος μυϊκού ιστού, του οποίου οι ίνες εμφανίζουν γραμμώσεις. Η συστολή των ινών του γίνεται χωρίς τη θέλησή μας.

### **Κατάποση**

Η μεταφορά του βλωμού (μπουκιάς) και των υγρών από το στόμα στο στομάχι.

### **Κατάφυση**

Το άκρο του μυός που προσφύεται στο οστό που κινείται.

## **Κέντρο Broca**

Το κέντρο λόγου, το οποίο βρίσκεται στο πρόσθιο τμήμα του μετωπιαίου λοβού.

## **Κερατοειδής**

Το πρόσθιο διαφανές τμήμα του σκληρού χιτώνα του οφθαλμικού βολβού. Αποτελείται από στρώματα κολλαγόνου και στερείται αιμοφόρων αγγείων. Παίζει σημαντικό ρόλο στη διάθλαση των ακτίνων του φωτός.

## **Κινητική μονάδα**

Ο κινητικός νευρώνας και το σύνολο των μυϊκών ινών τις οποίες αυτός νευρώνει.

## **Κινητική οδός**

Η διαδρομή που ακολουθούν οι νευρικές ώσεις από το ΚΝΣ προς τα εκτελεστικά όργανα.

## **Κοίλη φλέβα**

Φλέβα της μεγάλης κυκλοφορίας, που επαναφέρει το αίμα στο δεξιό κόλπο της καρδιάς. Υπάρχει η άνω και η κάτω κοίλη φλέβα.

## **Κοιλίες της καρδιάς**

Κοιλότητες στο κατώτερο τμήμα της καρδιάς, δεξιά και αριστερή.

## **Κοιλίες του εγκεφάλου**

Τέσσερις κοιλότητες στα ημισφαίρια και στο στέλεχος του εγκεφάλου (δύο πλευρικές στα ημισφαίρια, μία εγκάρσια κάτω από το μεσολόβιο και μία στο στέλεχος), που επικοινωνούν μεταξύ τους και με τον κεντρικό σωλήνα του νωτιαίου μυελού. Είναι γεμάτες με εγκεφαλονωτιαίο υγρό.

## **Κοκκιώδη λευκοκύτταρα**

Λευκοκύτταρα, που περιέχουν κοκκία στο κυτταρόπλασμά τους.

## **Κόλποι**

Κοιλότητες στο ανώτερο τμήμα της καρδιάς, πάνω από τη δεξιά και την αριστερή κοιλία.

## **Κοχλίας**

Τμήμα του εσωτερικού αυτιού, στο οποίο βρίσκεται το υποδεκτικό όργανο της ακοής (όργανο του Corti).

## **Κρυσταλλοειδής φακός**

Αμφίκυρτος ελαστικός φακός, που χρησιμεύει στη δημιουργία του ειδώλου πάνω στον αμφιβληστροειδή.

## **Κύριος μυς**

Ο μυς ο οποίος συστέλλεται, για να γίνει μία συγκεκριμένη κίνηση.

## **Κυψελίδα**

Κηρώδης ουσία, που παράγεται από κύτταρα του τοιχώματος του ακουστικού πόρου.

## **Κωνία**

Φωτοϋποδοχείς του αμφιβληστροειδούς, που παρέχουν τη δυνατότητα έγχρωμης όρασης σε συνθήκες επαρκούς φωτισμού.

## **Λ**

## **Λάρυγγας**

Όργανο από χόνδρο, που βρίσκεται μεταξύ του φάρυγγα και της τραχείας. Περιέχει τις φωνητικές χορδές.

## **Λάχνες**

Προεκβολές του βλεννογόνου του λεπτού εντέρου, που αυξάνουν την απορροφητική επιφάνειά του.

## **Λείος μυϊκός ιστός**

Μυϊκός ιστός, του οποίου οι ίνες δεν εμφανίζουν γραμμώσεις. Η συστολή των ινών του γίνεται χωρίς τη θέλησή μας.

## **Λεκιθικός σάκος**

Εξωεμβρυϊκή μεμβράνη, η οποία χρησιμεύει για την παραγωγή κυττάρων του αίματος κατά τα πρώτα στάδια της εμβρυογένεσης

## **Λεμφικό σύστημα**

Μονόδρομο σύστημα αγγείων, που παραλαμβάνει το υγρό των ιστών, (μεσοκυττάριο υγρό), το φιλτράρει και το μεταφέρει στις φλέβες.

## **Λέμφος**

Υγρό, που έχει την ίδια σύσταση με το υγρό των ιστών (μεσοκυττάριο υγρό), και μεταφέρεται με τα λεμφαγγεία.

## **Λευκή ουσία**

Περιοχές στον εγκέφαλο και στο νωτιαίο μυελό, που αποτελούνται κυρίως από νευράξονες με έλυτρο μυελίνης.

## **Λιπάση**

Παγκρεατικό ένζυμο, που διασπά τα τριγλυκερίδια (λίπη) στο λεπτό έντερο.

## **M**

## **Μεγάλη κυκλοφορία**

Το τμήμα του κυκλοφορικού συστήματος που τροφοδοτεί όλα τα σημεία του σώματος με οξυγονωμένο αίμα.

## **Μεταβολισμός**

Το σύνολο των βιοχημικών αντιδράσεων που γίνονται στον οργανισμό. Περιλαμβάνει τον αναβολισμό και τον καταβολισμό.

## **Μήνιγγες**

Τρεις μεμβράνες, που περιβάλλουν τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό: η χοριοειδής (εσωτερικά), η αραχνοειδής και η σκληρή (εξωτερικά). Ανάμεσα στη χοριοειδή και στην αραχνοειδή δημιουργείται ο υπαραχνοειδής χώρος, στον οποίο κυκλοφορεί το εγκεφαλονωτιαίο υγρό.

## **Μήτρα**

Το εσωτερικό γεννητικό όργανο στις γυναίκες, μέσα στο οποίο αναπτύσσεται το έμβρυο.

## **Μικρολάχνες**

Μικροσκοπικές προεκβολές της κυτταρικής μεμβράνης των επιθηλιακών κυττάρων, τα οποία βρίσκονται στις λάχνες.

## **Μνήμη**

Η ικανότητα αποθήκευσης και ανάκλησης πληροφοριών και αισθήσεων. Διακρίνεται σε βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη.

## **Μορίδιο**

Ένα σφαιρικό συσσωμάτωμα κυττάρων, που προέρχεται από το ζυγωτό με μιτωτικές διαιρέσεις.

## **Μυϊκή δέσμη**

Σύνολο μυϊκών ινών σε παράλληλη διάταξη.

## **Μυϊκή ίνα**

Κύτταρο του μυϊκού ιστού, που χαρακτηρίζεται από την ικανότητα για συστολή.



## **Μυϊκό σύστημα**

Το σύνολο των μυών του σώματος.

## **Μυϊκός κάματος**

Μερική ή ολική ανικανότητα του μυός για συστολή.

## **Μυϊκός τόνος**

Συνεχής, μικρής έντασης, τετανική ισομετρική συστολή των μυών.

## **Μυογράφημα**

Η γραφική παράσταση της μυϊκής συστολής.

## **Μυοσίνη**

Πρωτεΐνη των μυϊκών κυττάρων, που έχει τη μορφή παχέων νηματίων.

## **Μυοσφαιρίνη**

Πρωτεΐνη των μυών, ανάλογη της αιμοσφαιρίνης, που δεσμεύει το οξυγόνο.

## **Μυς**

Συσταλτό όργανο, που αποτελείται από μυϊκές ίνες, από συνδετικό ιστό και από νεύρα.

## **N**

## **Νευράξονας**

Νευρική αποφυάδα, που μεταφέρει νευρικές ώσεις μακριά από το κυτταρικό σώμα σε άλλους νευρώνες ή σε εκτελεστικά όργανα.

## **Νεύρα**

Δέσμες απολήξεων νευρώνων, οι οποίες περιβάλλονται από συνδετικό ιστό (περινεύριο).

## **Νευρογλοιακό κύτταρο**

Κύτταρο του νευρικού ιστού εξειδικευμένο στην προστασία, στήριξη και θρέψη των νευρώνων.

## **Νευροδιαβιβαστές**

Χημικές ενώσεις μικρού μοριακού βάρους, οι οποίες συντίθενται στο νευρώνα και απελευθερώνονται στις συνάψεις, συμβάλλοντας στη μετάδοση της νευρικής ώσης.

## **Νευρώνας**

Κύτταρο του νευρικού ιστού, εξειδικευμένο στη μεταφορά μηνυμάτων με τη μορφή νευρικών ώσεων.

## **Νεφρική πύελος**

Μία κοίλη περιοχή του νεφρού, που βρίσκεται στο εσωτερικό του μυελού και παραλαμβάνει τα ούρα από τα αθροιστικά σωληνάρια.

## **Νεφρός**

Όργανο του ουροποιητικού συστήματος, που παράγει και εκκρίνει τα ούρα.

## **Νεφρώνας**

Το νεφρικό σωληνάριο. Η ανατομική και λειτουργική μονάδα των νεφρών.

## **Νωτιαία νεύρα**

Τα 31 ζεύγη νεύρων που εκφύονται από το νωτιαίο μυελό.

## **Ο**

### **Οδοντίνη**

Συστατικό των δοντιών, παρόμοιας σύστασης με τον οστίτη ιστό.

### **Οιστρογόνα**

Ορμόνες που εκκρίνονται από τις ωοθήκες.

## **Ομοιόσταση**

Η διατήρηση σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος στον οργανισμό μας (θερμοκρασία, αρτηριακή πίεση κτλ.).

## **Ομφάλιος λώρος**

Η δομή που συνδέει το έμβρυο με τον πλακούντα και περιέχει αγγεία.

## **Ορμόνες**

Χημικές ουσίες-μηνύματα, που παράγονται σε μικρές ποσότητες σε ορισμένες περιοχές του σώματος, και μεταφέρονται σε άλλες με την κυκλοφορία του αίματος.

## **Οστέινη ουσία**

Το οργανικό μέρος του οστίτη ιστού. Αποτελείται από άμορφη θεμέλια ουσία και από ίνες κολλαγόνου.

## **Οστεοβλάστες**

Κύτταρα του οστίτη ιστού, που έχουν ως έργο τη σύνθεση των οργανικών ουσιών.

## **Οστεοκλάστες**

Πολυπύρρηνα γιγαντοκύτταρα, που αποδομούν τον οστίτη ιστό.

## **Οστεοκύτταρα**

Κύτταρα του οστίτη ιστού, που προήλθαν από τους οστεοβλάστες. Περιβάλλονται από μεσοκυττάρια ουσία.

## **Οστέωση**

Η διαδικασία αντικατάστασης του υμενώδους σκελετού από οστίτη ιστό.

## **Οστίτης ιστός**

Ένας από τους σκληρότερους ιστούς του σώματος, από τον οποίο αποτελούνται τα οστά.

## **Ουδετερόφιλα**

Κοκκιώδη λευκοκύτταρα, που αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των λευκοκυττάρων. Τα πρώτα που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των μολύνσεων.

## **Ουρήθρα**

Σωλήνας, που απομακρύνει τα ούρα από την ουροδόχο κύστη στο περιβάλλον.

## **Ουρητήρας**

Ένας από τους δύο σωλήνες που μεταφέρουν τα ούρα από τους νεφρούς στην ουροδόχο κύστη.

## **Ουρία**

Συστατικό των ούρων, προϊόν του μεταβολισμού των αμινοξέων.

## **Ουρικό οξύ**

Συστατικό των ούρων, προϊόν του μεταβολισμού των νουκλεϊνικών οξέων.

## **Ουροδόχος κύστη**

Όργανο αποθήκευσης των ούρων, πριν αυτά αποβληθούν μέσω της ουρήθρας.

## **Π**

## **Πάγκρεας**

Μεικτός αδένας προσαρτημένος στο γαστρεντερικό σωλήνα, του οποίου η εξωκρινής μοίρα παράγει το παγκρεατικό υγρό, ενώ η ενδοκρινής τις ορμόνες, που ρυθμίζουν τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα.

## **Παγκρεατική αμυλάση**

Ένζυμο του παγκρεατικού υγρού, το οποίο ολοκληρώνει την πέψη του αμύλου στο λεπτό έντερο.

## **Παγκρεατική λιπάση**

Ένζυμο του παγκρεατικού υγρού, που διασπά τα λίπη στο λεπτό έντερο.

## **Παγκρεατικό υγρό**

Υγρό που εκκρίνεται από την εξωκρινή μοίρα του παγκρέατος. Περιέχει προένζυμα για τη διάσπαση των θρεπτικών ουσιών της τροφής.

## **Παρεγκεφαλίδα**

Τμήμα του εγκεφάλου, που συντονίζει τις κινήσεις των σκελετικών μυών και παίζει ρόλο στην ισορροπία.

## **Πέος**

Το εξωτερικό γεννητικό όργανο του άντρα, μέσα από το οποίο περνάει η ουρήθρα.

## **Πεπτικά ένζυμα**

Ειδικά ένζυμα, που, στις περισσότερες περιπτώσεις, εκκρίνονται στα διάφορα τμήματα του γαστρεντερικού σωλήνα και συμβάλλουν στη διάσπαση των συστατικών της τροφής.

## **Πεπτικά υγρά**

Εκκρίσεις των αδένων του πεπτικού συστήματος, που συμβάλλουν στη διεργασία της πέψης. Πεπτικά υγρά είναι το σάλιο, το γαστρικό υγρό, το παγκρεατικό υγρό και το εντερικό υγρό.

## **Περιμύιο**

Συνδετικός ιστός, που περιβάλλει μια μυϊκή δέσμη.

## **Περίοστεο**

Συνδετικός ιστός, που περιβάλλει το οστό.

## **Περισταλτική κίνηση**

Βασική προωθητική κίνηση της τροφής κατά μήκος του γαστρεντερικού σωλήνα, που επιτυγχάνεται με ρυθμικές συσπάσεις των μυών των τοιχωμάτων του.

## **Πέψη**

Το σύνολο των μηχανικών και χημικών διεργασιών στο γαστρεντερικό σωλήνα, που έχει ως αποτέλεσμα τη διάσπαση των θρεπτικών ουσιών σε απλά μόρια, τα οποία μπορούν να απορροφηθούν.

## **Πεψίνη**

Το σημαντικότερο ένζυμο του γαστρικού υγρού, που διασπά τις πρωτεΐνες σε ολιγοπεπτίδια.

## **Πήξη του αίματος**

Η διαδικασία κατά την οποία, μετά από ένα μικρό τραυματισμό κάποιου αγγείου, σχηματίζεται ένα ινώδες δίκτυο στο αίμα, το οποίο σταματά την περαιτέρω απώλεια αίματος.

## **Πλακούντας**

Το όργανο που σχηματίζεται από το χόριο του εμβρύου και από τους ιστούς του ενδομήτριου. Διά μέσου αυτού του οργάνου το έμβρυο εξασφαλίζει τις θρεπτικές ουσίες και απομακρύνει τις άχρηστες. Ο πλακούντας εκκρίνει προγεστερόνη και οιστρογόνα, που εμποδίζουν την ωρίμανση νέων ωοθυλακίων.

## **Πλάσμα**

Το υγρό μέρος του αίματος, που περιέχει όλα τα συστατικά εκτός από τα έμμορφα.



## **Πνευμονική κυκλοφορία**

Το τμήμα του κυκλοφορικού συστήματος που μεταφέρει το αίμα από την καρδιά στους πνεύμονες και το οξυγονωμένο αίμα από τους πνεύμονες στην καρδιά.

## **Προγεστερόνη**

Ορμόνη, που εκκρίνεται από το ωχρό σωματίο και από τον πλακούντα.

## **Προθρομβίνη**

Πρωτεΐνη του πλάσματος, που μετατρέπεται σε θρομβίνη κατά τη διαδικασία πήξης του αίματος.

## **Προλακτίνη**

Ορμόνη, που εκκρίνεται από τον υποθάλαμο και ενεργοποιεί την παραγωγή του γάλακτος από τους μαστικούς αδένες.

## **Προμήκης**

Τμήμα του στελέχους του εγκεφάλου, που εντοπίζεται ανάμεσα στη γέφυρα και στην παρεγκεφαλίδα.

## **Προστάτης**

Αδένας, που βρίσκεται κάτω από την ουροδόχο κύστη των ανδρών και συμβάλλει στην παραγωγή του σπέρματος.

## **P**

## **Ραβδία**

Φωτοϋποδοχείς στον αμφιβληστροειδή του οφθαλμού. Περιέχουν τη φωτοευαίσθητη ουσία ροδοψίνη και παρέχουν τη δυνατότητα ασπρόμαυρης όρασης ακόμα και σε αμυδρό φωτισμό.

## **Σ**

### **Σαρκείλημα**

Η κυτταρική μεμβράνη της σκελετικής μυϊκής ίνας.

### **Σαρκομέριο**

Επαναλαμβανόμενες όμοιες μονάδες, που αποτελούν το μυϊκό ινίδιο.

### **Σαρκόπλασμα**

Το κυτταρόπλασμα της σκελετικής μυϊκής ίνας.

### **Σκελετικός μυϊκός ιστός**

Μυϊκός ιστός, του οποίου οι ίνες εμφανίζουν γραμμώσεις. Η συστολή των ινών του γίνεται με την βούλησή μας.

### **Σπερματογένεση**

Η διαδικασία παραγωγής σπερματοζωαρίων στον άντρα.

### **Σπερματοζωάριο**

Το ώριμο γαμετικό κύτταρο των αντρών. Αποτελείται από τρία μέρη: την κεφαλή, το ενδιάμεσο σώμα και την ουρά.

### **Σπογγώδης οστέινη ουσία**

Οστέινη ουσία με αραιή διάταξη και χωρίς οστεώνες. Μέσα στις κοιλότητές της, τις μυελοκυψέλες, βρίσκεται ερυθρός μυελός των οστών.

### **Στεφανιαία αρτηρία**

Αρτηρία, που τροφοδοτεί με αίμα την καρδιά.

### **Συμπαγής οστέινη ουσία**

Οστέινη ουσία με πυκνή διάταξη, στην οποία σχηματίζονται οστεώνες.

## **Συναπτικά κοκκία**

Κοκκία, που παράγονται από το σύστημα Golgi του νευρώνα, στα οποία είναι αποθηκευμένοι οι νευροδιαβιβαστές πριν από την απελευθέρωσή τους από το προσυναπτικό άκρο.

## **Συναπτική σχισμή**

Ο χώρος ανάμεσα στις κυτταρικές μεμβράνες του προσυναπτικού και του μετασυναπτικού άκρου σε μία σύναψη.

## **Σύναψη**

Περιοχή λειτουργικής σύνδεσης ενός νευρώνα με άλλο νευρώνα ή με εκτελεστικό όργανο.

## **Σύνδεσμοι**

Ταινίες από παχύ συνδετικό ιστό, που προσφύονται σε αρθρούμενα οστά.

## **T**

### **Τελική κινητική πλάκα**

Το ειδικό σωματίο που σχηματίζεται στη μυϊκή ίνα κατά τη νευρομυϊκή σύναψη.

### **Τελικό κομβίο**

Μικρή διόγκωση στις απολήξεις του νευράξονα, από την οποία εκκρίνονται οι νευροδιαβιβαστικές ουσίες

### **Τένοντες**

Ίνες συνδετικού ιστού, που συνδέουν τα άκρα του μυός με τα οστά.

## **Τεστοστερόνη**

Η κύρια ανδρική φυλετική ορμόνη, η οποία είναι υπεύθυνη για τη φυσιολογική ανάπτυξη των γεννητικών οργάνων και για την εμφάνιση των δευτερευόντων χαρακτηριστικών του αντρικού φύλου.

## **Τετανική συστολή**

Παρατεταμένη μυϊκή συστολή υπό την επίδραση πολλαπλών ερεθισμάτων, με συγκεκριμένη συχνότητα.

## **Τοκετός**

Η γέννηση του νεογνού και η απομάκρυνση του πλακούντα.

## **Τραχεία**

Κυλινδρικός σωλήνας, μέρος της αναπνευστικής οδού, που βρίσκεται μεταξύ του λάρυγγα και των βρόγχων.

## **Τράχηλος**

Το κάτω στενό πέρασμα της μήτρας, που οδηγεί στον κόλπο.

## **Τριχοειδή**

Μικροσκοπικά αγγεία, που συνδέουν τα αρτηρίδια με τα φλεβίδια. Από τα λεπτά τοιχώματά τους εισέρχονται και εξέρχονται διάφορες ουσίες στο αίμα.

## **Τυμπανική μεμβράνη**

Λεπτή μεμβράνη στο τέλος του ακουστικού πόρου. Μεταδίδει τους ήχους στα ακουστικά οστάρια.

## Υ

### Υποδοχείς

Ειδικά μόρια στη μεμβράνη του κυττάρου, που συνδέονται, λόγω ειδικής στερεοδιαμόρφωσης, με ορμόνες, νευροδιαβιβαστές κ.ά.

## Φ

### Φαιά ουσία

Περιοχές στον εγκέφαλο και στο νωτιαίο μυελό, που αποτελούνται κυρίως από σώματα νευρώνων.

### Φλέβες

Αγγεία, που μεταφέρουν το αίμα από τα φλεβίδια στην καρδιά. Χαρακτηριστικό τους είναι τα μη ελαστικά τοιχώματα.

### Φλεβίδια

Αγγεία, που μεταφέρουν το αίμα από τα τριχοειδή στις φλέβες.

### Φωνητικές χορδές

Αναδιπλώσεις ιστών του λάρυγγα, οι οποίες παράγουν ήχους, όταν πάλλονται.

## Χ

### Χοληδόχος κύστη

Κύστη στο κάτω μέρος του ήπατος, στην οποία αποθηκεύεται η χολή, που εκκρίνεται από τα ηπατικά κύτταρα.

### Χολή

Υγρό, το οποίο εκκρίνεται από τα ηπατικά κύτταρα και συμβάλλει στην γαλακτωματοποίηση των λιπών.

## **Χόνδρινος ιστός**

Ειδική μορφή ερειστικού ιστού.

## **Χόριο**

Εξωεμβρυϊκή μεμβράνη, η οποία σχηματίζει ένα εξωτερικό περίβλημα γύρω από το έμβρυο και συμβάλλει στο σχηματισμό του πλακούντα.

## **Χυλομικρά**

Σφαιρίδια από λίπη, χοληστερόλη και μία λιποπρωτεΐνη, που σχηματίζονται στο ενδοπλασματικό δίκτυο των επιθηλιακών κυττάρων του εντέρου, και περνούν στο λεμφικό σύστημα.

## **Χυλός**

Παχύρρευστη μάζα, που δημιουργείται μετά την επεξεργασία της τροφής στο στομάχι.

## **Ω**

### **Ωάριο**

Το γαμετικό κύτταρο των γυναικών. Στην πραγματικότητα πρόκειται για το ωοκύτταρο, που προήλθε μετά την πρώτη μειωτική διαίρεση.

### **Ωογένεση**

Η διαδικασία σχηματισμού ενός ώριμου ωαρίου από άωρα γαμετικά κύτταρα.

### **Ωοθήκη**

Το όργανο (στις γυναίκες) που παράγει τα ωάρια και τις ορμόνες οιστρογόνα και προγεστερόνη.

### **Ωοθυλακικός κύκλος**

Οι περιοδικές μεταβολές που γίνονται στις ωοθήκες (κάθε 28 ημέρες περίπου), με σκοπό την ωρίμανση και την απελευθέρωση ενός ωαρίου.



## **Ωοθυλακιορρηξία**

Η ρήξη του ωοθυλακίου και η απελευθέρωση ενός ώριμου ωαρίου.

## **Ωοθυλάκιο**

Συσσωμάτωμα κυττάρων, μέσα στο οποίο ωριμάζει το ωάριο. Μετά την ωοθυλακιορρηξία μετατρέπεται σε ωχρο σωματίο. Τα ωοθυλάκια βρίσκονται στις ωοθήκες και παράγουν επίσης τις γυναικείες ορμόνες.

## **Ωχρή κηλίδα**

Περιοχή του αμφιβληστροειδούς, αντιδιαμετρικά του κρυσταλλοειδούς φακού, που περιέχει πολυάριθμα κωνία.

## **Ωχρο σωματίο**

Η κίτρινη δομή που προέρχεται από ένα ωοθυλάκιο μετά την ωοθυλακιορρηξία. Παράγει την ορμόνη προγεστερόνη.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 2ου ΤΟΜΟΥ

<b>6. ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΩΣΜΩΡΡΥΘΜΙΣΗ .....</b>	<b>6</b>
Ουροποιητικό σύστημα .....	8
Ωσμωρρύθμιση .....	24
Ομοιόσταση .....	27
<b>7. ΕΡΕΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....</b>	<b>43</b>
Οστά .....	46
Σχηματισμός και ανάπτυξη των οστών .....	51
Αρθρώσεις .....	55
Τα μέρη του σκελετού .....	59
<b>8. ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....</b>	<b>70</b>
Μυϊκός Ιστός .....	70
Δομή και λειτουργία του γραμμωτού μυός .....	72
<b>9. ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....</b>	<b>91</b>
Δομή και λειτουργία των νευρικών κυττάρων .....	91
Περιφερικό νευρικό σύστημα .....	108
Κεντρικό νευρικό σύστημα .....	114
Αυτόνομο νευρικό σύστημα .....	138
Σύμβολα - Συντμήσεις .....	144
Λεξιλόγιο .....	145

**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, Έρευνας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.**