

# Κεφάλαιο 1

## Οργάνωση του Ανθρώπινου Σώματος

### Κύτταρα και Ιστοί

#### Κύτταρο

Το κύτταρο αποτελεί τη μικρότερη δομική μονάδα, μορφολογική και λειτουργική, όλων των ζώων οργανισμών. Οι διάφοροι οργανισμοί διακρίνονται σε **μονοκύτταρους**, όπως η αμοιβάδα και σε **πολυκύτταρους**, όπως ο άνθρωπος.

Ειδικότερα, ο **αριθμός των κυττάρων** του ανθρώπινου σώματος ενήλικα σε δεδομένη στιγμή υπολογίζεται περίπου σε εκατό τρισεκατομμύρια ( $10^{14}$ ). Εξ άλλου ο συνολικός αριθμός κατά μέσο όρο σε 70 χρόνια, από τη γονιμοποίηση του ωαρίου μέχρι το θάνατό του, φθάνει τα 12 τετράκις εκατομμύρια, αν ληφθεί υπόψη ότι τα περισσότερα κύτταρα αναγεννούνται σε αντικατάσταση αυτών που αποθνήσκουν.

Το **μέγεθος των κυττάρων** είναι πολύ μικρό, με αποτέλεσμα αυτά να είναι ορατά μόνο με το μικροσκόπιο. Το μέγεθος της διαμέτρου των συνηθισμένων ευκαρυωτικών κυττάρων είναι 10-100 μm. Μερικά κύτταρα είναι μεγαλύτερα από 100 nm, όπως τα επιμήκη κύτταρα των γραμμωτών μυών (μυϊκές ίνες), ενώ μεγαλύτερα από όλα θεωρούνται ορισμένα νευρικά κύτταρα (κυτταρικό σώμα με τις αποφυάδες - νευρικές ίνες) με μήκος ακόμη και μεγαλύτερο από 1 m.

Το κύτταρο αποτελείται από την **κυτταρική μεμβράνη**, το **πρωτόπλασμα** και από τα **οργανίδια**, τα οποία είναι ο πυρήνας, το ενδοπλασματικό δίκτυο, τα μιτοχόνδρια, η συσκευή του Golgi, τα λυ-

σοσώματα, τα κεντροσώματα, τα μικροϊνίδια και διάφοροι άλλοι σχηματισμοί (Σχήμα 2-1).

#### Ιστοί

Στο σώμα τα κύτταρα αθροίζονται σε μεγάλες ομάδες οι οποίες αποτελούν τους διάφορους **ιστούς** του. Σε κάθε ιστό τα κύτταρα επιτελούν τις βασικές, κοινές για όλα τα κύτταρα, λειτουργίες τους, όπως είναι η λειτουργία της αναπνοής, της πέψης, της αναπαραγωγής κ.ά. Όμως, αναλόγως με τον ιστό στον οποίο ανήκουν, τα κύτταρα εκτελούν και μια εξειδικευμένη λειτουργία, όπως είναι στην περίπτωση του νευρικού ιστού η παραγωγή και μετάδοση της νευρικής ώσης-διέγερσης, στην περίπτωση του μυϊκού ιστού η λειτουργία της σύσπασης-βράχυνσης, για το εκκριτικό ιστό η λειτουργία της παραγωγής του εκκρίματος κ.ο.κ.

Στους ιστούς τα κύτταρα μπορεί να είναι ακίνητα, καθηλωμένα σε μια ορισμένη για το καθένα, θέση, σε άλλους, όμως, μπορεί να μετακινούνται στους μεταξύ των κυττάρων χώρους (μεσοκυττάριοι χώροι) και στις διάφορες κοιλότητες, ή ακόμη να κινούνται τελείως ελεύθερα, όπως συμβαίνει με τα κύτταρα του αίματος (αιμοσφαίρια κινούμενα στο πλάσμα του αίματος). Οι περισσότεροι ιστοί του σώματος είναι συσσωματωμένοι σε **όργανα**. Όργανο είναι ένα μέρος του σώματος που επιτελεί μια ειδική, καθορισμένη λειτουργία (ή λειτουργίες) όπως π.χ. ο στόμαχος την πέψη των τροφών. Τα όργανα υποστηρίζονται από περιτονίες, τένοντες, οστά, χόνδρους, δέρμα και από άλλους ιστούς.

## Λειτουργικά συστήματα

Τα διάφορα όργανα αποτελούν τα **λειτουργικά συστήματα**, όπως το αναπνευστικό, το καρδιαγγειακό, το νευρικό κ.ά. **Σύστημα** είναι ομάδα δομών ή οργάνων, που σχετίζονται μεταξύ τους και λειτουργούν από κοινού για την επιτέλεση ορισμένων λειτουργιών. Στην περίπτωση π.χ. του πεπτικού συστήματος, αυτό αποτελείται από τα όργανα: στόμα, φάρυγγας, οισοφάγος, στομάχος, έντερο κ.λπ.

Τα κύτταρα και τα μέρη τους, αναλόγως με τον ιστό του οποίου αποτελούν συστατικό στοιχείο, έχουν και διαφορετική **ονομασία**. Π.χ. στο νευρικό ιστό το κύτταρο ονομάζεται και νευράδα ή νευρώνας, η κυτταρική μεμβράνη νευρείλημμα, το κυτταρόπλασμα νευρόπλασμα· στο μυϊκό ιστό το κύτταρο είναι η μυϊκή ίνα, η κυτταρική μεμβράνη το σαρκείλημμα, το πρωτόπλασμα το σαρκόπλασμα, το ενδοπλασματικό δίκτυο ονομάζεται και σαρκοπλασματικό δίκτυο κ.ο.κ.

Ακόμη, αναλόγως με τον ιστό στον οποίο ανήκει το κύτταρο, τα διάφορα οργανίδια του είναι περισσότερα ή ολιγότερα αναπτυγμένα. Π.χ. τα ολίγα μικροϊνίδια, που υπάρχουν στα κύτταρα, είναι πολύ αναπτυγμένα στα κύτταρα του μυϊκού ιστού (μυοϊνίδια), γιατί σε αυτά στηρίζεται η λειτουργία της βράχυνσης (δημιουργία κίνησης) του μυϊκού κυττάρου.

Η ζωή διατηρείται σε ένα υδατικό περιβάλλον στο οποίο πραγματοποιούνται ενζυμικές αντιδράσεις και κυτταρικές και υποκυτταρικές διεργασίες. Το ύδωρ αποτελεί μέχρι και το 60% περίπου του βάρους ενήλικα και κατανέμεται στο **ενδοκυττάριο υγρό**, αυτό που βρίσκεται εντός των κυττάρων και στο **εξωκυττάριο υγρό**, αυτό που βρίσκεται μεταξύ πλάσματος και ενδιάμεσων διαμερισμάτων. Το εξωκυττάριο υγρό διακρίνεται: (α) στο **ενδιάμεσο υγρό** μεταξύ των κυττάρων του σώματος, (β) το **πλάσμα**, που αποτελεί το υδατικό μέρος του αίματος και (γ) στη **λέμφο**, το υγρό των λεμφαγγείων.

Στα εξωκυττάρια υγρά του σώματος (ή περιβάλλον) επικρατούν σταθερές χημικές και φυσικές συνθήκες και αυτό ανεξαρτήτως από μεταβολές που μπορεί να επέλθουν στο περιβάλλον. Αυτή η κατάσταση δυναμικής ισορροπίας, που διατηρείται με φυσιολογικές διεργασίες, ονομάζεται **ομοιόσταση**. Η ομοιόσταση διατηρείται με **συστήματα ελέγχου**, κυρίως με **αρνητική ανατροφοδότηση**.

## Ολοκλήρωση των Λειτουργιών των Οργάνων του Σώματος

Τα διάφορα μέρη και οι λειτουργίες του σώματος συνδυάζονται μεταξύ τους ώστε να αποτελούν ένα αρμονικό σύνολο. Στα πλαίσια αυτής της ολοκλήρωσης, το σώμα χωρίζεται σε ορισμένα κύρια λειτουργικά συστήματα, καθένα από τα οποία επιτελεί ένα ειδικό ρόλο στη διατήρηση της ομοιοστασίας του.

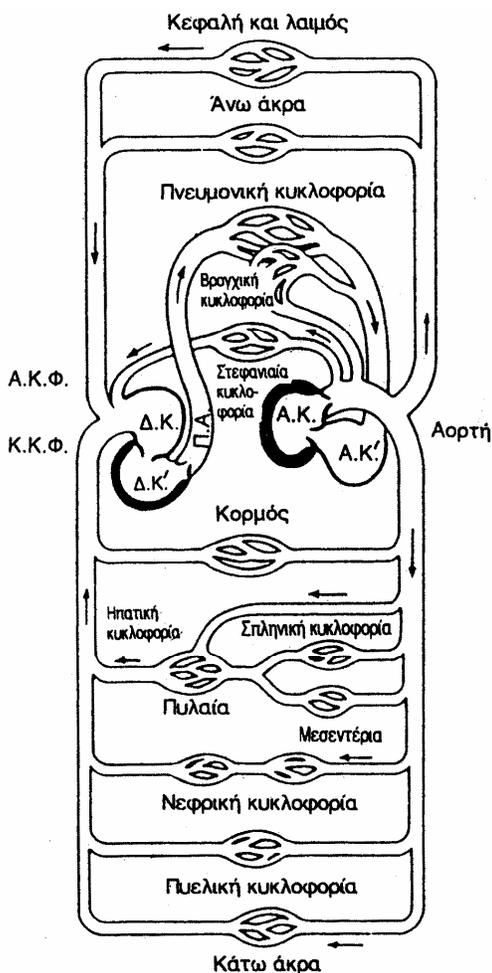
### Κυκλοφορικό ή καρδιαγγειακό σύστημα

Το καρδιαγγειακό σύστημα (καρδιά και αγγεία), με την κίνηση του αίματος που παράγει, ανανεώνει συνεχώς τα υγρά του εξωκυττάρου ή του μεσοκυττάρου χώρου (εσωτερικό περιβάλλον). Το ρόλο αυτό το σύστημα επιτελεί με τις δυο κυκλοφορίες τους, τη μεγάλη κυκλοφορία και τη μικρή κυκλοφορία.

### Μεγάλη κυκλοφορία

Με τη **μεγάλη** ή **περιφεριακή** (ή **συστημική**) **κυκλοφορία** το οξυγονωμένο αίμα, που έρχεται από τους πνεύμονες με τις τέσσερις πνευμονικές φλέβες στον αριστερό κόλπο και στη συνέχεια στην αριστερή κοιλία, εξωθείται στην αορτή και στις μεγάλες αρτηρίες που καταλήγουν στα αρτηρίδια και τελικώς στα τριχοειδή (διάμετρος 5-15 μm), στα οποία πραγματοποιούνται οι ανταλλαγές ουσιών μεταξύ του αίματος και του υγρού των ιστών. Με το αίμα παρέχονται θρεπτικές ουσίες (σάκχαρα, λίπη, λευκώματα), συμπληρωματικές ουσίες (άλατα, βιταμίνες, ύδωρ), οξυγόνο και ό,τι άλλο μεταφέρει το αίμα, ενώ αυτό παραλαμβάνει από τους ιστούς τα προϊόντα του μεταβολισμού, όπως διοξείδιο του άνθρακα, οξέα, ουρία, ουρικό οξύ και πολλές άλλες ουσίες, αλλά και χρήσιμες ουσίες τις οποίες εκκρίνουν τα κύτταρα, όπως π.χ. ορμόνες.

Από τα τριχοειδή το αίμα φέρεται διαδοχικώς στα μετατριχοειδικά φλεβίδια, στα φλεβίδια και στις μεγαλύτερες φλέβες, οι οποίες καταλήγουν τελικώς στην άνω και στην κάτω κοίλη φλέβα (ΑΚΦ και ΚΚΦ αντιστοίχως), οι οποίες, μαζί με το στεφανιαίο κόλπο, εκβάλλουν στο δεξιό κόλπο της καρδιάς (Σχήματα 1-1 και 1-2).



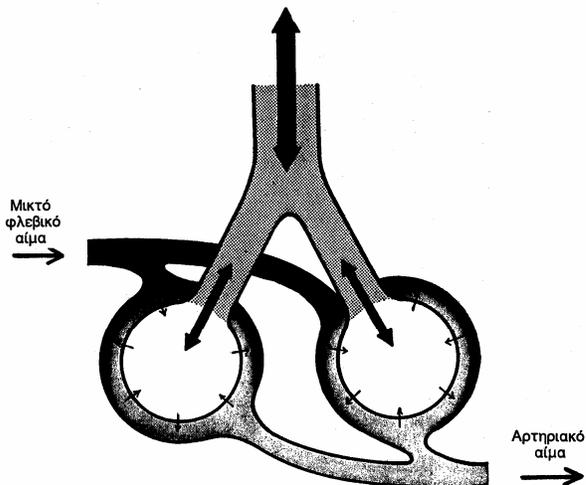
Σχήμα 1-1. Διαγραμματική παρουσίαση της καρδιάς (με τη μορφή δυο καρδιών, της δεξιάς και της αριστερής) και της κυκλοφορίας του αίματος (της περιφερικής και της πνευμονικής) με τις κυριότερες διακλαδώσεις της. ΑΚΦ: Άνω κοίλη φλέβα, ΚΚΦ: κάτω κοίλη φλέβα, ΔΚ: δεξιός κόλπος, ΔΚ': δεξιά κοιλία, ΑΚ: αριστερός κόλπος, ΑΚ': αριστερή κοιλία

### Μικρή κυκλοφορία

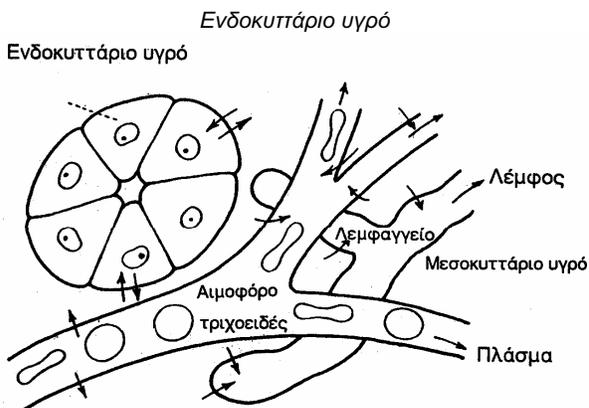
Με τη **μικρή** ή **πνευμονική κυκλοφορία**, το αίμα, που εισήλθε από το δεξιό κόλπο (ΔΚ) στη δεξιά κοιλία (ΔΚ'), εξωθείται στην πνευμονική αρτηρία και στους δυο κλάδους της, δεξιά και αριστερή πνευμονική αρτηρία, οι οποίοι διακλαδιζόμενοι καταλήγουν στα πνευμονικά τριχοειδή που βρίσκονται γύρω από τις πνευμονικές κυψελίδες.

Μετά την ανταλλαγή-διάχυση των αερίων, το οξυγονωμένο αίμα φέρεται με τις τέσσερις πνευμονικές φλέβες στον αριστερό κόλπο (ΑΚ) και από τον κόλπο αυτό στην αριστερή κοιλία (ΑΚ') κ.ο.κ.

Το αίμα μεταφέρει στους ιστούς: (α) θρεπτικές και συμπληρωματικές ουσίες που προσέλαβε κατά τη διέλευσή του από το γαστρεντερικό σωλήνα, (β) γλυκογόνο (περίσσεια) από το ήπαρ και τους μυς και (γ) ορμόνες από τους ενδοκρινείς αδένες (αυτές ρυθμίζουν τις λειτουργίες των οργάνων) κ.ά. (Σχήμα 1-3).



Σχήμα 1-3: Σχηματική παρουσίαση πνευμόνων και πνευμονικής κυκλοφορίας. Οι στρογγυλεμένες επιφάνειες παριστάνουν τις κυψελίδες και οι γραμμοσκιασμένοι σωλήνες που οδηγούν σε αυτές όλο το αγωγό διαμέρισμα. Το μικτό φλεβικό αίμα (σκούρο) ρέει διαμέσου των αγγείων σε στενή επαφή με οξυγονωμένες κυψελίδες, καθιστάμενο αρτηριακό αίμα. Τα μικρά βέλη δείχνουν τη μεταφορά  $O_2$  και  $CO_2$  μεταξύ αέρα και αίματος



Σχήμα 1-2. Σχηματική παράσταση της μικροκυκλοφορίας, περιλαμβάνουσα την κυκλοφορία του αίματος και της λέμφου

### Αναπνευστικό σύστημα

Αυτό αποτελείται από τις **αεροφόρους οδούς** (άνωτερες και κατώτερες) και από τους **πνεύμονες** (πνευμονικό παρέγχυμα: κυψελίδες). Οι πνεύμονες βρίσκονται στη θωρακική κοιλότητα, που καλύπτεται από τον υπεζωκότα, ο οποίος καλύπτει και τους πνεύμονες. Στο θώρακα υπάρχουν

μύες, ενώ το διάφραγμα αποφράσσει από κάτω τη θωρακική κοιλότητα. Οι θωρακικοί μύες και το διάφραγμα αποτελούν τους αναπνευστικούς μυς.

Το αναπνευστικό σύστημα προμηθεύει στο σώμα το O<sub>2</sub> και αποβάλλει το CO<sub>2</sub>. Με τις συσπάσεις των αναπνευστικών μυών, το **οξυγόνο του αέρα**, με την εισπνοή, φθάνει στις κυψελίδες και με διάχυση διαπερνά το τοίχωμά τους και το λεπτό τοίχωμα των πνευμονικών τριχοειδών και ενώνεται με την **αιμοσφαιρίνη** του αίματος (Hb) του τριχοειδούς. Η παρουσία της Hb στο αίμα εξασφαλίζει επαρκές οξυγόνο για τις ενεργειακές απαιτήσεις των κυττάρων.



Σχήμα 1-4: Εξωτερική και εσωτερική αναπνοή του σώματος

Το οξυγονωμένο αίμα μεταφέρεται στα τριχοειδή των ιστών, όπου διίσταται από τη Hb και με διάχυση, μαζί με άλλα συστατικά, μεταφέρεται από το εξωκυττάριο υγρό στο εσωτερικό των κυττάρων.

Το O<sub>2</sub> στο εσωτερικό των κυττάρων αντιδρά με τις **θρεπτικές ουσίες** παρέχοντας **ενέργεια** απαραίτητη για τις λειτουργίες του κυττάρου. Το CO<sub>2</sub>, που παράγεται από την κυτταρική οξείδωση, απελευθερώνεται και με διάχυση εξέρχεται προς τον εξωκυττάριο χώρο και εισέρχεται, στη συνέχεια, στα τριχοειδή· με το αίμα αυτό μεταφέρεται στους πνεύμονες, όπου διαχεόμενο στον αέρα των κυψελίδων αποβάλλεται με την εκπνοή (Σχήμα 1-4).

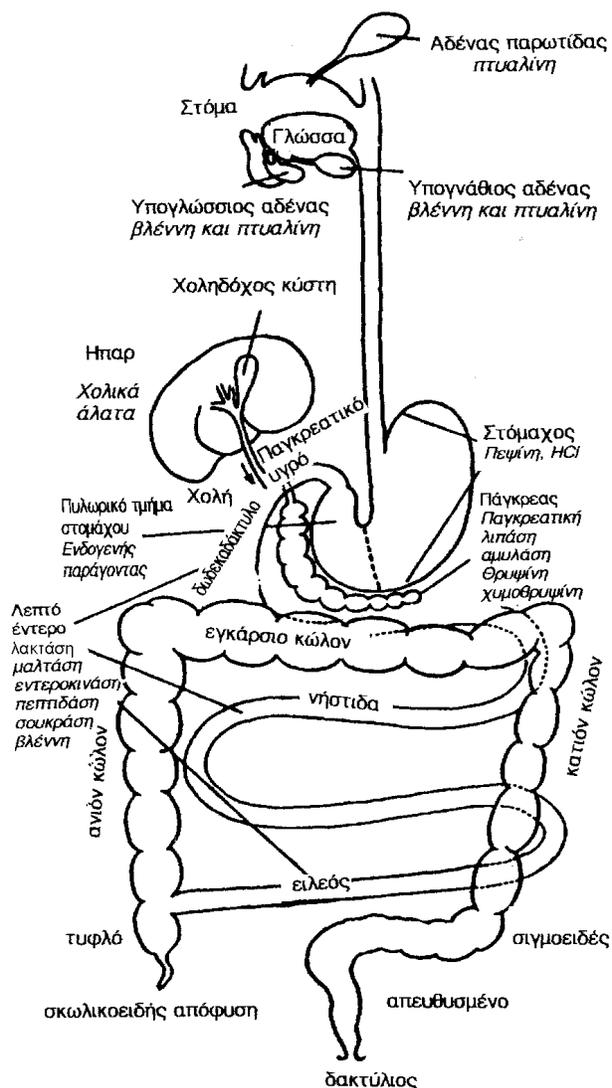
### Γαστρεντερικό σύστημα

Αυτό αποτελείται από τον οισοφάγο, το στόμαχο, και το έντερο (λεπτό και παχύ). Το σύστημα αυτό παρέχει στο σώμα τις αναγκαίες θρεπτικές και συμπληρωματικές ουσίες για την παραγωγή κυτταρικής ενεργείας και για τη σύνθεση νέων κυτταρικών και εξωκυτταρικών δομών (δομικές ουσίες).

Οι περισσότερες τροφές αποτελούνται από ένα σύνολο μεγαλομοριακών ουσιών και προέρχονται, κυρίως, από τα φυτά και τα ζώα. Η **τροφή**, μετά την πρόσληψή της, υπόκειται στο στόμα σε μια πρώτη **πέψη** (μηχανική, κυρίως και ολιγόχρονη χημική) και μετά καταπίνεται. Στη συνέχεια, με κινή-

σεις προωθείται κατά μήκος του γαστρεντερικού σωλήνα. Εκεί, με τη δράση μιας σειράς ενζύμων που εκκρίνουν οι αδένες του γαστρεντερικού σωλήνα, η τροφή διασπάται πρώτα σε ένα όξινο περιβάλλον (στόμαχος) και μετά σε ένα αλκαλικό (έντερο), σε απλούστερες ουσίες οι οποίες τελικά σχηματίζουν προϊόντα τα οποία μπορούν να απορροφηθούν διαμέσου του εντερικού επιθηλίου και να εισέλθουν στο αίμα.

Τα περισσότερα συστατικά της τροφής απορροφούνται στο λεπτό έντερο, μερικά, όμως, από τα απομένοντα μπορεί να υποστούν βακτηριακή διάσπαση και να απορροφηθούν στο παχύ έντερο. Κάθε τι που απομένει και δεν μπορεί να απορροφηθεί αποβάλλεται από το δακτύλιο σαν κόπρανα (Σχήμα 1-5).



Σχήμα 1-5: Ανατομία γαστρεντερικού σωλήνα

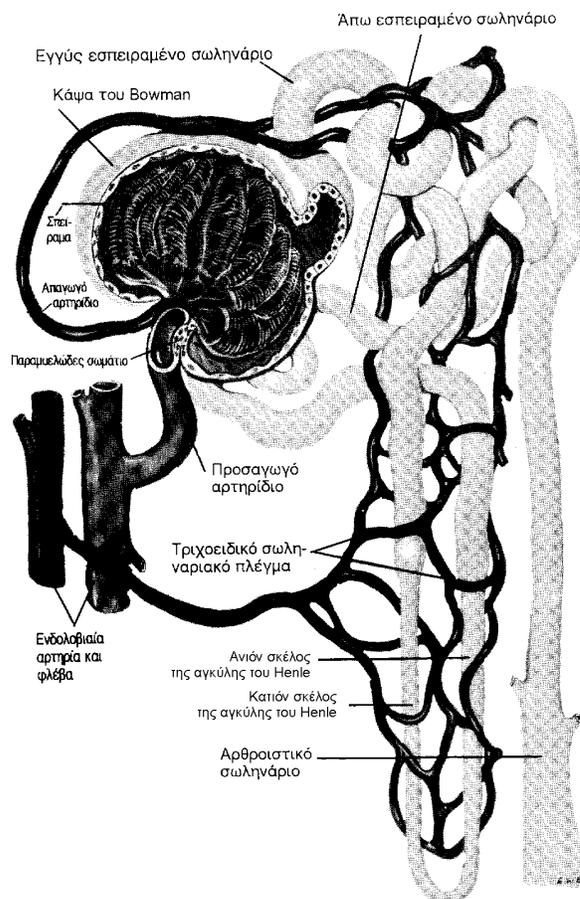
## Ήπαρ

Το αίμα από το έντερο, πριν να εισέλθει στη μεγάλη κυκλοφορία, διέρχεται πρώτα από το ήπαρ. Το **ήπαρ** αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα όργανα του μεταβολισμού των τροφών - **χημικό εργαστήριο**. Συγκεκριμένα το ήπαρ: **ελέγχει** την προσφορά, τη χρησιμοποίηση και την τελική διάσπαση και απέκκριση των **διάφορων ουσιών**, **αποταμιεύει υδατάνθρακες**, μετατρέποντας τη γλυκόζη, από την πέψη των υδατανθράκων, σε γλυκογόνο, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου αποθηκεύει και το μετατρέπει πάλι σε γλυκόζη προκειμένου να διατηρηθεί σε φυσιολογικά όρια η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα, **αποταμιεύει αμινοξέα, σίδηρο** (από τη διάσπαση των φθαρμένων ερυθροκυττάρων), **χαλκό** και **βιταμίνες** (κυρίως Α και D και ολιγότερο Κ, Ε, Β<sub>12</sub>), ουσίες τις οποίες απελευθερώνει σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σώματος, **παίζει σπουδαίο ρόλο στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών**, κυρίως στις μετατροπές τους μετά την απορρόφηση στον πεπτικό σωλήνα, **περιέχει ένζυμα** για την αλληλομετατροπή των θρεπτικών ουσιών και για τη σύνθεση λιπών, γλυκογόνου, πρωτεϊνών του πλάσματος (αλβουμίνη, σφαιρίνες) και διατήρηση σταθερής της σχέσης τους στο αίμα, **παράγει τα χολικά οξέα** (παραγωγή και αποβολή της χολής στο έντερο), **συνθέτει παράγοντες της πήξης** του αίματος (ινωδογόνο και προθρομβίνη), **διασπά** και αποβάλλει ορισμένες **ορμόνες** και **φάρμακα**.

## Νεφροί

Αυτοί ανήκουν στο **ουροποιητικό σύστημα** και είναι υπεύθυνοι για τη διατήρηση της φυσιολογικής σύστασης του αίματος και του εσωτερικού περιβάλλοντος των κυττάρων.

Οι νεφροί **αποβάλλουν** τα στερεά άχρηστα **προϊόντα του μεταβολισμού**. Πρώτα γίνεται η διήθηση του πλάσματος του αίματος στα αγγειώδη σπειράματα των νεφρών (μαλπιγγιανό σωματίο) και ο σχηματισμός στην κάψα του Bowman (αρχή του ουροφόρου σωληναρίου) του πρόουρου (έχει τα ίδια συστατικά του πλάσματος, χωρίς τις πρωτεΐνες του). Καθώς το πρόουρο κινείται στο εσωτερικό και κατά μήκος του ουροφόρου σωληναρίου, γίνεται εκλεκτική επαναρρόφηση ορισμένων απαραίτητων ουσιών (γλυκόζη, νάτριο, αμινοξέα κ.λπ.), ενώ απεκκρίνονται στα ούρα άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού.



Σχήμα 1-6: Σχηματική παρουσίαση του νεφρώνα και της αγγειακής του αϊμάτωσης

Η διεργασία αυτή της **διήθησης** και **επαναρρόφησης** επιτρέπει να καθαρίζεται (**νεφρική κάθαρση**) όλος ο όγκος του εξωκυττάρου υγρού και να αναπροσαρμόζεται η σύνθεσή του τουλάχιστον επτά φορές την ημέρα. Η διεργασία αυτή παρέχει τους τρόπους ρύθμισης του pH, της σύνθεσης σε ιόντα και της ωσμωτικότητας των υγρών του σώματος. Η ισορροπία μεταξύ διήθησης και επαναρρόφησης (στην οποία επεμβαίνουν και ορμόνες, όπως πχ. η αντιδιουρητική ορμόνη) ρυθμίζει, επίσης, το φυσιολογικό όγκο του εξωκυττάρου υγρού και τον όγκο του πλάσματος και κατά συνέπεια είναι υπεύθυνη για τη διατήρηση επαρκούς αιμάτωσης σε όλα τα όργανα του σώματος (Σχήμα 1-6).

Το αίμα, το οποίο κινείται μέσα στο κυκλοφορικό σύστημα, είναι ένας υγρής μορφής ιστός και αποτελείται από τα έμμορφα συστατικά, τα λευκά αιμοσφαίρια, τα ερυθρά αιμοσφαίρια και τα αιμοπετάλια και από το πλάσμα.

Το αίμα μεταφέρει στους ιστούς θρεπτικές και συμπληρωματικές ουσίες που προσέλαβε κατά τη διέλευσή του από το γαστρεντερικό σωλήνα,

## **Έλεγχος λειτουργίας των σπλάχνων**

Η αιματική ροή (αιμάτωση) στα σπλάχνα - όργανα πρέπει να διατηρείται επαρκής για τη λειτουργία τους και πρέπει να μπορεί να μεταβάλλεται, όταν το απαιτούν συνθήκες ανακατανομής του αίματος στο σώμα, όπως π.χ. κατά τη μυϊκή άσκηση (απαιτείται επιπρόσθετη ποσότητα αίματος στους μύς, που προέρχεται από μείωση του αίματος στα σπλάχνα). Το σύστημα που ελέγχει τη λειτουργία αυτή των σπλάχνων είναι το **Σπλαχνικό ή Αυτόνομο** (νευροφυτικό) **Σύστημα**. Με τον τρόπο αυτό διατηρείται, επίσης, και μια σταθερή θερμοκρασία σώματος.

Η σύνθεση των υγρών του σώματος θα πρέπει να ρυθμίζεται, ώστε να παραμένει σταθερή, για να εξασφαλίζονται οι ανάγκες των κυττάρων σε συστατικά και σε οξυγόνο. Αυτό απαιτεί ένα ευαίσθητο σύστημα ελέγχου, που θα αποκαλύπτει και θα απαντά και σε ελάχιστες μεταβολές της ομοιοστασίας του εσωτερικού χώρου (ή περιβάλλοντος). Η σύνθεση του εξωκυττάρου χώρου ρυθμίζεται από τους **ενδοκρινείς αδένες**, που ελέγχουν και τον ενδιάμεσο μεταβολισμό. Τα δυο αυτά συστήματα ελέγχου, για να συντονίζουν τη λειτουργία των διάφορων οργάνων, χρησιμοποιούν **χημικούς μεταβιβαστές**, αλλά κατά διαφορετικό τρόπο.

### **Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα**

Ο μεταβιβαστής (**νευρομεταβιβαστής**) απελευθερώνεται από τα νευρικά κλώνια στη θέση δράσης, αλληλεπιδρά με υποδοχέα-πρωτεΐνη της κυτταρικής μεμβράνης για να μεταβάλλει τη λειτουργία του κυττάρου και μετά καταστρέφεται. Ο τρόπος αυτός δράσης εξασφαλίζει ταχεία απάντηση, επέρχεται μόλις αρχίσει να δρα το ερέθισμα και τελειώνει αμέσως μετά το σταμάτημα του ερεθίσματος. Η απάντηση μπορεί να αφορά διάφορα όργανα με βάση τη θέση απελευθέρωσης του μεταβιβαστή.

### **Ενδοκρινικό σύστημα**

Ο **μεταβιβαστής** ή **ορμόνη** απελευθερώνεται στο αίμα και με αυτό έρχεται και δρα στα κύτταρα

εκείνα που διαθέτουν ειδική πρωτεΐνη-υποδοχέα για την ορμόνη. Η ορμόνη μετά τη δράση της καταστρέφεται είτε τοπικώς είτε έρχεται στο ήπαρ όπου διασπάται και αποβάλλεται με τη χολή και τα ούρα. Ο τρόπος αυτός δράσης των ορμονών είναι σχετικώς αργός σε απάντηση, αλλά μακρύτερος σε διάρκεια.

Η ρύθμιση της λειτουργίας των σπλάχνων επιτυγχάνεται σύμφωνα με την **αρχή της αρνητικής ανατροφοδότησης**, δηλαδή η απάντηση διορθώνει την ανωμαλία, την οποία προκάλεσε το ερέθισμα· π.χ. η αύξηση της αρτηριακής πίεσης (ανωμαλία) διεγείρει τους πιεσοϋποδοχείς των μεγάλων αρτηριών, οπότε αυξάνει η ταχύτητα πυροδότησης των αισθητικών ινών του πνευμονογαστρικού νεύρου και η αυξημένη κεντρομόλα εκφόρτισή τους αναστέλλει το αγγειοκινητικό κέντρο στον προμήκη μυελό, με αποτέλεσμα την πτώση της αρτηριακής πίεσης του αίματος.

### **Θερμορύθμιση**

Αυτή αποσκοπεί στη σταθερή θερμοκρασία του σώματος και εξασφαλίζεται με την κυκλοφορία του αίματος και με τη λειτουργία των ιδρωτοποιών αδένων, των γραμμωτών μυών (πρόκληση ρίγους) και ορισμένων ενδοκρινών αδένων.

### **Αμυντικό σύστημα**

Αυτό αποσκοπεί στην άμυνα του οργανισμού εναντίον παθογόνων μικροοργανισμών και εξωγενών και ενδογενών βλαπτικών παραγόντων. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει το δέρμα, τους βλεννογόνους, τα λεμφογάγγλια, το σύστημα των μακροφάγων κυττάρων, τα λευκά αιμοσφαίρια του αίματος, τα αντισώματα κ.λπ.

### **Κίνηση**

Αυτή αφορά τα εσωτερικά όργανα (τοιχώματα των αγγείων, του πεπτικού και του ουροποιητικού συστήματος κ.λπ.) και τα μέλη του σώματος. Η κίνηση πραγματοποιείται με τη λειτουργία του μυϊκού ιστού (λείες μυϊκές ίνες, μυοκάρδιο, γραμμωτοί μύες) και καθοδηγείται και ρυθμίζεται από το νευρικό σύστημα, το ενδοκρινικό σύστημα και από πολλούς άλλους χημικούς και φυσικούς παράγοντες.