

Εισαγωγή στη Φυσιολογία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Το ανθρώπινο σώμα είναι ικανό να επιβιώσει σε μια απίστευτη ποικιλία περιβαλλοντικών συνθηκών. Μπορεί να ζήσει σε ζούγκλες, βουνά, πολυσύχναστες πόλεις ή ερήμους. Μπορεί να αντέξει τη ζέστη ενός καλοκαιριού στην Ινδία ή το κρύο ενός χειμώνα της Νέας Αγγλίας. Με την κατάλληλη εκπαίδευση, μπορεί να εγκλιματιστεί σε αλλαγές υψομέτρου ενώ σκαρφαλώνει στο Έβερεστ ή να επιβιώσει σε έναν μαραθώνιο 26,2 μιλίων.

Πώς το κάνει αυτό το ανθρώπινο σώμα; Όπως θα μάθετε σε αυτό το κεφάλαιο – και σε αυτό το εγχειρίδιο – το σώμα μας έχει μια αξιοσημείωτη ικανότητα να προσαρμόζεται στις αλλαγές του περιβάλλοντος, ελαχιστοποιώντας έτσι τις εσωτερικές αλλαγές. Για παράδειγμα, όταν ένα άτομο ταξιδεύει από ένα ψυχρό σε ένα θερμό περιβάλλον (το οποίο και ανεβάζει τη θερμοκρασία του σώματος), το σώμα ανταποκρίνεται γρήγορα, ιδρώνοντας και αυξάνοντας τη ροή του αίματος στο δέρμα για να βοηθήσει να επαναφέρει τη θερμοκρασία του στο φυσιολογικό. Η ικανότητα του σώματος να διατηρεί ένα φυσιολογικό εσωτερικό περιβάλλον, ικανότητα που ονομάζεται **ομοιόσταση**, είναι πρωταρχικό θέμα σε αυτό το κείμενο.

Καλώς ήρθατε στη μελέτη της ανθρώπινης φυσιολογίας.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αφού μελετήσετε αυτό το κεφάλαιο, θα πρέπει να είστε σε θέση να:

- Ονομάστε τους τέσσερις κύριους τύπους κυττάρων στο ανθρώπινο σώμα και να περιγράψετε τα βασικά τους χαρακτηριστικά.
- Περιγράψετε την κατανομή του νερού στο σώμα και να ορίσετε τα διαφορετικά διαμερίσματα υγρών στο σώμα.
- Ορίσετε την *ομοιόσταση* και να εξηγήσετε τη σημασία της για τη λειτουργία του σώματος.
- Περιγράψετε το ρόλο της αρνητικής ανατροφοδότησης στην ομοιόσταση.
- Εξηγήσετε γιατί ο διαβήτης θεωρείται επιδημία.

Η **φυσιολογία**, η μελέτη των λειτουργιών των οργανισμών, απαντά σε πολλές μορφές όπως για παράδειγμα η φυσιολογία των φυτών, η φυσιολογία των κυττάρων, η φυσιολογία των μικροβίων και η φυσιολογία των ζώων. Αυτό το βιβλίο εστιάζει στην ανθρώπινη φυσιολογία, στη μελέτη του τρόπου λειτουργίας του σώματός μας. Δίνουμε έμφαση στη φυσιολογία του υγιούς ατόμου, αλλά περιστασιακά περιγράφουμε την παθοφυσιολογία – τι συμβαίνει όταν διαταράσσεται η φυσιολογική λειτουργία του σώματος – για να δείξουμε καλύτερα την τυπική λειτουργία του σώματος. Για παράδειγμα, οι επιδράσεις του διαβήτη στη λειτουργία του σώματος περιγράφονται σε όλο το βιβλίο για να απεικονίσουν τη λεπτότητα της λειτουργίας του σώματος και την αλληλεξάρτηση των συστημάτων των οργάνων.

Σε αυτό το βιβλίο, ακολουθούμε την συστηματική προσέγγιση στη φυσιολογία. Δηλαδή μελετάμε ένα σύστημα οργάνων κάθε φορά. Ένα **σύστημα οργάνων** είναι μια συλλογή ανατομικών δομών που συνεργάζονται για να εκτελέσουν μια συγκεκριμένη λειτουργία. Για παράδειγμα, το καρδιαγγειακό σύστημα λειτουργεί για να παρέχει αίμα πλούσιο σε οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά στα διάφορα όργανα του σώματος. Σύντομα θα μάθουμε περισσότερα για τα συστήματα οργάνων. Καθώς χρησιμοποιείται η συστηματική προσέγγιση για τη μελέτη της φυσιολογίας, πρέπει να θυμάστε ότι ένα μεμονωμένο σύστημα δεν μπορεί να λειτουργήσει από μόνο του. Έτσι, ένα κεφάλαιο για το ουροποιητικό σύστημα θα περιλαμβάνει κάποια συζήτηση για το καρδιαγγειακό σύστημα, επειδή τα δύο συστήματα αλληλεπιδρούν.

Επειδή σχεδόν όλοι είναι περίεργοι για το πώς λειτουργεί το ανθρώπινο σώμα, ελπίζουμε ότι η μελέτη της φυσιολογίας θα είναι μια από τις πιο ικανοποιητικές ακαδημαϊκές σας εμπειρίες. Θα συνειδητοποιήσετε επίσης ότι η φυσιολογία, όπως και οι άλλες επιστήμες, δεν είναι απλώς μια συλλογή παλαιών τετριμμένων γεγονότων, αλλά μάλλον ένα έργο σε εξέλιξη. Θα αναγνωρίσετε ότι υπάρχουν σημαντικά κενά στην κατανόησή μας για το πώς λειτουργεί το σώμα και θα δείτε ότι μεγάλο μέρος της τρέχουσας κατανόησής μας υπόκειται σε αλλαγές καθώς γίνονται νέες ανακαλύψεις.

Ανεξάρτητα από το υπόβαθρό σας ή τα τρέχοντα ενδιαφέροντά σας, η μελέτη της φυσιολογίας θα διευρύνει τις επιστημονικές σας προοπτικές. Θα αρχίσετε να βλέπετε τη «μεγάλη εικόνα», κατανοώντας τη λειτουργία του σώματος όχι ως μια συλλογή

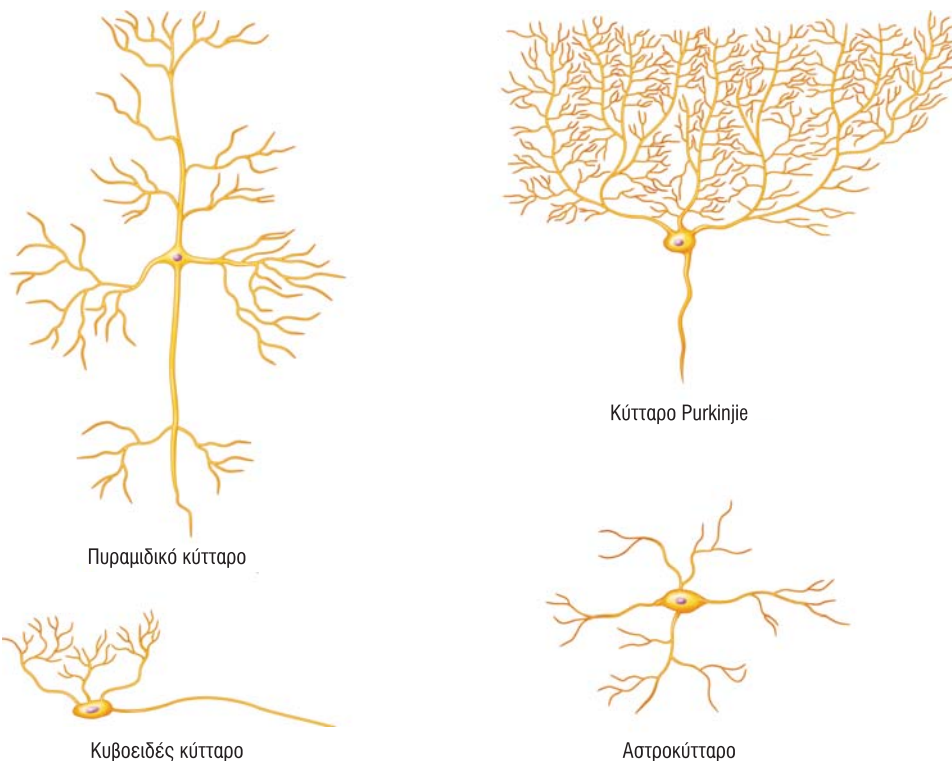
άσχετων φαινομένων αλλά μάλλον ως ένα συνδεδεμένο σύνολο. Ίσως ανακαλύψετε και κάτι άλλο - ότι η φυσιολογία είναι όμορφη. Οι περισσότεροι από εμάς που έχουμε αποφασίσει να το κάνουμε δουλειά της ζωής μας, το πιστεύουμε.

1.1 Οργάνωση του σώματος

Εάν έχετε αφιερώσει ποτέ χρόνο στην εξέταση ενός λεπτομερούς ανατομικού χάρτη ή μοντέλου του ανθρώπινου σώματος, έχετε δει ότι πρόκειται για μια εξαιρετικά περίπλοκη δομή. Παρά την πολυπλοκότητα της δομής του, ωστόσο, τη λειτουργία του ανθρώπινου σώματος τη χαρακτηρίζει μια υποκείμενη απλότητα.

Για έναν σπουδαστή, ίσως το πιο ενδιαφέρον πράγμα για το σώμα είναι ότι η λειτουργία του μπορεί να εξηγηθεί με βάση ένα σχετικά μικρό σύνολο αρχών. Για αυτόν τον λόγο, η προσέγγισή μας στην περιγραφή του σώματος είναι να αφαιρέσουμε όλες τις περιττές λεπτομέρειες, έτσι ώστε τα βασικά —δηλαδή τα ενοποιητικά θέματα και αρχές— να φαίνονται πιο καθαρά. Για να πάρετε μια ιδέα για το τι σημαίνει αυτό, λάβετε υπόψη την **Εικόνα 1.1**. Ο εγκέφαλος περιέχει δισεκατομμύρια κύτταρα που ταξινομούνται σε τέσσερις ομάδες ανάλογα με τις διαφορές στα τέσσερα γενικά σχήματά τους (μορφολογίες). Όταν εξετάζετε τη λειτουργία αυτών των κυττάρων, ωστόσο, οι ομοιότητες μεταξύ τους υπερτερούν των διαφορών, επιτρέποντάς τους να ομαδοποιηθούν σε μία μόνο κατηγορία: Όλα τα κύτταρα αυτής της κατηγορίας είναι εξειδικευμένα να μεταδίδουν πληροφορίες με τη μορφή ηλεκτρικών σημάτων από τη μια θέση του σώματος σε μια άλλη. Λόγω αυτής της κοινής λειτουργίας, όλα αυτά τα κύτταρα ταξινομούνται ως νευρώνες (ή νευρικά κύτταρα).

Όπως η υποκείμενη απλότητα του σώματος είναι ένα από τα κύρια θέματα της φυσιολογίας, έτσι είναι και ο βαθμός της αλληλεπίδρασης μεταξύ των διαφόρων μερών του. Αν και κάθε ένα από τα **κύτταρα** του σώματος (τα κύτταρα είναι οι μικρότερες μονάδες ζωής) είναι ανεξάρτητα ικανό να πραγματοποιήσει τις δικές του βασικές διαδικασίες ζωής, οι διάφοροι τύποι κυττάρων είναι εξειδικευμένοι για να εκτελούν διαφορετικές λειτουργίες, σημαντικές για



ΕΙΚΟΝΑ 1-1 Σχήματα κυττάρων που βρίσκονται στον εγκέφαλο. Κάθε ένα από αυτά τα τέσσερα κύτταρα είναι ένας νευρώνας που μεταδίδει ηλεκτρικά και χημικά σήματα.

τη λειτουργία ολόκληρου του σώματος. Για το λόγο αυτό, όλα τα κύτταρα τελικά εξαρτώνται το ένα από το άλλο για την επιβίωσή τους. Ομοίως, τα όργανα του σώματος είναι εξειδικευμένα για να εκτελούν ορισμένες εργασίες ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία άλλων οργάνων. Γνωρίζετε, για παράδειγμα, ότι τα κύτταρά σας χρειάζονται οξυγόνο για να ζήσουν και ότι το οξυγόνο παρέχεται στα κύτταρά σας μέσω της κυκλοφορίας του αίματος, αλλά σκεφτείτε μερικά από τα πολλά πράγματα που πρέπει να συμβούν για να διασφαλίσετε ότι η παροχή οξυγόνου είναι επαρκής για να καλύψει τις ανάγκες των κυττάρων. Το οξυγόνο μεταφέρεται στην κυκλοφορία του αίματος από κύτταρα που ονομάζονται *ερυθροκύτταρα*, τα οποία κατασκευάζονται από τον *μυελό των οστών*, έναν ιστό που βρίσκεται μέσα σε ορισμένα οστά. Για να εξασφαλιστεί ότι υπάρχει επαρκής αριθμός ερυθροκυττάρων στο αίμα, η σύνθεση αυτών των κυττάρων ρυθμίζεται από μια ορμόνη που ονομάζεται *ερυθροποιητίνη*, η οποία εκκρίνεται από τα νεφρά. Για να εξασφαλιστεί επαρκής ροή αίματος στους ιστούς του σώματος, η καρδιά πρέπει να αντλεί επαρκή όγκο αίματος κάθε λεπτό, και για το λόγο αυτό ο ρυθμός και η δύναμη των συστολών της ρυθμίζονται από το νευρικό σύστημα. Για να διασφαλιστεί ότι το αίμα μεταφέρει αρκετό οξυγόνο, οι πνεύμονες πρέπει να λαμβάνουν επαρκείς ποσότητες αέρα, κάτι που απαιτεί τον έλεγχο των αναπνευστικών μυών (όπως το διάφραγμα) από το νευρικό σύστημα. Τέλος, για να παρέχει την απαραίτητη ενέργεια για την πραγματοποίηση αυτών και άλλων διεργασιών, το γαστρεντερικό σύστημα διασπά την τροφή που καταναλώνεται σε μικρότερα μόρια, τα οποία απορροφώνται στην κυκλοφορία του αίματος και διανέμονται στα κύτταρα σε όλο το σώμα.

Αυτό το παράδειγμα δείχνει ότι η σωστή λειτουργία του σώματος απαιτεί όχι μόνο κάθε μέρος να μπορεί να εκτελέσει τη δική του συγκεκριμένη λειτουργία, αλλά και ότι τα μέρη μπορούν να συνεργάζονται με συντονισμένο τρόπο. Για να σας βοηθήσουμε να κατανοήσετε καλύτερα πώς συνεργάζονται τα μέρη του σώματος, το υπόλοιπο του κεφαλαίου περιγράφει γενικές αρχές που σχετίζονται με τη λειτουργία του σώματος. Ακολουθούν στα θέματα των επόμενων κεφαλαίων, οι λειτουργίες συγκεκριμένων οργάνων και συστημάτων οργάνων.

Κύτταρα, ιστοί, όργανα και συστήματα οργάνων

Το ανθρώπινο σώμα είναι μια αξιοθαύμαστη δομή που αποτελείται από κύτταρα διατεταγμένα με τάξη. Τα κύτταρα ομαδοποιούνται για να σχηματίσουν ιστούς, οι οποίοι με τη σειρά τους ομαδοποιούνται για να σχηματίσουν όργανα. Τα όργανα συνεργάζονται ως συστήματα οργάνων. Τώρα περιγράψουμε καθένα από αυτά τα ιεραρχικά στοιχεία.

Κύτταρα και ιστοί

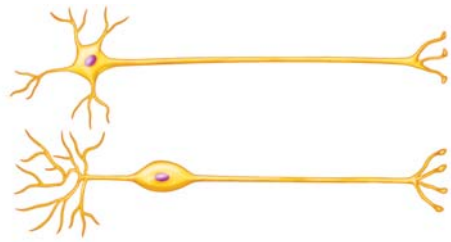
Αν και περισσότερα από 200 διακριτά είδη κυττάρων

υπάρχουν στο σώμα, υπάρχουν μόνο τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: (1) *νευρώνες*, (2) *μυϊκά κύτταρα*, (3) *επιθηλιακά κύτταρα* και (4) *κύτταρα συνδετικού ιστού*. Αντιπροσωπευτικά κύτταρα που ανήκουν σε καθέναν από αυτούς τους τύπους κυττάρων φαίνονται στην **Εικόνα 1.2**. Αυτές οι ταξινομήσεις είναι πολύ ευρείες και βασίζονται κυρίως σε λειτουργικές διαφορές. Άλλοι, πιο αυστηροί τρόποι ταξινόμησης των κυττάρων έχουν αναπτυχθεί με βάση τις ανατομικές διακρίσεις και την εμβρυολογική προέλευση.

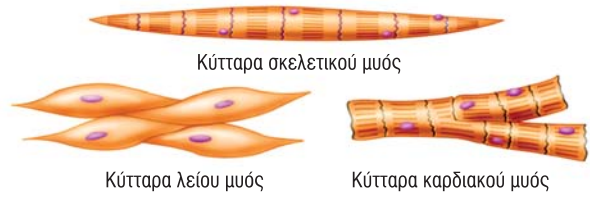
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα νευρικά κύτταρα, ή **νευρώνες** (Εικόνα 1.2Α), είναι εξειδικευμένα για τη μετάδοση πληροφοριών με τη μορφή ηλεκτρικών σημάτων. Για το σκοπό αυτό, οι νευρώνες διαθέτουν συνήθως κλάδους που λειτουργούν για να λαμβάνουν σήματα από ή να μεταδίδουν σήματα σε άλλα κύτταρα. Ορισμένοι νευρώνες, όπως αυτοί στα μάτια που ανταποκρίνονται στο φως ή εκείνοι στο δέρμα που ανταποκρίνονται στην αφή, λαμβάνουν πληροφορίες από το εξωτερικό περιβάλλον και μας επιτρέπουν να αντιληφθούμε τον κόσμο μέσω των αισθήσεών μας. Άλλοι νευρώνες μεταδίδουν σήματα σε μύες, αδένες και άλλα όργανα, επιτρέποντας τον έλεγχο της κίνησης, της έκκρισης ορμονών και άλλων σωματικών λειτουργιών. Άλλοι νευρώνες, όπως εκείνοι στον εγκέφαλο, επεξεργάζονται πληροφορίες, επιτρέποντάς μας να συλλάβουμε έννοιες, να θυμηθούμε, να διαμορφώσουμε σχέδια δράσης και να βιώσουμε συναισθήματα.

Τα μυϊκά κύτταρα, ή οι **μυϊκές ίνες** (Εικόνα 1.2Β), είναι εξειδικευμένα να συστέλλονται, δημιουργώντας έτσι μηχανική δύναμη και κίνηση. Αυτά τα κύτταρα βρίσκονται στους μύες των χεριών, των ποδιών και άλλων μερών του σώματος των οποίων οι κινήσεις είναι υπό εκούσιο έλεγχο (που ονομάζονται *σκελετικοί μύες*), αλλά βρίσκονται επίσης σε δομές που δεν υπόκεινται σε εκούσιο έλεγχο, όπως η καρδιά (*καρδιακός μυς*) και τα αιμοφόρα αγγεία (*λείοι μύες*). Η κάμψη του βραχίονα, η άντληση αίματος από την καρδιά και η ανάμειξη τροφής στο στομάχι, είναι όλα παραδείγματα μυϊκών κυττάρων σε δράση.

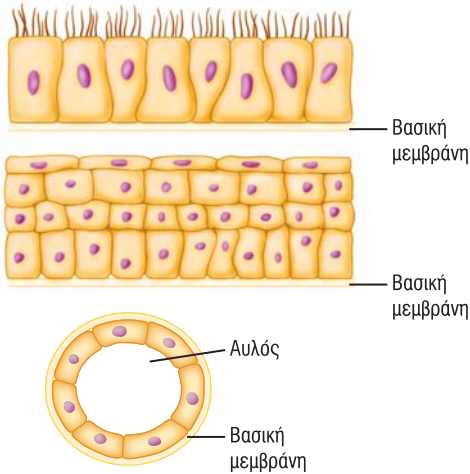
Τα **επιθηλιακά κύτταρα** βρίσκονται σε ιστούς που ονομάζονται **επιθήλια** (ενικός: *επιθήλιο*), οι οποίοι αποτελούνται από ένα συνεχές φύλλο, σαν στρώμα κυττάρων σε συνδυασμό με ένα λεπτό υποκείμενο στρώμα μη κυτταρικού υλικού που ονομάζεται **βασική μεμβράνη** (Εικόνα 1.2Γ). Ανάλογα με το εν λόγω επιθήλιο, η κυτταρική στιβάδα μπορεί να έχει πάχος ενός κυττάρου (*απλή*) ή πάχος πολλών κυττάρων (*πολύστοιβο*), και τα κύτταρα μπορεί να ποικίλουν σε σχήμα από κοντά και πεπλατυσμένα (*πλακώδη*), έως κανονικού τετραγώνου (*κυβοειδή*), και σε ορισμένες περιπτώσεις σε ψηλό και επιμήκη (*στηλώδη*). Σε όλες τις περιπτώσεις, ωστόσο, τα κύτταρα ενώνονται στενά μεταξύ τους για να σχηματίσουν ένα φράγμα που εμποδίζει το υλικό στη μία πλευρά του επιθηλίου να αναμιχθεί ελεύθερα με το υλικό στην άλλη πλευρά. Κατάλληλα, τα επιθήλια εντοπίζονται οπουδήποτε τα σωματικά υγρά πρέπει να διατηρούνται χωριστά από το εξωτερικό περιβάλλον, όπως η επιφάνεια του δέρματος ή η επένδυση των



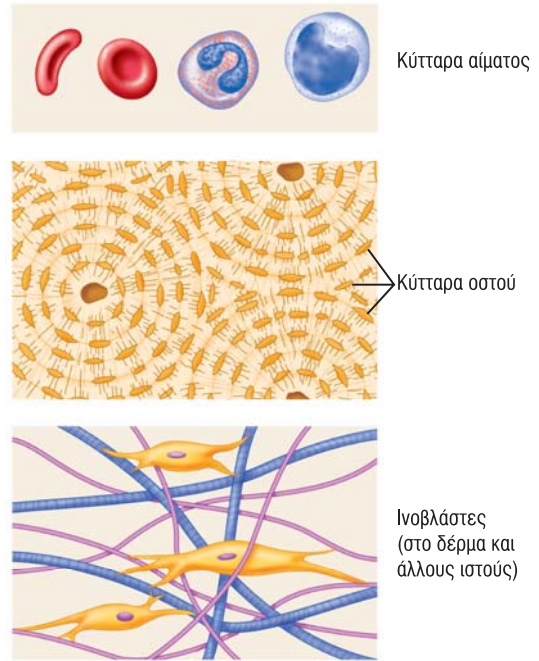
A Νευρώνες



B Μυϊκά κύτταρα



Gamma Επιθηλιακά κύτταρα



Delta Κύτταρα συνδετικού ιστού

ΕΙΚΟΝΑ 1-2 Κύριοι τύποι κυττάρων στο ανθρώπινο σώμα. (A) Νευρώνες. (B) Μυϊκά κύτταρα. (Gamma) Επιθηλιακά κύτταρα. (Delta) Κύτταρα συνδετικού ιστού.

πνευμόνων. Τα επιθήλια βρίσκονται επίσης στις επενδύσεις των κοίλων οργάνων όπως το στομάχι, τα έντερα και τα αιμοφόρα αγγεία, όπου διαχωρίζουν τα υγρά στην εσωτερική κοιλότητα από τα γύρω υγρά του σώματος. Η εσωτερική κοιλότητα ενός κοίλου οργάνου ή αγγείου αναφέρεται γενικά ως **αυλός**.

Ορισμένα επιθηλιακά κύτταρα είναι εξειδικευμένα για τη μεταφορά συγκεκριμένων υλικών, όπως ανόργανα ιόντα, οργανικά μόρια ή νερό, από μια θέση σε κάποια άλλη. Για παράδειγμα, τα κύτταρα στην επένδυση του στομάχου μεταφέρουν οξύ (ιόντα υδρογόνου) στον αυλό του στομάχου για να βοηθήσουν στην πέψη της τροφής. Τα κύτταρα στην επένδυση του εντέρου, σε σύγκριση, μεταφέρουν θρεπτικά συστατικά και νερό από τον αυλό του εντέρου στην κυκλοφορία του αίματος.

Ορισμένα επιθηλιακά κύτταρα σχηματίζουν **αδένες**, όργανα εξειδικευμένα στη σύνθεση και έκκριση ενός προϊόντος. Διακρίνονται δύο τύποι αδένων: οι εξωκρινείς και οι ενδοκρινείς. Οι **εξωκρινείς αδένες** εκκρίνουν ένα προϊόν σε έναν πόρο που οδηγεί στο εξωτερικό περιβάλλον (**Εικόνα 1.3A**). Παραδείγματα εξωκρινών αδένων περιλαμβάνουν τους **ιδρωτοποιούς αδένες** και τους **σιελογόνους αδένες**. Οι **ενδοκρινείς αδένες** εκκρίνουν **ορμόνες**, χημικές ουσίες

που μεταδίδουν ένα μήνυμα στα κύτταρα του σώματος, στην κυκλοφορία του αίματος (**Εικόνα 1.3B**). Παραδείγματα ενδοκρινών αδένων περιλαμβάνουν την **υπόφυση** και τα **επινεφρίδια**.

Ο τελευταίος κύριος τύπος κυττάρων που απομένει, τα **κύτταρα του συνδετικού ιστού**, είναι ο πιο ποικίλος. Αυτός ο τύπος κυττάρων περιλαμβάνει τα κύτταρα του αίματος, τα οστικά κύτταρα, τα λιποκύτταρα και πολλά άλλα είδη κυττάρων που φαίνεται να έχουν λίγα κοινά στοιχεία όσον αφορά τη δομή ή τη λειτουργία τους (**Εικόνα 1.2Δ**).

Με τη στενή έννοια, ο όρος «συνδετικός ιστός» αναφέρεται σε οποιαδήποτε δομή της οποίας η κύρια λειτουργία είναι να παρέχει φυσική υποστήριξη σε άλλες δομές, να τις σταθεροποιεί στη θέση τους ή να τις συνδέει μεταξύ τους. Γνωστά παραδείγματα δομών συνδετικού ιστού είναι οι **τένοντες**, οι οποίοι σταθεροποιούν τους μύες στα οστά. Ακόμα, οι **σύνδεσμοι**, που συνδέουν τα οστά μεταξύ τους. Επίσης, ο ελαστικός ιστός στο δέρμα που του δίνει τη σκληρότητα και την ευλυγισία του. Ένα άλλο παράδειγμα συνδετικού ιστού είναι τα ίδια τα οστά, τα οποία παρέχουν άμεση ή έμμεση υποστήριξη για όλες τις δομές του σώματος. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο συνδετικός ιστός αποτελείται από ευρέως διασκορπισμένα κύτταρα ενσωματωμένα σε μια μάζα μη κυττα-