

Καλυπτήριο Σύστημα

5

Δέρμα και Υποδόριο 106

Επιδερμίδα 106

Χόριο 110

Υποδόριο 112

Χρώμα του Δέρματος 113

Εξαρτήματα του Δέρματος 114

Νύχια 114

Τρίχες και Τριχοθυλάκια 114

Σμηγματογόνοι Αδένες 117

Ιδρωτοποιοί Αδένες 117

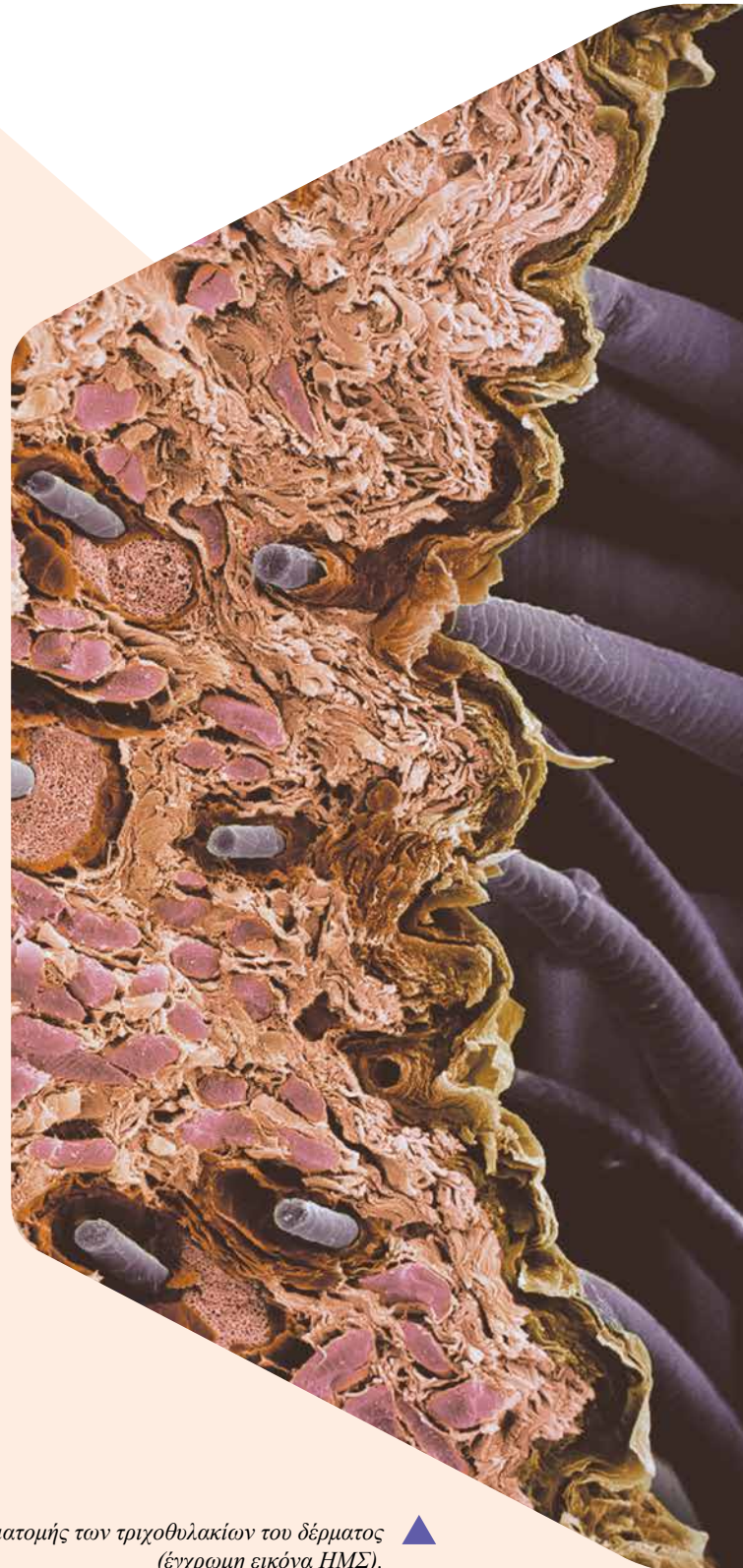
Διαταραχές του Καλυπτήριου Συστήματος 119

Εγκαύματα 119

Καρκίνος του Δέρματος 120

Το Δέρμα Καθόλη τη Διάρκεια της Ζωής 121

Η α σας φαινόταν δελεαστική μια διαφήμιση για ένα αδιάβροχο πανωφόρι, από υλικό που δεν τσαλακώνει, μπορεί να τεντωθεί, να πλυθεί, και να σιδερωθεί, ενώ έχει τη δυνατότητα να επιδιορθώνει αυτόματα μικρά ζηλώματα και καψίματα και διαθέτει εγγύηση εφόρου ζωής εφόσον το φροντίζετε σε λογικά πλαίσια; Αν και ακούγεται πολύ καλό για να είναι αληθινό, ήδη διαθέτετε ένα τέτοιο πανωφόρι, το δέρμα σας. Το δέρμα και τα εξαρτήματά του (ιδρωτοποιοί αδένες, σμηγματογόνοι αδένες, τρίχες και νύχια) εξυπηρετούν πολλές λειτουργίες. Στο σύνολό τους, τα όργανα αυτά αποτελούν το **καλυπτήριο σύστημα**.



ΔΕΡΜΑ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΡΙΟ

Εκπαιδευτικοί στόχοι

- ▶ Κατονομάστε τους τύπους των ιστών από τους οποίους αποτελείται η επιδερμίδα και το χόριο και περιγράψτε τις κύριες λειτουργίες του δέρματος.
- ▶ Κατονομάστε τις στοιβάδες της επιδερμίδας και του χορίου και περιγράψτε τη δομή και τις λειτουργίες της κάθε στοιβάδας.
- ▶ Περιγράψτε τη δομή και τη λειτουργία του υποδορίου.
- ▶ Περιγράψτε τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το χρώμα του δέρματος.

Το **δέρμα** και τα εξαρτήματά του αποτελούν τα πρώτα *όργανα* που περιγράφονται στο παρόν σύγγραμμα. Κάθε όργανο αποτελείται από ιστούς που συνεργάζονται προκειμένου να επιτελέσουν συγκεκριμένες λειτουργίες (βλ. Κεφάλαιο 1). Αν και το δέρμα είναι λιγότερο περίπλοκο συγκριτικά με την πλειονότητα των υπόλοιπων οργάνων, εξακολουθεί να αποτελεί ένα αρχιτεκτονικό θαύμα. Επιπλέον, είναι το μεγαλύτερο από όλα τα άλλα όργανα, καθώς αντιστοιχεί στο 7% περίπου του συνολικού σωματικού βάρους.

Το πάχος του δέρματος κυμαίνεται από 1,5 έως 4 mm ή και περισσότερο ανάλογα με την περιοχή του σώματος. Διαθέτει δυο διακριτές περιοχές (**Εικόνα 5.1** και **Εικόνα 5.2**). Η επιφανειακή περιοχή του αποτελείται από παχύ επιθηλιακό ιστό, την *επιδερμίδα*. Κάτω από την επιδερμίδα βρίσκεται το *χόριο* (ή *δερμίδα*), που είναι ινώδης συνδετικός ιστός. Κάτω από το δέρμα εντοπίζεται μια λιπώδης στοιβάδα, το *υποδόριο* (ή *υποδερμίδα*) που αποτελείται από αραιό και λιπώδη συνδετικό ιστό. Αν και το υποδόριο δεν αποτελεί τμήμα του καλυπτήριου συστήματος, μοιράζεται από κοινού κάποιες λειτουργίες με το δέρμα, για αυτό και περιγράφεται στο παρόν κεφάλαιο.

Το δέρμα επιτελεί διάφορες λειτουργίες:

1. **Προστασία.** Το δέρμα προστατεύει και απομονώνει τα βαθύτερα όργανα του σώματος και προφυλάσσει το ανθρώπινο σώμα από χτυπήματα, εκδορές και κοψίματα. Η επιδερμίδα είναι αδιάβροχη και αποτρέπει την απώλεια ύδατος από την επιφάνεια του σώματος, ενώ τα κύτταρά της παράγουν μελανίνη που προφυλάσσει το δέρμα από τις βλαπτικές επιδράσεις της υπεριώδους (UV) ακτινοβολίας.
2. **Θερμορρύθμιση.** Τα πλούσια τριχοειδικά δίκτυα του δέρματος και οι ιδρωτοποιοί αδένες ρυθμίζουν την απώλεια θερμότητας από το σώμα, βοηθώντας στον έλεγχο της θερμοκρασίας του.
3. **Απέκκριση.** Το δέρμα λειτουργεί σαν μικρογραφία του απεκκριτικού συστήματος, καθώς με τον ιδρώτα αποβάλλονται ουρία, άλατα και νερό.
4. **Παραγωγή βιταμίνης D.** Τα κύτταρα της επιδερμίδας χρησιμοποιούν την υπεριώδη (UV) ακτινοβολία προκειμένου να συνθέσουν βιταμίνη D, ένα μόριο απαραίτητο για την απορρόφηση του ασβεστίου από την πεπτική οδό.
5. **Υποδοχή αισθητικών ερεθισμάτων.** Στο δέρμα εντοπίζονται κάποια αισθητήρια όργανα, οι *αισθητικοί υποδοχείς*, που σχετίζονται με τις νευρικές απολήξεις. Μέσω της αίσθησης της αφής, της πίεσης, της θερμότητας και του άλγους, οι υποδοχείς αυτοί μας ενημερώνουν σχετικά με τις συνθήκες που επικρατούν στην επιφάνεια του σώματός μας.

Κατά τη μελέτη της ανατομίας του δέρματος θα εντυπώσετε βαθύτερα στις λειτουργίες του.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 1. Ποια είναι η σημασία των προθεμάτων *επι-* και *υπο-* ;
- 2. Κατονομάστε τις πέντε κύριες λειτουργίες του δέρματος.

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

Επιδερμίδα

Η **επιδερμίδα** αποτελείται από κερατινοποιημένο, πολύστοιβο, πλακώδες επιθήλιο που περιέχει τέσσερις διαφορετικούς τύπους κυττάρων: τα *κερατινοκύτταρα*, τα *μελανοκύτταρα*, τα *απτικά επιθηλιακά κύτταρα* και τα *δενδριτικά κύτταρα* (**Εικόνα 5.3**).

Τα **κερατινοκύτταρα** είναι τα πολυπληθέστερα κύτταρα της επιδερμίδας και παράγουν **κερατίνη**, μια σκληρής σύστασης ινώδη πρωτεΐνη, στην οποία οφείλονται οι προστατευτικές ιδιότητες της επιδερμίδας. Τα κερατινοκύτταρα παρέχουν φυσική και μηχανική υποστήριξη. Παράγουν επίσης αντιβιοτικές ουσίες και ένζυμα που αποτοξινώνουν το δέρμα από τις επιβλαβείς χημικές ουσίες στις οποίες εκτίθεται.

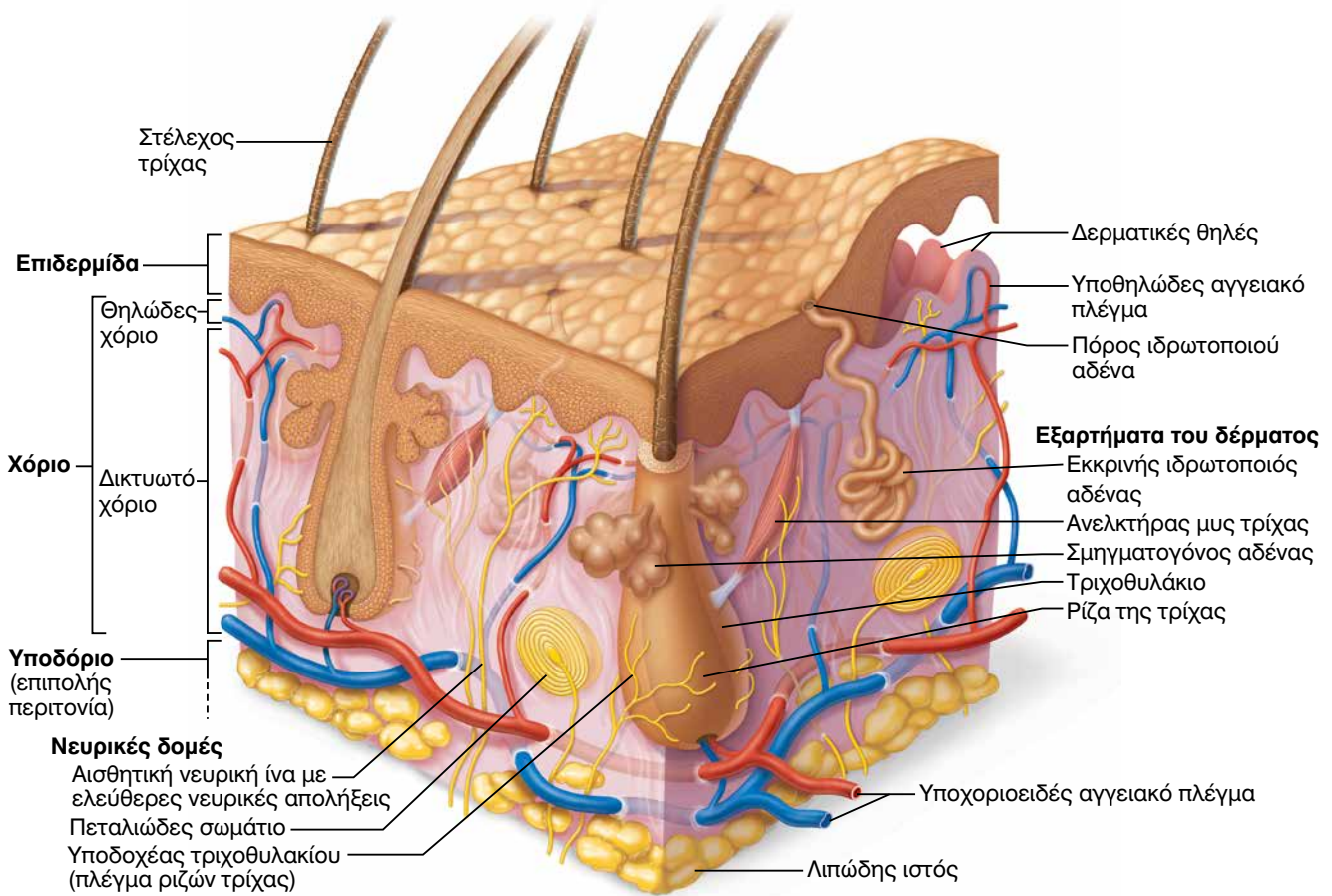
Τα κερατινοκύτταρα συνδέονται στενά μεταξύ τους, μέσω ενός μεγάλου αριθμού δεσμοσωμάτων, που προέρχονται από το βαθύτερο τμήμα της επιδερμίδας, και συγκεκριμένα από κύτταρα τα οποία υφίστανται σχεδόν ασταμάτητες μιτώσεις. Καθώς τα κύτταρα αυτά εξωθούνται προς την επιφάνεια λόγω της παραγωγής νέων κυττάρων από τις υποκείμενες στοιβάδες, παράγουν κερατίνη η οποία τελικά καταλαμβάνει το κυτταρόπλασμα τους. Μέχρι να προσεγγίσουν την επιφάνεια του δέρματος, μετατρέπονται σε νεκρούς, αποπλατυσμένους θύλακες που έχουν καταληφθεί πλήρως από κερατίνη. Εκατομμύρια νεκρά κύτταρα αποπίπτουν καθημερινά, με αποτέλεσμα η επιδερμίδα να ανανεώνεται πλήρως κάθε 35 έως 45 ημέρες – η μέση διάρκεια επιβίωσης του κερατινοκυττάρου από τη γέννησή του μέχρι την στιγμή που αποπίπτει από την επιδερμίδα. Όταν το δέρμα υφίσταται τριβή, παρατηρείται επιτάχυνση τόσο της παραγωγής κυττάρων όσο και του σχηματισμού κερατίνης.

Οι υπόλοιποι τύποι κυττάρων της επιδερμίδας είναι αραιά κατανεμημένοι ανάμεσα στα κερατινοκύτταρα. Θα περιγράψουμε λεπτομερώς τα κύτταρα αυτά και τις λειτουργίες τους κατά τη μελέτη των στοιβάδων της επιδερμίδας.

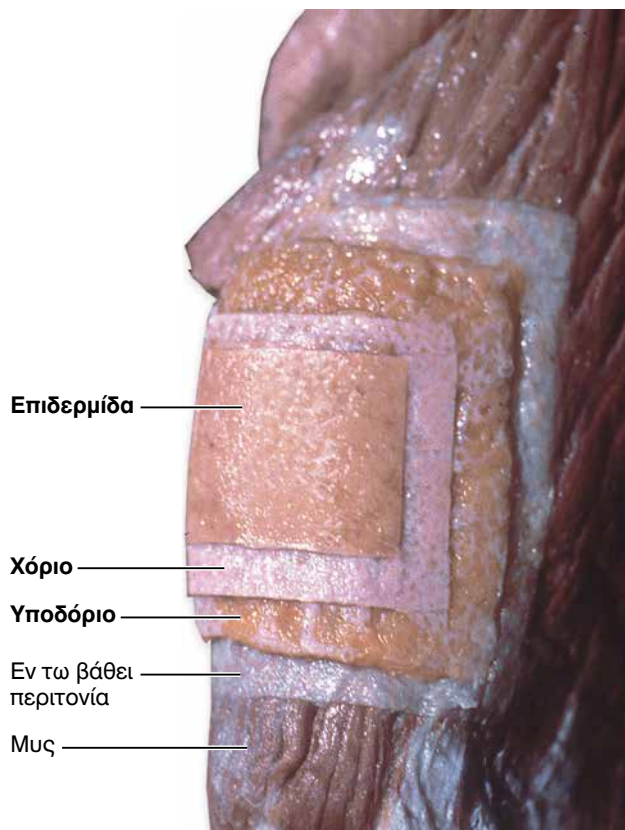
Στοιβάδες της Επιδερμίδας

Το εάν το δέρμα θα είναι παχύ ή λεπτό εξαρτάται από τις μεταβολές του πάχους της επιδερμίδας. Στο **παχύ δέρμα**, το οποίο καλύπτει τις παλάμες και τα πέλματα, η επιδερμίδα αποτελείται από πέντε στοιβάδες ή στρώματα (strata). Στο **λεπτό δέρμα**, το οποίο καλύπτει το υπόλοιπο σώμα, παρατηρούνται μόνο τέσσερις στοιβάδες.

Βασική Στοιβάδα (Stratum Basale) Η **βασική στοιβάδα**, η βαθύτερη στοιβάδα της επιδερμίδας, συνδέεται στενά με το υποκείμενο χόριο με τη μεσολάβηση μιας κυματοειδούς διαχωριστικής γραμμής. Είναι γνωστή και ως **βλαστική στοιβάδα** (stratum germinativum), και αποτελείται από έναν στίχο κυττάρων, κυρίως αρχέγονα κύτταρα (stem cells) που αποτελούν τα νεότερα κερατινοκύτταρα (Εικόνα 5.3). Τα κύτταρα αυτά διαιρούνται με ταχείς ρυθμούς, ενώ παρατηρούνται και πολυάριθμοι πυρήνες σε διαδικασία μίτωσης.



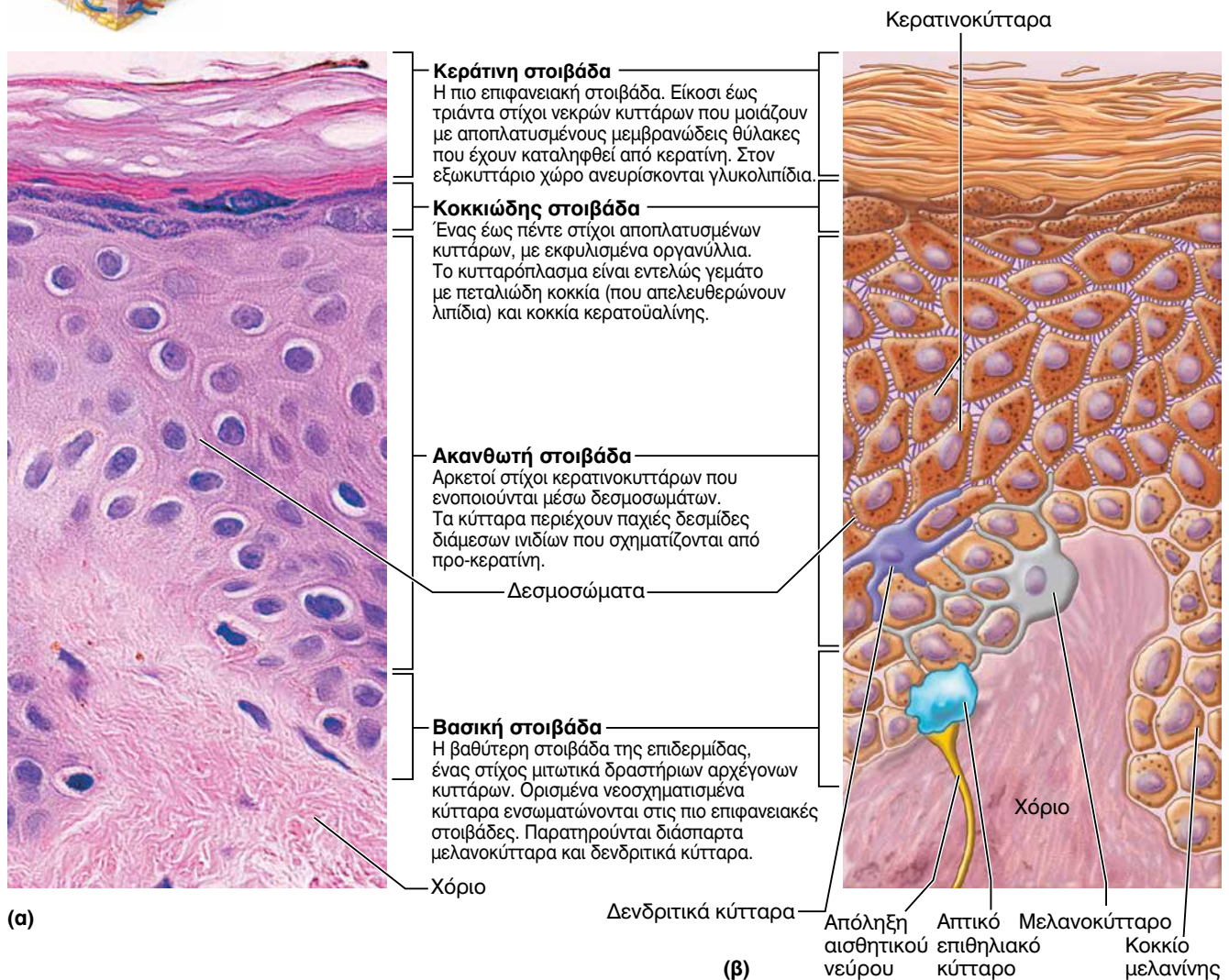
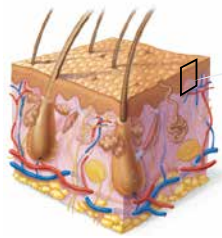
Εικόνα 5.1 Δομή του δέρματος. Γενικευμένη τρισδιάστατη αναπαράσταση του δέρματος, των επικουρικών δομών και του υποκείμενου υποδορίου. (Οι δομές του νευρικού συστήματος περιγράφονται λεπτομερώς στο Κεφάλαιο 14).



Εικόνα 5.2 Μακροσκοπική δομή του δέρματος και των υποκείμενων ιστών. Φωτογραφία του ανώτερου τμήματος του βραχίονα σε πτώμα.

Τα **απτικά επιθηλιακά κύτταρα**, ή κύτταρα Merkel, είναι αραιά κατανεμημένα ανάμεσα στα κερατινοκύτταρα. Κάθε ημισφαιρικό απτικό επιθηλιακό κύτταρο συνδέεται στενά με μια δισκοειδή αισθητική νευρική απόληξη και λειτουργεί ως υποδοχέας αφής.

Το 10%-25% περίπου των κυττάρων της βασικής στοιβάδας είναι αραχνοειδούς σχήματος **μελανοκύτταρα**, τα οποία παράγουν την σκουρόχρωμη χρωστική του δέρματος, που ονομάζεται **μελανίνη**. Η μελανίνη σχηματίζεται μέσα σε κοκκία με μεμβρανικά τοιχώματα και στη συνέχεια μεταφέρεται μέσω κυτταρικών προσεκβολών (τα «πόδια της αράχνης») στα γειτονικά κερατινοκύτταρα. Συνεπώς, τα βασικά κερατινοκύτταρα περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα μελανίνης συγκριτικά με τα ίδια τα μελανοκύτταρα. Η μελανίνη συσσωρεύεται στην επιφανειακή πλευρά των κερατινοκυττάρων, ανάμεσα στην εισερχόμενη ακτινοβολία και στον πυρήνα του κυττάρου, προστατεύοντας έτσι τους πυρήνες των κυττάρων από την UV ακτινοβολία, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν βλάβη στο DNA και κυτταρικό θάνατο (βλ. σελ. 118). Στα άτομα με ανοιχτόχρωμο δέρμα, η μελανίνη διασπάται από τα λυσοσώματα των κυττάρων σε μικρή απόσταση πάνω από τη βασική μεμβράνη. Στα άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα, η μελανίνη δεν διασπάται, με αποτέλεσμα αυτή να καταλαμβάνει τα κερατινοκύτταρα σε όλο το πάχος της επιδερμίδας. Παρά το γεγονός ότι στα άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα παρατηρείται πιο βαθυχρωματική μελανίνη, περισσότερα κοκκία και περισσότερη εναπόθεση χρωστικής στο εσωτερικό κάθε μελανοκυττάρου, τα άτομα αυτά δεν διαθέτουν περισσότερα μελανοκύτ-



Εικόνα 5.3 Κύτταρα και στοιβάδες της επιδερμίδας. (α) Μικρογραφία ΟΜ των τεσσάρων κύριων στοιβάδων της επιδερμίδας σε λεπτό δέρμα (500×). (β) Σχηματική απεικόνιση των τεσσάρων αυτών στοιβάδων και της κατανομής των διάφορων τύπων κυττάρων. Η διαυγής στοιβάδα (stratum lucidum), που παρατηρείται στο παχύ δέρμα, δεν απεικονίζεται εδώ.

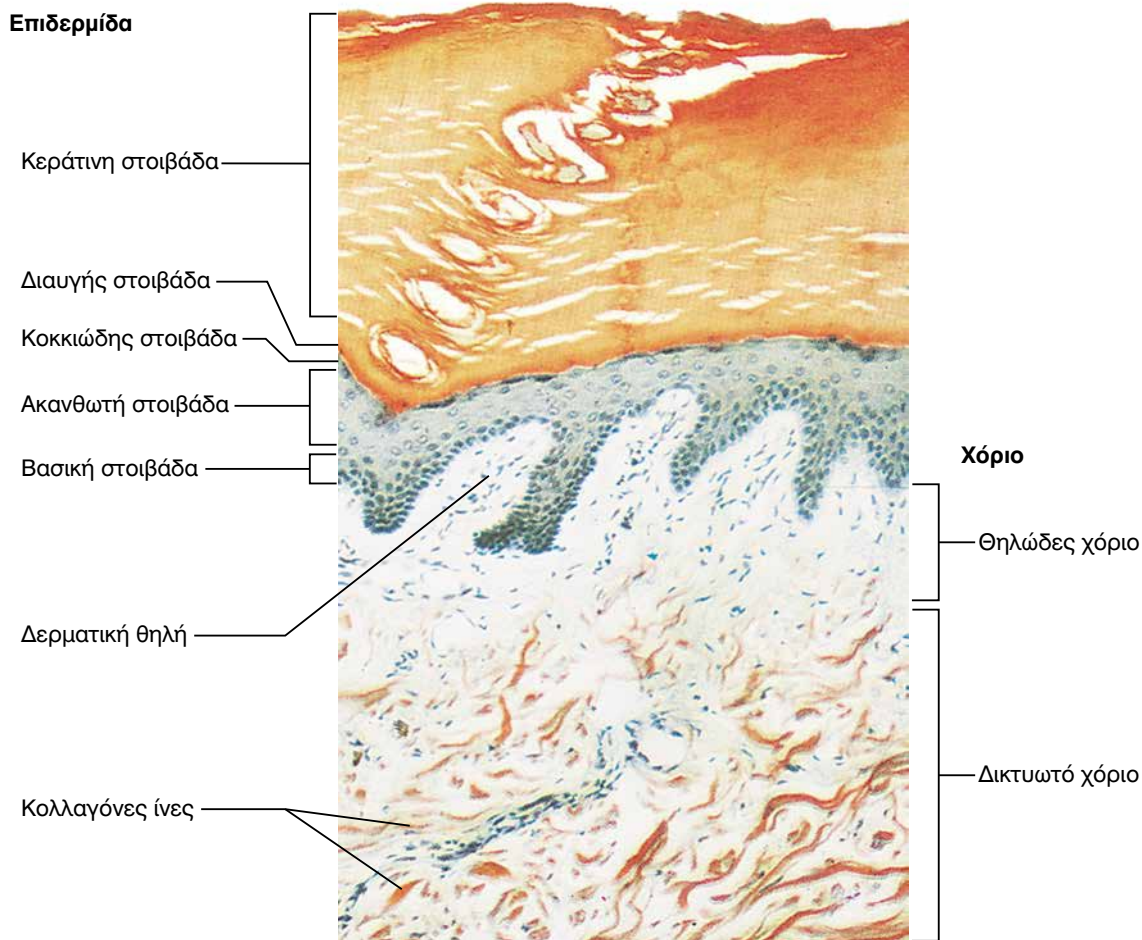
ταρα στο δέρμα τους. Με εξαίρεση τα άτομα με ιδιαίτερα σκουρόχρωμο δέρμα, τα μελανοκύτταρα ανταποκρίνονται στην UV ακτινοβολία αυξάνοντας την παραγωγή μελανίνης και επιτείνοντας τη μεταφορά της στα κερατινοκύτταρα. Πρόκειται για την προστατευτική αντίδραση που είναι γνωστή ως μαύρισμα.

Ο ρόλος των μελανοκυττάρων στη μελάγχρωση του δέρματος έχει αναγνωριστεί εδώ και πολύ καιρό. Επιπρόσθετα, τα μελανοκύτταρα παράγουν διάφορα σηματοδοτικά μόρια ως απάντηση στην υπεριώδη ακτινοβολία, τα οποία ρυθμίζουν την ανοσολογική αντίδραση στο δέρμα. Τα σηματοδοτικά αυτά μόρια επηρεάζουν τη φλεγμονώδη αντίδραση και ενδέχεται να διαθέτουν και άλλες ρυθμιστικές λειτουργίες.

Ακανθωτή Στοιβάδα Η **ακανθωτή στοιβάδα** αποτελείται από αρκετούς στίχους κυττάρων (Εικόνα 5.3). Στη στοιβάδα

αυτή ενδέχεται να παρατηρηθούν μιτώσεις, αλλά λιγότερο συχνά συγκριτικά με τη βασική στοιβάδα. Η στοιβάδα αυτή έλαβε την ονομασία της από τις πολυάριθμες ακανθώδεις προσεκβολές των κερατινοκυττάρων της, όπως αυτές παρατηρούνται στα συμβατικά ιστολογικά πλακίδια. Ωστόσο, οι ακανθώδεις προσεκβολές δεν υφίστανται στα ζωντανά κύτταρα: είναι πλασματικά ευρήματα που δημιουργούνται κατά την προετοιμασία των ιστολογικών παρασκευασμάτων, όταν τα κύτταρα συρρικνώνονται ενώ συγκρατούνται σταθερά στη θέση τους από τα δεσμοσώματά τους. Τα κύτταρα της ακανθωτής στοιβάδας περιέχουν παχιές δεσμίδες διάμεσων ινιδίων, οι οποίες αποτελούνται από μια πρωτεΐνη που ανθίσταται στην τάση, την προ-κερατίνη.

Τα **δενδριτικά κύτταρα** είναι διάσπαρτα ανάμεσα στα κερατινοκύτταρα της ακανθωτής στοιβάδας. Τα αστεροειδή αυτά κύτταρα αποτελούν μέρος του ανοσοποιητικού συστή-



Εικόνα 5.4 Παχύ δέρμα. Μικρογραφία ΟΜ της επιδερμίδας και του χορίου σε παχύ δέρμα (185×).

ματος (βλ. Κεφάλαιο 21). Τα κύτταρα αυτά προστατεύουν την εξωτερική επιφάνεια του σώματος, χρησιμοποιώντας τη διαδικασία της διαμεσολαβούμενης από υποδοχείς ενδοκυττάρωσης (σελ. 27) προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις ξένες πρωτεΐνες (αντιγόνα) που εισβάλλουν στην επιδερμίδα. Στη συνέχεια εγκαταλείπουν το δέρμα και μεταναστεύουν στον γειτονικό λεμφαδένα, όπου ενεργοποιούν την ανοσολογική αντίδραση ενάντια σε όλα τα ξένα κύτταρα που φέρουν το αντιγόνο (βλ. συζήτηση για ενεργοποίηση λεμφοκυττάρων στο Κεφάλαιο 21).

Κοκκιώδης Στοιβάδα Η λεπτή **κοκκιώδης στοιβάδα** αποτελείται από έναν έως πέντε στίχους αποπλατυσμένων κερατινοκυττάρων. Εκτός από τα άφθονα διάμεσα ινίδια προ-κερατίνης, τα κύτταρα αυτά περιέχουν επίσης **κοκκία κερατοϋαλίνης** και **πεταλιώδη κοκκία**, από τα οποία προέκυψε η ονομασία κοκκιώδης στοιβάδα. Τα κοκκία κερατοϋαλίνης συμβάλλουν στον σχηματισμό της κερατίνης στις πιο επιφανειακές στοιβάδες, όπως περιγράφεται στη συνέχεια. Τα πεταλιώδη κοκκία περιέχουν ένα στεγανοποιητικό γλυκολιπίδιο, το οποίο εκκρίνεται εντός του εξωκυττάρου χώρου. Το γλυκολιπίδιο αυτό σε συνδυασμό με τις στενές συνάψεις μεταξύ παρακείμενων κυττάρων, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επιβράδυνση της απώλειας νερού από την επιδερμίδα. Επιπλέον, παρατηρείται **άχυνση των πλασματικών μεμβρανών των κυττάρων**, με αποτέλεσμα αυτές να καθίστανται πιο ανθεκτικές σε τυχόν βλαπτικές επιδράσεις. Στη διαδικασία αυτή τα κερατινοκύτταρα φαίνεται ότι

«σκληραίνουν» για να μετατρέψουν την εξωτερική στοιβάδα στην ισχυρότερη περιοχή του δέρματος.

Όπως όλα τα επιθήλια, η επιδερμίδα χρησιμοποιεί θρεπτικά συστατικά από τα τριχοειδή του υποκείμενου συνδετικού ιστού (του χορίου). Πάνω από την κοκκιώδη στοιβάδα, τα επιδερμικά κύτταρα βρίσκονται σε πολύ μεγάλη απόσταση από τα τριχοειδή του χορίου για να προσλάβουν θρεπτικά συστατικά, με αποτέλεσμα να πεθαίνουν, γεγονός που είναι απόλυτα φυσιολογικό.

Διαυγής Στοιβάδα (Stratum Lucidum) Η **διαυγής στοιβάδα** βρίσκεται στο παχύ δέρμα (**Εικόνα 5.4**) και όχι στο λεπτό. Η στοιβάδα αυτή, που φαίνεται στο οπτικό μικροσκόπιο σαν μια λεπτή διαφανή ταινία, αποτελείται από μερικές αποπλατυσμένων, νεκρών κερατινοκυττάρων. Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο αποκαλύπτεται ότι τα κύτταρά της είναι πανομοιότυπα με τα κύτταρα που βρίσκονται στον πυθμένα της επόμενης στοιβάδας, της κεράτινης.

Κεράτινη Στοιβάδα (Stratum Corneum) Η πλέον εξωτερική στοιβάδα της επιδερμίδας, η **κεράτινη στοιβάδα**, αποτελείται από πολλούς στίχους κυττάρων. Η στοιβάδα αυτή είναι αρκετά πιο αναπτυγμένη στο παχύ συγκριτικά με το λεπτό δέρμα (**Εικόνα 5.4**). Τα νεκρά κερατινοκύτταρά της αποτελούν αποπλατυσμένους θύλακες που έχουν καταληφθεί πλήρως από κερατίνη, αφού οι πυρήνες και τα οργάνωμά τους αποσυντίθενται μετά τον κυτταρικό θάνατο. Η κερατίνη αποτελείται από ενδιάμεσου μεγέθους ινίδια προ-κερατίνης εμβυθισμένα σε μια «κόλλα» που προέρ-



ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Αντίδραση του Δέρματος στην Τριβή Η εμμένοια τριβή (όπως για παράδειγμα αυτή που προκαλείται από ένα παπούτσι που δεν εφαρμόζει σωστά) προκαλεί μια πάχυνση της επιδερμίδας, που ονομάζεται **κάλλος**. Η σύντομη αλλά σοβαρή τριβή (όπως π.χ. από τη χρήση ενός σκαπτικού εργαλείου) μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση μιας **φυσαλίδας**, δηλαδή την αποκόλληση της επιδερμίδας από το χόριο και τον σχηματισμό ανάμεσά τους ενός θυλάκου που είναι γεμάτος με υγρό.

χεται από τα κοκκία κερατοϋαλίνης. Τόσο η κερατίνη όσο και οι πεπαχυσμένες κυτταροπλασματικές μεμβράνες των κυττάρων της κερατίνης στοιβάδας, προστατεύουν το δέρμα από την τριβή και τη λύση. Επιπλέον, το γλυκολιπίδιο που βρίσκεται ανάμεσα στα κύτταρα στεγανοποιεί τη στοιβάδα. Είναι πραγματικά καταπληκτικό ότι μια στοιβάδα νεκρών κυττάρων μπορεί να επιτελεί τόσες πολλές λειτουργίες!

Τα κύτταρα της κερατίνης στοιβάδας αποπίπτουν τακτικά. Τα κύτταρα αυτά αποτελούν την πιτυρίδα και τις φολίδες που αποπίπτουν από το κρανίο και το ξηρό δέρμα, αντίστοιχα. Στη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου αποπίπτουν κατά μέσον όρο 18 kg τέτοιων φολίδων. Τα αποβαλλόμενα κύτταρα αντικαθίστανται από κύτταρα των βαθύτερων στοιβάδων του δέρματος. Την επόμενη φορά που θα πείτε «Η ομορφιά είναι επιφανειακή» να θυμάστε ότι το σύνολο σχεδόν της εικόνας ενός ατόμου αποτελείται από νεκρά κύτταρα!

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 3. Ποιες στοιβάδες της επιδερμίδας περιέχουν ζωντανά κύτταρα;
- 4. Ποιες λειτουργίες του δέρματος επιτελούνται από τα κύτταρα της επιδερμίδας;
- 5. Ποιες είναι οι δομικές διαφορές ανάμεσα στο παχύ και στο λεπτό δέρμα;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

Χόριο

Το **χόριο**, η δεύτερη κύρια περιοχή του δέρματος, αποτελείται από ισχυρό, εύκαμπτο συνδετικό ιστό. Τα κύτταρα του χορίου είναι τα τυπικά κύτταρα του ιδίως συνδετικού ιστού: ινοβλάστες, μακροφάγα, μαστοκύτταρα και διάσπαρτα λευκά αιμοσφαίρια (βλ. σελ. 80). Οι τύποι των ινών –κολλαγόνες, ελαστικές και δικτυωτές– είναι επίσης χαρακτηριστικές. Το χόριο συγκρατεί τη συνοχή ολόκληρου του σώματος σαν μια ολόσωμη κάλτσα. Είναι το «περίβλημά» μας και αντιστοιχεί στη στοιβάδα του δέρματος των ζώων που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των δερμάτινων προϊόντων.

Το χόριο διαιρείται στο **θηλώδες χόριο** και στο **δικτυωτό χόριο** (Εικόνα 5.4).

Θηλώδες Χόριο

Το **θηλώδες χόριο**, που αντιστοιχεί στο 20% του χορίου, αποτελείται από αραιό συνδετικό ιστό που περιέχει πολύ λεπτές κολλαγόνες και ελαστικές ίνες. Περιλαμβάνει τις **δερματικές θηλές**, οι οποίες είναι δακτυλιοειδείς προσεκ-



ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

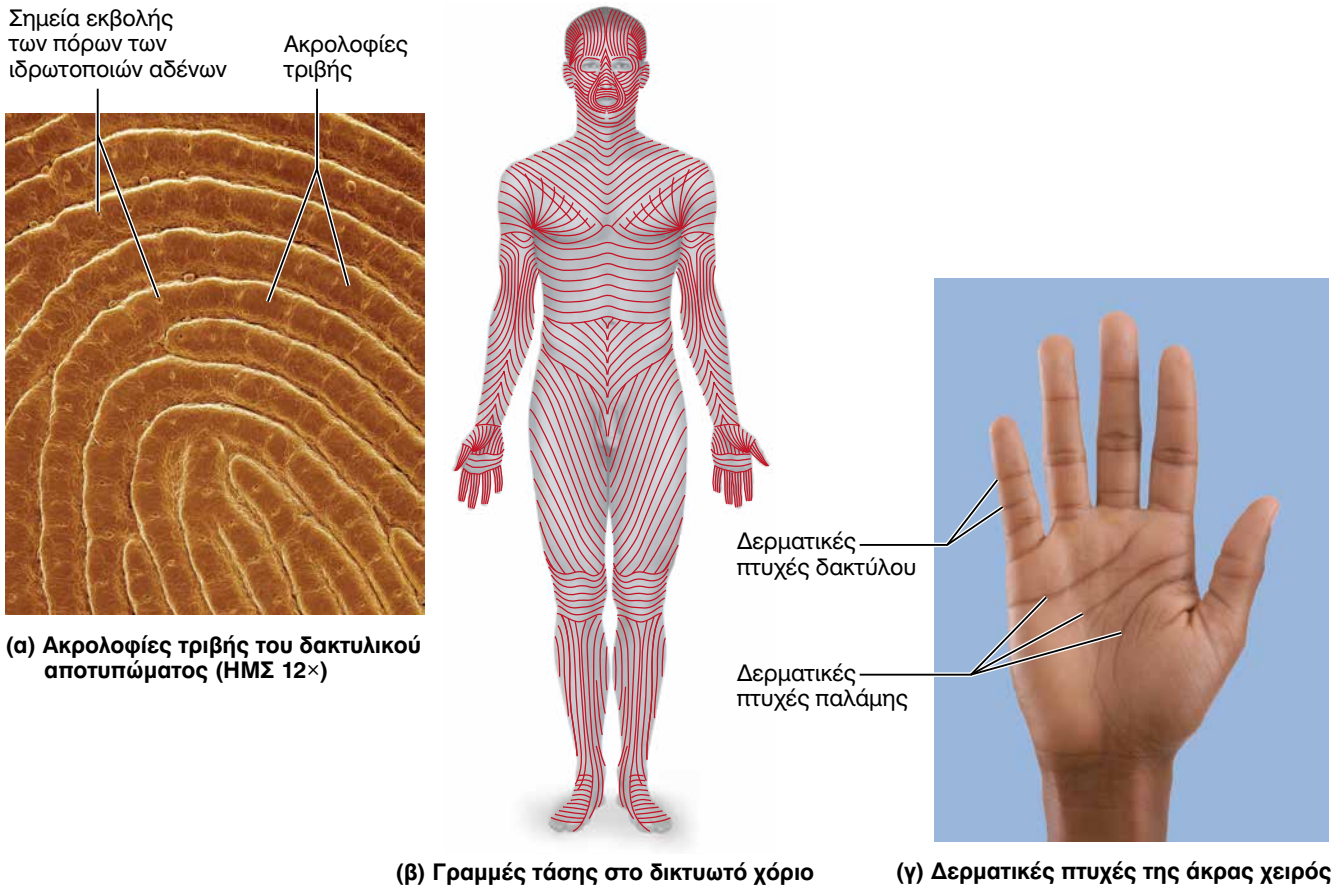
Έλκος Κατάκλισης Οι κατακλίσεις ή **έλκη κατάκλισης** αποτελούν συχνό πρόβλημα στους ασθενείς με μειωμένη κινητικότητα. Τα κατακεκλιμένα ηλικιωμένα άτομα είναι ιδιαίτερα επιρρεπή στην εμφάνισή τους, όπως και τα άτομα που χρησιμοποιούν αναπηρικά αμαξίδια μετά από τραυματισμό της σπονδυλικής στήλης. Τα έλκη κατάκλισης συνήθως εμφανίζονται στο δέρμα που καλύπτει οστικές προεξοχές, όπως για παράδειγμα στο ισχίο, το ιερό οστό ή την πτέρνα. Η συνεχής άσκηση πίεσης από το σωματικό βάρος προκαλεί τοπική λύση της συνέχειας του δέρματος, λόγω μείωσης της αιματικής παροχής. Εντός 2-3 ωρών επέρχεται ιστικός θάνατος. Με την πάροδο του χρόνου, η επιδερμίδα και το θηλώδες χόριο εξαλείφονται και στην περιοχή της αλλοίωσης παρατηρείται αύξηση των κολλαγόνων ινών. Χωρίς την προστατευτική κάλυψη της επιδερμίδας, οι λοιμογόνοι παράγοντες εισέρχονται με ευκολία στον ανθρώπινο οργανισμό και προκαλούν σοβαρές και θανατηφόρες επιπλοκές.

βολές που εκτείνονται προς το εσωτερικό της υπερκείμενης επιδερμίδας. Οι προσεκβολές των δερματικών θηλών εντός της επιδερμίδας αυξάνουν την επιφάνεια για ανταλλαγή αερίων, θρεπτικών συστατικών και παραπροϊόντων του μεταβολισμού μεταξύ των στοιβάδων αυτών. Θυμηθείτε ότι η επιδερμίδα στερείται αγγείωσης και η επιβίωσή της εξαρτάται από τη διάχυση αυτών των ουσιών από το υποκείμενο χόριο. Η αλληλοεμπλοκή αυτών των στοιβάδων ενισχύει επίσης τη χοριο-επιδερμική συμβολή με αποτέλεσμα να περιορίζεται ο σχηματισμός φυσαλίδων.

Στις παλάμες και στα πόδια, οι δερματικές θηλές κείτονται πάνω σε μεγαλύτερα επάρματα, που ονομάζονται **δερματικές ακρολοφίες**. Οι ακρολοφίες αυτές ανυψώνουν την υπερκείμενη επιδερμίδα προς το εσωτερικό των **επιδερμικών ακρολοφιών** ή **ακρολοφιών τριβής**, οι οποίες διαμορφώνουν τα δακτυλικά αποτυπώματα, τα αποτυπώματα της παλάμης και του πέλματος (**Εικόνα 5.5α**). Οι επιδερμικές ακρολοφίες αυξάνουν την τριβή και βελτιώνουν τη συλληπτική ικανότητα των χεριών και των ποδιών. Η μορφολογία αυτών των ακρολοφιών είναι γενετικά προκαθορισμένη και μοναδική για τον κάθε άνθρωπο. Επειδή οι **πόροι των ιδρωτοποιών αδένων** εκβάλλουν στις ακρολοφίες τριβής, αυτοί καταλείπουν διακριτά δακτυλικά αποτυπώματα σε οποιοδήποτε αντικείμενο με το οποίο έρχονται σε επαφή. Συνεπώς, τα αποτυπώματα είναι «μεμβράνες ιδρώτα».

Δικτυωτό Χόριο

Το βαθύτερο **δικτυωτό χόριο**, το πάχος του οποίου αντιστοιχεί περίπου στο 80% περίπου του συνολικού πάχους του χορίου, αποτελείται από πυκνό ακανόνιστο συνδετικό ιστό. Η εξωκυττάρια ουσία του περιέχει παχιές δεσμίδες διαπλεκόμενων κολλαγόνων και ελαστικών ινών, που διατρέχουν πολλά διαφορετικά επίπεδα. Ωστόσο, οι περισσότερες διατάσσονται παράλληλα προς την επιφάνεια του δέρματος. Το δικτυωτό χόριο οφείλει την ονομασία του στα δίκτυα των κολλαγόνων ινών του και όχι στην αφθονία των δικτυωτών ινών. Η παρουσία λιγότερο πυκνών περιοχών ή οι διαχωρισμοί μεταξύ των δεσμίδων του κολλαγόνου οδηγούν στον σχηματισμό των **γραμμών τάσης του δέρματος** (ή **γραμμών**



Εικόνα 5.5 Ανάγλυφα στοιχεία του δέρματος. (α) Ακρολοφίες τριβής. (β) Οι γραμμές τάσης του δέρματος αντιπροσωπεύουν τον διαχωρισμό μεταξύ των δεσμίδων των κολλαγόνων ινών στο δικτυωτό χόριο. (γ) Οι δερματικές πτυχές σχηματίζονται στα σημεία όπου το χόριο συνδέεται στενά με την υποκείμενη περιτονία.

του Langer) (Εικόνα 5.5β). Οι νοητές αυτές γραμμές καλύπτουν ολόκληρο το σώμα: κατευθύνονται κατά μήκος του δέρματος των άκρων και της κεφαλής και κυκλικά γύρω από τον τράχηλο και τον κορμό. Η γνώση της κατεύθυνσης των γραμμών τάσης του δέρματος είναι απαραίτητη για τους χειρουργούς. Με τις τομές που εκτελούνται *παράλληλα* προς τις γραμμές τάσης επιτυγχάνεται καλύτερη σύγκλειση και ταχύτερη επούλωση συγκριτικά με τις τομές που εκτελούνται *κάθετα* προς αυτές.

Οι κολλαγόνες ίνες του χορίου προσδίδουν στο δέρμα ισχύ και ελαστικότητα. Έτσι, οι νυγμοί και οι εκδορές δεν διαπερνούν αυτή τη σκληρή στοιβάδα. Επιπλέον, οι ελαστικές ίνες του χορίου, προσδίδουν στο δέρμα τη δυνατότητα της επαναφοράς μετά από διάταση. Η υπερβολική διάταση του δέρματος, που παρατηρείται για παράδειγμα στα παχύσαρκα άτομα και στις έγκυες, μπορεί να οδηγήσει σε ρήξη του κολλαγόνου στο χόριο του δέρματος. Η ρήξη αυτή οδηγεί στον σχηματισμό ανοιχτόχρωμων στιλπνών ουλών, που ονομάζονται *ραβδώσεις* ή αλλιώς «ραγάδες». Το χόριο αποτελεί επίσης το σημείο συγκέντρωσης των χρωστικών που χρησιμοποιούνται στα τατουάζ (βλ. **ΜΙΑ ΠΙΟ ΚΟΝΤΙΝΗ ΜΑΤΙΑ**, σελ. 112).

Από το βαθύτερο τμήμα του χορίου προέρχονται οι γραμμές της επιφάνειας του δέρματος που ονομάζονται *δερματικές πτυχές*. Παρατηρήστε, για παράδειγμα, τις βαθιές γραμμές στην παλάμη σας (Εικόνα 5.5γ). Αυτές σχηματίζονται λόγω της διαρκούς αναδίπλωσης του δέρματος, ιδιαίτερα πάνω από τις αρθρώσεις, όπου το χόριο συνδέεται στενά



ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Διαδερμικό Σύστημα Χορήγησης Φαρμάκων

Τα διαδερμικά επιθέματα είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε οι φαρμακευτικές ουσίες να διαχέονται μέσω της επιδερμίδας στα αιμοφόρα αγγεία του χορίου. Τα επιθέματα αυτά είναι αποτελεσματικά για τη μεταφορά μικρών λιποδιαλυτών μορίων (π.χ. οιστρογόνα, νιτρογλυκερίνη και νικοτίνη) τα οποία μπορούν να διαχυθούν ανάμεσα στα κύτταρα της επιδερμίδας. Έχουν επίσης κατασκευαστεί και επιθέματα για τη μεταφορά μεγαλύτερων μορίων ή υδατοδιαλυτών μορίων, όπως π.χ. ινσουλίνη και διάφορα εμβόλια. Ένας νέος τύπος επιθεμάτων διαθέτει λεπτές βελόνες που εκτείνονται από τη δεξαμενή του φαρμάκου διαμέσου της επιδερμίδας προς το χόριο, σε αρκετό βάθος ώστε να μεταφέρουν τις φαρμακευτικές ουσίες μέχρι και το υποθηλώδες χόριο, αλλά όχι στο επίπεδο των νευρικών απολήξεων.

με τις υποκείμενες δομές. Δερματικές πτυχές ανευρίσκονται επίσης στους καρπούς, τα πέλματα και τα δάκτυλα των άνω και κάτω άκρων.

Το χόριο περιέχει άφθονες νευρικές ίνες (περιγράφονται στο Κεφάλαιο 14) και αιμοφόρα αγγεία. Τα αιμοφόρα αγγεία του χορίου αποτελούνται από δυο αγγειακά πλέγματα (πλέγμα ονομάζεται το δίκτυο που περιέχει προσαγωγά και απαγωγά αγγεία) (βλ. Εικόνα 5.1). Το εν τω βάθει **υποχοριοειδές πλέγμα** εντοπίζεται ανάμεσα στο υποδόριο και στις

Τατουάζ (Δερματοστιξία)

Η δερματοστιξία – μια τεχνική κατά την οποία εναποτίθεται χρωστική στο χόριο του δέρματος με τη χρήση βελόνας– εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 8.000 π.Χ. Σήμερα, τα τατουάζ αποτελούν μια μορφή τέχνης, που χρησιμοποιείται για την έκφραση της μοναδικότητας του ατόμου και τη διατύπωση προσωπικών θέσεων. Τα τατουάζ μπορεί να δηλώνουν την ιδιότητα του μέλους σε μια ομάδα, όπως π.χ. στον στρατό, στις συμμορίες των δρόμων ή στις αθλητικές ομάδες. Χρησιμοποιούνται επίσης ολοένα και περισσότερο για αισθητικούς λόγους, όπως π.χ. η εφαρμογή μόνιμου μακιγιάζ στα μάτια, στα φρύδια και στα χείλη.

Τι συμβαίνει όμως όταν το τατουάζ δεν είναι πια της μόδας ή μετατοπίζεται η χρωστική του; Μέχρι πολύ πρόσφατα, τα άτομα που είχαν κάνει τατουάζ ήταν αδύνατο να τα αποχωριστούν, καθώς οι προσπάθειες αφαίρεσής τους με δερμοαπόξεση, κρυοπηξία (ψύξη του ιστού) ή εφαρμογή χημικών ουσιών, οδηγούσαν στον σχηματισμό δύσμορφων ουλών, ορισμένες από τις οποίες ήταν πιο έντονες από το αρχικό τατουάζ. Σήμερα, με τη χρήση των λέιζερ, μπορούν να αφαιρεθούν τα τατουάζ «παλαιού τύπου», δηλαδή αυτά που γίνονταν πριν από ορισμένες δεκαετίες με τη χρήση κυανής ή μαύρης χρωστικής. Τα νέου τύπου, έγχρωμα τατουάζ αποτελούν μια



εντελώς διαφορετική κατηγορία. Για την αφαίρεσή τους είναι απαραίτητη η χρήση ορισμένων διαφορετικών ειδών λέιζερ που εκπέμπουν διάφορες συχνότητες φωτός προκειμένου να αφαιρεθεί κάθε χρωστική ξεχωριστά. Η αφαίρεση του τατουάζ απαιτεί την εφαρμογή επτά έως εννέα συνεδριών, με συχνότητα μια συνεδρία ανά μήνα, και μπορεί να είναι τόσο επώδυνη όσο και το αρχικό τατουάζ. Ακόμη και στην περίπτωση αυτή, η αφαίρεση των τατουάζ δεν είναι ποτέ πλήρης, ενώ η εξάχνωση των πράσινων και κίτρινων χρωστικών είναι ιδιαίτερα δύσκολη.

Τα τατουάζ ενέχουν και ορισμένους άλλους κινδύνους. Ο Αμερικανικός Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA), ασκεί κάποιο έλεγχο στη σύνθεση των χρησιμοποιούμενων χρωστικών, οι οποίες όμως έχουν την έγκρισή του για εφαρμογή μόνο στην επιφάνεια του δέρματος.

Η ασφάλεια της υποδόριας έγχυσης δεν έχει τεκμηριωθεί επαρκώς. Επιπλέον, το νομοθετικό πλαίσιο διαφέρει σημαντικά από Πολιτεία σε Πολιτεία. Σε ορισμένες Πολιτείες των ΗΠΑ απαγορεύεται εντελώς η διενέργεια των τατουάζ ενώ σε ορισμένες άλλες δεν υφίσταται σχετική νομοθεσία. Κατά τη διενέργεια του τατουάζ χρησιμοποιούνται βελόνες και παρατηρείται αιμορραγία, οι απαιτήσεις κατάρτισης των επαγγελματιών του τατουάζ είναι ελάχιστες και υφίσταται ο κίνδυνος αλλεργικών αντιδράσεων και μετάδοσης αιματογενών λοιμώξεων όπως π.χ. η ηπατίτιδα. (Ακόμη και όταν ο επαγγελματίας χρησιμοποιεί αποστειρωμένες βελόνες, οι βελόνες αυτές μπορεί να εμβυθιστούν σε χρωστικές που είναι μολυσμένες με το αίμα προηγούμενων πελατών). Παρά τη διαθεσιμότητα των τεχνικών αφαίρεσης με λέιζερ, οι κίνδυνοι που απορρέουν από την απόκτηση ενός τατουάζ πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη.

δομές που βρίσκονται εντός των βαθύτερων τμημάτων του χορίου. Το επιπολής **υποθηλώδες πλέγμα**, εντοπίζεται ακριβώς κάτω από τις δερματικές θηλές, αιματώνει τις ανώτερες δομές του χορίου, τις δερματικές θηλές και την επιδερμίδα.

Τα αιμοφόρα αγγεία του χορίου δεν αιματώνουν απλώς το χόριο και την υπερκείμενη επιδερμίδα. Διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στη θερμορύθμιση. Τα αγγεία αυτά διαθέτουν τόσο μεγάλη χωρητικότητα που είναι σε θέση να συκρατούν το 5% του συνολικού όγκου αίματος του οργανισμού. Όταν τα εσωτερικά όργανα χρειάζονται περισσότερο αίμα ή περισσότερη θερμότητα, τα νεύρα διεγείρουν την αγγειοσύσπαση, με αποτέλεσμα την ανακατανομή του αίματος προς τη συστηματική κυκλοφορία και την αύξηση του όγκου αίματος που διατίθεται για τα εσωτερικά όργανα. Αντίθετα, τις θερμές ημέρες, τα αγγεία του χορίου γεμίζουν με θερμό αίμα και ελαττώνουν τη θερμοκρασία του

σώματος ακτινοβολώντας τη θερμότητα μακριά από αυτό.

Στο χόριο βρίσκονται ενσωματωμένοι αδένες και τριχοθυλάκια. Τα εξαρτήματα αυτά προέρχονται από την επιδερμίδα και εκτείνονται μέχρι το εν τω βάθει χόριο και το υποδόριο.

Υποδόριο

Ακριβώς κάτω από το δέρμα βρίσκεται το λιπώδες **υποδόριο** (βλ. Εικόνες 5.1 και 5.2), που ονομάζεται και **επιπολής (επιφανειακή) περιτονία**. Το υποδόριο αποτελείται από αραιό και λιπώδη συνδετικό ιστό, αλλά υπό φυσιολογικές συνθήκες κυριαρχεί ο λιπώδης. Εκτός από την αποθήκευση λίπους, το υποδόριο σταθεροποιεί το δέρμα στις υποκείμενες δομές (κυρίως στους μύες), αλλά η σύνδεση αυτή είναι τόσο χαλαρή ώστε το δέρμα να μπορεί να ολισθαίνει σχετικά ελεύθερα πάνω στις δομές αυτές. Η ολίσθηση αυτή

εξασφαλίζει τον εξοστρακισμό αρκετών πληγμάτων από το ανθρώπινο σώμα. Το υποδόριο διαθέτει και μονωτική δράση: επειδή το λίπος είναι κακός αγωγός της θερμότητας, αποτρέπει την απώλειά της από το σώμα. Η πρόσληψη βάρους οδηγεί σε σημαντική πάχυνση του υποδορίου, η οποία συντελείται σε διαφορετικά σημεία του σώματος στα δυο φύλα. Στις γυναίκες, το υποδόριο λίπος συσσωρεύεται αρχικά στους μηρούς και στους μαστούς, ενώ στους άνδρες συσσωρεύεται στην πρόσθια κοιλιακή χώρα («μπυροκοιλιά»).

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 6. Με ποιον τρόπο επιτυγχάνεται η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος από τα αιμοφόρα αγγεία του χορίου;
- 7. Από ποιον τύπο ιστού προέρχεται (α) το θηλώδες χόριο, (β) το δικτυωτό χόριο και (γ) το υποδόριο;
- 8. Ποιοι τύποι κυττάρων ανευρίσκονται στο χόριο και με ποιο τρόπο συμβάλλει ο κάθε τύπος στις λειτουργίες του δέρματος;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

Χρώμα του Δέρματος

Το χρώμα του δέρματος εξαρτάται από τρεις χρωστικές: μελανίνη, καροτίνη και αιμοσφαιρίνη. Η **μελανίνη**, που είναι η πιο σημαντική από τις τρεις χρωστικές, συντίθεται από το αμινοξύ τυροσίνη. Εμφανίζεται σε διάφορους τύπους και η χροιά της κυμαίνεται από κίτρινη, ερυθρωπή, καστανή έως και μαύρη. Όπως προαναφέρθηκε, η μελανίνη μεταφέρεται από τα μελανοκύτταρα στα κερατινοκύτταρα της βασικής στοιβάδας της επιδερμίδας. Η ανομοιογένεια στο χρώμα του δέρματος μεταξύ των ανθρώπων οφείλεται σε διαφορές τόσο στην ποσότητα όσο και στον τύπο της παραγόμενης μελανίνης.

Η **καροτίνη** είναι μια κιτρινο-πορτοκαλί χρωστική που περιέχεται σε φυτικές τροφές όπως π.χ. τα καρότα και οι ντομάτες. Συσσωρεύεται συνήθως στην κεράτινη στοιβάδα της επιδερμίδας και στο λίπος του υποδορίου.

Η ροδαλή χροιά του δέρματος των ατόμων της Καυκάσιας φυλής οφείλεται στο ζωνρό ερυθρό χρώμα της οξυγονωμένης αιμοσφαιρίνης στο εσωτερικό των τριχοειδών του χορίου. Επειδή το δέρμα των ατόμων της Καυκάσιας φυλής περιέχει λίγη μελανίνη, η επιδερμίδα τους είναι σχεδόν διαφανής με αποτέλεσμα να διακρίνεται η χροιά του αίματος. Οι μώλωπες (μελανιές) αντιστοιχούν σε αποχρωματισμένο αίμα που είναι ορατό διαμέσου του δέρματος. Τα σημιάδια αυτά, που συνήθως οφείλονται σε χτυπήματα, αποκαλύπτουν τα σημεία στα οποία το αίμα έχει εξαγγειωθεί και έχει πήξει κάτω από το δέρμα. Κάθε εντοπισμένη συλλογή εξαγγειωμένου αίματος, συνήθως πηγμένου, εντός του οργανισμού ονομάζεται **αιμάτωμα**.

Τα αίτια της ανομοιογένειας στο χρώμα του δέρματος μεταξύ διαφόρων πληθυσμών δεν έχουν αποσαφηνιστεί πλήρως. Οι επικρατούσες θεωρίες βασίζονται στο γεγονός ότι η υπεριώδης ακτινοβολία του ήλιου είναι ταυτόχρονα επικίνδυνη και αναγκαία. Σύμφωνα με μια υπόθεση, το σκούρο χρώμα του δέρματος εξυπηρετεί την αντιμετώπιση του κινδύνου για καρκίνο του δέρματος από την υπεριώδη ακτινοβολία. Μια εναλλακτική υπόθεση υποστηρίζει ότι οι επιδράσεις του ηλιακού φωτός στα επίπεδα του φυλλικού



ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Φακίδες και Σπίλοι Τόσο οι φακίδες όσο και οι σπίλοι οφείλονται στην εντοπισμένη συσσώρευση μελανίνης στο δέρμα. Στις φακίδες, η αύξηση της μελανίνης περιορίζεται στη βασική στοιβάδα της επιδερμίδας. Οι φακίδες είναι το αποτέλεσμα της επαναλαμβανόμενης έκθεσης στον ήλιο. Τα άτομα με ανοιχτόχρωμο δέρμα είναι περισσότερο επιρρεπή στην εμφάνιση φακίδων. Οι σπίλοι δημιουργούνται όταν αθροίσεις μελανοκυττάρων μετατρέπονται σε κύτταρα που περιέχουν μελανίνη (σπιλοκύτταρα). Οι αθροίσεις αυτές εντοπίζονται στη βασική στοιβάδα της επιδερμίδας και στις ανώτερες στοιβάδες του χορίου. Οι σπίλοι εμφανίζονται λίγο μετά τη γέννηση αλλά και στους νέους ενήλικες. Η εμφάνισή τους δεν σχετίζεται με την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία.

οξέος στο αίμα, αποτελούν την επιλεκτική πίεση (selective pressure) για την εμφάνιση του σκουρόχρωμου δέρματος σε πληθυσμούς των τροπικών περιοχών. Στα άτομα με ανοιχτόχρωμο δέρμα, η έντονη έκθεση στον ήλιο προκαλεί μείωση των επιπέδων φυλλικού οξέος στο αίμα. Τα μειωμένα επίπεδα φυλλικού οξέος κατά την κύηση αυξάνουν τον κίνδυνο εκδήλωσης ανωμαλιών στον νευρικό σωλήνα του αναπτυσσόμενου εμβρύου. Χάρη στο σκουρόχρωμο δέρμα των τροπικών πληθυσμών, τα επίπεδα του φυλλικού οξέος στο αίμα διατηρούνται σε ικανοποιητικά επίπεδα και προάγεται η υγιής τεκνοποίηση.

Στους παράγοντες που επηρεάζουν τη χροιά του δέρματος περιλαμβάνεται και η παραγωγή της βιταμίνης D. Η υπεριώδης ακτινοβολία διεγείρει την παραγωγή της βιταμίνης D από τις βαθύτερες στοιβάδες της επιδερμίδας. Η βιταμίνη D είναι μια ζωτικής σημασίας ορμόνη, απαραίτητη για την πρόσληψη ασβεστίου από την τροφή και τη διατήρηση της υγείας των οστών. Το ασβέστιο, και κατά συνέπεια τα επαρκή επίπεδα βιταμίνης D, είναι απαραίτητα για το αναπτυσσόμενο έμβρυο.

Η παραγωγή βιταμίνης D δεν αποτελεί πρόβλημα στους τροπικούς πληθυσμούς, σε αντίθεση με τα άτομα της Καυκάσιας φυλής που κατοικούν στη βόρεια Ευρώπη τα οποία εκτίθενται πολύ λίγο στον ήλιο στη διάρκεια του παρατεταμένου, σκοτεινού χειμώνα. Ως εκ τούτου, η ανοιχτόχρωμη επιδερμίδα τους εξασφαλίζει τη διέλευση της υπεριώδους ακτινοβολίας για την παραγωγή βιταμίνης D. Η φυσική έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία σε αυτές τις εύκρατες περιοχές δεν επαρκεί για τη μείωση των επιπέδων του φυλλικού οξέος. Οι περισσότεροι τύποι χροιάς δέρματος εμφανίζονται σε ενδιάμεσα γεωγραφικά πλάτη (Κίνα, Μέση Ανατολή, κλπ.) και χαρακτηρίζονται από μέτρια καστανή χροιά δέρματος, που δεν είναι ούτε «λευκή» ούτε «μαύρη». Το δέρμα αυτό είναι αρκετά σκουρόχρωμο ώστε να παρέχει κάποιου βαθμού προστασία από τις αρνητικές επιδράσεις του ήλιου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα όταν το δέρμα μαυρίζει, αλλά και αρκετά ανοιχτόχρωμο ώστε να επιτρέπει την παραγωγή βιταμίνης D κατά τη διάρκεια του χειμώνα στα μέτρια γεωγραφικά πλάτη. Η εξισορρόπηση ανάμεσα στην προστασία από τις επιβλαβείς επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας και στην παραγωγή βιταμίνης D, ενδέχεται να αποτέλεσε την επιλεκτική πίεση που



ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Κυάνωση Όταν η αιμοσφαιρίνη δεν οξυγονώνεται επαρκώς, τόσο το αίμα όσο και το δέρμα των ατόμων της Καυκάσιας φυλής αποκτούν κυανή χροιά. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται **κυάνωση**. Το δέρμα των ατόμων με καρδιακή ανεπάρκεια ή σοβαρές αναπνευστικές διαταραχές είναι συνήθως κυανωτικό. Στα άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα, το μεγάλο πάχος του δέρματος δεν επιτρέπει τη διάκριση της χροιάς των υποκείμενων αγγείων. Ωστόσο, η κυάνωση είναι ορατή στους βλεννογόνους και στις κοίτες των νυχιών.

καθόρισε το χρώμα του δέρματος κατά την απομάκρυνση των πρωτόγονων πληθυσμών από τις τροπικές περιοχές.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

9. Σε ποια χρωστική οφείλεται η μεγάλη ανομοιογένεια στο χρώμα του δέρματος μεταξύ των ανθρώπων;
10. Ένα άτομο που ζει σε μια χώρα του βορρά χρειάζεται να ανησυχεί σχετικά με την παραγωγή της βιταμίνης D; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ

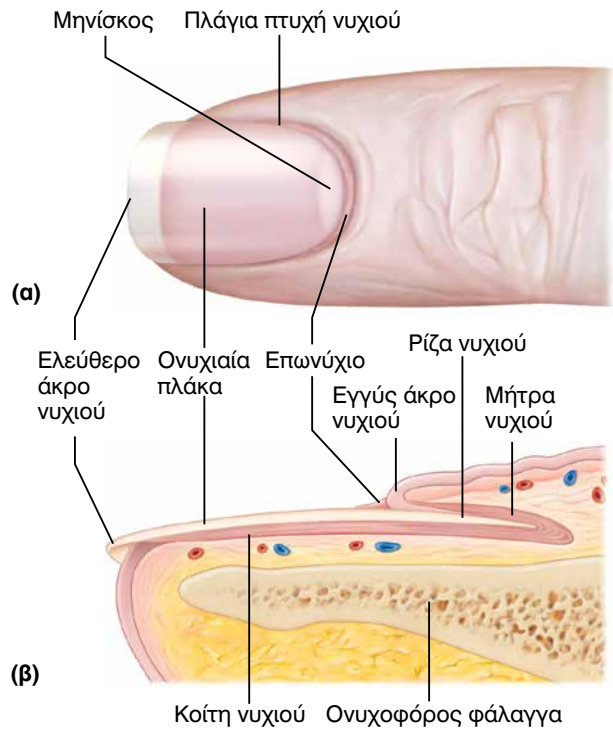
Εκπαιδευτικοί στόχοι

- ▶ Περιγράψτε τη δομή των νυχιών.
- ▶ Απαριθμήστε τα τμήματα της τρίχας και του τριχοθυλακίου και εξηγήστε τη λειτουργία του κάθε τμήματος.
- ▶ Συγκρίνετε τους σημηματογόνους και τους ιδρωτοποιούς αδένες ως προς τη δομή και την εντόπισή τους.
- ▶ Συγκρίνετε τους εκκρινείς και τους αποκρινείς ιδρωτοποιούς αδένες

Εκτός από το ίδιο το δέρμα, το καλυπτήριο σύστημα περιλαμβάνει και ορισμένα παράγωγα της επιδερμίδας που ονομάζονται **εξαρτήματα του δέρματος**. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα νύχια, οι τρίχες και τα τριχοθυλάκια, οι σημηματογόνοι αδένες και οι ιδρωτοποιοί αδένες. Παρά το γεγονός ότι προέρχονται από τα επιθηλιακά κύτταρα της επιδερμίδας, όλα τα εξαρτήματα του δέρματος εκτείνονται προς το εσωτερικό του χορίου.

Νύχια

Το **νύχι (όνυχας)** (Εικόνα 5.6) αποτελεί μια λεπιοειδή τροποποίηση της επιδερμίδας που αντιστοιχεί στην οπλή των άλλων θηλαστικών. Τα νύχια αποτελούν ενσωματωμένα εξαρτήματα που μας επιτρέπουν να πιάνουμε μικρά αντικείμενα και να ξυνόμαστε όταν έχουμε φαγούρα. Αποτελούνται από νεκρά, κερατινοποιημένα κύτταρα. Η **σκληρή κερατίνη** που κυριαρχεί στις τρίχες και στα νύχια διαφέρει από τη **μαλακή κερατίνη** που βρίσκεται στα τυπικά κύτταρα της επιδερμίδας, σε δυο σημεία: (1) έχει σκληρότερη σύσταση και μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και (2) στα κύτταρα της σκληρής κερατίνης δεν παρατηρείται απολέπιση. Κάθε νύχι διαθέτει ένα άνω **ελεύθερο άκρο**, την **ονυχιαία πλάκα** (το ορατό προσαρτημένο τμήμα) και τη **ρίζα** (το εγγύς τμή-



Εικόνα 5.6 Δομή του νυχιού. (α) Επιφανειακή ανατομία του άνω τμήματος του δακτύλου. (β) Οβελλιαία διατομή του ακροδάκτυλου.

μα που είναι ενσωματωμένο στο δέρμα). Το νύχι βρίσκεται πάνω σε ένα στρώμα επιδερμίδας που ονομάζεται **κοίτη του νυχιού**. Η κοίτη του νυχιού περιέχει μόνο τις βαθύτερες στοιβάδες της επιδερμίδας, επειδή το νύχι από μόνο του αντιστοιχεί στις επιφανειακές κερατινοποιημένες στοιβάδες.

Τα νύχια έχουν ροδαλή χροιά λόγω του πλούσιου δικτύου των τριχοειδών του υποκείμενου χορίου. Στη ρίζα και στο εγγύς άκρο του σώματος του νυχιού, η κοίτη είναι παχύτερη και σχηματίζει τη **μήτρα του νυχιού**, που αποτελεί το ενεργά αναπτυσσόμενο τμήμα του. Η μήτρα έχει μεγάλο πάχος με αποτέλεσμα να μην διακρίνεται το υποκείμενο ροδαλό δέρμα. Αντί αυτού, διακρίνεται ένας λευκός μηνιοειδής σχηματισμός που ονομάζεται **ημισέληνος**, κάτω από το εγγύς τμήμα του νυχιού. Τα πλάγια και εγγύς όρια του νυχιού καλύπτονται από δερματικές πτυχές που ονομάζονται **ονυχιαίες πτυχές**. Η εγγύς ονυχιαία πτυχή εξέρχεται επάνω στο σώμα του νυχιού και ονομάζεται **επωνύχιο**.

Η **ονυχοκρύπωση** ή **είσφρηση όνυχος** είναι ακριβώς αυτό που υποδηλώνει η ονομασία της, δηλαδή η ανάπτυξη του νυχιού εντός της πλάγιας δερματικής πτυχής. Η κατάσταση αυτή παρατηρείται όταν η πορεία ανάπτυξης του νυχιού παρουσιάζει κύρτωση, κυρίως λόγω της πίεσης από στενό παπούτσι.

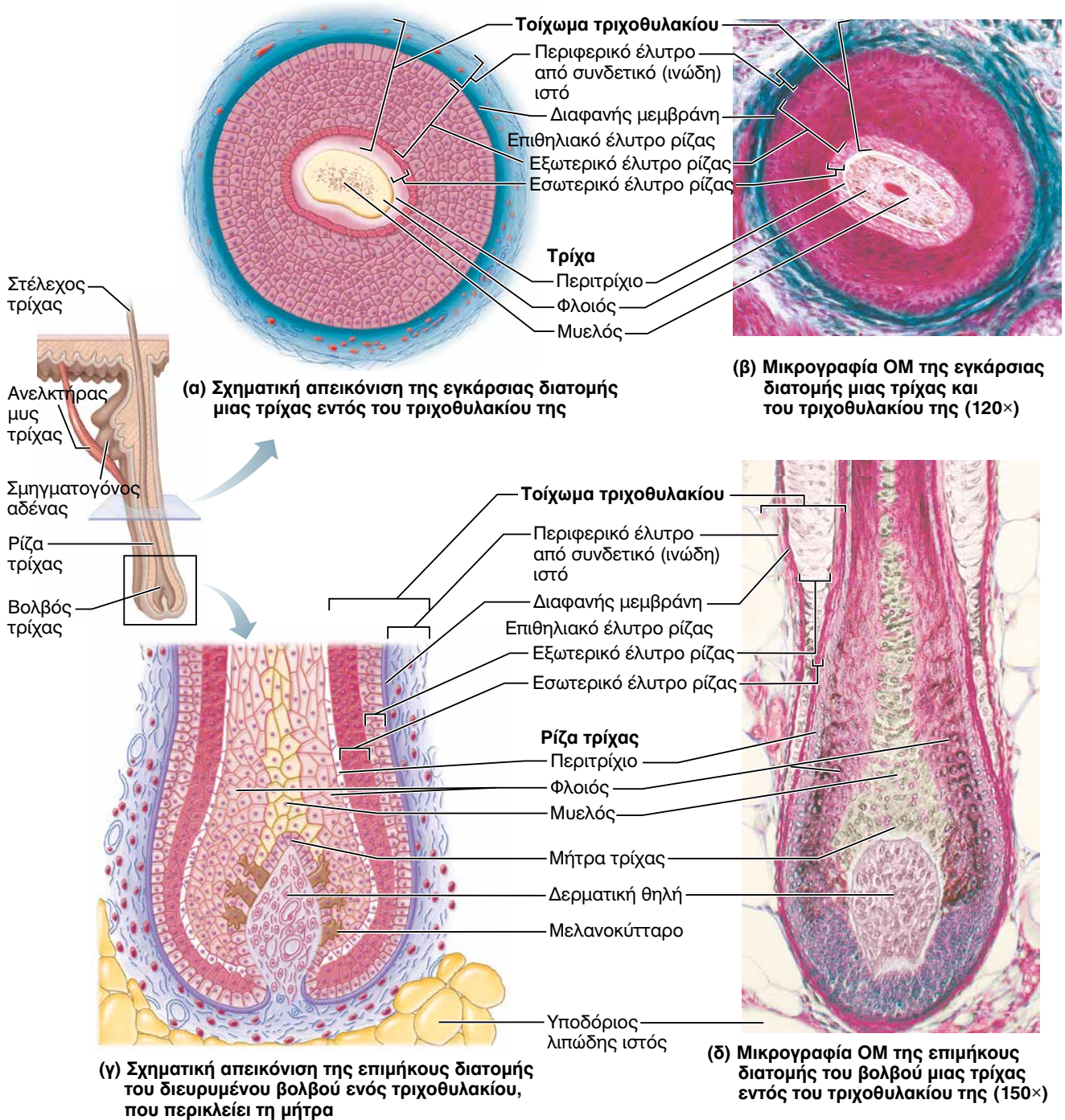
✓ Ερωτήσεις κατανόησης

11. Σε τι διαφέρει η κερατίνη της τρίχας και του νυχιού από την κερατίνη της επιδερμίδας;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

Τρίχες και Τριχοθυλάκια

Οι τρίχες και τα τριχοθυλάκια τους σχηματίζουν σύνθετες δομικές μονάδες (Εικόνα 5.7). Στις μονάδες αυτές, οι **τρίχες**



Εικόνα 5.7 Δομή της τρίχας και του τριχοθυλακίου.

είναι τα μακρά ινίδια και τα *τριχοθυλάκια* οι σωληνοειδείς εγκολλώσεις της επιδερμίδας από τις οποίες αναπτύσσονται οι τρίχες.

Τρίχες

Αν και οι τρίχες χρησιμεύουν στη διατήρηση της θερμότητας του σώματος των άλλων θηλαστικών, το ανθρώπινο τρίχωμα είναι λιγότερο πλούσιο και λιγότερο χρήσιμο για τη διατήρηση της θερμότητας. Οι τρίχες του ανθρώπινου σώματος καλύπτουν όλη την επιφάνεια του δέρματος, με εξαίρεση τις παλάμες, τα πέλματα, τις θηλές και ορισμένα σημεία των εξωτερικών γεννητικών οργάνων (όπως π.χ. η βάλανος του πέους). Η κύρια λειτουργία αυτών των αραιών τριχών είναι η αίσθηση των αντικειμένων που αγγίζουν ελαφρά το δέρμα. Το τριχωτό της κεφαλής προστατεύει το κranίο από

την άμεση έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και από την απώλεια θερμότητας κατά τις ψυχρές ημέρες. Οι βλεφαρίδες προστατεύουν τα μάτια και οι τρίχες της μύτης συγκρατούν τα μεγάλα σωματίδια όπως π.χ. έντομα και χνούδια από τον εισπνεόμενο αέρα.

Κάθε **τρίχα** είναι ένα εύκαμπτο νήμα που αποτελείται από νεκρά κύτταρα που είναι γεμάτα με σκληρή κερατίνη. Το κύρια τμήματα της τρίχας είναι η **ρίζα**, που βρίσκεται ενσωματωμένη στο δέρμα, και το **στέλεχος** δηλαδή το τμήμα της τρίχας που προβάλλει από την επιφάνεια του δέρματος (Εικόνα 5.7). Όταν το στέλεχος της τρίχας είναι αποπλατυσμένο και ταινιοειδές σε εγκάρσια διατομή, η τρίχα είναι κατσαρή, ενώ όταν το στέλεχος της είναι απόλυτα στρογγυλό τότε η τρίχα είναι ίσια.

Η τρίχα αποτελείται από τρεις ομόκεντρες στοιβάδες κερατινοποιημένων κυττάρων (Εικόνα 5.7α και 5.7β). Ο κεντρικός της πυρήνας, που ονομάζεται **μυελός**, αποτελείται από μεγάλα κύτταρα ανάμεσα στα οποία υπάρχουν μικρά κενά με αέρα. Ο μυελός απουσιάζει στις λεπτές τρίχες. Ο **φλοιός**, που περιβάλλει τον μυελό, αποτελείται από ορισμένες στοιβάδες αποπλατυσμένων κυττάρων. Το πλέον εξωτερικό **περιτρίχιο** αποτελείται από μια μονήρη στοιβάδα κυττάρων που αλληλοεπικαλύπτονται όπως τα κεραμίδια της στέγης. Η μορφολογία αυτή βοηθά στη διατήρηση των αποστάσεων μεταξύ των παρακείμενων τριχών, προκειμένου να μην δημιουργούνται κόμποι. Οι μαλακτικές κρέμες λειαίνουν την σκληρή επιφάνεια του περιτριχίου με αποτέλεσμα οι τρίχες να αποκτούν πιο λαμπερή όψη. Το περιτρίχιο αποτελεί το πιο έντονα κερατινοποιημένο τμήμα της τρίχας, που παρέχει δύναμη στην τρίχα και διατηρεί τη στενή επαφή ανάμεσα στις εσωτερικές στοιβάδες της. Επειδή υφίσταται πολύ έντονες τριβές, το γηραιότερο τμήμα του περιτριχίου τείνει να αποπίπτει από το άκρο του στελέχους. Η τριβή προκαλεί το φριζάρισμα (κατσάρωμα) των ινιδίων κερατίνης στο φλοιό και στο μυελό, με αποτέλεσμα να δημιουργείται η επονομαζόμενη «ψαλίδα».

Η χρωστική της τρίχας παράγεται από τα μελανοκύτταρα που εντοπίζονται στη βάση του τριχοθυλακίου (Εικόνα 5.7γ) και μεταφέρεται στα κύτταρα της ρίζας της τρίχας. Διαφορετικές ποσότητες από τους δυο τύπους μελανίνης (μελανή – καστανή και κίτρινη – κεραμιδί) συνδυάζονται για τη δημιουργία όλων των συνηθισμένων χρωμάτων τρίχας, δηλαδή το μαύρο, το καστανό, το κόκκινο και το ξανθό. Το γκριζάρισμα ή άσπρισμα των μαλλιών οφείλεται στη μειωμένη παραγωγή μελανίνης και στην αντικατάστασή της από άχρωμες φυσαλίδες αέρα στο στέλεχος της τρίχας.

Τριχοθυλάκια

Τα **τριχοθυλάκια** εκτείνονται από την επιφάνεια της επιδερμίδας προς το εσωτερικό του χορίου. Το εν τω βάθει άκρο του τριχοθυλακίου είναι διογκωμένο και σχηματίζει τον **βολβό της τρίχας** (Εικόνα 5.7γ). Ο βολβός της κάθε τρίχας περιβάλλεται από ένα σύμπλεγμα αισθητικών νευρικών απολήξεων, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται ο **υποδοχέας του τριχοθυλακίου** ή το **πλέγμα της ρίζας της τρίχας** (βλ. Εικόνα 5.1). Η κύρτωση του στελέχους της τρίχας διεγείρει αυτές τις νευρικές απολήξεις. Άρα, οι τρίχες αποτελούν εξαιρετικούς απτικούς υποδοχείς. Αυτό μπορεί κανείς να το εξακριβώσει αν αγγίξει απαλά τις τρίχες του αντιβραχίου του.

Στο εσωτερικό του κάθε βολβού της κάθε τρίχας προβάλλει ένα θηλόμορφο έπαρμα του χορίου, η **δερματική θηλή** (θηλή της τρίχας). Η θηλή αυτή περιέχει ένα σύμπλεγμα τριχοειδών που μεταφέρουν θρεπτικές ουσίες οι οποίες διεγείρουν την ανάπτυξη της τρίχας. Όταν η θηλή της τρίχας καταστραφεί από κάποιο τραυματισμό, η ανάπτυξη της τρίχας από το τριχοθυλάκιο σταματά οριστικά.

Τα επιθηλιακά κύτταρα στο εσωτερικό του βολβού της τρίχας ακριβώς πάνω από τη θηλή σχηματίζουν τη **μήτρα της τρίχας**. Τα πολλαπλασιαζόμενα κύτταρα της τρίχας σχηματίζουν το στέλεχος της τρίχας.

Το τοίχωμα του τριχοθυλακίου διαθέτει ένα χοριακό και ένα επιδερμικό στοιχείο. Τα στοιχεία αυτά περιγράφονται από έξω προς τα μέσα (Εικόνα 5.7α-δ).

- **Περιφερικό έλυτρο από συνδετικό ιστό** (ινώδες έλυτρο).

Αυτό το έλυτρο προέρχεται από το χόριο και σχηματίζει την εξωτερική στοιβάδα του τοιχώματος του τριχοθυλακίου.

- **Διαφανής μεμβράνη**. Η διαφανής μεμβράνη εντοπίζεται στη συμβολή του ινώδους ελύτρου και του επιθηλιακού ελύτρου της ρίζας. Αποτελεί ουσιαστικά τη βασική μεμβράνη του επιθηλίου του τριχοθυλακίου.
- **Επιθηλιακό έλυτρο ρίζας**. Το επιθηλιακό έλυτρο της ρίζας προέρχεται από την επιδερμίδα. Αποτελείται από δυο στοιχεία: το **εξωτερικό έλυτρο της ρίζας**, που αποτελεί άμεση συνέχεια της επιδερμίδας και το **εσωτερικό έλυτρο της ρίζας**, που προέρχεται από τα κύτταρα της μήτρας.

Τα αρχέγονα επιδερμικά κύτταρα εντοπίζονται στο εσωτερικό μιας **προεξοχής** στην επιφανειακή περιοχή του εξωτερικού ελύτρου της τρίχας. Από τα κύτταρα αυτά προέρχονται τα κύτταρα της μήτρας, που σχηματίζουν το στέλεχος της τρίχας καθώς και τα νέα επιδερμικά κύτταρα. Τα αρχέγονα κύτταρα από την περιοχή αυτή υποβάλλονται σε καλλιέργεια με σκοπό την παρασκευή επιδερμικών μοσχευμάτων από τα κύτταρα του ίδιου του ασθενή, τα οποία χρησιμοποιούνται στη θεραπεία των δυσίατων πληγών.

Κάθε τριχοθυλάκιο διαθέτει μια δεσμίδα λείων μυϊκών κυττάρων που αποτελούν τον **ανεκκτήρα μυ της τρίχας** (βλ. Εικόνες 5.1 και 5.7). Κάθε ανεκκτήρας μυς εκτείνεται από το πιο επιφανειακό τμήμα του χορίου μέχρι το βαθύτερα κείμενο τριχοθυλάκιο. Όταν ο ανεκκτήρας μυς της τρίχας βρίσκεται σε χάλαση (ηρεμία), οι περισσότερες τρίχες βρίσκονται σε επίπεδη θέση, καθώς τα περισσότερα τριχοθυλάκια σχηματίζουν λοξή γωνία με την επιφάνεια του δέρματος. Όταν ο μυς συσπάται ως απάντηση στο κρύο ή σε καταστάσεις που προκαλούν φόβο, οι τρίχες ορθώνονται και στην επιφάνεια του δέρματος σχηματίζονται πολλαπλές αβαθείς κοιλάνσεις, που δημιουργούν την εικόνα του χήνειου δέρματος. Αν και η αντίδραση αυτή δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στους ανθρώπους, αφού διαθέτουν σχετικά αραιό τρίχωμα, βοηθά όμως τα γουνοφόρα ζώα να ξεσταθούν εγκλωβίζοντας ένα στρώμα μονωτικού αέρα εντός του τριχώματός τους. Επιπλέον, το τρομαγμένο ζώο με σηκωμένο τρίχωμα μοιάζει πιο επιβλητικό στον εχθρό του.

Τύποι και Ανάπτυξη των Τριχών

Το τρίχωμα ποικίλει ως προς το μέγεθος και το σχήμα, αλλά κατά κανόνα διακρίνεται σε **χνοώδες** και σε **τελικό**. Το τρίχωμα του σώματος των παιδιών και των γυναικών ανήκει στην κατηγορία του απαλού, κοντού, χνοώδους τριχώματος. Το τριχωτό της κεφαλής, που διαθέτει πιο σκληρές και μακριές τρίχες, ανήκει στην κατηγορία του τελικού τριχώματος. Το τελικό τρίχωμα εμφανίζεται επίσης κατά την εφηβεία στις μασχάλες και στην ηβική χώρα και στα δυο φύλα, καθώς και στο πρόσωπο, το στήθος, τα χέρια και τα πόδια των ανδρών. Το τελικό αυτό τρίχωμα αναπτύσσεται υπό την επίδραση των ανδρικών ορμονών που ονομάζονται **ανδρογόνα**, το σημαντικότερο από τα οποία είναι η **τεστοστερόνη**.

Οι τρίχες μεγαλώνουν περίπου κατά 2 mm ανά εβδομάδα, αν και ο ρυθμός αυτός ποικίλει σημαντικά ανάλογα με το σημείο του σώματος, το φύλο και την ηλικία. Κάθε τριχοθυλάκιο διανύει ορισμένους κύκλους ανάπτυξης. Σε κάθε κύκλο, η ενεργός φάση ανάπτυξης ακολουθείται από μια φάση ηρεμίας, κατά την οποία η μήτρα της τρίχας είναι ανενεργή και το τριχοθυλάκιο κατά κάποιο τρόπο ατροφεί. Στην αρχή κάθε ενεργού φάσης, η νεοαναπτυσσόμενη τρίχα ωθεί προς τα έξω την παλαιά τρίχα, αναγκάζοντάς την να αποπέσει.

**ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

Χημειοθεραπεία και Τριχόπτωση Τα χημειοθεραπευτικά φάρμακα που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία του καρκίνου στοχεύουν στα ταχέως διαιρούμενα κύτταρα του οργανισμού και κατά συνέπεια καταστρέφουν πολλά αρχέγονα κύτταρα των τριχών οδηγώντας σε τριχόπτωση. Μετά τη διακοπή της χημειοθεραπείας, οι τρίχες επανέρχονται και αναπτύσσονται ξανά. Η τριχόπτωση που οφείλεται σε σοβαρά εγκαύματα, υπερβολική ακτινοβολήση ή άλλους παράγοντες που καταστρέφουν τα τριχοθυλάκια, είναι μόνιμη.

Το προσδόκιμο επιβίωσης των τριχών ποικίλει. Στο τριχωτό της κεφαλής, τα τριχοθυλάκια παραμένουν ενεργά για 4 χρόνια περίπου, με αποτέλεσμα οι τρίχες να μακραίνουν αρκετά πριν αποπέσουν. Στις βλεφαρίδες, αντίθετα, τα τριχοθυλάκια είναι ενεργά για λίγους μόνο μήνες, με αποτέλεσμα οι βλεφαρίδες να μην μακραίνουν ποτέ πάρα πολύ. Ευτυχώς, οι κύκλοι ζωής των παρακείμενων τριχοθυλακίων του τριχωτού της κεφαλής δεν είναι συγχρονισμένοι. Κατά συνέπεια οι άνθρωποι χάνουν μόνο ένα μικρό ποσοστό των μαλλιών τους σε μια δεδομένη χρονική στιγμή.

Λέπτυνση Τριχών και Αλωπεκία

Υπό ιδανικές συνθήκες, οι τρίχες μεγαλώνουν γρηγορότερα από την εφηβεία μέχρι την ηλικία των 40 ετών. Όταν ο ρυθμός αντικατάστασης των τριχών είναι μικρότερος από το ρυθμό απόπτωσής τους, τότε το τριχωτό αραιώνει. Τα άτομα και των δυο φύλων βιώνουν μέχρι την ηλικία των 60 έως 65 ετών κάποιου βαθμού αλωπεκία. Το σκληρό τελικό τριχωτό αντικαθίστανται από χνοώδες, και οι τρίχες αποδυναμώνονται ολοένα και περισσότερο.

Η πραγματική αλωπεκία διαφέρει. Ο συχνότερος τύπος της είναι η **ανδρική αλωπεκία**. Πρόκειται για μια γενετικά προκαθορισμένη κατάσταση που επηρεάζεται από το φύλο. Θεωρείται ότι οφείλεται σε ένα γονίδιο, το οποίο δεν εκφράζεται μέχρι το άτομο να ενηλικιωθεί. Η έκφραση του γονιδίου μετά την ενηλικίωση τροποποιεί την αντίδραση των τριχοθυλακίων στα ανδρογόνα. Η αντίδραση των τριχών στα ανδρογόνα οδηγεί σε ολοένα και μεγαλύτερη βράχυνση του κύκλου ανάπτυξής τους. Ο κύκλος ανάπτυξης βραχύνεται τόσο πολύ ώστε πολλές τρίχες αποπίπτουν πριν καν αναδυθούν από τα τριχοθυλάκιά τους, ενώ όσες τελικά αναδύονται μοιάζουν με το χνούδι που καλύπτει τη φλούδα του ροδάκινου. Τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της ανδρικής αλωπεκίας είτε αναστέλλουν την παραγωγή ανδρογόνων είτε αυξάνουν την αιματική ροή στο δέρμα και στα τριχοθυλάκια της περιοχής. Η αποτελεσματικότητα των θεραπειών αυτών είναι περιορισμένη.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 12. Από ποια περιοχή του δέρματος προέρχονται οι τρίχες και τα τριχοθυλάκια;
- 13. Αναφέρετε κατά σειρά τις τρεις στοιβάδες κυττάρων της τρίχας από την εν τω βάθει προς την επιφανειακή.
- 14. Γιατί η τριχόπτωση που οφείλεται στη χημειοθεραπεία είναι παροδική ενώ αυτή που οφείλεται σε σοβαρό έγκαυμα είναι μόνιμη;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

Σμηγματογόνοι Αδένες

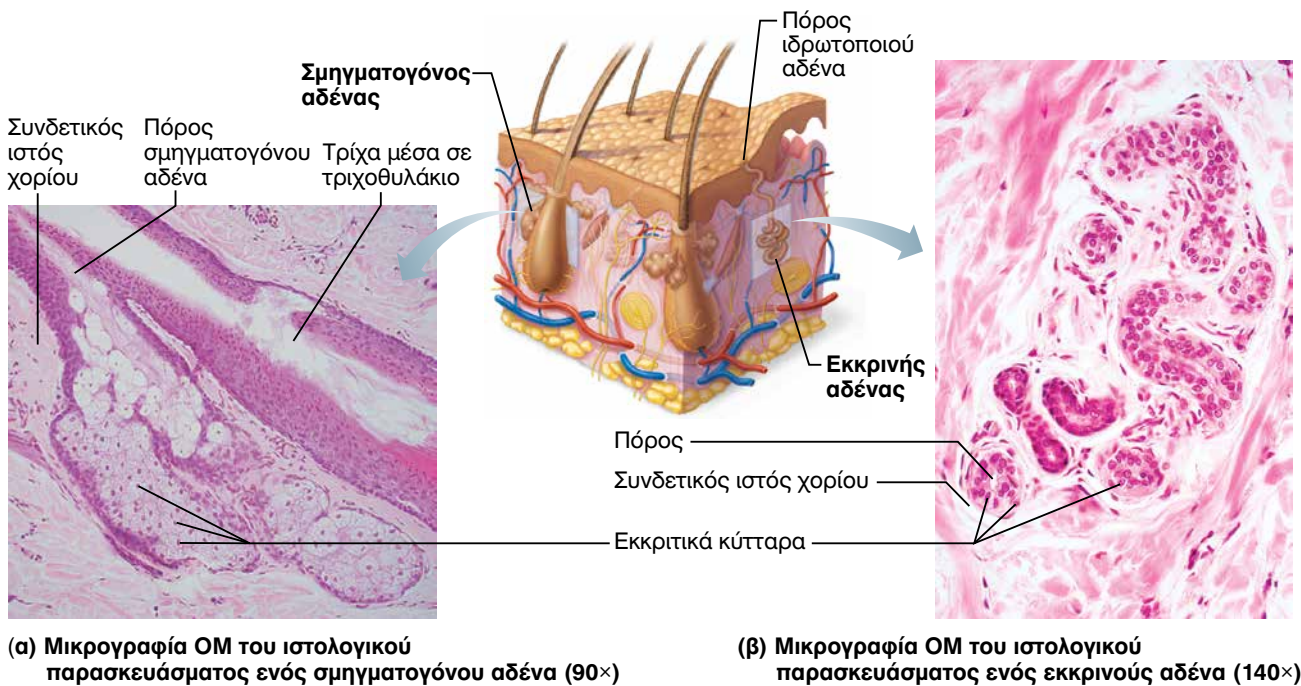
Οι **σμηγματογόνοι αδένες** αποτελούν τους λιπαντικούς αδένες του δέρματος (Εικόνα 5.1 και **Εικόνα 5.8α**). Οι αδένες αυτοί εντοπίζονται σε ολόκληρο το σώμα, με εξαίρεση τις παλάμες και τα πέλματα. Είναι απλοί κυψελοειδείς αδένες και ορισμένες κυψελίδες τους εκβάλλουν σε έναν πόρο (βλ. Εικόνα 4.5, σελ. 74 για τη βασική δομή τους), αν και είναι γεμάτες με κύτταρα οπότε δεν υπάρχει αυλός (κεντρική κοιλότητα). Το λιπαρό προϊόν τους, που ονομάζεται **σμήγμα**, εκκρίνεται με έναν ιδιαίτερα ασυνήθιστο τρόπο: τα κεντρικά κύτταρα των κυψελίδων συσσωρεύουν λιπίδια μέχρις ότου διογκωθούν πολύ και διαρραγούν. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **ολοκρινής έκκριση**, καθώς το προϊόν της παράγεται από *ολόκληρα* εκκριτικά κύτταρα. Οι περισσότεροι σμηγματογόνοι αδένες συνδέονται με τριχοθυλάκια, και εναποθέτουν το σμήγμα τους στο άνω τριτημόριο του τριχοθυλακίου. Από εκεί, το σμήγμα ρέει επιφανειακά και καλύπτει το δέρμα. Το σμήγμα προσδίδει λιπαρή σύσταση στο δέρμα και στις τρίχες, συγκεντρώνει τους ρύπους, μαλακώνει και λιπαίνει τις τρίχες και το δέρμα, περιορίζει την ευθραυστότητα των τριχών και αποτρέπει τις λύσεις της συνέχειας του δέρματος. Συμβάλλει επίσης στην επιβράδυνση της απώλειας νερού από το δέρμα και στην εξουδετέρωση των βακτηρίων.

Η έκκριση του σμήγματος διεγείρεται από ορμόνες και ιδιαίτερα από τα ανδρογόνα. Οι σμηγματογόνοι αδένες είναι σχετικά ανενεργοί κατά την παιδική ηλικία και ενεργοποι-

**ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

Ακμή Σε ορισμένους εφήβους, η ποσότητα του παραγόμενου σμήγματος είναι τόσο μεγάλη ώστε να μην μπορεί να διοχετευτεί γρήγορα από τους αδένες στους πόρους. Όταν ένας σμηγματογόνος αδένας αποφραχθεί από το σμήγμα, εμφανίζεται στην επιφάνεια του δέρματος ένας κλειστός φαγέσωρας. Όταν το υλικό αυτού του φαγέσωρα οξειδωθεί και αποξηρανθεί, η χροιά του σκουραίνει και μετατρέπεται σε ανοικτό φαγέσωρα (μαύρο στίγμα) (το σκούρο χρώμα του ανοικτού φαγέσωρα δεν οφείλεται σε ρύπους του δέρματος). Ο αποφραγμένος σμηγματογόνος αδένας συχνά μολύνεται από βακτήρια με αποτέλεσμα να μετατρέπεται σε σπυράκι. Τα βακτήρια διασπούν το σμήγμα σε λιπαρά οξέα που προκαλούν ερεθισμό. Τα οξέα αυτά, μαζί με τα προϊόντα των βακτηρίων, προκαλούν φλεγμονή, ιδιαίτερα όταν ολόκληρη η μολυσμένη μάζα εξέρχεται από το τριχοθυλάκιο προς το παρακείμενο χόριο. Η προκληθείσα ακμή μπορεί να είναι από ήπια έως εξαιρετικά σοβαρή, προκαλώντας μόνιμες ουλές στο δέρμα.

Η θεραπεία της ακμής στοχεύει σε διάφορους αιτιολογικούς παράγοντες: στην αυξημένη παραγωγή σμήγματος και στη δημιουργία ανοικτών φαγέσωρων, στη φλεγμονή και στη βακτηριακή λοίμωξη. Στην τοπική θεραπεία της φλεγμονώδους ακμής χρησιμοποιούνται σκευάσματα με υπεροξειδίου του βενζολίου, τοπικά ρετινοειδή που είναι παράγωγα της βιταμίνης Α και προλαμβάνουν το σχηματισμό κλειστών φαγέσωρων, καθώς και αντιβιοτικά που καταστρέφουν τα βακτήρια που προκαλούν την ακμή. Για τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιούνται συνδυασμοί φαρμάκων.



Εικόνα 5.8 Αδένες του δέρματος.

ούνται και στα δυο φύλα κατά την εφηβεία, οπότε ξεκινά η παραγωγή των ανδρογόνων.

Ιδρωτοποιοί Αδένες

Η εφίδρωση αποτρέπει την υπερθέρμανση του σώματος, επειδή ο ιδρώτας δροσίζει το δέρμα καθώς εξατμίζεται. Οι **ιδρωτοποιοί αδένες** απαντώνται μόνο στα θηλαστικά. Ο άνθρωπος διαθέτει περισσότερους από 2,5 εκατομμύρια ιδρωτοποιούς αδένες, καταναμημένους σε ολόκληρη την επιφάνεια του δέρματος, με εξαίρεση τις θηλές των μαστών και ορισμένες περιοχές των έξω γεννητικών οργάνων. Καθημερινά παράγονται περίπου 500 mL ιδρώτα. Η ποσότητα αυτή μπορεί να φτάσει έως τα 12 λίτρα στη διάρκεια έντονης άσκησης τις θερμές μέρες. Οι τρίχες παρεμποδίζουν την εξάτμιση του ιδρώτα και την πτώση της θερμοκρασίας του σώματος. Έτσι, η ανάγκη ρύθμισης της αυξημένης θερμοκρασίας μέσω της εφίδρωσης οδήγησε σε μείωση της τριχοφυΐας στον άνθρωπο.

Οι ιδρωτοποιοί αδένες διακρίνονται σε *εκκρινείς* και *αποκρινείς*. Και στους δυο τύπους ιδρωτοποιών αδένων παρατηρείται αυξημένη έκκριση ως απάντηση στο στρες και στη θερμότητα.

Εκκρινείς Ιδρωτοποιοί Αδένες

Οι **εκκρινείς αδένες** αποτελούν με διαφορά τον πολυπληθέστερο τύπο αδένων (Εικόνα 5.8β). Ο αριθμός τους είναι ιδιαίτερα μεγάλος στις παλάμες, στα πέλματα και στο μέτωπο. Κάθε εκκρινής αδένος είναι μια σπειροειδής εκδοχή ενός απλού σωληνοειδούς αδένος (βλ. Εικόνα 4.5, σελ. 74). Η σπειροειδής, εκκριτική βάση του εντοπίζεται στο εν τω βάθει χόριο και το υποδόριο, ενώ ο πόρος του κατευθύνεται προς την επιφάνεια και εκβάλλει στην επιφάνεια του δέρματος, μέσω ενός χοανοειδούς **πόρου**. (Αν και οι περισσότεροι πόροι της επιφάνειας του δέρματος είναι πόροι

ιδρωτοποιών αδένων, οι «πόροι» που παρατηρούνται στο πρόσωπο αποτελούν σημεία εκβολής των τριχοθυλακίων).

Ο ιδρώτας είναι ένα ιδιαίτερο εκκριτικό προϊόν, υπό την έννοια ότι πρόκειται κυρίως για διήθημα του αίματος που διέρχεται από τα εκκριτικά κύτταρα των ιδρωτοποιών αδένων και απελευθερώνεται μέσω εξωκυττάρωσης. Αποτελείται κατά 99% νερό, αναμεμιγμένο με ορισμένα άλατα (κυρίως χλωριούχο νάτριο) και ίχνη παραπροϊόντων του μεταβολισμού (ουρία, αμμωνία, ουρικό οξύ). Ο ιδρώτας είναι όξινος, για αυτό επιβραδύνει την ανάπτυξη των βακτηρίων στο δέρμα.

Αποκρινείς Ιδρωτοποιοί Αδένες

Οι **αποκρινείς αδένες** εντοπίζονται κυρίως στη μασχάλη, τον πρωκτό και τη γεννητική περιοχή. Έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τους εκκρινείς αδένες και οι πόροι τους εκβάλλουν στο εσωτερικό των τριχοθυλακίων. Οι αποκρινείς αδένες παράγουν ένα συγκεκριμένο είδος ιδρώτα, αποτελούμενο από λιπαρές ουσίες και πρωτεΐνες, σε συνδυασμό με τα συστατικά του πραγματικού ιδρώτα. Για τον λόγο αυτό, ο ιδρώτας των αποκρινών αδένων είναι κολλώδης και συχνά έχει γαλακτώδη ή κίτρινη χροιά. Το προϊόν αυτό είναι άοσμο αμέσως μετά την έκκρισή του, όμως μετά την αποδόμηση των οργανικών του μορίων από τα βακτήρια του δέρματος, αποκτά μια συγκεκριμένη οσμή, χαρακτηριστική του σώματος.

Οι αποκρινείς αδένες αρχίζουν να λειτουργούν κατά την εφηβεία, υπό την επίδραση των ανδρογόνων. Η δραστηριότητά τους αυξάνεται κατά τη διάρκεια της σεξουαλικής επαφής, ενώ διογκώνονται και συρρικνώνονται ανάλογα με τη φάση του εμμηνορρυσιακού κύκλου στις γυναίκες. Στο τέλος της δεκαετίας του 1990 διαπιστώθηκε ότι οι εκκρίσεις των αποκρινών αδένων είναι γνήσιες ανθρώπινες φερομόνες (χημικά σηματοδοτικά μόρια που μεταφέρουν πληροφορίες σε οργανισμούς που ανήκουν στο ίδιο είδος).

Την ίδια περίοδο αποδείχτηκε ότι οι εκκρίσεις αυτές ευθύνονται για το συγχρονισμό του εμμηνορρυσιακού κύκλου των γυναικών που ζουν μαζί.

Οι αποκρινείς αδένες συμμετέχουν στη σεξουαλική σηματοδότηση και επιδρούν στην ελκυστικότητα και στην επιλογή συντρόφου. Τα γονίδια που κωδικοποιούν τις πρωτεΐνες του μείζονος συμπλέγματος ιστοσυμβατότητας (MHC) του ανοσοποιητικού συστήματος, επιδρούν επίσης και στις εκκρίσεις των αποκρινών αδένων. Κάθε άτομο διαθέτει μια συγκεκριμένη ομάδα από αυτά τα γονίδια. Σε πειραματικές μελέτες βρέθηκε ότι οι οσμές του σώματος που οι γυναίκες επέλεξαν ως «σέξι» ή «ελκυστικές» προέρχονταν από άνδρες οι οποίοι διέθεταν γονίδια του ανοσοποιητικού συστήματος εντελώς διαφορετικά από τα δικά τους. Οι σύντροφοι με συμπληρωματικά γονίδια στο ανοσοποιητικό τους σύστημα τεκνοποιούν απογόνους που είναι πιο προστατευμένοι από διάφορες ασθένειες και έχουν μικρότερη πιθανότητα εκδήλωσης υπολειπόμενων διαταραχών.

Το δέρμα περιέχει ορισμένους τύπους τροποποιημένων ιδρωτοποιών αδένων. Οι *κηροειδείς αδένες* (sebaceous glands) είναι τροποποιημένοι αποκρινείς αδένες που εντοπίζονται στην επιθηλιακή επένδυση του έξω ακουστικού πόρου. Οι κηροειδείς αδένες παράγουν το κερί του αυτιού. Οι μαστικοί αδένες αποτελούν εξειδικευμένους ιδρωτοποιούς αδένες, τροποποιημένους ειδικά για την παραγωγή γάλακτος. Αν και οι μαστικοί αδένες αποτελούν τμήμα του καλυπτηρίου συστήματος, αναλύονται λεπτομερώς μαζί με το αναπαραγωγικό σύστημα του θήλεος (Κεφάλαιο 25).

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 15. Οι αποκρινείς αδένες ενεργοποιούνται στην εφηβεία. Είναι οι ίδιοι αδένες που προκαλούν την ακμή;
- 16. Από ποιον τύπο ιστού προέρχονται οι εκκρινείς αδένες; (Δείτε τη μικρογραφία OM του εκκρινούς αδένου στην Εικόνα 5.8β).
- 17. Ποιες λειτουργίες του δέρματος επιτελούνται από τους εκκρινείς αδένες;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΟΥ ΚΑΛΥΠΤΗΡΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Εκπαιδευτικοί στόχοι

- ▶ Περιγράψτε τις στοιβάδες που προσβάλλονται και τα συμπτώματα που παρατηρούνται επί εγκαυμάτων πρώτου, δευτέρου και τρίτου βαθμού και εξηγήστε γιατί τα σοβαρά εγκαύματα είναι απειλητικά για τη ζωή.
- ▶ Κατονομάστε τους εμπλεκόμενους τύπους κυττάρων, τη χαρακτηριστική μακροσκοπική εικόνα και τον βαθμό κακοήθειας στους τρεις τύπους καρκίνου του δέρματος.

Το δέρμα μπορεί να προσβληθεί από τουλάχιστον χίλιες διαφορετικές καταστάσεις και ασθένειες, αφού είναι άμεσα εκτεθειμένο στους κινδύνους και στα μικρόβια του περιβάλλοντος. Οι συχνότερες διαταραχές του δέρματος είναι οι βακτηριακές, οι ιογενείς και οι μυκητιασικές λοιμώξεις (μερικές από αυτές περιγράφονται λεπτομερώς στους Σχετικούς Κλινικούς Όρους στο τέλος του κεφαλαίου). Οι σοβαρότερες απειλές για το δέρμα είναι τα εγκαύματα και ο καρκίνος του δέρματος.

Εγκαύματα

Τα **εγκαύματα** συνιστούν μια καταστροφική απειλή για το ανθρώπινο σώμα, κυρίως λόγω των επιπτώσεων τους στο δέρμα. Το έγκαυμα είναι μια ιστική βλάβη που προκαλείται λόγω θερμότητας, ηλεκτρισμού, ακτινοβολίας, έντονης τριβής ή καυστικών χημικών ουσιών.

Η άμεση απειλή κατά της ζωής του ανθρώπου στα σοβαρά εγκαύματα πηγάζει από την ολέθρια απώλεια σωματικών υγρών. Το φλεγμονώδες οίδημα είναι σοβαρό. Η διарροή υγρού από την επιφάνεια των εγκαυμάτων, οδηγεί σε απώλεια νερού και απαραίτητων αλάτων. Η αφυδάτωση με τη σειρά της οδηγεί σε θανατηφόρα κυκλοφορική καταπληξία, δηλαδή σε κυκλοφορική ανεπάρκεια, λόγω μείωσης του ενδαγγειακού όγκου αίματος. Για να διασωθεί ο ασθενής, η ιατρική ομάδα πρέπει να αντικαταστήσει τα απωλεσθέντα υγρά άμεσα. Μετά τη παρέλευση της αρχικής κρίσης, η κύρια απειλή που ανακύπτει για τον ασθενή είναι η λοίμωξη. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορούν να εισβάλλουν εύκολα στις περιοχές όπου έχει καταστραφεί ο δερματικός φραγμός.

Τα εγκαύματα ταξινομούνται με βάση τη σοβαρότητά τους (βάθος) ως πρώτου, δευτέρου ή τρίτου βαθμού (**Εικόνα 5.9**). Τα εγκαύματα τρίτου βαθμού χαρακτηρίζονται από τη *μεγαλύτερη* σοβαρότητα. Στα **εγκαύματα πρώτου βαθμού** οι βλάβες εντοπίζονται μόνο στην επιδερμίδα. Στα συμπτώματα περιλαμβάνονται η ερυθρότητα, το οίδημα και το άλγος: η τυπική φλεγμονώδης αντίδραση στην ιστική βλάβη (βλ. σελ. 95). Γενικά, τα εγκαύματα πρώτου βαθμού επουλώνονται εντός λίγων ημερών χωρίς ειδική φροντίδα. Τα ηλικιακά εγκαύματα είναι συνήθως πρώτου βαθμού. Στα **εγκαύματα δευτέρου βαθμού** οι βλάβες εντοπίζονται στην επιδερμίδα και στο ανώτερο τμήμα του χορίου. Η συμπτωματολογία μοιάζει με αυτή των εγκαυμάτων πρώτου βαθμού, με τη διαφορά ότι παρατηρούνται και φυσαλίδες λόγω συσσώρευσης υγρού ανάμεσα στην επιδερμίδα και στο χόριο. Το δέρμα αναγεννιέται με ελάχιστη ή καθόλου ουλοποίηση εντός 3 έως 4 εβδομάδων εφόσον ληφθούν τα αναγκαία μέτρα για την πρόληψη των λοιμώξεων. Τα εγκαύματα πρώτου και δευτέρου βαθμού θεωρούνται **εγκαύματα μερικού πάχους**.

Στα **εγκαύματα τρίτου βαθμού** η βλάβη αφορά το σύνολο των στοιβάδων του δέρματος, για αυτό θεωρούνται **εγκαύματα ολικού πάχους**. Η εγκαυματική περιοχή είναι λευκή, ερυθρή ή απανθρακωμένη. Τα εγκαύματα αυτού του βάθους μπορεί να προκαλέσουν αναπηρία ή ακόμα και θάνατο. Απαιτείται άμεση χειρουργική εκτομή και εντατική αποκατάσταση σε ειδικό χειρουργικό κέντρο με μεταμόσχευση δέρματος από άλλο σημείο του σώματος του ασθενή στην εγκαυματική περιοχή. Αυτός ο τύπος μοσχεύματος, στον οποίο το ίδιο άτομο είναι ταυτόχρονα δότης και λήπτης, ονομάζεται *αυτομόσχευμα*.

Γενικά, τα εγκαύματα θεωρούνται σοβαρά όταν ισχύει οποιοδήποτε από τα παρακάτω: (1) Τρίτου βαθμού εγκαύματα που καταλαμβάνουν >10% της συνολικής επιφάνειας του σώματος (2) δευτέρου βαθμού εγκαύματα που καταλαμβάνουν ≥25% της συνολικής επιφάνειας του σώματος (3) τρίτου βαθμού εγκαύματα στο πρόσωπο, στα άνω άκρα ή στα κάτω άκρα. Ένας γρήγορος τρόπος για να υπολογίσουμε το μέγεθος του εγκαυματος είναι ο **κανόνας των εννέα** (Εικόνα 5.9γ). Στη μέθοδο αυτή η επιφάνεια του σώματος διαιρείται σε 11 περιοχές, καθεμία από τις οποίες αντιστοι-



Έγκαυμα πρώτου βαθμού

Έγκαυμα δευτέρου βαθμού

(α) Έγκαυμα μερικού πάχους (εγκαύματα πρώτου και δευτέρου βαθμού)

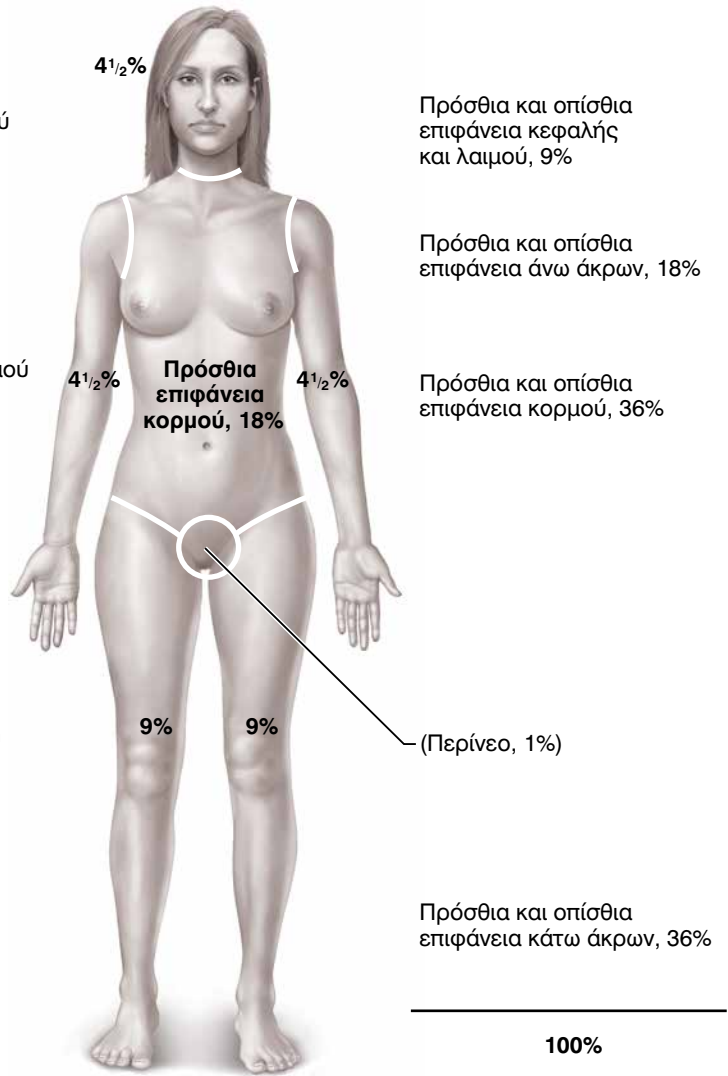


Έγκαυμα τρίτου βαθμού

(β) Έγκαυμα ολικού πάχους (έγκαυμα τρίτου βαθμού)

Τιμές πρόσθιας επιφάνειας

Σύνολα



(γ) Κανόνας των εννέα που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του μεγέθους των εγκαυμάτων

Εικόνα 5.9 Εγκαύματα.

χεί στο 9% (ή σε πολλαπλάσιο του 9%) της συνολικής επιφάνειας του σώματος. (Οι τιμές που αναγράφονται στην Εικόνα 5.9 αντιστοιχούν στις τιμές των πρόσθιων επιφανειών του σώματος, ενώ οι συνολικές τιμές για καθεμία περιοχή αναγράφονται στα δεξιά της εικόνας). Η μέθοδος αυτή δεν είναι ιδιαίτερα ακριβής, για αυτό χρησιμοποιούνται ειδικοί πίνακες όταν απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια.

Στους ασθενείς με υπερεκτεταμένα εγκαύματα και σε αυτούς που δεν είναι κατάλληλοι για αυτομεταμόσχευση, χρησιμοποιούνται πλέον τεχνητά μόσχευματα. Το τεχνητό μόσχευμα δέρματος αποτελείται από «χόριο» βόειου κολλαγόνου και «επιδερμίδα» σιλκόνης. Το χόριο του ίδιου του ασθενή σταδιακά αντικαθιστά και επαναρροφά το τεχνητό «χόριο» και στη συνέχεια το στρώμα σιλκόνης αποκολλάται και αντικαθίσταται από ένα πλέγμα επιδερμικών κυττάρων από το δέρμα του ασθενή που έχουν υποβληθεί σε καλλιέργεια. Το τεχνητό δέρμα δεν απορρίπτεται από τον οργανισμό, σώζει ζωές και προκαλεί ελάχιστες ουλές. Ωστόσο, είναι πιθανότερο να μολυνθεί συγκριτικά με το αυτομόσχευμα.

Καρκίνος του Δέρματος

Στο δέρμα αναπτύσσονται διάφοροι τύποι νεοπλασμάτων. Τα περισσότερα από αυτά είναι καλοήθη (όπως για παράδειγμα τα θηλώματα), αλλά μερικά είναι κακοήθη. Ο καρκίνος του δέρματος αποτελεί τον συχνότερο τύπο καρκίνου, με περισσότερα από ένα εκατομμύριο περίπου νέα περιστατικά ετησίως στις ΗΠΑ. Όπως προαναφέρθηκε, ο σημαντικότερος παράγοντας κινδύνου για την εμφάνιση καρκίνου του δέρματος είναι η υπερβολική έκθεση στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία, το τεχνητό μαύρισμα αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης και των τριών κύριων τύπων καρκίνου του δέρματος.

Βασικοκυτταρικό Επιθηλίωμα

Το **βασικοκυτταρικό επιθηλίωμα** αποτελεί τον πιο συχνό και λιγότερο κακοήθη τύπο καρκίνου του δέρματος (Εικόνα 5.10α). Περισσότερο από το 30% των ατόμων της Καυκάσιας φυλής εμφανίζουν βασικοκυτταρικό επιθηλίωμα στη διάρκεια της ζωής τους! Τα κύτταρα της βασικής στοιβάδας πολλαπλασιάζονται, διηθώντας το χόριο και το υποδόριο



(α) Βασικοκυτταρικό επιθηλίωμα

(β) Ακανθοκυτταρικό επιθηλίωμα

(γ) Μελάνωμα

Εικόνα 5.10 Φωτογραφίες των τριών κύριων τύπων καρκίνου του δέρματος.

και προκαλώντας ιστικές διαβρώσεις. Αρχίζει στις περιοχές του προσώπου που εκτίθενται στον ήλιο σαν μια μικρή βλατίδα που στη συνέχεια γίνεται οζίδιο και ελκούται κεντρικά. Τα όρια του έλκους είναι σαφώς αφορισμένα, ελαφρά επηρμένα και με χρώμα όπως τα μαργαριτάρια. Συχνά παρατηρείται αιμορραγία. Το βασικοκυτταρικό επιθηλίωμα αυξάνεται σε μέγεθος σχετικά αργά και σπάνια μεθίσταται. Στο 99% των περιστατικών επιτυγχάνεται πλήρης ίαση με χειρουργική ή άλλου τύπου εξαίρεση.

Ακανθοκυτταρικό Επιθηλίωμα

Το ακανθοκυτταρικό επιθηλίωμα (Εικόνα 5.10β) εξορμάται από τα κερατινοκύτταρα της ακανθωτής στοιβάδας. Η βλάβη αρχίζει σαν μια πάχυνση του δέρματος που εξελίσσεται κατόπιν σε υπόσκληρη πλάκα. Αναπτύσσεται πλαγίως και καθέτως και μετατρέπεται σε οζίδιο, ενώ με την πάροδο του χρόνου η επιφάνειά του εφελκιδιοποιείται και ελκούται. Εάν δεν εξααιρεθεί, τείνει να αναπτύσσεται και να μεθίσταται ταχέως. Ωστόσο, εάν εξααιρεθεί εγκαίρως, η πιθανότητα πλήρους ίασης είναι ικανοποιητική και το συνολικό ποσοστό ίασης φτάνει στο 99%. Το ακανθοκυτταρικό επιθηλίωμα μπορεί να αντιμετωπιστεί με ακτινοθεραπεία, χειρουργική επέμβαση ή δερματολογικές κρέμες που περιέχουν αντικαρκινικά φάρμακα.

Μελάνωμα

Το μελάνωμα είναι ένας τύπος κακοήθειας που εξορμάται από τα μελανοκύτταρα, ο οποίος αποτελεί τον πιο επικίνδυνο τύπο καρκίνου του δέρματος (Εικόνα 5.10γ). Τα μελανοκύτταρα προέρχονται από τα κύτταρα της νευρικής ακρολοφίας, τα οποία μετακινούνται εκτενώς κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ανάπτυξης. Σε αυτή τη μεταναστευτική τάση των μελανοκυττάρων οφείλεται η διηθητική φύση του μελανώματος. Η συχνότητα του μελανώματος ισούνται με 1 μόνο περιστατικό ανά 20 περιστατικά καρκίνου του δέρματος, αλλά παρουσιάζει έντονα αυξητικές τάσεις στις χώρες με ανοιχτόχρωμους πληθυσμούς (3%-8% ετήσια αύξηση στις ΗΠΑ). Το μελάνωμα μπορεί να παρουσιαστεί σε οποιοδήποτε σημείο προϋπάρχει μελανίνη, αλλά συνήθως αναπτύσσεται σε έδαφος σπλών και μοιάζει με επεκτεινόμενη κηλίδα. Επειδή τα κύτταρα του μελανώματος μεθίστανται ταχέως στα παρακείμενα αιμοφόρα αγγεία, το κλειδί για την επιβίωση των ασθενών είναι η έγκαιρη διάγνωση. Τα ποσοστά επιβίωσης μειώνονται με την αύξηση του πάχους του μελανώματος, τον βαθμό προσβολής των επιχώριων λεμφαδένων και την έκταση της μετάστασης. Στα προχωρημένα περιστατικά, η χειρουργική θεραπεία ακολουθείται από ανοσοθεραπεία, ακτινοθεραπεία ή, πιο

πρόσφατα, στοχευμένη γονιδιακή θεραπεία με πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα αναφορικά με τη σμίκρυνση των όγκων και/ή της παράταση της επιβίωσης.

Η Αμερικανική Αντικαρκινική Εταιρεία (American Cancer Society) προτείνει την τακτική εξέταση του δέρματος των ατόμων που εκτίθενται συχνά στον ήλιο, για την ανίχνευση σπλών και νέων μελαγχρωστικών κηλίδων, εφαρμόζοντας τον κανόνα ABCD για την αναγνώριση του μελανώματος: **A**, *Asymmetry* – *Ασυμμετρία*: Το ένα ημιμόριο της βλάβης δεν μοιάζει με το άλλο. **B**, *Border irregularity* – *Ακανόνιστα όρια*: Τα όρια της βλάβης σχηματίζουν οδοντώσεις ή από τη βλάβη εκτείνονται «ψευδοπόδια» προς το περιβάλλον υγιές δέρμα. **C**, *Color* – *Ποικιλοχρωμία*: Η βλάβη παρουσιάζει ένα μίγμα χρωμάτων και αποχρώσεων. **D**, *Diameter* – *Διάμετρος*: Η μεγαλύτερη διάμετρος της βλάβης είναι ≥ 6 mm (μεγαλύτερη από τη γόμα που βρίσκεται πάνω στα ξύλινα μολύβια). Ορισμένοι ειδικοί έχουν αποδείξει ότι η προσθήκη του γράμματος E από το αρχικό γράμμα της λέξης *Elevation-Υπέγερση*, βελτιώνει τη διάγνωση, για αυτό και εφαρμόζουν τον κανόνα ABCD(E).

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 18. Ποιος τύπος εγκαύματος προκαλεί φυσαλίδες;
- 19. Ποιες είναι οι δυο απειλητικές για τη ζωή καταστάσεις που συνοδεύουν τα εγκαύματα τρίτου βαθμού και με ποιον τρόπο αντιμετωπίζονται;
- 20. Ποιος είναι ο συχνότερος τύπος καρκίνου του δέρματος; Ποιος τύπος μπορεί να είναι θανατηφόρος;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

ΤΟ ΔΕΡΜΑ ΚΑΘΩΣ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

Εκπαιδευτικοί στόχοι

- ▶ Κατονομάστε τις πρωτογενή βλαστικά δέρματα από τα οποία κατάγονται το δέρμα και τα εξαρτήματά του.
- ▶ Περιγράψτε τις μεταβολές που συντελούνται στο δέρμα από τη γέννηση μέχρι την προχωρημένη ηλικία.

Η επιδερμίδα κατάγεται από το εμβρυονικό εξώδερμα ενώ το χόριο και το υποδόριο κατάγονται από το εμβρυονικό μεσόδερμα (βλ. Κεφάλαιο 3, σελ. 55-57). Τα μελανοκύτταρα προέρχονται από τα κύτταρα της νευρικής ακρολοφίας που μεταναστεύουν στο εξώδερμα κατά τη διάρκεια του πρώτου τριμήνου της προγεννητικής ανάπτυξης. Μέχρι το τέλος του τέταρτου μήνα, ο σχηματισμός του δέρματος έχει προχωρήσει αρκετά: η επιδερμίδα διαθέτει όλες τις στοιβάδες της, οι



ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΚΛΙΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Ακτινική Κεράτωση Μια προκαρκινωματώδης αλλοίωση του δέρματος που αρχίζει σαν μικρές (1-2 mm) κηλίδες που με το χρόνο μεγεθύνονται και συνήθως γίνονται κόκκινες και φολιδωτές. Το μέγεθός τους μπορεί να φτάσει έως ένα κέρμα των 20 σεντς. Οι αλλοιώσεις αυτές ενδέχεται να έχουν υφή γυαλόχαρτου και όψη εκδοράς που δεν επούλωνεται. Πρόκειται για προκαρκινική κατάσταση που μπορεί να εξελιχθεί σε ακανθοκυτταρικό επιθηλιώμα και παρατηρείται συχνά στο δέρμα που εκτίθεται στον ήλιο. Τα πάσχοντα κύτταρα μπορούν να απομακρυνθούν με κρέμες ή χειρουργική εξαίρεση. Άπαξ και διαπιστωθεί η παρουσία έστω και μιας βλάβης, ο ασθενής πρέπει να υποβληθεί και σε έλεγχο για τυχόν πρόσθετες.

Αλωπεκία Οποιαδήποτε κατάσταση στην οποία παρατηρείται απώλεια τριχών ή τριχόπτωση. Η ανδρική αλωπεκία, που αποτελεί τον συχνότερο τύπο, ονομάζεται και *ανδρογενετική αλωπεκία*.

Πόδι του Αθλητή Μια κνησμώδης, ερυθρή αλλοίωση με απολέπιση, στο δέρμα ανάμεσα στα δάχτυλα του ποδιού, η οποία οφείλεται σε μυκητιασική λοίμωξη.

Δοθίνας και Ψευδάνθρακας Μια λοίμωξη των τριχοθυλακίων και των σηγγατογόνων αδένων που επεκτείνεται στο υποκείμενο υποδόριο. Ο δοθίνας μπορεί να μοιάζει με γιγάντια φλύκταινα. Ο ψευδάνθρακας σχηματίζεται από συρρέοντες δοθίνες. Το συχνότερο αίτιο είναι η σταφυλοκοκκική λοίμωξη.

Ψυχρά Έλκη Μικρές, επώδυνες, φυσαλίδες γεμάτες με υγρό που συνήθως εμφανίζονται γύρω από τα χείλη και στο βλεννογόνο της στοματικής κοιλότητας. Οφείλονται στον ιό του απλού έρπητα, ο οποίος αποικίζει τα νεύρα του δέρματος, όπου παραμένει σε λανθάνουσα κατάσταση μέχρις ότου ενεργοποιηθεί από συναισθηματική αναστάτωση, πυρετό ή υπερϊώδη ακτινοβολία.

Μολυσματικό Κηρίο Ροδαλές, γεμάτες με υγρό, επηρμένες αλλοιώσεις που συνήθως εμφανίζονται γύρω από το στόμα και τη μύτη. Αναπτύσσουν μια κίτρινη κρούστα και τελικά διαρρηγνύονται. Η μολυσματική αυτή

κατάσταση, που οφείλεται σε σταφυλοκοκκική λοίμωξη, παρατηρείται συνήθως σε παιδιά σχολικής ηλικίας.

Ψωρίαση Μια χρόνια φλεγμονώδης κατάσταση που χαρακτηρίζεται από ερυθρές επιδερμικές κηλίδες, βλατίδες ή πλάκες που καλύπτονται από αργυρόχροα λέπια. Τα λέπια αυτά οφείλονται σε υπερπλασία της επιδερμίδας και το ερυθρό χρώμα οφείλεται σε αγγειοδιαστολή των τριχοειδών του χορίου. Η ψωρίαση είναι σχετικά συχνή αφού προσβάλλει το 2%, των Αμερικανών. Αν και η παθογένεση της ψωρίασης δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως φαίνεται ότι στην εκδήλωσή της συμβάλλουν τόσο γενετικοί όσο και περιβαλλοντικοί παράγοντες (π.χ. λοιμώξεις). Μια αποτελεσματική μέθοδος για τη θεραπεία ψωρίασης είναι ένα φάρμακο που επιβραδύνει τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων της επιδερμίδας και ενεργοποιείται από την έκθεση στην υπερϊώδη ακτινοβολία.

Ροδόχρους Νόσος Ένα χρόνια δερματικό εξάνθημα που οφείλεται σε αγγειοδιαστολή των μικρών αγγείων του προσώπου, ιδιαίτερα στην περιοχή της μύτης και των παρειών, προκαλώντας ερυθρότητα στο πρόσωπο. Ενδέχεται να παρατηρηθούν βλατίδες και φλύκταινες που μοιάζουν με ακμή. Η ροδόχρους νόσος είναι συχνότερη στις γυναίκες, αλλά τείνει να είναι πιο σοβαρή όταν προσβάλλει άνδρες. Η αιτιολογία της είναι άγνωστη, αλλά μπορεί να επιδεινωθεί από το στρες, ορισμένες ενδοκρινικές διαταραχές και οποιαδήποτε κατάσταση προκαλεί ερυθρότητα στο πρόσωπο (ζεστά ροφήματα, αλκοόλ, ηλιακή ακτινοβολία, κ.λπ.).

Λεύκη Μια διαταραχή στη μελάγχρωση του δέρματος που οφείλεται σε απώλεια μελανοκυττάρων και χαρακτηρίζεται από ανοιχτόχρωμες κηλίδες που περιβάλλονται από περιοχές με φυσιολογική μελάγχρωση. Η κατάσταση αυτή ενδέχεται μπορεί να επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στην αυτό-εικόνα και την αυτοεκτίμηση των πασχόντων, ιδιαίτερα στα άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα. Πρόκειται για αυτοάνοση διαταραχή που συνήθως συνοδεύεται από άλλα αυτοάνοσα νοσήματα όπως ρευματοειδή αρθρίτιδα, φλεγμονώδη νόσο του εντέρου, κακοήγη αναιμία κ.ά.

δερματικές θηλές είναι πλέον εμφανείς και τα εξαρτήματα της επιδερμίδας έχουν λάβει μια υποτυπώδη μορφή. Κατά τη διάρκεια του πέμπτου και έκτου μήνα, το έμβρυο καλύπτεται από ένα χνοώδες περίβλημα που αποτελείται από λεπτές τρίχες και ονομάζεται *εμβρυϊκό χνούδι*. Το χνοώδες αυτό έπλο αποπίπτει κατά τον έβδομο μήνα και αρχίζουν να εμφανίζονται οι χνοώδεις τρίχες.

Κατά τη γέννηση, το δέρμα του νεογνού καλύπτεται από το *εμβρυϊκό σμήγμα*, μια ουσία που μοιάζει με τυρί, η οποία παράγεται από τους σηγγατογόνους αδένες. Η ουσία αυτή προστατεύει το δέρμα του νεογνού από τη διαρκή επαφή του με το αμνιακό υγρό. Το δέρμα και το υποδόριο του νεογνού είναι πολύ λεπτά, αλλά το πάχος τους αυξάνει κατά τη νεογνική και παιδική ηλικία.

Στην αρχή της εφηβείας, οι σηγγατογόνοι αδένες δρα-

στηριοποιούνται περισσότερο και ενδέχεται να εκδηλωθεί ακμή (βλ. σελ. 115). Η ακμή γενικά υποχωρεί κατά τα πρώτα χρόνια μετά την ενηλικίωση και το δέρμα αποκτά τη βέλτιστη όψη του στην ηλικία των 20-30 ετών. Ακολούθως, το δέρμα αρχίζει να εκδηλώνει τις βλαπτικές συνέπειες των συνεχιζόμενων περιβαλλοντικών επιδράσεων, όπως τριβή, αέρας, ήλιος και χημικές ουσίες. Η απολέπιση και οι διάφορες μορφές δερματικών φλεγμονών, που ονομάζονται **δερματίτιδες**, καθίστανται συχνότερες.

Κατά τη μέση ηλικία, οι λιπαντικές και μαλακτικές ουσίες που παράγονται από τους αδένες του δέρματος αρχίζουν να ελαττώνονται. Κατά συνέπεια, παρατηρούνται ξηρότητα και κνησμός. Τα άτομα με λιπαρό δέρμα ενδέχεται να μην παρουσιάσουν την ξηρότητα αυτή, με αποτέλεσμα η γήρανση του δέρματός τους να εξελίσσεται βραδύτερα.

Οι περισσότερες μορφές γήρανσης του δέρματος δεν είναι ενδογενείς αλλά οφείλονται σε μια διαδικασία που ονομάζεται «φωτογήρανση». Το γηρασμένο δέρμα που έχει προστατευτεί από τον ήλιο χάνει ορισμένη από την ελαστικότητά του και λεπτύνεται (όπως και το υποδόριό του), ωστόσο δεν εμφανίζει ρητίδες και κηλίδες. Αντίθετα, το δέρμα που έχει εκτεθεί στον ήλιο είναι ανάγλυφο και εμφανίζει ρυτίδες, χαλάρωση, ανελαστικότητα και μελαχρωστικές κηλίδες που ονομάζονται γεροντικές κηλίδες. Στο χόριο του δέρματος που έχει εκτεθεί στον ήλιο, παρατηρείται μείωση της ποσότητας του κολλαγόνου και συσσώρευση ενός παθολογικού υλικού που περιέχει ελαστίνη. Η μεταβολή αυτή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην επαγόμενη από την υπεριώδη ακτινοβολία ενεργοποίηση ενζύμων που αποδομούν το κολλαγόνο και άλλα συστατικά του χορίου.

Οι μεγάλες ποσότητες μελανίνης προστατεύουν το δέρ-

μα από τη φωτογήρανση επειδή απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία. Για αυτό, στα άτομα με ανοιχτόχρωμο δέρμα στα οποία η ποσότητα της μελανίνης είναι μικρή, οι μεταβολές της γήρανσης παρατηρούνται σε μικρότερη ηλικία συγκριτικά με τα άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα και μαλλιά. Για τον λόγο αυτό, τα άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα διατηρούν τη νεανική όψη τους για μεγαλύτερο διάστημα συγκριτικά με τα άτομα της Καυκάσιας φυλής.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 21. Από ποιο εμβρυονικό βλαστικό δέρμα κατάγονται τα εξαρτήματα του δέρματος; Από ποιο εμβρυονικό δέρμα κατάγεται το υποδόριο;
- 22. Με ποιον τρόπο η υπεριώδης ακτινοβολία βλάπτει το χόριο του δέρματος;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

1. Το καλυπτήριο σύστημα αποτελείται από το δέρμα και τα εξαρτήματά του (τρίχες, σμηγματογόνοι αδένες, ιδρωτοποιοί αδένες και νύχια). Το υποδόριο, αν και δεν αποτελεί τμήμα του καλυπτηρίου συστήματος, περιγράφεται επίσης στο παρόν κεφάλαιο.
2. Το δέρμα προστατεύει το ανθρώπινο σώμα από χτυπήματα και εκδορές, χημικές ουσίες, εισβάλλοντες μικροοργανισμούς, απώλεια νερού και υπεριώδη ακτινοβολία (UV). Συμμετέχει επίσης στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, στην απέκκριση, την παραγωγή βιταμίνης D και την υποδοχή αισθητικών ερεθισμάτων.

ΔΕΡΜΑ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΡΙΟ (σελ. 104-111)

Επιδερμίδα (σελ. 105-108)

3. Η επιδερμίδα αποτελείται από κερατινοποιημένο πολύστοιβο πλακώδες επιθήλιο. Τα περισσότερα από τα κύτταρά της είναι κερατινοκύτταρα. Από τον πυθμένα προς την επιφάνειά της αναγνωρίζονται η βασική στοιβάδα, η ακανθωτή, η κοκκιώδης, η διαυγής και η κεράτινη στοιβάδα. Η διαυγής στοιβάδα απαντάται μόνο στο παχύ δέρμα, τις παλάμες και τα πέλματα.
4. Τα διαιρούμενα κύτταρα της βασικής στοιβάδας αποτελούν την πηγή των νέων κερατινοκυττάρων για την ανάπτυξη και την ανανέωση της επιδερμίδας.
5. Στην ακανθωτή στοιβάδα, τα κερατινοκύτταρα περιέχουν ισχυρά διάμεσα ινίδια προ-κερατίνης. Στην κοκκιώδη στοιβάδα, τα κερατινοκύτταρα περιέχουν κοκκία κερατοϋαλίνης που σε συνδυασμό με τα ινίδια προ-κερατίνης σχηματίζουν την ανθεκτική στην τάση κερατίνη. Τα κύτταρα της κοκκιώδους στοιβάδας επίσης εκκρίνουν ένα εξωκυττάριο γλυκολιπίδιο αδιαβροχοποίησης. Τα κερατινοποιημένα κύτταρα της κεράτινης στοιβάδας προστατεύουν το δέρμα και αποπύτουν ως φολίδες ή πιτυρίδα.
6. Ανάμεσα στα κερατινοκύτταρα των βαθύτερων στοιβάδων της επιδερμίδας βρίσκονται τα μελανοκύτταρα που παράγουν χρωστική, τα απτικά επιθηλιακά κύτταρα και τα δενδριτικά κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος.

Χόριο (σελ. 108-110)

7. Το χόριο αποτελείται από ιδίως συνδετικό ιστό. Το επιφανειακό θηλώδες χόριο αποτελείται από αραιό συνδετικό ιστό, ενώ το εν τω βάθει δικτυωτό χόριο αποτελείται από πυκνό ακανόνιστο συνδετικό ιστό. Το θηλώδες χόριο εφάπτεται με την κυματοειδή κατώτερη επιφάνεια της επι-

δερμίδας και σχηματίζει τις επιδερμικές ακρολοφίες που δημιουργούν τα δακτυλικά αποτυπώματα. Στο δικτυωτό χόριο, κάποιες λιγότερο πυκνές περιοχές ανάμεσα στις δεσμίδες κολλαγόνου σχηματίζουν τις γραμμές τάσης του δέρματος. Οι δερματικές πτυχές εντοπίζονται πάνω από τις αρθρώσεις, όπου το χόριο προσφύεται στέρεα στις υποκειμένες δομές.

8. Το χόριο διαθέτει πλούσια αγγείωση και νεύρωση. Στο χόριο εντοπίζονται επίσης οι αδένες και τα τριχοθυλάκια του δέρματος.

Υποδόριο (σελ. 110)

9. Το υποδόριο εντοπίζεται κάτω από το δέρμα. Αποτελείται κυρίως από λιπώδη ιστό, αποθηκεύει λίπος, αποτρέπει την απώλεια θερμότητας από το σώμα, απορροφά και εξοστρακίζει τα χτυπήματα. Όταν αυξάνεται το σωματικό βάρος, αυξάνεται και το πάχος του υποδορίου, ιδιαίτερα στους μηρούς και στους μαστούς στις γυναίκες και στο πρόσθιο κοιλιακό τοίχωμα στους άνδρες.

Χρώμα του Δέρματος (σελ. 110-111)

10. Το χρώμα του δέρματος αντιπροσωπεύει τις ποσότητες των χρωστικών (μελανίνης και/ή καροτίνης) στο δέρμα και το επίπεδο οξυγόνωσης της αιμοσφαιρίνης στα αιμοφόρα αγγεία του χορίου.
11. Η μελανίνη, που παράγεται από τα μελανοκύτταρα και μεταφέρεται στα κερατινοκύτταρα, προστατεύει το δέρμα και τα επίπεδα του φυλλικού οξέος στο αίμα από τις βλαβερές επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας. Η επιδερμίδα παράγει βιταμίνη D ως απάντηση στο ερέθισμα της υπεριώδους ακτινοβολίας. Η εξισορρόπηση ανάμεσα στην προστασία από τις επιβλαβείς επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας και στην παραγωγή βιταμίνης D, ενδέχεται να αποτέλεσε την επιλεκτική πίεση που καθόρισε το χρώμα του δέρματος κατά την απομάκρυνση των πρωτόγονων πληθυσμών από τις τροπικές περιοχές.

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ (σελ. 111-116)

12. Στα εξαρτήματα του δέρματος, που αναπτύσσονται από την επιδερμίδα αλλά επεκτείνονται μέσα στο χόριο, περιλαμβάνονται οι τρίχες και τα τριχοθυλάκια, οι σμηγματογόνοι αδένες, οι ιδρωτοποιοί αδένες και τα νύχια.

Νύχια (σελ. 111-112)

13. Κάθε νύχι είναι μια λεπιοειδής τροποποίηση της επιδερμίδας

που καλύπτει το ραχιαίο άκρο του δακτύλου του χεριού ή του ποδιού. Η μήτρα του νυχιού, αποτελεί το ενεργά αναπτυσσόμενο τμήμα του.

Τρίχες και Τριχοθυλάκια (σελ. 112-114)

14. Κάθε τρίχα παράγεται από ένα σωληνοειδούς σχήματος τριχοθυλάκιο και αποτελείται από κύτταρα με έντονη κερατινοποίηση. Κάθε τρίχα διαθέτει το εξωτερικό περιτρίχιο, τον φλοιό και συνήθως τον κεντρικό μυελό. Οι τρίχες διαθέτουν ρίζες και στελέχη. Το χρώμα της τρίχας αντιπροσωπεύει την ποσότητα και την ποιότητα της υπάρχουσας μελανίνης.
15. Κάθε τριχοθυλάκιο αποτελείται από το επιθηλιακό έλυτρο της ρίζας το οποίο περιλαμβάνει τη μήτρα της τρίχας και ένα έλυτρο της ρίζας από συνδετικό ιστό που προέρχεται από το χόριο. Τα αρχέγονα κύτταρα, που ανανεώνουν τη μήτρα της τρίχας και δίνουν γένεση στα νέα επιδερμικά κύτταρα, εντοπίζονται μέσα στο επιθηλιακό έλυτρο της ρίζας. Ένα σύμπλεγμα τριχοειδών αγγείων εντός των θηλών της τρίχας τροφοδοτούν την τρίχα και ένα σύμπλεγμα νευρικών απολήξεων περιβάλλει τον βολβό της. Οι ανελκτικές μύες ορθώνουν τις τρίχες και δημιουργούν το χήνιο δέρμα ως αντίδραση στο κρύο και στον φόβο.
16. Οι απαλές και οι σκληρές τρίχες ονομάζονται χνοώδες και τελικό τρίχωμα, αντίστοιχα. Στην εφηβεία, υπό την επίδραση των ανδρογόνων, οι τελικές τρίχες εμφανίζονται στις μασχάλες και στην ηβική χώρα και στα δυο φύλα.
17. Οι τρίχες αναπτύσσονται κατά κύκλους που αποτελούνται από φάσεις ανάπτυξης και φάσεις ηρεμίας. Η λέπτυνση των τριχών οφείλεται σε παράγοντες οι οποίοι επιμηκύνουν τη φάση ηρεμίας του τριχοθυλακίου, περιλαμβανομένης της φυσιολογικής ατροφίας των τριχοθυλακίων που σχετίζεται με την ηλικία και της έκφρασης του γονιδίου της ανδρικής αλωπεκίας κατά τη διάρκεια της ενήλικης ζωής.

Σμηγματογόνοι Αδένες (σελ. 115)

18. Οι σμηγματογόνοι αδένες είναι απλοί κυψελοειδείς αδένες που συνήθως αδειάζουν το περιεχόμενό τους στο εσωτερικό των τριχοθυλακίων. Το λιπαρό ολοκρινές έκκριμά τους ονομάζεται σμήγμα.
19. Το σμήγμα λιπαίνει το δέρμα και τις τρίχες, επιβραδύνει την απώλεια νερού από το δέρμα και λειτουργεί ως βακτηριοκτόνος παράγοντας. Οι σμηγματογόνοι αδένες εκκρίνουν αυξημένες ποσότητες σμήγματος στην εφηβεία, υπό την επίδραση των ανδρογόνων. Η απόφραξη και μόλυνση των σμηγματογόνων αδένων οδηγεί στο σχηματισμό φαγεσώρων και ακμής.

Ιδρωτοποιοί Αδένες (σελ. 115-116)

20. Οι εκκρινείς ιδρωτοποιοί αδένες είναι απλοί σπειροειδείς σωληνοειδείς αδένες που εκκρίνουν τον ιδρώτα, ένα τροποποιημένο διήθημα του αίματος. Η εξάτμιση του ιδρώτα δροσίζει το δέρμα και το σώμα.

21. Οι αποκρινείς ιδρωτοποιοί αδένες, που παράγουν φερομόνες, εντοπίζονται κυρίως στη μασχαλιαία, την πρωκτική και τη γεννητική περιοχή. Το έκκριμά τους περιέχει πρωτεΐνες και λιπαρά οξέα. Η δράση που ασκούν τα βακτήρια σε αυτό το έκκριμα ευθύνεται για την οσμή του σώματος.

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΟΥ ΚΑΛΥΠΤΗΡΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (σελ. 116-118)

22. Οι συχνότερες διαταραχές του δέρματος οφείλονται σε μικροβιακές λοιμώξεις.

Εγκαύματα (σελ. 116-118)

23. Στα σοβαρά εγκαύματα, η πρωταρχική απειλή συνίσταται στην απώλεια σωματικών υγρών που οδηγεί σε κυκλοφορική κατέρρευση. Ακολουθεί η απειλή της κεραυνοβόλου λοίμωξης.
24. Το μέγεθος ενός εγκαύματος μπορεί να υπολογιστεί με τη βοήθεια του κανόνα των εννέα. Η σοβαρότητα των εγκαυμάτων υποδηλώνεται με τους όρους: *πρώτου*, *δευτέρου* ή *τρίτου* βαθμού. Στα εγκαύματα τρίτου βαθμού παρατηρείται βλάβη σε όλο το πάχος του δέρματος και απαιτείται η τοποθέτηση μοσχεύματος για επιτυχή αποκατάσταση.

Καρκίνος του Δέρματος (σελ. 118)

25. Ο κυριότερος παράγοντας κινδύνου για την εκδήλωση καρκίνου του δέρματος είναι η έκθεση στην υπεριώδη (UV) ακτινοβολία.
26. Το βασικοκυτταρικό επιθηλίωμα και το ακανθοκυτταρικό επιθηλίωμα αποτελούν τους συχνότερους τύπους καρκίνου του δέρματος και είναι συνήθως ιάσιμοι εφόσον ανιχνευτούν έγκαιρα. Το μελάνωμα, ένας τύπος καρκίνου από μελανοκύτταρα, είναι λιγότερο συχνό αλλά επικίνδυνο. Ο κανόνας ABCD ή ABCD(E) χρησιμοποιείται όταν ένας σπίλος ή μια κηλίδα, ελέγχεται για την πιθανότητα μελανώματος.

ΤΟ ΔΕΡΜΑ ΚΑΘΩΣ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΖΩΗΣ (σελ. 118-119)

27. Η επιδερμίδα κατάγεται από το εμβρυϊκό εξώδερμα, το χόριο και το υποδόριο από το μεσόδερμα και τα μελανοκύτταρα από τα κύτταρα της νευρικής ακρολοφίας.
28. Κατά τον 5ο-6ο μήνα, το έμβρυο διαθέτει ένα τρίχωμα που μοιάζει με χνούδι. Οι εμβρυϊκοί σμηγματογόνοι αδένες παράγουν το εμβρυϊκό σμήγμα, το οποίο προστατεύει το δέρμα μέσα στον αμνιακό σάκο.
29. Στους ηλικιωμένους, το δέρμα λεπταίνει και χάνει την ελαστικότητά του. Οι βλάβες που προκαλούνται από την ηλικιακή ακτινοβολία οδηγούν στην εμφάνιση ρυτίδων και κηλίδων γήρανσης καθώς και στη χαλάρωση του δέρματος. Οι διαταραχές αυτές οφείλονται στην απώλεια κολλαγόνου και στη συσσώρευση ελαστίνης στο χόριο.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗΣ

Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής/Αντιστοίχισης*(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)*

1. Ποιος τύπος επιδερμικού κυττάρου ανήκει στο ανοσοποιητικό σύστημα; (α) το κερατινοκύτταρο, (β) το μελανοκύτταρο, (γ) το δενδριτικό κύτταρο, (δ) το απτικό επιθηλιακό κύτταρο.
2. Αντιστοιχήστε κάθε στοιβάδα της επιδερμίδας από τη στήλη Β με την περιγραφή από τη στήλη Α.

Στήλη Α

___ (1) Τα δεσμοσώματα και τα πλασματικά ευρήματα από την προετοιμασία των ιστολογικών παρασκευασμάτων δίνουν την εντύπωση των «ακανθωδών» προσεκβολών.

___ (2) Τα κύτταρα της μοιάζουν με αποπλατυσμένους, αδρανείς σάκους κερατίνης.

___ (3) Τα κύτταρά της διαιρούνται και ονομάζεται επίσης βλαστική στοιβάδα.

___ (4) Περιέχει κοκκία κερατοϋαλίνης και πεταλιώδη κοκκία.

___ (5) Απαντάται μόνο στο παχύ δέρμα.

Στήλη Β

(α) βασική στοιβάδα

(β) κεράτινη στοιβάδα

(γ) κοκκιώδης στοιβάδα

(δ) διαυγής στοιβάδα

(ε) ακανθωτή στοιβάδα

3. Η ικανότητα της επιδερμίδας να ανθίσταται στην τριβή και στη λύση οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην παρουσία (α) μελανίνης, (β) καροτίνης, (γ) κολλαγόνου, (δ) κερατίνης.
4. Το χρώμα του δέρματος εξαρτάται από (α) τη μελανίνη, (β) την καροτίνη, (γ) το επίπεδο οξυγόνωσης του αίματος, (δ) όλα τα παραπάνω.
5. Ποιος είναι ο κυριότερος παράγοντας στον οποίο οφείλεται η αδιάβροχη φύση του δέρματος; (α) τα δεσμοσώματα της κερατίνης στοιβάδας, (β) τα γλυκολιπίδια ανάμεσα στα κύτταρα της κερατίνης στοιβάδας, (γ) το εν τω βάθει μονωτικό λίπος του υποδωρίου, (δ) η ινώδης φύση του χορίου.
6. Κυκλώστε τη λανθασμένη πρόταση σχετικά με τη βιταμίνη D: (α) Τα άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα δεν παράγουν βιταμίνη D. (β) Τα άτομα με ανεπαρκή παραγωγή βιταμίνης D ενδέχεται να έχουν αδύναμα οστά. (γ) Τα άτομα που δεν εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία ενδέχεται να έχουν αδύναμα οστά. (δ) Η βιταμίνη D είναι απαραίτητη για την απορρόφηση του ασβεστίου των τροφών από το έντερο.
7. Απαντήστε την ερώτηση αυτή με βάση τη λογική. Με βάση τα όσα γνωρίζεται σχετικά με το χρώμα του δέρματος και τον καρκίνο του δέρματος, το υψηλότερο ποσοστό καρκίνου του δέρματος παγκοσμίως παρατηρείται (α) στους μαύρους πληθυσμούς των τροπικών περιοχών της Αφρικής, (β) στους επιστήμονες των ερευνητικών σταθμών της Ανταρκτικής, (γ) στους Νορβηγούς που κατοικούν στις ΗΠΑ, (δ) στους μαύρους πληθυσμούς των ΗΠΑ.
8. Κάθε ανεκκτήρας μυς της τρίχας (α) συνδέεται με έναν ιδρωτοποιό αδένα, (β) προκαλεί την όρθωση της τρίχας, (γ) δίνει τη δυνατότητα στην τρίχα να τεντώνεται όταν βραχεί, (δ) ωθεί τις τρίχες προς τα πάνω με αποτέλεσμα να μεγαλώνουν.
9. Το σμήγμα (α) λιπαίνει το δέρμα και την τρίχα, (β) αποτελείται από νεκρά κύτταρα και λιπαρές ουσίες, (γ) συσσωρεύει ρύπους, για αυτό οι τρίχες πρέπει να πλένονται, (δ) όλα τα παραπάνω.

10. Κάθε εκκρινής ιδρωτοποιός αδένας είναι ένας _____ αδένας: (α) σύνθετος σωληνοειδής, (β) σύνθετος σωληνοκυψελοειδής, (γ) απλός πλακώδης, (δ) απλός σωληνοειδής.

11. Σημειώστε ποια εμβρυονική στοιβάδα από τη στήλη Β σχηματίζει καθεμία από τις δομές του δέρματος από τη στήλη Α..

Στήλη Α

- ___ (1) υποδόριο
___ (2) σμηγματογόνο αδένας
___ (3) επιδερμίδα
___ (4) χόριο
___ (5) μελανοκύτταρα

Στήλη Β

- (α) εξώδερμα
(β) μεσόδερμα
(γ) ενδόδερμα
(δ) νευρική ακρολοφία

12. Η δικτυωτή στοιβάδα του χορίου (α) παρέχει ισχύ και ελαστικότητα στο δέρμα, (β) αποτελείται από χαλαρό συνδετικό ιστό, (γ) λειτουργεί μονωτικά προκειμένου να αποφευχθεί η απώλεια θερμότητας, (δ) σχηματίζει τις δερματικές θηλές.

13. Αντιστοιχήστε τις δομές του δέρματος στη στήλη Β με τις λειτουργίες που επιτελούν στη στήλη Α.

Στήλη Α

- ___ (1) προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία
___ (2) μόνωση, αποθήκευση ενέργειας
___ (3) αδιαβροχοποίηση και αποτροπή της απώλειας ύδατος
___ (4) θερμορύθμιση
___ (5) κινητοποίηση ανοσολογικής αντίδρασης έναντι βακτηρίων
___ (6) απέκκριση ύδατος, ουρίας και αλάτων
___ (7) συμβολή στη σύνδεση του επιθηλίου με το χόριο

Στήλη Β

- (α) δενδριτικά κύτταρα
(β) αγγειακά πλέγματα χορίου
(γ) θηλώδες χόριο
(δ) υποδόριο
(ε) μελανοκύτταρα
(στ) κεράτινη στοιβάδα
(ζ) εκκρινείς ιδρωτοποιοί αδένες
(η) δικτυωτό χόριο

14. Το παχύ δέρμα διαφέρει από το λεπτό δέρμα ως προς (α) το πάχος της ακανθωτής στοιβάδας, (β) την παρουσία μιας επιπρόσθετης στοιβάδας, της διαυγούς στοιβάδας, (γ) το πάχος της κερατίνης στοιβάδας, (δ) την κατανομή των ιδρωτοποιών αδένων.

15. Από τη λίστα των ιστών της στήλης Β, επιλέξτε τον κύριο ιστό που σχηματίζει καθεμία δομή της στήλης Α.

Στήλη Α

- ___ (1) επιδερμίδα
___ (2) δικτυωτό χόριο
___ (3) υποδόριο
___ (4) θηλώδες χόριο
___ (5) αποκρινείς ιδρωτοποιοί αδένες
___ (6) τριχοθυλάκιο
___ (7) νύχια

Στήλη Β

- (α) πυκνός ακανόνιστος συνδετικός ιστός
(β) πυκνός κανονικός συνδετικός ιστός
(γ) αραιός συνδετικός ιστός
(δ) επιθηλιακός ιστός
(ε) λιπώδης ιστός

Ερωτήσεις Βραχείας Ανάπτυξης

16. Οι άνδρες με αλωπεκία είναι πράγματι άτριχοι; Εξηγήστε γιατί.
17. Εξηγήστε γιατί το λεπτό δέρμα χαρακτηρίζεται και ως έντριχο ενώ το παχύ δέρμα ως άτριχο. (Αναφέρετε τις εντοπίσεις τους).
18. Περιγράψτε τις διαφορές μεταξύ εγκαυμάτων πρώτου, δευτέρου και τρίτου βαθμού.
19. Γιατί το δέρμα που εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία γερνάει ταχύτερα συγκριτικά με το μη εκτιθέμενο στην ηλιακή ακτινοβολία δέρμα;
20. Εξηγήστε γιατί ο καρκίνος του δέρματος δεν εξορμάται από τα κύτταρα της κερατίνης στοιβάδας.
21. Εξηγήστε καθένα από τα παρακάτω συνήθη φαινόμενα με βάση τις γνώσεις που αποκτήσατε από το παρόν κεφάλαιο: (α) χήναιο δέρμα, (β) πιτυρίδα, (γ) ραγάδες από αύξηση σωματικού βάρους, (δ) δακτυλικά αποτυπώματα, (ε) το σχεδόν άτριχο σώμα των ανθρώπων (στ) γκριζάρισμα μαλλιών.
22. Ο Ε., που σπουδάζει ανατομία, είπε ότι μια μέρα είχε τόση πολλή ζέστη που «ίδρωσε σαν γουρούνι». Η καθηγήτριά του τον άκουσε και απάντησε: «Αυτή είναι μια πολύ κουτή έκφραση. Το γουρούνι δεν μπορεί καν να πλησιάσει την ποσότητα του ιδρώτα που παράγει ένας άνθρωπος!». Εξηγήστε την παρατήρηση της καθηγήτριας.
23. Αναφέρετε πέντε λειτουργίες του δέρματος.
24. Αφού μελέτησε την ανατομία του δέρματος, ο Τ. έπιασε τα «παχάκια» γύρω από την κοιλιά του και είπε: «Μπορεί να έχω παχύ υποδόριο, αλλά αυτό επιτελεί μερικές πολύτιμες λειτουργίες!». Ποιες είναι οι λειτουργίες του υποδορίου;
25. Από ποιόν τύπο ή ποιούς τύπους ιστών σχηματίζεται καθεμία από τις παρακάτω δομές: (α) χόριο, (β) επιδερμίδα, (γ) υποδόριο. Από ποιο εμβρυονικό βλαστικό δέρμα κατάγεται η καθεμία;

Ερωτήσεις Κριτικής Σκέψης και Κλινικής Εφαρμογής

1. Ποια είναι τα δυο σημαντικότερα κλινικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς με σοβαρά εγκαυματα; Εξηγήστε καθένα από αυτά σε σχέση με την απουσία δέρματος.
2. Ο Ν., που είναι ένας 40χρονος καθηγητής κολύμβησης, σας λέει ότι το μαύρισμά του τον έκανε διάσημο όταν ήταν νέος. Σήμερα το πρόσωπό του έχει ρυτίδες και ορισμένους σπίλους που μεγαλώνουν γρήγορα και έχουν μέγεθος κέρματος. Όταν σας δείχνει τους σπίλους του σκέφτεστε αμέσως «ABCD». Τι σημαίνουν τα γράμματα αυτά και από ποια νόσο μπορεί να πάσχει ο Ν.;
3. Η αλλαγή πλευρού στο κρεβάτι ανά 2 ώρες αποτελεί αναγκαία πρακτική για τους χρονίως πάσχοντες που παραμένουν κατακεκλιμένοι για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Γιατί αυτή η πρακτική είναι αποτελεσματική;
4. Η Μ. γλίστρησε πάνω στον πάγο και τραυμάτισε το πηγούνι της στο πεζοδρόμιο. Ενώ ο ιατρός στα επείγοντα περιστατικά της έκανε έξι ράμματα, της ανέφερε ότι το τραύμα βρισκόταν ακριβώς πάνω στη γραμμή τάσης του δέρματος. Πόσο ομαλά θα επουλωθεί το τραύμα της; Υπάρχει πιθανότητα να σχηματιστεί ουλώδης ιστός;
5. Ένας άνδρας έκοψε το δάκτυλό του σε μια μηχανή στο εργοστάσιο και ολόκληρο το νύχι του δεξιού του δείκτη αποκολλήθηκε. Τα τμήματα του νυχιού που αποκολλήθηκαν ήταν το σώμα, η ρίζα, η κοίτη, η μήτρα και το επωνύχιο. Είναι πιθανό το νύχι αυτό να αναπτυχθεί ξανά; Ναι ή όχι και γιατί;
6. Σε μια σχηματική απεικόνιση του ανθρώπινου σώματος, σημειώστε τις διάφορες περιοχές που ορίζει ο κανόνας των εννέα. Ποιο είναι το ποσοστό της συνολικής επιφάνειας του σώματος που έχει προσβληθεί όταν το έγκαυμα αφορά (α) ολόκληρη η οπίσθια επιφάνεια του κορμού και οι γλουτοί; (β) ολόκληρο το κάτω άκρο; (γ) ολόκληρη η πρόσθια επιφάνεια του αριστερού άνω άκρου;
7. Γιατί το μελάνωμα αποτελεί τον συχνότερο μεταστατικό τύπο καρκίνου του δέρματος; (Θυμηθείτε ότι τα μελανοκύτταρα σχηματίζονται από τη νευρική ακρολοφία, δηλαδή νευρικό ιστό που μετακινούνται εκτενώς κατά τη διάρκεια της πρώιμης ανάπτυξης).
8. Ποιες είναι οι βλαβερές επιδράσεις της υπερϊώδους ακτινοβολίας και με ποιον τρόπο η υπερϊώδης ακτινοβολία ωφελεί την υγεία μας;

Οστά και Σκελετικοί Ιστοί

6

Χόνδροι 128

- Εντόπιση και Βασική Δομή 128
- Τύποι Χόνδρου 128
- Ανάπτυξη του Χόνδρου 129

Οστά 131

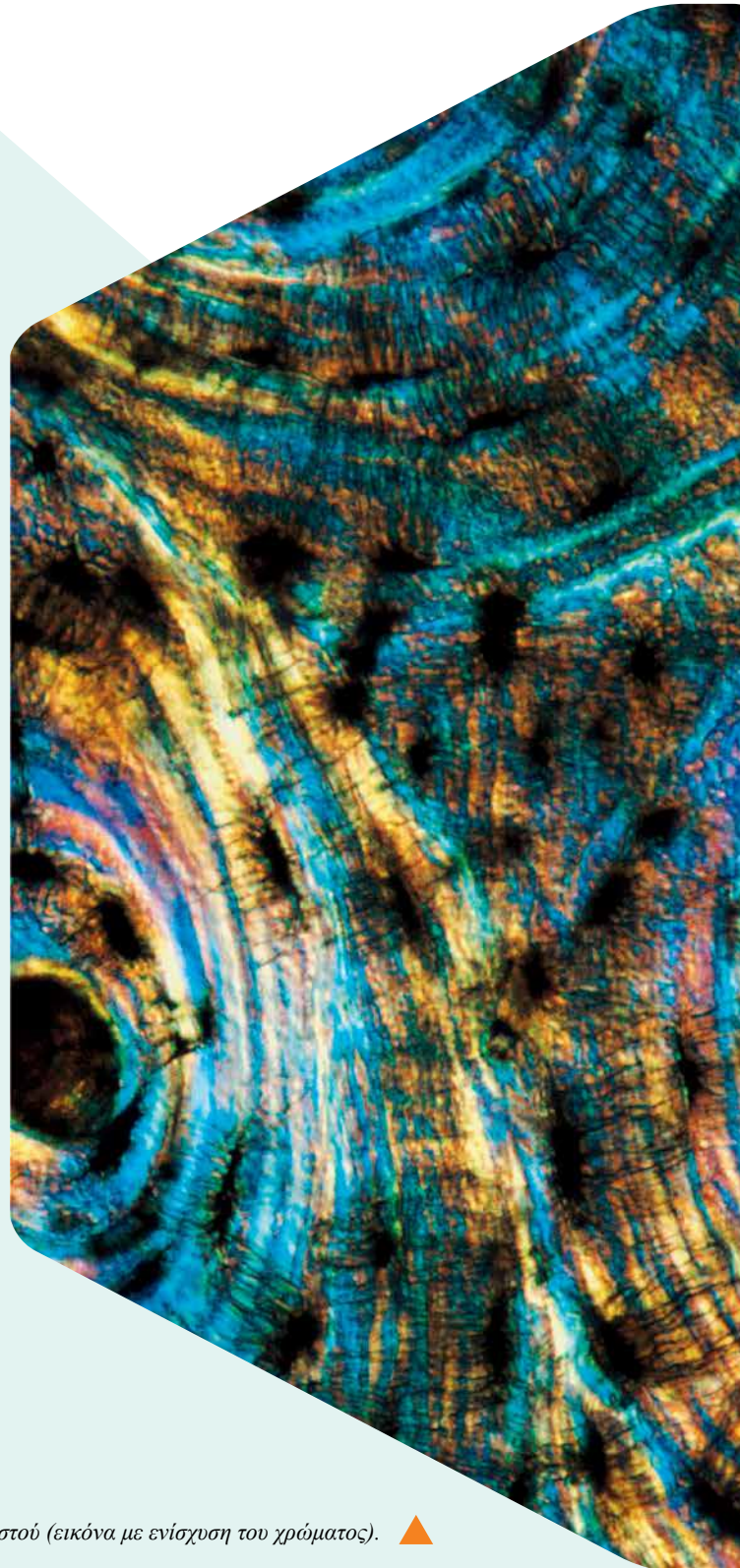
- Λειτουργίες των Οστών 131
- Οστίτης Ιστός 132
- Μακροσκοπική Ανατομία των Οστών 133
- Μικροσκοπική Δομή του Οστού 136
- Σχηματισμός και Ανάπτυξη του Οστού 139
- Οστική Αναδόμηση 144
- Αποκατάσταση Καταγμάτων 145

Διαταραχές των Οστών 146

- Οστεοπόρωση 148
- Οστεομαλακία και Ραχίτιδα 149
- Οστεοσάρκωμα 149

Ο Σκελετός Καθόλη τη Διάρκεια της Ζωής 149

Το σκελετικό σύστημα αποτελείται από οστά, χόνδρους και αρθρώσεις που σχηματίζουν ένα εσωτερικό δίκτυο. Τα οστά στηρίζουν το σώμα και διαμορφώνουν το σχήμα του, παρέχουν σημεία πρόσφυσης για τους μύες και λειτουργούν ως μεταβολική αποθήκη των απαραίτητων ανόργανων αλάτων. Ο χόνδρος, που αποτελεί δομικό στοιχείο πολλών αρθρώσεων, συμβάλλει στη στήριξη και στην κίνηση του σώματος, διότι περιβάλλει τις αρθρικές επιφάνειες των οστών. Ο χόνδρος και το οστό συσχετίζονται επίσης από πλευράς ανάπτυξης. Τα περισσότερα οστά σχηματίζονται αρχικά υπό μορφή χόνδρου, που στη συνέχεια αντικαθίσταται από οστίτη ιστό στη διάρκεια της προγεννητικής περιόδου και της παιδικής ηλικίας.



Οστεόνες ανθρώπινου συμπαγούς οστού (εικόνα με ενίσχυση του χρώματος). ▲

Το σκελετικό σύστημα περιέχει επίσης στοιχεία της προσωπικής μας ιστορίας. Τα οστά μας δεν μοιάζουν με τα άψυχα, αφυδατωμένα οστά που εξετάζει κανείς στο εργαστήριο. Αντίθετα, αποτελούν ζωντανά, δυναμικά όργανα που παρέχουν πληροφορίες για πολλές πτυχές της ζωής μας: ηλικία, φύλο, εθνικότητα, ύψος και κατάσταση υγείας και θρέψης. Οι λεπτομέρειες αυτές μπορούν να γίνουν κατανοητές μόνο εάν κανείς κατέχει τις απαραίτητες γνώσεις σχετικά με τη δομή και την ανάπτυξη των σκελετικών ιστών.

Το παρόν κεφάλαιο επικεντρώνεται στη δομή, τη λειτουργία και την ανάπτυξη του χόνδρου και του οστού. (Τα επιμέρους οστά του ανθρώπινου σκελετού περιγράφονται στα Κεφάλαια 7 και 8. Οι λεπτομέρειες σχετικά με τη δομή και τη λειτουργία των αρθρώσεων αναλύονται στο Κεφάλαιο 9).

ΧΟΝΔΡΟΙ

Εκπαιδευτικοί στόχοι

- ▶ Περιγράψτε την εντόπιση των κύριων χόνδρινων δομών του ενήλικου και εξηγήστε τις λειτουργικές ιδιότητες του χονδρικού ιστού.
- ▶ Συγκρίνετε τη δομή, τις λειτουργίες και τις εντοπίσεις των τριών ειδών χονδρικού ιστού.
- ▶ Εξηγήστε τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσεται ο χόνδρος.

Εντόπιση και Βασική Λειτουργία

Οι χόνδρινες δομές απαντώνται σε ολόκληρο το σώμα του ενήλικου. Στους χόνδρους αυτούς (που παρουσιάζονται στην **Εικόνα 6.1**) περιλαμβάνονται:

1. Ο χόνδρος του έξω ωτός
2. Οι χόνδροι της μύτης
3. Οι **αρθρικοί χόνδροι**, που καλύπτουν τα άκρα των περισσότερων οστών στις κινούμενες αρθρώσεις
4. Οι **πλευρικοί χόνδροι**, που συνδέουν τις πλευρές με το στήρνο
5. Οι χόνδροι του λάρυγγα, περιλαμβανομένης της **επιγλωττίδας**, μιας πτυχής που αποτρέπει την είσοδο της τροφής στο λάρυγγα και στους πνεύμονες
6. Οι χόνδροι που διατηρούν ανοικτούς του αεραγωγούς του αναπνευστικού συστήματος
7. Ο χόνδρος των μεσοσπονδύλιων δίσκων
8. Ο χόνδρος της ηβικής σύμφυσης
9. Οι χόνδροι που σχηματίζουν τους διάρθριους δίσκους στο εσωτερικό συγκεκριμένων κινούμενων αρθρώσεων, όπως π.χ. ο μηνίσκος στην άρθρωση του γόνατος

Σε αντίθεση με τους ενήλικες, ο χόνδρος αφθονεί στα έμβρυα. Το μεγαλύτερο μέρος του σκελετού σχηματίζεται αρχικά από ταχέως αναπτυσσόμενο χόνδρο, ο οποίος στη συνέχεια αντικαθίσταται από οστίτη ιστό στη διάρκεια της εμβρυϊκής περιόδου και της παιδικής ηλικίας. (Η διαδικασία αυτή περιγράφεται στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου, σελ. 136-138). Κάθε χόνδρος περιβάλλεται από το περιχόνδριο που αποτελείται από πυκνό ακανόνιστο συνδετικό. Ο αρθρικός χόνδρος δεν έχει περιχόνδριο. Το περιχόνδριο λειτουργεί σαν ζώνη που ανθίσταται στην έκπτυξη κατά την άσκηση πίεσης στον χόνδρο (βλ. Εικόνα

6.2α). Το περιχόνδριο συμμετέχει επίσης στην ανάπτυξη και την επιδιόρθωση του χόνδρου.

Ο χονδρικός ιστός αποτελείται κυρίως από νερό (60%-80%) και είναι ευπροσάρμοστος, δηλαδή μπορεί να ανακτά το αρχικό του σχήμα μετά την άρση των συμπιεστικών δυνάμεων (Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις ιδιαίζουσες ιδιότητες του χονδρικού ιστού, βλ. **ΜΙΑ ΠΙΟ ΚΟΝΤΙΝΗ ΜΑΤΙΑ**, σελ. 130).

Τύποι Χόνδρου

Στο ανθρώπινο σώμα απαντώνται τρεις τύποι χόνδρου: ο *υαλοειδής χόνδρος*, ο *ελαστικός χόνδρος* και ο *ινώδης χόνδρος* (**Εικόνα 6.2**). Κατά τη μελέτη τους θα πρέπει κανείς να θυμάται ότι ο χόνδρος αποτελεί έναν τύπο συνδετικού ιστού που περιέχει **χονδροκύτταρα** και άφθονη εξωκυττάρια ουσία. Σε αντίθεση με τα κύτταρα του ιδίως συνδετικού ιστού, κάθε χονδροκύτταρο εντοπίζεται μέσα σε μια κοιλότητα της εξωκυττάριας ουσίας, που ονομάζεται **βοθρίο**. Η εξωκυττάρια ουσία περιέχει ίνες και μια ζελατινώδη θεμέλια ουσία από σύνθετα σάκχαρα που προσελκύουν και συγκρατούν το νερό (βλ. Κεφάλαιο 4, σελ. 81).

Υαλοειδής Χόνδρος

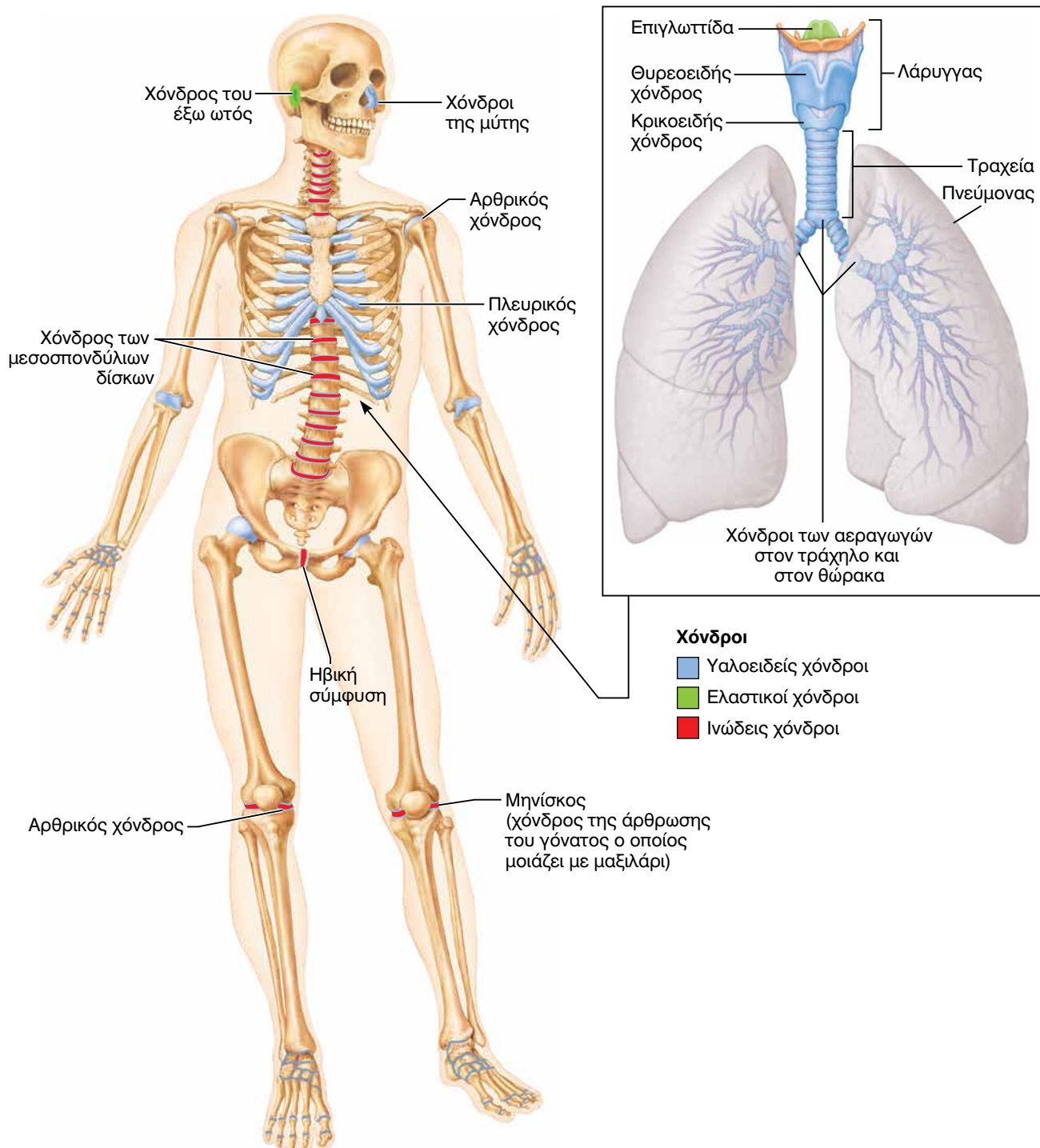
Ο **υαλοειδής χόνδρος**, που μακροσκοπικά μοιάζει με παγωμένο γυαλί, αποτελεί τον πιο άφθονο τύπο χόνδρου (βλ. Εικόνα 6.1). Στο οπτικό μικροσκόπιο, τα χονδροκύτταρά του έχουν σφαιρικό σχήμα (Εικόνα 6.2α). Ο μοναδικός τύπος ινών στην εξωκυττάρια ουσία είναι τα κολλαγόνα ινίδια, που σχηματίζουν δίκτυα, τα οποία είναι τόσο λεπτά ώστε να μην διακρίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο. Η ζελατινώδης θεμέλια ουσία συγκρατεί μεγάλες ποσότητες νερού, με αποτέλεσμα ο ιστός αυτός να ανθίσταται ικανοποιητικά στις συμπιεστικές δυνάμεις. Ο υαλοειδής χόνδρος παρέχει στήριξη χάρη στην ευλυγισία που διαθέτει. Επίσης, σχηματίζει τον αρθρικό χόνδρο που καλύπτει τα άκρα των αρθρούμενων οστών στις κινούμενες αρθρώσεις. Τέλος, σχηματίζει τους χόνδρους που συνδέουν τις πλευρές με το στήρνο, αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του χόνδρου που βρίσκεται στις δομές του αναπνευστικού συστήματος και σχηματίζει τον εμβρυονικό σκελετό.

Ελαστικός Χόνδρος

Ο **ελαστικός χόνδρος** μοιάζει με τον υαλοειδή χόνδρο, με τη διαφορά ότι η εξωκυττάρια ουσία του περιέχει πολλές ελαστικές ίνες καθώς και λεπτά κολλαγόνα ινίδια (Εικόνα 6.2β). Ο χόνδρος αυτός είναι πιο ελαστικός από τον υαλοειδή χόνδρο και ανέχεται καλύτερα την επαναλαμβανόμενη κάμψη. Η επιγλωττίδα, που κάμπτεται προς τα κάτω προκειμένου να καλύψει τη γλωττίδα (άνοιγμα) του λάρυγγα κάθε φορά που καταπίνουμε, αποτελείται από ελαστικό χόνδρο, όπως και ο ιδιαίτερα εύκαμπτος χόνδρος του έξω ωτός (Εικόνα 6.1).

Ινώδης Χόνδρος

Ο **ινώδης χόνδρος** είναι ένας ασυνήθιστος τύπος ιστού που ανθίσταται τόσο στην ισχυρή συμπίεση όσο και στην ισχυρή τάση (έλξη). Βρίσκεται σε ορισμένους συνδέσμους και χόνδρους που υφίστανται τέτοιες δυνάμεις. Από πλευράς δομής είναι κάτι ανάμεσα σε υαλοειδή χόνδρο και πυκνό κανονικό συνδετικό ιστό. Μικροσκοπικά, αποτελείται από



Εικόνα 6.1 Χόνδροι του ανθρώπινου σώματος. Οι χόνδροι που στηρίζουν τους αεραγωγούς και τον λάρυγγα απεικονίζονται ξεχωριστά στο δεξιό πλαίσιο.

παχιές κολλαγόνες ίνες (όπως ο πυκνός κανονικός συνδετικός ιστός) οι οποίες περιβάλλουν τα χονδροκύτταρα στο εσωτερικό των βοθρίων (Εικόνα 6.2γ). Δυο ειδικές εντοπίσεις του ινώδους χόνδρου είναι ο *ινώδης δακτύλιος* των μεσοσπονδύλιων δίσκων και οι διάρθριοι δίσκοι ορισμένων αρθρώσεων, όπως π.χ. οι μηνίσκοι στα γόνατα.

Ανάπτυξη του Χόνδρου

Κάθε χόνδρινη δομή αναπτύσσεται με δυο διαφορετικούς τρόπους. Στην **αποθετική ανάπτυξη** ή «ανάπτυξη εκ των έξω», οι χονδροβλάστες του παρακείμενου περιχονδρίου

παράγουν νέο χόνδρο μέσω ενεργητικής έκκρισης εξωκυττάριας ουσίας. Στη **διάμεση ανάπτυξη** ή «ανάπτυξη εκ των έσω», τα χονδροκύτταρα εντός του χόνδρου, διαιρούνται και παράγουν νέα εξωκυττάρια ουσία. Ο χόνδρος αναπτύσσεται ταχέως στη διάρκεια της εμβρυονικής ανάπτυξης, της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας. Η ανάπτυξη του χόνδρου σταματά κατά το τέλος της εφηβείας, όταν σταματά και η ανάπτυξη ολόκληρου του σκελετού και τα χονδροκύτταρα δεν ξαναδιαιρούνται. Έτσι, ο χόνδρος των ενηλίκων διαθέτει πτωχή αναγεννητική ικανότητα. Η περιορισμένου βαθμού επούλωση που παρατηρείται στους χόνδρους των ενηλίκων αντιπροσωπεύει την ικανότητα των επιζησάντων χονδροκυττάρων να παράγουν μεγαλύ-

Οι Θαυμαστές Ιδιότητες του Χόνδρου

Χωρίς τον υγιή χόνδρο να απορροφά τους κραδασμούς των κινούμενων αρθρώσεων, οι άνθρωποι θα έβρισκαν σχεδόν αδύνατη την εκτέλεση των έντονων δραστηριοτήτων. Ο χόνδρος είναι ευπροσάρμοστος, δηλαδή ανακτά το αρχικό του σχήμα μετά την άρση των συμπιεστικών δυνάμεων. Αυτή η προσαρμοστικότητα επιτρέπει στον αρθρικό χόνδρο που καλύπτει τα άκρα των αρθρούμενων οστών να απορροφά τους κραδασμούς σε δραστηριότητες όπως τρέξιμο, αναπήδηση και άλμα επί κοντώ.

Άλλη μια σημαντική ιδιότητα του χονδρικού ιστού είναι ότι αναπτύσσεται ταχέως, γεγονός που του επιτρέπει να συμβαδίζει με την ταχεία ανάπτυξη του εμβρύου. Τα περισσότερα οστά προέρχονται από χονδρικό ιστό ο οποίος σταδιακά αντικαθίσταται από οστίτη ιστό. Στη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας, οι συζευκτικοί ή αυξητικοί χόνδροι (growth plates) παραμένουν ενεργοί στα περισσότερα οστά. Όταν το οστό φτάσει στο τελικό του μέγεθος οι συζευκτικοί χόνδροι συγχωνεύονται σταδιακά μεταξύ τους και η ανάπτυξη του χόνδρου επιβραδύνεται. Αφού ο χόνδρος αναπτύσσεται ταχέως, θα περίμενε κανείς να διαθέτει πλούσια αιμάτωση, όμως, ο χόνδρος δεν περιέχει αιμοφόρα αγγεία. Τα χονδροκύτταρα είναι ειδικά προσαρμοσμένα ώστε να επιβιώνουν με το λίγο οξυγόνο που διαχέεται προς αυτά από τα απομακρυσμένα αγγεία του παρακείμενου περιχονδρίου. Ουσιαστικά, ο χόνδρος και τα αγγεία δεν μπορούν να συνυπάρξουν καθώς ο χόνδρος εκκρίνει χημικές ουσίες που αποτρέπουν την ανάπτυξη αγγείων στο εσωτερικό του.

Η ιδιότητα του χόνδρου να ανακτά το αρχικό του σχήμα μετά την άρση των συμπιεστικών δυνάμεων

(προσαρμοστικότητα) οφείλεται στην ικανότητά του να συγκρατεί εξαιρετικά μεγάλες ποσότητες νερού. Πράγματι, ο χόνδρος αποτελείται κατά 60% έως 80% από νερό, κυρίως επειδή τα σύνθετα σάκχαρα της θεμέλιας ουσίας του διαθέτουν πολυάριθμα αρνητικά φορτία που προσελκύνουν το νερό. Όταν ο χόνδρος υφίσταται συμπίεση, τα μόρια του νερού απομακρύνονται από τα αρνητικά φορτία. Καθώς η πίεση αυξάνει, τα αρνητικά φορτία πλησιάζουν μεταξύ τους μέχρι να αρχίσουν να αλληλοαπωθούνται, ανθιστάμενα στην περαιτέρω συμπίεση. Όταν η πίεση υποχωρήσει, τα μόρια του νερού εισέρχονται ξανά στον ιστό, με αποτέλεσμα ο χόνδρος να ανακτά άμεσα το αρχικό του σχήμα. Αυτή η δυναμική διαδικασία διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη θρέψη του χόνδρου: μέσω της ροής υγρών κατά τη διάρκεια αλλά και μετά το τέλος της συμπίεσης, μεταφέρονται θρεπτικά συστατικά στα χονδροκύτταρα. Για τον λόγο αυτό, η μακροχρόνια σωματική αδράνεια μπορεί να οδηγήσει σε αποδυνάμωση των αρθρικών χόνδρων.

Η ταχεία ανάπτυξη αποτελεί άλλη μια συνέπεια της ικανότητας του χόνδρου να συγκρατεί υγρό. Επειδή η εξωκυττάρια ουσία του χόνδρου αποτελείται κυρίως από νερό, το οξυγόνο και τα θρεπτικά συστατικά από τα απομακρυσμένα τριχοειδή μπορούν να διαχυθούν αρκετά γρήγορα ώστε να καλυφθούν οι μεταβολικές ανάγκες των ταχέως διαιρούμενων χονδροβλαστών, δηλαδή των πρόδρομων κυττάρων του χόνδρου, τα οποία διαφοροποιούνται σε χονδροκύτταρα. Επιπλέον, η θεμέλια ουσία που παράγεται από τους χονδροβλάστες προσελκύει τόσο μεγάλη ποσότητα νερού που ο χόνδρος



Ο χόνδρος αυτής της αθλήτριας του άλματος επί κοντώ καθώς και άλλων αθλητών πρέπει να τρέφεται και να ενυδατώνεται σωστά για να ανταπεξέλθει στις έντονες φυσικές απαιτήσεις που θέτουν τα έντονα αυτά αθλήματα έναντι των αρθρώσεων.

διαστέλλεται γρήγορα δαπανώντας μικρή ποσότητα συστατικών.

Λόγω της ικανότητας της θεμέλιας ουσίας να προσελκύει νερό, ο χόνδρος διαθέτει την ενδογενή ιδιότητα να εμφανίζει οίδημα. Για την αποτροπή του υπερβολικού οιδήματος, η εξωκυττάρια ουσία του περιέχει ένα δίκτυο λεπτών, μη διατάσιμων κολλαγόνων ινιδίων. Το κολλαγόνο αυτό προσδίδει επίσης στον χόνδρο την ικανότητα να ανθιστάται στην τάση όταν του ασκούνται εξωτερικές ελκτικές δυνάμεις. Παρά το γεγονός ότι ο χόνδρος ανθιστάται σθεναρά στην τάση και στη συμπίεση, η αντίστασή του στις διατμητικές δυνάμεις (στροφικές και καμπτικές) είναι περιορισμένη. Λόγω αυτής της αδυναμίας του, η ρήξη του χόνδρου αποτελεί συχνή αθλητική κάκωση.

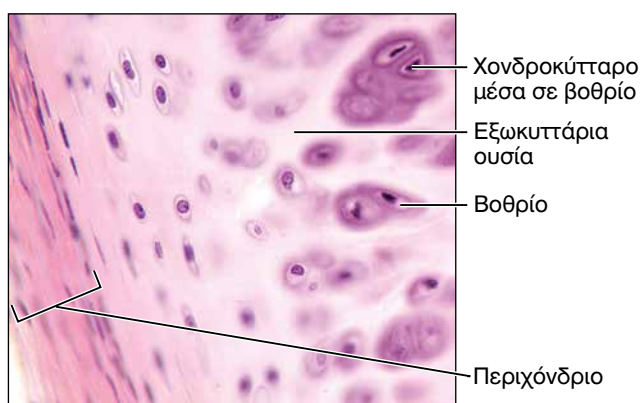
τερη ποσότητα εξωκυττάριας ουσίας και, κατά κανόνα, ο χόνδρος αντικαθίσταται από ινώδη χόνδρο.

Υπό συγκεκριμένες συνθήκες, κρύσταλλοι φωσφορικού ασβεστίου καθιζάνουν στην εξωκυττάρια ουσία του χόνδρου. Η ασβεστοποίηση αυτή αποτελεί ένδειξη γήρανσης στους ενήλικες, αλλά στα παιδιά αποτελεί ένα φυσιολογικό στάδιο της ανάπτυξης των περισσότερων οστών (βλ. σελ.

138). Ωστόσο, ο **ασβεστοποιημένος χόνδρος** δεν αποτελεί οστό: το οστό και ο χόνδρος αποτελούν πάντοτε διαφορετικούς τύπους ιστού.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

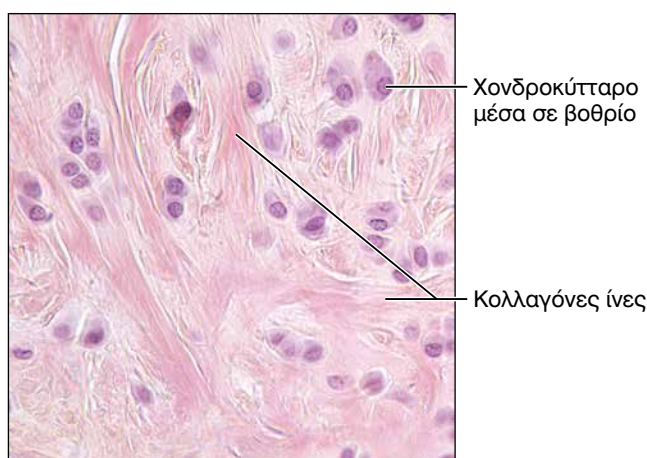
1. Σε τι διαφέρει η εξωκυττάρια ουσία σε κάθε έναν από τους τρεις τύπους χόνδρου;



(α) Υαλοειδής χόνδρος (260×)



(β) Ελαστικός χόνδρος (350×)



(γ) Ινώδης χόνδρος (320×)

Εικόνα 6.2 Τύποι χονδρικού ιστού.

- 2. Ποιος τύπος χόνδρου είναι ο πιο άφθονος; Αναφέρετε τρεις εντοπίσεις αυτού του τύπου χόνδρου.
- 3. Πού εντοπίζονται οι χονδροβλάστες που παράγουν νέο χόνδρο μέσω αποθετικής ανάπτυξης;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

ΟΣΤΑ

Εκπαιδευτικοί στόχοι

- ▶ Περιγράψτε τις λειτουργίες του οστέινου σκελετού και του οστίτη ιστού.
- ▶ Περιγράψτε τη δομή του οστίτη ιστού και τις λειτουργίες των οργανικών και ανόργανων συστατικών του.

Τα οστά του σκελετού αποτελούν *όργανα* καθώς περιέχουν διάφορους τύπους ιστών. Αν και ο οστίτης ιστός κυριαρχεί, τα οστά περιέχουν επίσης νευρικό ιστό στα νεύρα τους, αίμα στα αιμοφόρα αγγεία τους, χόνδρο στους αρθρικούς χόνδρους τους και επιθηλιακό ιστό που επενδύει τα αιμοφόρα αγγεία τους.

Στη διάρκεια της συζήτησης για τα οστά, θα περιγράψουμε τις λειτουργίες τους και θα μελετήσουμε τη σύσταση του οστίτη ιστού. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε τα οστά ως όργανα, εμβαθύνοντας στη μακροσκοπική και μικροσκοπική δομή τους, τον σχηματισμό και την ανάπτυξη τους, καθώς και την αποκατάστασή τους μετά από κάταγμα.

Λειτουργίες των Οστών

Οι λειτουργίες του σκελετικού συστήματος αναφέρθηκαν εν συντομία στην εισαγωγική παράγραφο του παρόντος κεφαλαίου. Συγκεκριμένα, το οστό επιτελεί τις εξής λειτουργίες:

1. **Στήριξη.** Τα οστά σχηματίζουν έναν σκληρό σκελετό που υποβασιάζει το βάρος του σώματος. Τα οστά των ποδιών, για παράδειγμα, αποτελούν τους πυλώνες που στηρίζουν τον κορμό του σώματος στην όρθια θέση.
2. **Κίνηση.** Οι σκελετικοί μύες προσφύονται στα οστά μέσω τενόντων και χρησιμοποιούν τα οστά ως μοχλούς για να κινούν το σώμα και τα επιμέρους τμήματά του. Με τον τρόπο αυτό, ο άνθρωπος μπορεί να περπατά, να πιάνει αντικείμενα και να εκπύσει τον θωρακικό κλωβό του για να αναπνέει. Οι τύποι των κινήσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν εξαρτώνται από τη διάταξη των οστών και τη δομή των αρθρώσεων. Η στήριξη και η κίνηση αποτελούν αλληλοεξαρτώμενες λειτουργίες: ο στηρικτικός σκελετός είναι απαραίτητος για την κίνηση και οι σκελετικοί μύες υποβασιάζουν μεγάλο μέρος του σωματικού βάρους.
3. **Προστασία.** Τα οστά του κρανίου σχηματίζουν ένα προστατευτικό περιβλήμα για τον εγκέφαλο. Οι σπόνδυλοι περιβάλλουν τον νωτιαίο μυελό και ο θωρακικός κλωβός προστατεύει τα όργανα του θώρακα.
4. **Αποθήκευση ανόργανων αλάτων.** Τα οστά χρησιμεύουν ως μεταβολική αποθήκη ανόργανων αλάτων, κυρίως ασβεστίου και φωσφόρου. Τα αποθηκευμένα μέταλλα απελευθερώνονται στην κυκλοφορία του αίματος με τη μορφή ιόντων που κατανέμονται σε όλα τα σημεία του σώματος, ανάλογα με τις ανάγκες.
5. **Παραγωγή αιμοκυττάρων και αποθήκευση ενέργειας.** Τα οστά περιέχουν τον ερυθρό και τον ωχρό *μυελό των οστών*. Ο ερυθρός μυελός παράγει τα αιμοκύτταρα (μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται αιμοποίηση), ενώ ο ωχρός μυελός αποτελεί σημείο αποθήκευσης λίπους με μικρή ή καθόλου συμμετοχή στην αιμοποίηση. (Ο ερυθρός μυελός και η αιμοποίηση περιγράφονται λεπτομερώς στο Κεφάλαιο 18).
6. **Ενεργειακός μεταβολισμός.** Τα οστεοπαραγωγικά κύτταρα, που ονομάζονται *οστεοβλάστες* (περιγράφονται στην επόμενη ενότητα), εκκρίνουν μια ορμόνη που επηρεάζει τη ρύθμιση του σακχάρου και τον ενεργειακό μεταβολισμό. Η ορμόνη αυτή, που ονομάζεται *οστεοκαλσίνη*, διεγείρει την παγκρεατική έκκριση ινσουλίνης που με

τη σειρά της προκαλεί μείωση των επιπέδων σακχάρου στο αίμα. Η οστεοκαλσίνη επηρεάζει επίσης τα λιποκύτταρα, διεγείροντάς τα να αποθηκεύουν λιγότερο λίπος και να εκκρίνουν μια ορμόνη που αυξάνει την ευαισθησία των κυττάρων στην ινσουλίνη. Οι επιδράσεις αυτές έχουν κλινική σημασία για τη θεραπεία των μεταβολικών διαταραχών που σχετίζονται με τη ρύθμιση των επιπέδων σακχάρου στο αίμα, όπως π.χ. ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2.

Οστίτης Ιστός

Όπως οι άλλοι τύποι συνδετικού ιστού, έτσι και ο οστίτης ιστός αποτελείται από κύτταρα που διαχωρίζονται μεταξύ τους από εξωκυττάρια ουσία. Σε αντίθεση με τους υπόλοιπους τύπους συνδετικού ιστού, το οστό διαθέτει τόσο οργανικά όσο και ανόργανα συστατικά. Στα οργανικά του συστατικά περιλαμβάνονται τα κύτταρα, οι ίνες και η θεμέλια ουσία. Στα ανόργανα συστατικά του περιλαμβάνονται τα άλατα που κατακλύζουν την εξωκυττάρια ουσία, προσδίδοντας στον οστίτη ιστό σκληρή σύσταση. Το οστό περιέχει μια ποσότητα ιστικού υγρού, που είναι όμως μικρότερη συγκριτικά με τους άλλους τύπους συνδετικού ιστού.

Εξωκυττάρια Ουσία

Οι εξαιρετικές φυσικές ιδιότητες του οστού, όπως και των άλλων τύπων συνδετικού ιστού, πηγάζουν από την ιδιαίτερη σύσταση της εξωκυττάριας ουσίας. Τα οργανικά συστατικά του οστίτη ιστού αποτελούν το 35% της ιστικής μάζας του. Οι οργανικές αυτές ουσίες και ιδιαίτερα το κολλαγόνο, προσδίδουν στο οστό ευλυγισία και αντοχή στον εφελκυσμό, καθιστώντας το ικανό ανθίσταται στις διατακτικές και στροφικές δυνάμεις. Το κολλαγόνο είναι άφθονο στον οστίτη ιστό.

Το υπόλοιπο 65% της μάζας του οστίτη ιστού αποτελείται από ανόργανους υδροξυαπατίτες ή ανόργανα άλατα, κυρίως φωσφορικού ασβεστίου. Αυτά τα άλατα έχουν τη μορφή μικροσκοπικών κρυστάλλων και εντοπίζονται μέσα στις κολλαγόνες ίνες της εξωκυττάριας ουσίας και γύρω από αυτές. Η συγκέντρωση αυτών των κρυστάλλων είναι αρκετά υψηλή, με αποτέλεσμα το οστό να διαθέτει εξαιρετικά σκληρή σύσταση που του επιτρέπει να ανθίσταται στις συμπιεστικές δυνάμεις. Τα ανόργανα άλατα εξασφαλίζουν επίσης την αντοχή των οστών για εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος, το σχήμα, τον τρόπο ζωής, ακόμη και ορισμένες παθήσεις (όπως π.χ. η αρθρίτιδα) των αρχαίων σπονδυλωτών οργανισμών.

Η σύνθετη δομή του οστού μπορεί να συγκριθεί με το ενισχυμένο σκυρόδεμα: οι κολλαγόνες ίνες, όπως οι χαλύβδινες ράβδοι, παρέχουν αντοχή στον εφελκυσμό. Τα μεταλλικά άλατα, όπως η άμμος και η πέτρα στο σκυρόδεμα, παρέχουν αντοχή στις συμπιεστικές δυνάμεις. Στην πραγματικότητα, το οστό είναι ισχυρότερο συγκριτικά με το ενισχυμένο σκυρόδεμα ως προς την αντίσταση στις συμπιεστικές δυνάμεις και σχεδόν ισοδύναμο στην αντοχή στον εφελκυσμό. Ωστόσο, ούτε το οστό ούτε το ενισχυμένο σκυρόδεμα ανθίστανται ικανοποιητικά στις στροφικές δυνάμεις. Πράγματι, η πλειονότητα των καταγμάτων στα άκρα οφείλονται σε στροφικές δυνάμεις.

Προκειμένου να κατανοήσετε αυτή τη σύνθετη δομή:

1. Βυθίστε ένα οστό από το πόδι ή το στέρνο ενός κοτόπουλου σε ζύδι για μερικές ημέρες. Το όξινο ζύδι διαλύει τα ανόργανα άλατα του οστού, αφήνοντας άθικτα μόνο τα οργανικά συστατικά του, κυρίως το κολλαγόνο. Το αφαιρωμένο οστό μπορεί να δεθεί σαν κόμπος, γεγονός που αποδεικνύει την έντονη ευλυγισία του οστού που οφείλεται στο κολλαγόνο. Επιβεβαιώνεται επίσης ότι χωρίς τα ανόργανα συστατικά του, το οστό κάμπτεται πολύ εύκολα και άρα αδυνατεί να υποβαστάξει το βάρος.
2. Θερμάνετε ένα οστό σε υψηλή θερμοκρασία προκειμένου να καταστρέψετε τα οργανικά συστατικά του. Αυτό που απομένει, δηλαδή τα ανόργανα συστατικά του, είναι αλύγιστο αλλά εξαιρετικά εύθραυστο.

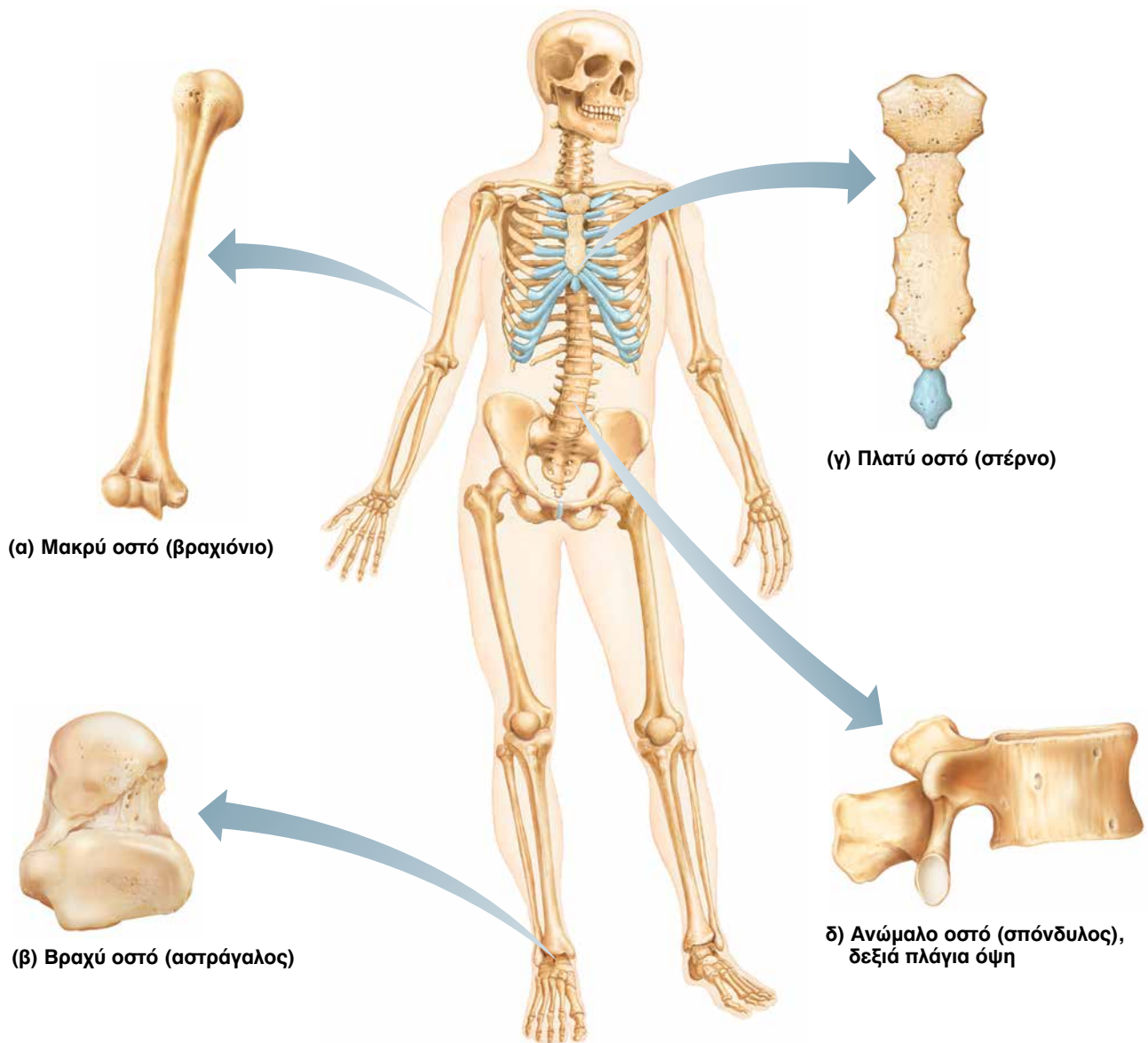
Ο κατάλληλος συνδυασμός των οργανικών και ανόργανων συστατικών επιτρέπει στο οστό να είναι εξαιρετικά ανθεκτικό, σκληρό και ευπροσάρμοστο χωρίς να είναι εύθραυστο.

Κύτταρα

Οι τύποι κυττάρων που παράγουν ή συντηρούν τον οστίτη ιστό είναι τρεις: οστεοπρογονικά κύτταρα, οστεοβλάστες και οστεοκύτταρα. Τα **οστεοπρογονικά κύτταρα** είναι αρχέγονα κύτταρα (stem cells) που διαφοροποιούνται σε οστεοπαραγωγικά κύτταρα, δηλαδή σε οστεοβλάστες. Οι **οστεοβλάστες** είναι κύτταρα που παράγουν και εκκρίνουν ενεργητικά τα οργανικά συστατικά της εξωκυττάριας ουσίας, δηλαδή τη θεμέλια ουσία και τις κολλαγόνες ίνες. Αυτή η οργανική εξωκυττάρια ουσία που εκκρίνεται από τις οστεοβλάστες ονομάζεται **οστεοειδές**. Εντός μιας εβδομάδας, κρυσταλλοποιούνται μέσα στο οστεοειδές ανόργανα άλατα ασβεστίου. Μόλις οι οστεοβλάστες καλυφθούν πλήρως από εξωκυττάρια ουσία και σταματήσουν να παράγουν νέο οστεοειδές, τότε μετονομάζονται σε οστεοκύτταρα. Τα **οστεοκύτταρα** συμβάλλουν στη διατήρηση της εξωκυττάριας ουσίας. Στην πραγματικότητα, όταν τα οστεοκύτταρα νεκρωθούν ή καταστραφούν, η οργανική εξωκυττάρια ουσία υφίσταται απορρόφηση.

Τα κύτταρα που είναι επιφορτισμένα με την απορρόφηση του οστού ονομάζονται οστεοκλάστες και αποτελούν τον τέταρτο τύπο κυττάρων του οστίτη ιστού. Οι **οστεοκλάστες** κατάγονται από τα μονοκύτταρα του αίματος. Τα πολυπύρηννα αυτά κύτταρα διασπών το οστό εκκρίνοντας υδροχλωρικό οξύ που αποδομεί την ανόργανη εξωκυττάρια ουσία και λυσοσωμικά ένζυμα που αποδομούν τα οργανικά συστατικά.

Στα φυσιολογικά, υγιή οστά η καταστροφή και η αναδημιουργία του οστίτη ιστού είναι μια διαρκής διαδικασία. Η καταστροφή του παλαιού οστίτη ιστού και η αντικατάστασή του από νέο ιστό συμβάλλουν στη διατήρηση της οστικής ισχύος και καθιστούν τα οστά ικανά να αντεπεξέρχονται στις μεταβαλλόμενες καταπονήσεις. Όταν κάποιος είναι σωματικά δραστήριος, παράγεται νέο οστό που ενισχύει τη σκελετική στήριξη. Αντίθετα, στα άτομα που παραμένουν σωματικά αδρανή, όπως π.χ. τα άτομα με κατάγματα των άκρων και οι κατάκοιτοι ασθενείς, υπερτερεί η οστική απορρόφηση επειδή το οστό δεν είναι πλέον αναγκαίο για τη στήριξη του σώματος. Θα αναφερθούμε ξανά στη διαδικασία αυτή, που ονομάζεται οστική αναδόμηση, στη συνέχεια του κεφαλαίου.



Εικόνα 6.3 Ταξινόμηση των οστών.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 4. Ποιο συστατικό του οστού συμβάλλει στην οστική ισχύ και ευλυγισία; Ποιο συστατικό συμβάλλει στη σκληρή σύσταση του οστού;
- 5. Ποια ανόργανα άλατα αποθηκεύονται στο οστό και ποια κύτταρα του οστίτη ιστού απομακρύνουν τα άλατα αυτά από τον οστίτη ιστό;
- 6. Σε τι διαφέρει η οστεοβλάστη από το οστεοκύτταρο;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

Μακροσκοπική Ανατομία των Οστών

Εκπαιδευτικοί στόχοι

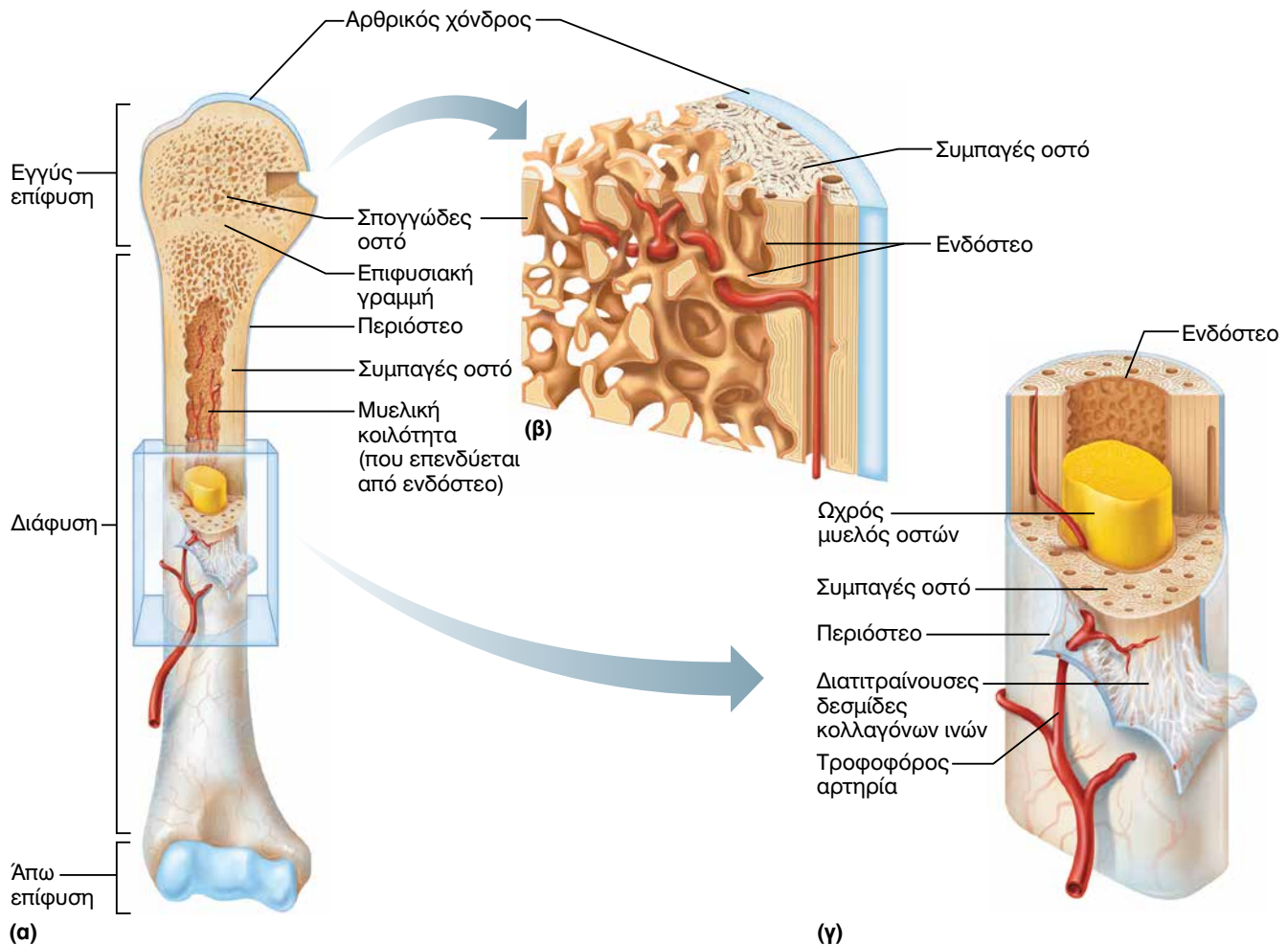
- ▶ Περιγράψτε τη μακροσκοπική ανατομία ενός τυπικού μακρού οστού και ενός τυπικού πλατέος οστού.
- ▶ Εξηγήστε τον τρόπο με τον οποίο τα οστά ανθίστανται στην τάση και τη συμπίεση.
- ▶ Περιγράψτε τους τύπους των μορφωμάτων που απαντώνται στα οστά.

Ταξινόμηση των Οστών

Το οστά έχουν διάφορα μεγέθη και σχήματα. Για παράδειγμα, το μικροσκοπικό πιρσοειδές οστό του καρπού έχει μέγεθος και σχήμα μπιζελιού, ενώ το μηριαίο οστό είναι μεγάλο και επίμηκες. Το σχήμα του κάθε οστού είναι αντιπροσωπευτικό της λειτουργίας του καθώς και του τρόπου με τον οποίο σχηματίστηκε. Το μηριαίο οστό, για παράδειγμα, πρέπει να αντέχει μεγάλο βάρος και πίεση. Το γεγονός ότι είναι κοίλο (κούφιο) και κυλινδρικό του εξασφαλίζει μέγιστη ισχύ με ελάχιστο βάρος.

Τα οστά ταξινομούνται βάσει του σχήματός του σε μακρά, βραχέα, πλατιά και ανώμαλα (ή ακανόνιστα) (**Εικόνα 6.3**).

1. **Μακρά οστά.** Όπως υποδηλώνει και το όνομά τους, τα μακρά οστά έχουν σημαντικά μεγαλύτερο μήκος από ότι πλάτος (Εικόνα 6.3α). Κάθε μακρύ οστό διαθέτει ένα σώμα και δυο διακριτά άκρα. Τα περισσότερα οστά των άκρων είναι μακρά. Τα οστά αυτά ταξινομούνται στη συγκεκριμένη κατηγορία λόγω του επιμήκους σχήματός τους και όχι του συνολικού τους μεγέθους: τα οστά των δακτύλων των χεριών και των ποδιών είναι μακρά, ανεξάρτητα από το μικρό τους μέγεθος.



Εικόνα 6.4 Δομή ενός μακρού οστού (βραχιόνιο). (α) Πρόσθια όψη μιας μετωπιαίας διατομής που παρουσιάζει το εσωτερικό του εγγύς άκρου. (β) Μεγέθυνση της εικόνας (α), που παρουσιάζει το σπογγώδες και το συμπαγές οστό της επίφυσης. (γ) Μεγέθυνση της διάφυσης της εικόνας (α). Παρατηρήστε ότι η εξωτερική επιφάνεια της διάφυσης καλύπτεται από περίοστεο, ενώ η αρθρική επιφάνεια της επίφυσης καλύπτεται από υαλοειδή χόνδρο.

- 2. Βραχέα οστά.** Τα βραχέα οστά έχουν κυβοειδές σχήμα. Βρίσκονται στον καρπό και τον αστράγαλο (Εικόνα 6.3β). Τα *σησαμοειδή οστά* αποτελούν έναν ειδικό τύπο βραχέων οστών που εντοπίζονται μέσα σε τένοντες. Στην κατηγορία αυτή ανήκει η επιγονατίδα. Τα σησαμοειδή οστά ποικίλουν ως προς το μέγεθος και τον αριθμό τους από άτομο σε άτομο. Ορισμένα σησαμοειδή οστά τροποποιούν την κατεύθυνση κατά την οποία ασκείται η ελκτική δύναμη του τένοντα. Κάποια άλλα αμβλύνουν την τριβή και τροποποιούν την πίεση που ασκείται στους τένοντες, ελαττώνοντας έτσι τον κίνδυνο ρήξης.
- 3. Πλατιά οστά.** Τα πλατιά οστά είναι λεπτά, αποπλατυσμένα και συνήθως κάπως κυρτά (Εικόνα 6.3γ). Τα περισσότερα οστά του κρανίου είναι πλατιά, όπως και οι πλευρές, το στέρνο και η ωμοπλάτη.
- 4. Ανώμαλα οστά.** Τα ανώμαλα (ή ακανόνιστα) οστά έχουν διάφορα σχήματα που δεν εμπίπτουν στις παραπάνω κατηγορίες. Παραδείγματα είναι οι σπόνδυλοι και τα ανώνυμα οστά της πυέλου (Εικόνα 6.3δ).

Συμπαγές και Σπογγώδες Οστό

Όλα σχεδόν τα οστά του ανθρώπινου σκελετού διαθέτουν μια πυκνή εξωτερική στοιβάδα που μακροσκοπικά φαίνεται λεία και συμπαγής. Η εξωτερική αυτή στοιβάδα ονομάζεται

συμπαγές οστό (Εικόνα 6.4 και 6.7). Στο εσωτερικό αυτής της στοιβάδας βρίσκεται το **σπογγώδες οστό**, γνωστό και ως *δοκιδώδες οστό*, που μοιάζει με κηρήθρα η οποία αποτελείται από βελονοειδείς προεκβολές με αποπλατυσμένα άκρα οι οποίες ονομάζονται **δοκίδες**. Στο δίκτυο αυτό, τα κενά διαστήματα μεταξύ των δοκίδων καταλαμβάνονται από ερυθρό ή ωχρό μυελό των οστών.

Δομή ενός Τυπικού Μακρού Οστού

Με ελάχιστες εξαιρέσεις, τα μακρά οστά του ανθρώπινου σώματος διαθέτουν την ίδια γενική δομή (Εικόνα 6.4).

Διάφυση και Επίφυσεις Η σωληνώδης **διάφυση** (ή σώμα) σχηματίζει τον επιμήκη άξονα του μακρού οστού, ενώ οι **επίφυσεις** είναι τα άκρα του (Εικόνα 6.4α). Η αρθρική επιφάνεια κάθε επίφυσης καλύπτεται από μια λεπτή στοιβάδα υαλοειδούς χόνδρου που ονομάζεται **αρθρικός χόνδρος**. Ανάμεσα στη διάφυση και έκαστη επίφυση των μακρών οστών των ενηλίκων παρατηρείται η **επιφυσιική γραμμή** που συχνά αποκαλείται και *συζευκτικός ή αυξητικός χόνδρος*. Πρόκειται για έναν δίσκο υαλοειδούς χόνδρου που αναπτύσσεται στη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και εξυπηρετεί την κατά μήκος ανάπτυξη των οστών.

Αιμοφόρα Αγγεία Σε αντίθεση με τον χόνδρο, τα οστά διαθέτουν πλούσια αγγείωση. Πράγματι, σε οποιαδήποτε χρο-

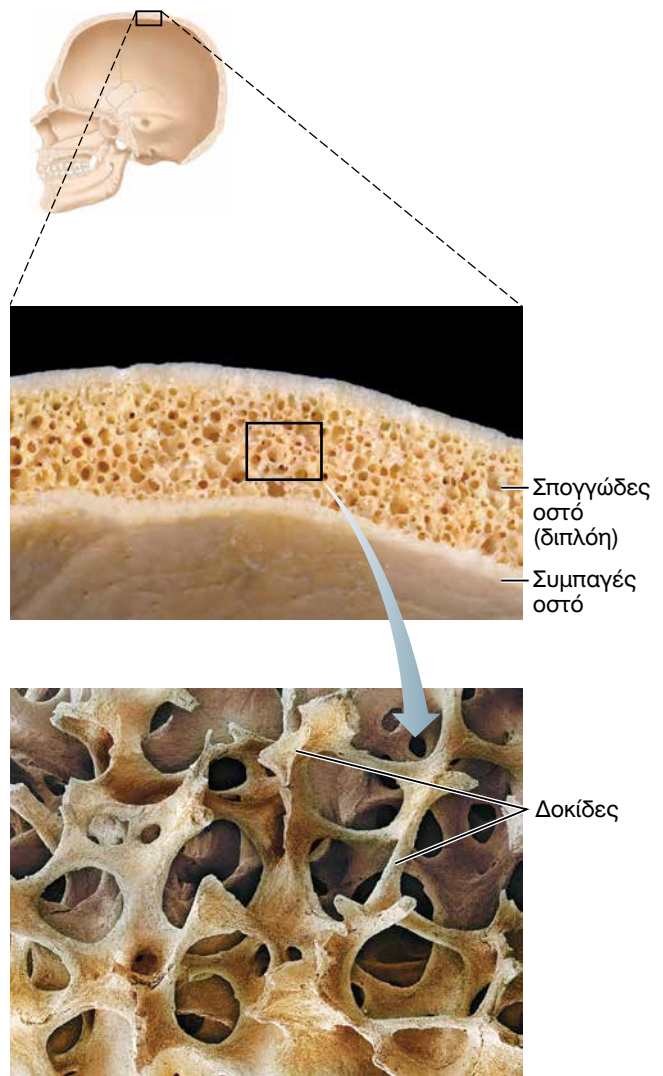
νική στιγμή το 3% έως 11% του αίματος του οργανισμού βρίσκεται στο εσωτερικό του σκελετού. Τα κύρια αγγεία που αιματώνουν τη διάφυση είναι η *τροφοφόρος αρτηρία* (Εικόνα 6.4γ) και η *τροφοφόρος φλέβα*. Τα δυο αυτά αγγεία διέρχονται από μια οπή στο τοίχωμα της διάφυσης που ονομάζεται *τροφοφόρο τρήμα*. Η τροφοφόρος αρτηρία διαπερνάει το συμπαγές οστό και αιματώνει τον μυελό των οστών και το σπογγώδες οστό. Ορισμένοι κλάδοι διακλαδίζονται προς τα έξω και αιματώνουν το συμπαγές οστό. Αρκετές *επιφυσιακές αρτηρίες* και *φλέβες* αιματώνουν τις επιφύσεις κατά τον ίδιο τρόπο.

Η Μυελική Κοιλότητα Το εσωτερικό όλων των οστών αποτελείται κυρίως από σπογγώδες οστό. Ωστόσο, το κεντρικότερο τμήμα της διάφυσης των μακρών οστών δεν περιέχει καθόλου οστίτη ιστό και ονομάζεται **μυελική κοιλότητα** (Εικόνα 6.4α). Όπως υποδηλώνει το όνομά της, στους ενήλικες η κοιλότητα αυτή καταλαμβάνεται από τον ωχρό μυελό των οστών. Θυμηθείτε ότι τα διαστήματα ανάμεσα στις δοκίδες του σπογγώδους οστού καταλαμβάνονται επίσης από μυελό των οστών.

Μεμβράνες Το **περιόστεο** είναι μια μεμβράνη συνδετικού ιστού που καλύπτει ολόκληρη την εξωτερική επιφάνεια κάθε οστού, εκτός από τα άκρα των επιφύσεων που καλύπτονται από αρθρικό χόνδρο (Εικόνα 6.4α και β). Το περιόστεο αποτελείται από δυο επιμέρους στοιβάδες: μια επιφανειακή στοιβάδα πυκνού ακανόνιστου συνδετικού ιστού που ανθίσταται στην τάση που ασκείται σε ένα οστό όταν αυτό κάμπτεται, και μια εν τω βάθει στοιβάδα που είναι σε επαφή με το συμπαγές οστό. Η εν τω βάθει αυτή στοιβάδα είναι οστεογόνος και περιέχει οστεοπαραγωγικά κύτταρα (οστεοβλάστες) και οστεοαπορροφητικά κύτταρα (οστεοκλάστες). Τα κύτταρα αυτά αναδομούν τις οστικές επιφάνειες καθόλη τη διάρκεια της ζωής μας (βλ. σελ. 139-141 για λεπτομέρειες). Τα οστεογόνα κύτταρα της εν τω βάθει στοιβάδας του περιosteού είναι πανομοιότυπα με τις ινοβλάστες αυτής της στοιβάδας. Κατά τη διάρκεια της οστικής ανάπτυξης ή εναπόθεσης, τα οστεογόνα κύτταρα διαφοροποιούνται σε οστεοβλάστες. Από τις οστεοβλάστες παράγονται οι στοιβάδες του οστίτη ιστού που περιβάλλουν το οστό υπό μορφή ομόκεντρων πεταλιών (βλ. Εικόνα 6.7α).

Το περιόστεο διαθέτει πλούσια αγγείωση και νεύρωση, και αυτός είναι ο λόγος που κάθε κάταγμα συνοδεύεται από πόνο και αιμορραγία. Τα αγγεία που αιματώνουν το περιόστεο είναι κλάδοι των τροφοφόρων και επιφυσιακών αγγείων. Το περιόστεο συνδέεται με το υποκείμενο οστό μέσω των **διατιτραίνουσών δεσμίδων κολλαγόνων ινών** (*ίνες Sharpey*), που είναι παχιές δεσμίδες κολλαγόνου οι οποίες διαπερνούν το περιόστεο και καταλήγουν στην εξωκυττάρια ουσία (Εικόνα 6.4γ). Το περιόστεο παρέχει επίσης σημεία εισόδου για τους τένοντες και τους συνδέσμους που προσφύονται στο οστό. Στα σημεία αυτά, οι διατιτραίνουσες δεσμίδες κολλαγόνων ινών είναι ιδιαίτερα πυκνές.

Ενώ το περιόστεο καλύπτει την εξωτερική επιφάνεια των οστών, οι *εσωτερικές* οστικές επιφάνειες επενδύονται από μια πολύ λεπτότερη μεμβράνη συνδετικού ιστού, που ονομάζεται **ενδόστεο**. Συγκριμένα, το ενδόστεο επενδύει τις δοκίδες του σπογγώδους οστού (Εικόνα 6.4β) και τους κεντρικούς σωλήνες των οστεώνων (βλ. Εικόνα 6.7α). Όπως το περιόστεο, έτσι και το ενδόστεο είναι μια οστεογόνος δομή που περιέχει οστεοβλάστες και οστεοκλάστες.



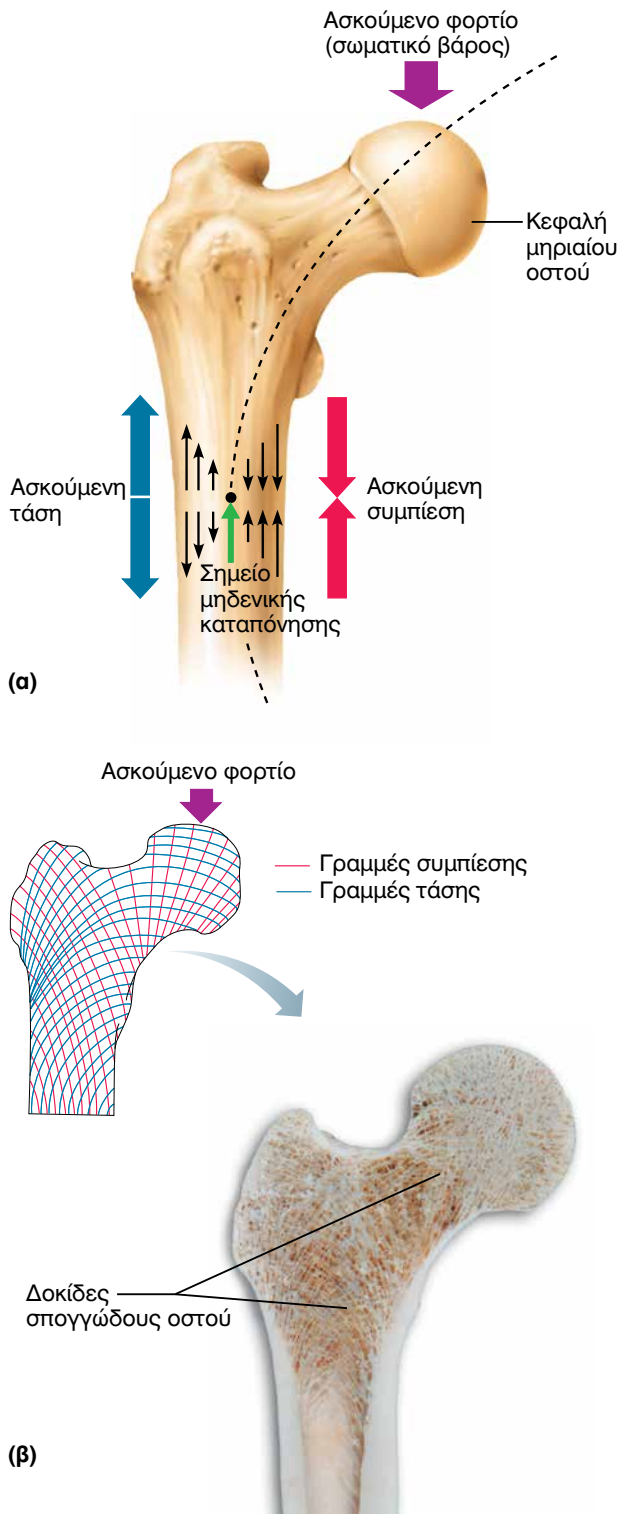
Εικόνα 6.5 Δομή ενός πλατέος οστού. Τα πλατιά οστά αποτελούνται από μια στοιβάδα σπογγώδους οστού (τη διπλόη) που βρίσκεται ανάμεσα σε δυο λεπτές στοιβάδες συμπαγούς οστού. (Μικρογραφία ΟΜ, πάνω 3× και κάτω 32×).

Δομή Βραχέων, Ανώμαλων και Πλατέων Οστών

Η σύσταση των βραχέων, των ανώμαλων και των πλατέων οστών μοιάζει σε μεγάλο βαθμό με αυτή των μακρών: εξωτερικά συμπαγές οστό που καλύπτεται από περιόστεο και εσωτερικά σπογγώδες οστό που επενδύεται από ενδόστεο (Εικόνα 6.5). Δεν διαθέτουν διάφυση ούτε επιφύσεις, ενώ ο μυελός των οστών (ανάμεσα στις δοκίδες του σπογγώδους οστού) στερείται μυελικής κοιλότητας. Το εσωτερικό σπογγώδες οστό των πλατέων οστών ονομάζεται **διπλόη**. Πρόκειται για ένα πλατύ οστό μοιάζει με σάντουιτς: το συμπαγές οστό αντιστοιχεί στο ψωμί και το σπογγώδες οστό στη γέμιση.

Σχεδιασμός και Καταπόνηση των Οστών

Η ανατομία του κάθε οστού αντικατοπτρίζει τις καταπονήσεις που αυτό υφίσταται συχνά. Στα οστά ασκούνται συμπιεστικές δυνάμεις από το βάρος του σώματος καθώς και ελκτικές δυνάμεις από τους μύες που προσφύονται σε αυτά. Ωστόσο, το φορτίο συνήθως δεν ασκείται στο κέντρο του οστού και άρα το οστό μπορεί να *καμφθεί* (Εικόνα 6.6α). Η κάμψη συμπιέζει το οστό προς τη μια πλευρά και το διατείνει (το εκθέτει σε τάση) προς την άλλη. Τόσο η συμπίεση



Εικόνα 6.6 Ανατομία οστού και καμπτική καταπόνηση. (α) Το σωματικό βάρος που μεταβιβάζεται μέσω της κεφαλής του μηριαίου οστού νδέχεται να κάμψει το οστό, όπως υποσημαίνεται από το διακεκομμένο τόξο. Οι ισχυρότερες δυνάμεις ασκούνται στην περιφέρεια του μακρού οστού - συμπίεση της πλευράς επί της οποίας ασκείται το φορτίο και τάση της αντίθετης επιφάνειας. Αυτά είναι τα σημεία όπου το συμπαγές οστό ασκεί την αντίστασή του. Η τάση και η συμπίεση αλληλοεξουδετερώνονται εσωτερικά στα σημεία μηδενικής καταπόνησης. Αυτός είναι ο λόγος που εσωτερικά απαιτείται μικρότερη ποσότητα οστού. (β) Σχηματική απεικόνιση των γραμμών καταπόνησης στο εγγύς τμήμα του μηριαίου οστού στη διάρκεια φόρτισης με βάρος και φωτογραφία της διάταξης των δοκίδων στο εσωτερικό του εγγύς μηριαίου οστού.

όσο και η τάση είναι εντονότερες στις εξωτερικές επιφάνειες του οστού. Προκειμένου να αντισταθεί σε αυτές τις μεγάλες καταπονήσεις, ο ισχυρός συμπαγής οστίτης ιστός συσσωρεύεται στο εξωτερικό τμήμα του οστού. Ωστόσο, στο εσωτερικό οι διατακτικές και συμπιεστικές δυνάμεις τείνουν να αλληλοεξουδετερώνονται, με αποτέλεσμα την άμβλυνση της συνολικής καταπόνησης. Αυτός είναι ο λόγος που στο εσωτερικό των οστών δεν βρίσκεται συμπαγές οστό, αφού το σπογγώδες οστό καλύπτει ικανοποιητικά τις εκάστοτε ανάγκες. Επειδή το κέντρο των οστών δεν καταπονείται, η απουσία οστίτη ιστού από την κεντρική μυελική κοιλότητα δεν επηρεάζει την ισχύ των μακρών οστών. Στην πραγματικότητα, ένας κοίλος (κούφιος) κύλινδρος είναι ισχυρότερος από μια συμπαγή ράβδο με το ίδιο βάρος. Συνεπώς, ο σχεδιασμός αυτός είναι αποτελεσματικός τόσο από βιολογικής όσο και από μηχανικής άποψης. Το σπογγώδες οστό και οι μυελικές κοιλότητες ελαττώνουν το βάρος του σκελετού και εξασφαλίζουν επαρκή χώρο για τον μυελό των οστών.

Το σπογγώδες οστό δεν είναι ένα ακανόνιστο πλέγμα οστικών τεμαχίων. Αντίθετα, οι δοκίδες του παραλληλίζονται με τις γραμμές καταπόνησης σχηματίζοντας μια οργανωμένη μορφολογία από μικροσκοπικά πλαίσια, τοποθετημένα με την ίδια προσοχή όπως τα αντερείσματα που στηρίζουν τους θόλους ενός Γοτθικού καθεδρικού ναού (Εικόνα 6.6β).

Οι επιφάνειες των οστών αντικατοπτρίζουν επίσης τις καταπονήσεις που αυτά υφίστανται. Οι επιφάνειες των οστών διαθέτουν οστικά μορφώματα (Πίνακας 6.1) που ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες: (1) προεξοχές που αποτελούν σημεία πρόσφυσης μυών και συνδέσμων, (2) επιφάνειες που σχηματίζουν αρθρώσεις και (3) εντυπώματα και τρήματα. Τα οστικά μορφώματα παρέχουν πληθώρα πληροφοριών σχετικά με τις λειτουργίες των οστών και των μυών και τη σχέση των οστών με τα παρακαείμενα μαλακά μόρια. Θα είστε σε θέση να κατονομάσετε αυτά τα μορφώματα στα επόμενα οστά όταν μελετήσετε λεπτομερώς τη δομή των οστών (Κεφάλαια 7 και 8).

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 7. Ποιες είναι οι δυο οστεογόνες μεμβράνες των οστών, πού εντοπίζεται η κάθε μια από αυτές και ποιους τύπους κυττάρων περιέχουν;
- 8. Πού εντοπίζεται το συμπαγές οστό στα πλατιά οστά; Πού εντοπίζεται το σπογγώδες οστό;
- 9. Ποιος είναι ο ρόλος του καθενός από τα παρακάτω οστικά μορφώματα: κόνδυλος, φύμα, τρήμα;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

Μικροσκοπική Δομή του Οστού

Εκπαιδευτικός στόχος

- Περιγράψτε την ιστολογία του συμπαγούς και σπογγώδους οστού.

Συμπαγές Οστό

Μακροσκοπικά, το συμπαγές οστό δίνει την εντύπωση ότι δεν έχει κενά. Ωστόσο, η μικροσκοπική εξέταση αποκαλύπτει ότι είναι γεμάτο με διόδους από τις οποίες διέρχονται αιμοφόρα αγγεία και νεύρα (Εικόνα 6.7α). Σημαντικό δομικό στοιχείο του συμπαγούς οστού είναι ο **οστεόνας** ή **σύστημα**

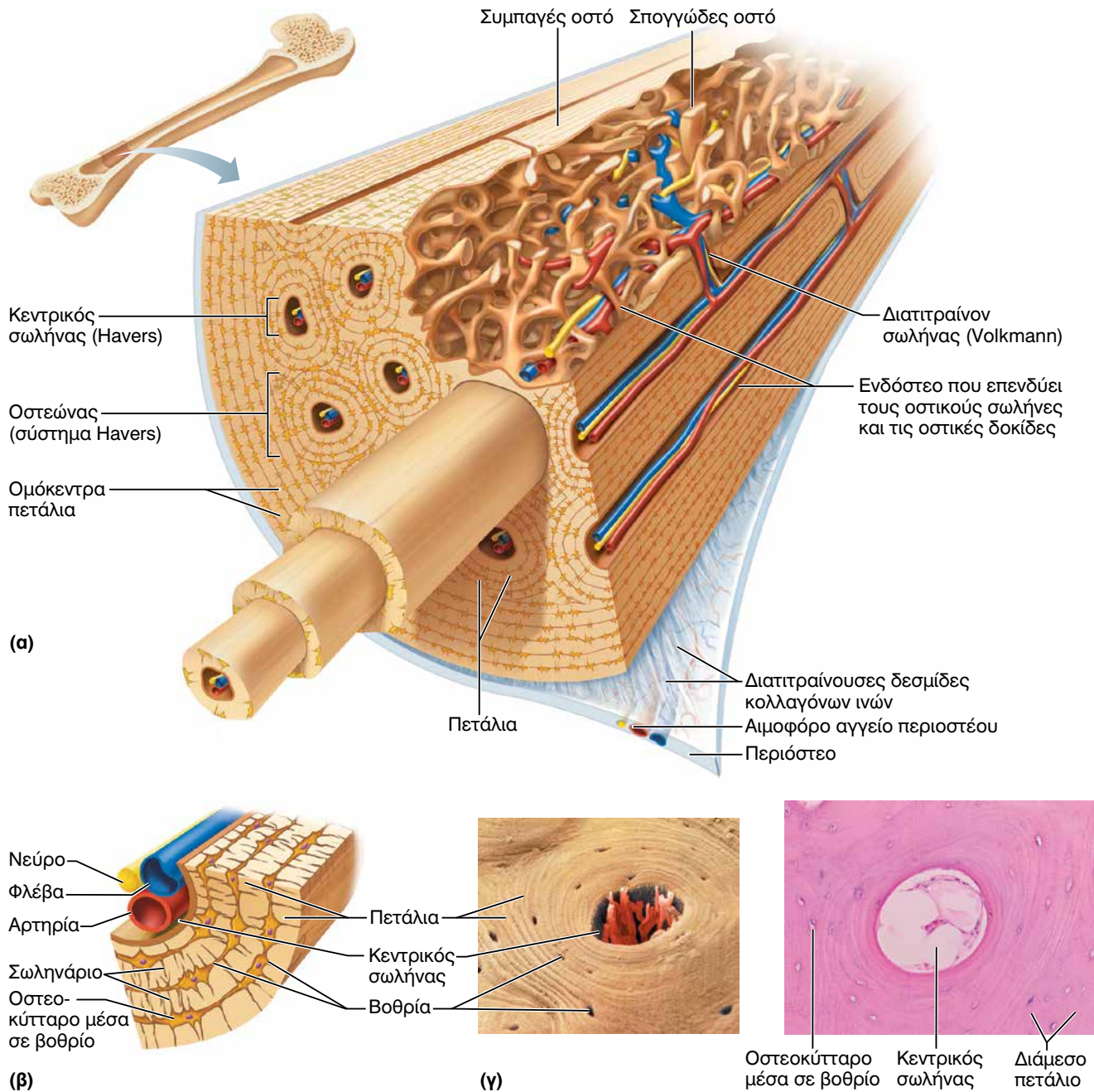
Πίνακας 6.1 Οστικά Μορφώματα

Όνομασία Οστικού Μορφώματος	Περιγραφή	Σχηματική Απεικόνιση	
ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ ΟΠΟΥ ΠΡΟΣΦΥΟΝΤΑΙ ΜΥΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ			
Όγκωμα	Μεγάλη υποστρόγγυλη προεξοχή πιθανώς με τραχεία επιφάνεια		
Ακρολοφία	Στενό οστικό έπαρμα, συνήθως ογκώδες		
Τροχαντήρας	Πολύ μεγάλη, αμβλεία, ακανόνιστου σχήματος προεξοχή (τα μοναδικά παραδείγματα εντοπίζονται στο μηριαίο οστό)		
Γραμμή	Στενό οστικό έπαρμα, λιγότερο ογκώδες από την ακρολοφία		
Φύμα	Μικρή υποστρόγγυλη προεξοχή ή απόφυση		
Υπερκονδύλιο κύρτωμα	Επιρμένη περιοχή που εντοπίζεται πιο ψηλά από τον κόνδυλο		
Παρακονδύλια απόφυση	Επιρμένη περιοχή που εντοπίζεται στα πλάγια του κονδύλου		
Άκανθα	Οξεία, λεπτή, συνήθως αιχμηρή προεξοχή		
Απόφυση	Οποιαδήποτε οστική προεξοχή		
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΟΥΝ ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ			
Κεφαλή	Οστική διεύρυνση πάνω σε στενό αυχένα		
Αρθρική απόφυση	Λεία, σχεδόν επίπεδη αρθρική επιφάνεια		
Κόνδυλος	Υποστρόγγυλη αρθρική προεξοχή, που συνήθως αρθρώνεται με τον αντίστοιχο αρθρικό βόθρο		
ΕΝΤΥΠΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΠΕΣ			
Για τη Διέλευση Αγγείων και Νευρών			
Τρήμα	Στρογγυλό ή ωσειδές άνοιγμα σε ένα οστό		
Αύλακα	Χαραγή		
Σχισμή	Στενό, σχισμοειδές άνοιγμα		
Εντομή	Οδόντωση στην άκρη μιας δομής		
Άλλα			
Βόθρος/βοθρίο	Αβαθές κοίλωμα σε οστό που συνήθως χρησιμεύει ως αρθρική επιφάνεια		
Πόρος	Σωληνοειδής δίοδος		
Κόλπος	Ενδοοστική κοιλότητα, που είναι γεμάτη με αέρα και επενδύεται από βλεννογόνο		

Havers. Οι οστεώνες είναι μακριές, κυλινδρικές δομές με κατεύθυνση παράλληλη προς τον επιμήκη άξονα του οστού και τις κύριες συμπιεστικές δυνάμεις. Λειτουργικά, οι οστεώνες μπορούν να θεωρηθούν σαν μινιατούρα πυλώνων που υποβαστάζουν βάρος. Δομικά, ο οστεώνας είναι μια ομάδα ομόκεντρων σωλήνων που μοιάζουν με τους δακτυλίους του κορμού ενός δέντρου σε εγκάρσια τομή (Εικόνα 6.7γ). Κάθε ένας σωλήνας αποτελεί ένα **πετάλιο**, δηλαδή μια στοιβάδα εξωκυττάριας ουσίας στην οποία οι κολλαγόνες ίνες και οι κρύσταλλοι ανόργανων αλάτων διατάσσονται προς μια και μόνη κατεύθυνση. Ωστόσο, οι ίνες και οι κρύσταλλοι των παρακείμενων πεταλίων διατάσσονται πάντα σε αντί-

θετες κατευθύνσεις. Η εναλλασσόμενη αυτή μορφολογία είναι ιδανική από πλευράς αντοχής στην καταπόνηση από στροφικές δυνάμεις (Εικόνα 6.8). Επίσης, τα οστικά πετάλια παρεμποδίζουν την επέκταση των ρωγμών. Όταν μια ρωγμή φτάνει στην άκρη ενός πεταλίου, οι δυνάμεις που προκάλεσαν τη ρωγμή διαχέονται γύρω από τα όρια των πεταλίων, αποτρέποντας την εισχώρηση της ρωγμής στα βαθύτερα τμήματα του οστού και την πρόκληση κατάγματος.

Μέσα από τον πυρήνα του κάθε οστεώνα διέρχεται ένας σωλήνας που ονομάζεται **κεντρικός σωλήνας** ή *σωλήνας Havers* (βλ. Εικόνα 6.7α). Όπως όλες οι εσωτερικές οστικές κοιλότητες, ο κεντρικός σωλήνας επενδύεται από ενδόστριο.

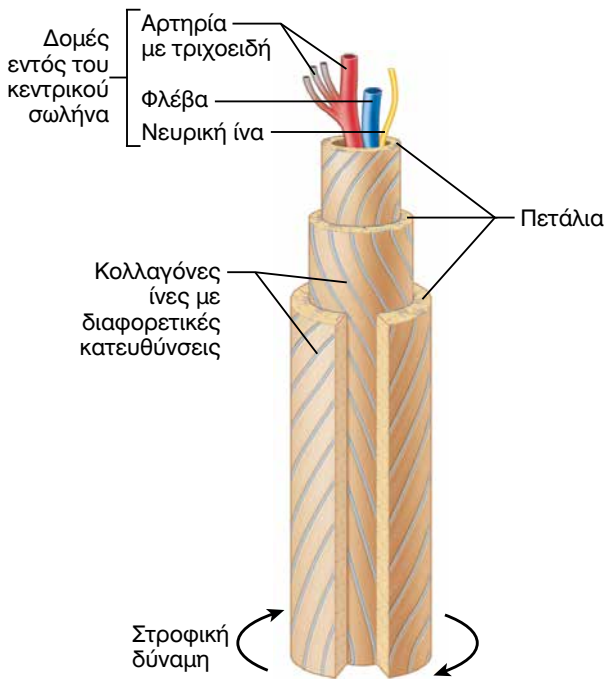


Εικόνα 6.7 Μικροσκοπική δομή του συμπαγούς οστού. (α) Σχηματική απεικόνιση της διατομής μιας διάφυσης ενός μακρού οστού. (β) Μεγέθυνση ενός τμήματος του οστεώνα. (γ) Μικρογραφία ΗΜΣ (αριστερά) και ΟΜ (δεξιά) της εγκάρσιας διατομής ενός οστεώνα από νωπό οστό (145× και 145×, αντίστοιχα).

Ο κεντρικός σωλήνας περιέχει τις δικές του νευρικές ίνες και τα δικά του αιμοφόρα αγγεία, που τροφοδοτούν τα κύτταρα του οστεώνα με θρεπτικά συστατικά. Το ενδόστεο που επενδύει τον κεντρικό σωλήνα είναι μια οστεογόνος στοιβάδα. Σε αντίθεση με τους δακτυλίους ανάπτυξης των δέντρων, τα πετάλια του οστίτη ιστού προστίθενται στην εσωτερική επιφάνεια του οστεώνα, μειώνοντας έτσι τη διάμετρο του κεντρικού σωλήνα. Οι **διατιτραίνοντες σωλήνες**, γνωστοί και ως *σωλήνες Volkmann*, διατάσσονται κάθετα προς τους κεντρικούς σωλήνες και συνδέουν τα αιμοφόρα αγγεία και νεύρα του περιοστέου με εκείνα των κεντρικών σωλήνων και της μυελικής κοιλότητας.

Τα ώριμα κύτταρα των οστών, που ονομάζονται οστεοκύτταρα, έχουν αραχνοειδές σχήμα (Εικόνα 6.7β). Τα σώματά τους καταλαμβάνουν μικρές κοιλότητες στο εσωτερικό της

εξωκυττάριας ουσίας, οι οποίες ονομάζονται βοθρία και τα «αραχνοειδή πόδια τους» εντοπίζονται μέσα σε λεπτούς σωληνίτες που ονομάζονται **σωληνάκια**. Αυτοί οι μικροί σωληνίτες διατρέχουν την εξωκυττάρια ουσία, συνδέοντας παρακείμενα βοθρία μεταξύ τους και με τα πλησιέστερα τριχοειδή, όπως π.χ. εκείνα των κεντρικών σωλήνων. Εντός των σωληναρίων, οι προσεκβολές των γειτονικών οστεοκυττάρων έρχονται σε επαφή μεταξύ τους μέσω χασματικών συνάψεων (βλ. σελ. 76). Τα θρεπτικά συστατικά που διαχέονται από τα τριχοειδή στον κεντρικό σωλήνα, περνούν μέσω των χασματικών συνάψεων, από το ένα οστεοκύτταρο στο επόμενο, και με τον τρόπο αυτό σε ολόκληρο τον οστεώνα. Η άμεση αυτή μεταφορά από κύτταρο σε κύτταρο αποτελεί το μοναδικό τρόπο τροφοδοσίας των οστεοκυττάρων με τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, καθώς η παρεμβαλλόμενη εξωκυττάρια



Εικόνα 6.8 Μεμονωμένος οστεώνας. Ο οστεώνας έχει σχεδιαστεί σαν πιεσσόμενο τηλεσκόπιο προκειμένου να αναδειχθεί ένα μεμονωμένο πετάλιο.

ρια ουσία είναι εξαιρετικά συμπαγής και αδιαπέραστη για να λειτουργήσει ως μέσο διάχυσης.

Οι οστεώνες δεν περιέχουν το σύνολο των πεταλιών του συμπαγούς οστού. Κάποιες ομάδες ατελών πεταλιών κείτονται ανάμεσα στους οστεώνες. Πρόκειται για τα **διάμεσα πετάλια** (Εικόνα 6.7γ) δηλαδή για υπολείμματα παλαιών οστεώνων που έχουν αποκοπεί κατά τη διαδικασία της οστικής αναδόμησης. Επιπλέον, στις εξωτερικές και εσωτερικές επιφάνειες της στοιβάδας του συμπαγούς οστού υπάρχουν τα **ομόκεντρα πετάλια**. Καθένα από αυτά περιβάλλει ολόκληρη την περίμετρο της διάφυσης (Εικόνα 6.7α). Λειτουργώντας ως οστεώνας, αλλά σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα, τα ομόκεντρα πετάλια ανθίστανται αποτελεσματικά στη συστροφή ολόκληρου του μακρού οστού.

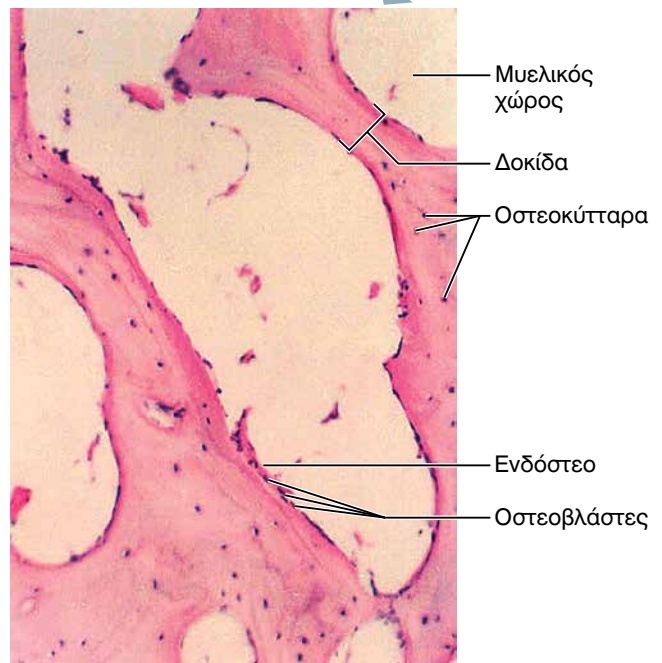
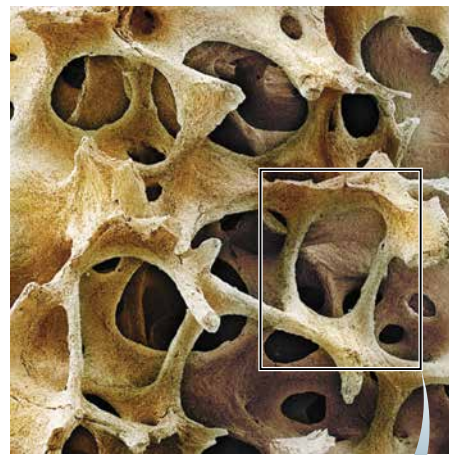
Σπογγώδες Οστό

Η μικροσκοπική ανατομία του σπογγώδους οστού (Εικόνα 6.9) είναι λιγότερο σύνθετη από την ανατομία του συμπαγούς οστού. Κάθε δοκίδα περιέχει αρκετές στοιβάδες πεταλιών και οστεοκυττάρων αλλά είναι πολύ μικρή για να περιέχει δικούς της οστεώνες και αγγεία. Τα οστεοκύτταρα προσλαμβάνουν τα θρεπτικά συστατικά τους από τα τριχοειδή εντός του ενδόστεου που περιβάλλει τη δοκίδα μέσω συνδέσεων με τα σωληνάρια.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 10. Περιγράψτε τις διαφορές ανάμεσα στον κεντρικό σωλήνα, τον διατριαινόντα σωλήνα και τα σωληνάρια.
- 11. Με ποιον τρόπο τα οστεοκύτταρα του εξωτερικού πεταλιού του οστεώνα προσλαμβάνουν οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά;
- 12. Τι είναι η δοκίδα; Σε τι διαφέρει από τον οστεώνα;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)



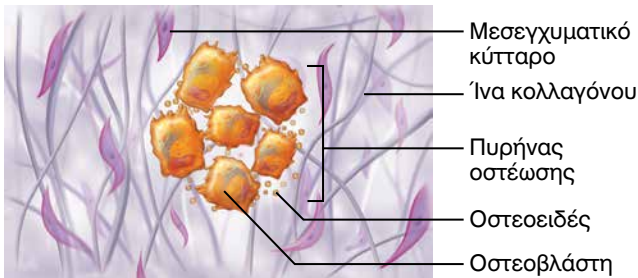
Εικόνα 6.9 Σπογγώδες οστό. (α) Μικρογραφία ΗΜΣ του σπογγώδους οστού, που παρουσιάζει το δίκτυο των οστικών δοκίδων (32×). (β) Μικρογραφία ΟΜ μιας δοκίδας (85×).

Σχηματισμός και Ανάπτυξη του Οστού

Εκπαιδευτικοί στόχοι

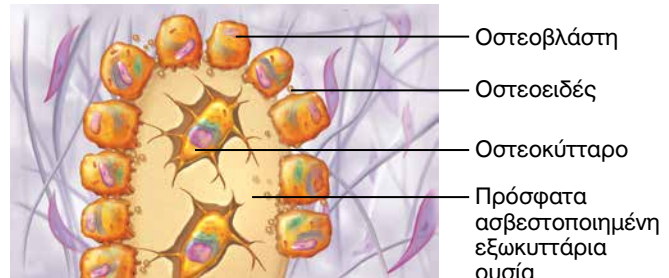
- ▶ Συγκρίνετε και αντιπαραβάλλετε τους δυο τύπους σχηματισμού νέου οστού: ενδομεμβρανώδης και ενδοχόνδρια οστεοποίηση.
- ▶ Περιγράψτε τον τρόπο ανάπτυξης των ενδοχόνδριων οστών στις επιφυσιακές τους πλάκες.

Οι όροι **οστεογένεση** και **οστεοποίηση** χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τη διαδικασία σχηματισμού νέου οστού. Η οστεογένεση ξεκινά στο έμβρυο, συνεχίζεται στη διάρκεια της παιδικής και εφηβικής ηλικίας κατά την ανάπτυξη του σκελετού, και προχωρά με βραδύτερους ρυθμούς στην ενήλικη ζωή ως μέρος της αδιάκοπης οστικής αναδόμησης του πλήρως αναπτυγμένου σκελετού.



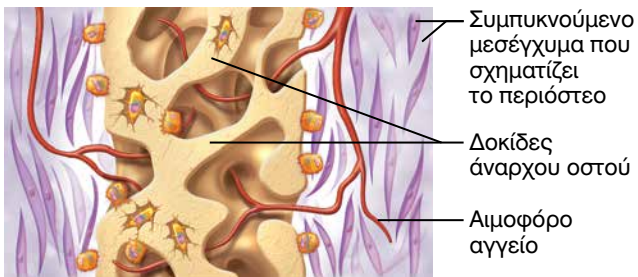
① Οι πυρήνες οστέωσης εντοπίζονται στο εσωτερικό της ινώδους μεμβράνης που αποτελείται από συνδετικό ιστό.

- Επιλεγμένα κεντρικά τοποθετημένα μεσεγχυματικά κύτταρα συναθροίζονται και διαφοροποιούνται σε οστεοβλάστες, σχηματίζοντας έναν πυρήνα οστέωσης που παράγει την πρώτη δοκίδα σπογγώδους οστού.



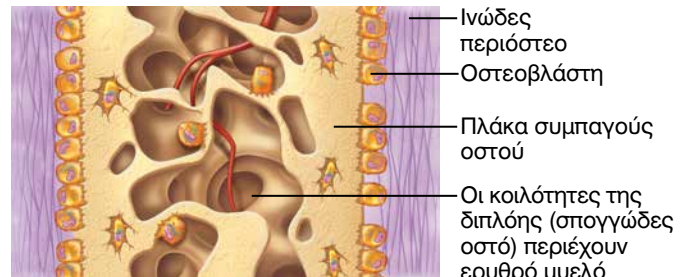
② Το οστεοειδές εκκρίνεται εντός της ινώδους μεμβράνης και ασβεστοποιείται.

- Οι οστεοβλάστες συνεχίζουν να εκκρίνουν οστεοειδές, που ασβεστοποιείται μέσα σε λίγες ημέρες.
- Οι εγκλωβισμένες οστεοβλάστες μετατρέπονται σε οστεοκύτταρα.



③ Σχηματίζεται άναρχο οστό και περίοστεο.

- Το συσσωρευμένο οστεοειδές επικάθεται ανάμεσα στα εμβρυονικά αιμοφόρα αγγεία έτσι ώστε να διαμορφωθεί ένα δίκτυο δοκίδων (αντί για ομόκεντρα πετάλια) το οποίο ονομάζεται άναρχο οστό (woven bone).
- Το αγγειοβριθές μεσέγχυμα συμπυκνώνεται στην εξωτερική επιφάνεια του άναρχου οστού και μετατρέπεται σε περίοστεο.



④ Το πεταλιώδες οστό αντικαθιστά το άναρχο οστό, ακριβώς κάτω από το περίοστεο. Εμφανίζεται ο ερυθρός μυελός.

- Οι δοκίδες ακριβώς κάτω από το περίοστεο παχύνονται και αντικαθίστανται από ώριμο πεταλιώδες οστό, που σχηματίζει πλάκες συμπαγούς οστού.
- Το σπογγώδες οστό (διπλό), που αποτελείται από διακριτές δοκίδες, διατηρείται εσωτερικά και ο αγγειακός ιστός του μετατρέπεται σε ερυθρό μυελό.

Εικόνα 6.10 Ενδομεμβρανώδης οστεοποίηση. Στις σχηματικές απεικονίσεις ① και ② η μεγέθυνση είναι μεγαλύτερη από ότι στις σχηματικές απεικονίσεις ③ και ④.

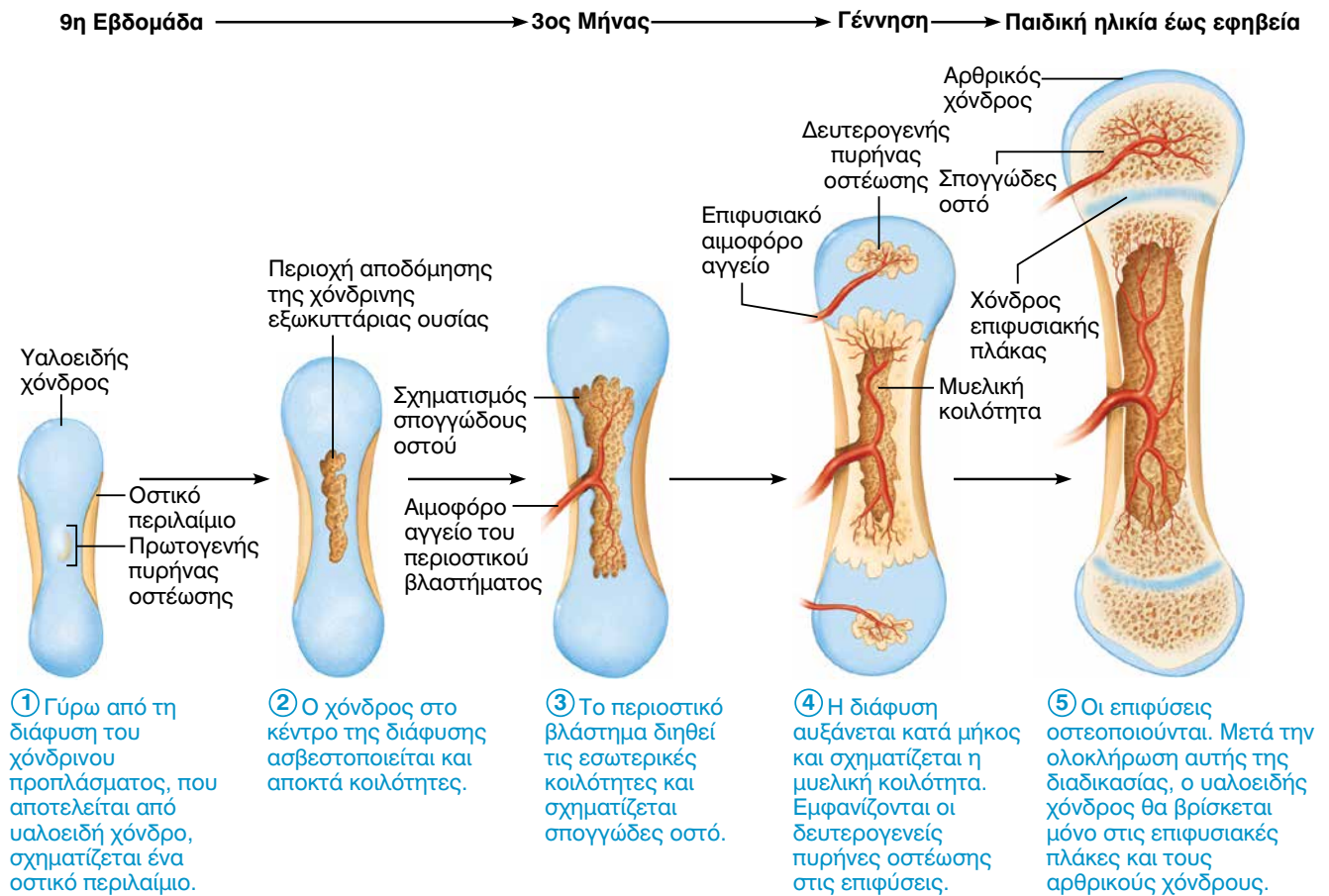
Πριν την 8η εβδομάδα της εμβρυονικής ανάπτυξης, ο σκελετός του ανθρώπινου εμβρύου αποτελείται μόνο από υαλοειδή χόνδρο και ορισμένες μεμβράνες μεσεγχυματικής καταγωγής, που αποτελούν τον εμβρυϊκό συνδετικό ιστό (Κεφάλαιο 4, σελ. 82). Ο οστίτης ιστός πρωτοεμφανίζεται κατά την 8η εβδομάδα και τελικά αντικαθιστά το μεγαλύτερο μέρος του χόνδρου και των μεσεγχυματικών μεμβρανών του σκελετού. Ορισμένα οστά, που ονομάζονται **μεμβρανώδη οστά**, αναπτύσσονται από μια μεσεγχυματική μεμβράνη μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται **ενδομεμβρανώδης οστεοποίηση**. Άλλα οστά σχηματίζονται με τη μορφή υαλοειδούς χόνδρου, ο οποίος αντικαθίσταται μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται **ενδοχόνδρια οστεοποίηση**. Τα οστά αυτά ονομάζονται **ενδοχόνδρια οστά**.

Ενδομεμβρανώδης Οστεοποίηση

Τα μεμβρανώδη οστά σχηματίζονται απευθείας από το μεσέγχυμα, χωρίς να προηγηθεί ο σχηματισμός των χόνδρινων προπλασμάτων τους. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλα τα οστά του κρανίου, με εξαίρεση ορισμένα οστά της βάσης του. Οι κλειδίες αποτελούν τα μοναδικά οστά που σχηματίζονται μέσω ενδομεμβρανώδους οστεοποίησης και δεν εντοπίζονται στο κρανίο.

Η ενδομεμβρανώδης οστεοποίηση εξελίσσεται ως εξής: στη διάρκεια της 8ης εβδομάδας της εμβρυονικής ανάπτυξης, ορισμένα μεσεγχυματικά κύτταρα συναθροίζονται εντός της μεμβράνης συνδετικού ιστού και μετατρέπονται σε οστεοπαραγωγικές οστεοβλάστες (Εικόνα 6.10 ①). Τα κύτταρα αυτά αρχίζουν να εκκρίνουν το οργανικό τμήμα της εξωκυττάριας ουσίας, που ονομάζεται οστεοειδές, το οποίο στη συνέχεια επιμεταλλώνεται, δηλαδή εναποτίθεται σε αυτό ανόργανα άλατα (Εικόνα 6.10 ②). Μόλις οι οστεοβλάστες καλυφθούν πλήρως από τη δική τους εξωκυττάρια ουσία, τότε μετονομάζονται σε οστεοκύτταρα. Ο νέος οστίτης ιστός σχηματίζεται ανάμεσα στα εμβρυονικά αιμοφόρα αγγεία, που αλληλοδιαπλέκονται δημιουργώντας ένα ανοργάνωτο πλέγμα (Εικόνα 6.10 ③). Με τον τρόπο αυτό προκύπτει ο **άναρχος οστίτης ιστός** (woven bone), οι δοκίδες του οποίου διατάσσονται σε δίκτυα. Ο εμβρυονικός αυτός ιστός δεν περιέχει τα πετάλια που παρατηρούνται στο ώριμο σπογγώδες οστό. Κατά το ίδιο στάδιο, συμπυκνώνεται περισσότερο μεσέγχυμα ακριβώς έξω από το αναπτυσσόμενο μεμβρανώδες οστό και μετατρέπεται σε περίοστεο.

Για την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του μεμβρανώδους οστού, οι περιφερικές δοκίδες αποκτούν μεγαλύτερο πάχος μέχρις ότου εμφανιστούν πλάκες συμπαγούς οστού και στις



Εικόνα 6.11 Ενδοχόνδρια οστεοποίηση ενός μακρού οστού.

δυο επιφάνειες (Εικόνα 6.10 ④). Στο κέντρο του μεμβρανώδους οστού εξακολουθούν να διακρίνονται δοκίδες, και σχηματίζεται σπογγώδες οστό. Η τελική μορφολογία είναι αυτή του πλατέος οστού (Εικόνα 6.5).

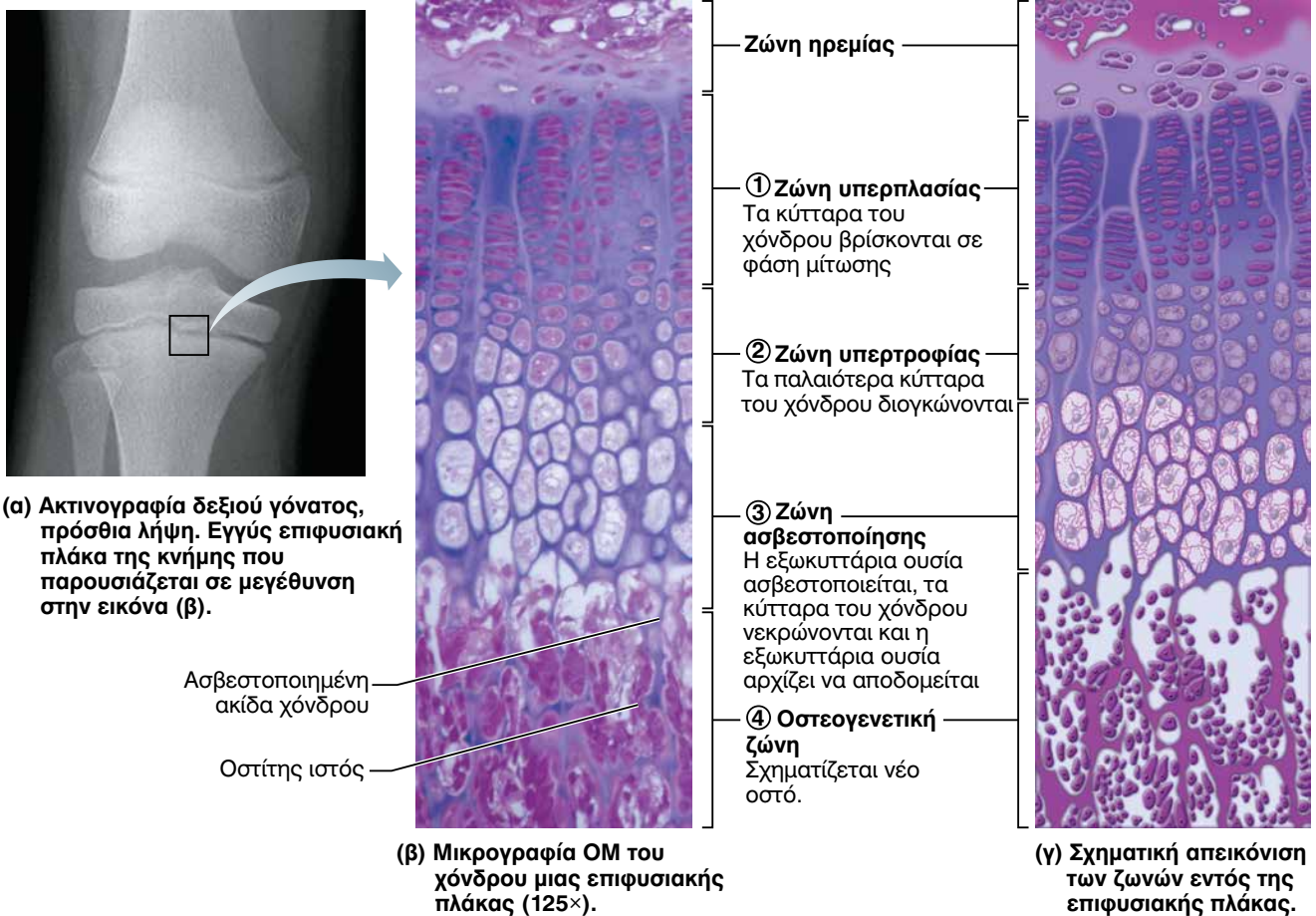
Ενδοχόνδρια Οστεοποίηση

Όλα τα οστά από τη βάση του κρανίου και κάτω, με εξαίρεση τις κλείδες, ανήκουν στην κατηγορία των ενδοχόνδριων οστών. Αρχικά σχηματίζονται τα προπλάσματά τους από υαλοειδή χόνδρο, που στη συνέχεια αντικαθίσταται σταδιακά από οστίτη ιστό. Η ενδοχόνδρια οστεοποίηση ξεκινά προς το τέλος του δεύτερου μήνα της ανάπτυξης και ολοκληρώνεται μόνο αφού σταματήσει η ανάπτυξη του σκελετού στην πρώιμη ενήλικη ζωή. Το μέγεθος των αναπτυσσόμενων ενδοχόνδριων οστών αυξάνεται τόσο κατά μήκος όσο και κατά πλάτος. Στα παρακάτω στάδια περιγράφεται μόνο η κατά μήκος αύξηση, χρησιμοποιώντας το παράδειγμα ενός μεγάλου μακρού οστού (Εικόνα 6.11).

① **Γύρω από τη διάφυση σχηματίζεται ένα οστικό περιλαίμιο.** Κατά την 9η εβδομάδα της εμβρυονικής ανάπτυξης, το ενδοχόνδριο οστό έχει αρχικά τη μορφή ενός τμήματος χόνδρου, που ονομάζεται *χόνδρινο πρόπλασμα*. Όπως όλοι οι χόνδροι, περιβάλλεται από περιχόνδριο. Στη συνέχεια, κατά το τέλος της 9ης εβδομάδας, το περιχόνδριο που περιβάλλει τη διάφυση διηθείται από αγγεία και μετατρέπεται σε οστεοπαραγωγικό περίσσωμα. Οι οστεοβλάστες αυτού του νεοσχηματισθέντος περισώματος εντοπίζονται κάτω από το περιλαίμιο του οστίτη ιστού γύρω από τη διάφυση.

② **Ο χόνδρος στο κέντρο της διάφυσης οστεοποιείται.** Ταυτόχρονα με τον σχηματισμό του οστικού κολλάρου, τα χονδροκύτταρα στο κέντρο της διάφυσης διογκώνονται (υπερτρέφονται) και διεγείρουν την ασβεστοποίηση της περιβάλλουσας χόνδρινης εξωκυττάριας ουσίας. Η εξωκυττάρια ουσία του ασβεστοποιημένου χόνδρου είναι αδιαπέραστη στα διαχεόμενα θρεπτικά συστατικά. Απομονωμένα από όλα τα θρεπτικά συστατικά, τα χονδροκύτταρα πεθαίνουν και αποσυντίθενται, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κοιλότητες στο εσωτερικό του χόνδρου. Η χόνδρινη εξωκυττάρια ουσία αρχίζει να αποδομείται αφού δεν συντηρείται πλέον από τα χονδροκύτταρα. Η διαδικασία αυτή δεν αποδυναμώνει σημαντικά τη διάφυση, η οποία σταθεροποιείται επαρκώς από το οστικό περιλαίμιο που την περιβάλλει. Οι μεταβολές αυτές επηρεάζουν μόνο το κέντρο της διάφυσης. Σε άλλα σημεία, ο χόνδρος παραμένει υγιής και συνεχίζει να αναπτύσσεται, επιτυγχάνοντας την κατά μήκος αύξηση ολόκληρου του ενδοχόνδριου οστού.

③ **Το περιοστικό βλάστημα διηθεί τη διάφυση και σχηματίζεται η πρώτη δοκίδα.** Κατά τον 3ο μήνα της ανάπτυξης, οι κοιλότητες της διάφυσης διηθούνται από ένα σύνολο δομών που ονομάζεται **περιοστικό βλάστημα**. Αυτό το βλάστημα αποτελείται από μια τροφοφόρο αρτηρία και φλέβα καθώς και τα κύτταρα από τα οποία θα σχηματιστεί ο μυελός των οστών. Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι ο αγγειοβριθής συνδετικός ιστός περιέχει οστεοπαραγωγικά κύτταρα και οστεοαπορροφητικά κύτταρα (οστεοπρογονικά κύτταρα και οστεοκλάστες,



Εικόνα 6.12 Οργάνωση του χόνδρου εντός της επιφυσιακής πλάκας ενός αναπτυσσόμενου μακρού οστού. Τα χονδροκύτταρα που γειτνιάζουν με την επίφυση είναι ανενεργά. Η περιοχή αυτή ονομάζεται ζώνη ηρεμίας. Τα υπόλοιπα κύτταρα του χόνδρου εντός της επιφυσιακής πλάκας οργανώνονται σε τέσσερις διακριτές ζώνες: ζώνη υπερπλασίας, ζώνη υπερτροφίας, ζώνη ασβεστοποίησης και οστεογενετική ζώνη.

αντίστοιχα). Οι οστεοκλάστες διαβρώνουν σε κάποιον βαθμό την εξωκυττάρια ουσία του ασβεστοποιημένου χόνδρου και τα οστεοπρογονικά κύτταρα διαφοροποιούνται σε οστεοβλάστες, οι οποίες εκκρίνουν οστεοειδές γύρω από τα εναπομείναντα τεμάχια της εξωκυττάριας ουσίας, σχηματίζοντας δοκίδες που καλύπτονται από οστό. Με τον τρόπο αυτό, εμφανίζεται η πρωιμότερη μορφή σπογγώδους οστού στο εσωτερικό της διάφυσης.

Μέχρι το τέλος του 3ου μήνα της ανάπτυξης, ο οστίτης ιστός συνεχίζει να σχηματίζεται πέριξ της διάφυσης από το περίοστεο, ενώ έχει ήδη εμφανιστεί στο κέντρο της διάφυσης. Ο οστίτης ιστός της διάφυσης σχηματίζει τον **πρωτογενή πυρήνα οστέωσης**.

- ④ **Η διάφυση αυξάνεται κατά μήκος και σχηματίζεται η μυελική κοιλότητα.** Στη διάρκεια της υπόλοιπης εμβρυϊκής περιόδου, ο χόνδρος της επίφυσης συνεχίζει να αναπτύσσεται ταχέως, ενώ το τμήμα που εντοπίζεται εγγύτερα στη διάφυση ασβεστοποιείται συνεχώς και αντικαθίσταται από δοκίδες, με αποτέλεσμα να αυξάνεται κατά μήκος η διάφυση. Οι οστεοκλάστες με τη σειρά τους διασπούν τα άκρα αυτών των δοκίδων, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται μια κεντρική μυελική κοιλότητα που δεν περιέχει οστίτη ιστό.

Η οστεοποίηση των επιφύσεων ξεκινά λίγο πριν ή μετά τη γέννηση: Αρχικά, ο χόνδρος που βρίσκεται στο κέντρο της κάθε επίφυσης ασβεστοποιείται και

αποδομείται. Στη συνέχεια, η κάθε επίφυση διηθείται από ένα βλάστημα που περιέχει τα επιφυσιακά αγγεία. Εμφανίζονται δοκίδες, με τον ίδιο τρόπο που προέκυψαν προηγουμένως στον πρωτογενή πυρήνα οστέωσης. Οι περιοχές σχηματισμού νέου οστού που βρίσκονται εντός των επιφύσεων ονομάζονται **δευτερογενείς πυρήνες οστέωσης**. Τα μεγαλύτερα μακρά οστά του ανθρώπινου σκελετού ενδέχεται να περιέχουν αρκετούς πυρήνες οστέωσης σε κάθε μια επίφυση.

- ⑤ **Οι επιφύσεις οστεοποιούνται και οι χόνδρινες επιφυσιακές πλάκες διαχωρίζουν τη διάφυση από τις επιφύσεις.** Μετά την εμφάνιση των δευτερογενών πυρήνων οστέωσης και την προχωρημένη οστεοποίηση των επιφύσεων, ο υαλοειδής χόνδρος θα εντοπίζεται σε δυο μόνο σημεία: (1) στις επιφυσιακές επιφάνειες, όπου σχηματίζει τους αρθρικούς χόνδρους και (2) ανάμεσα στη διάφυση και την επίφυση, όπου σχηματίζει τις **επιφυσιακές πλάκες**. Ο ρόλος αυτών των πλακών, που ονομάζονται και συζευκτικοί ή αυξητικοί χόνδροι, είναι η κατά μήκος αύξηση των οστών στη διάρκεια των δυο πρώτων δεκαετιών της ζωής.

Ανατομία της Επιφυσιακής Πλάκας

Τόσο στις επιφύσεις του εμβρύου όσο και στις επιφυσιακές πλάκες του παιδιού, ο χόνδρος οργανώνεται με τρόπο που του επιτρέπει να αναπτύσσεται εξαιρετικά γρήγορα και απο-

τελεσματικά (Εικόνα 6.12). Τα κύτταρα του χόνδρου που βρίσκονται εγγύτερα στην επίφυση είναι σχετικά μικρά σε μέγεθος και ανενεργά. Η περιοχή αυτή ονομάζεται **ζώνη ηρεμίας**. Κάτω από τη ζώνη ηρεμίας, τα κύτταρα του χόνδρου σχηματίζουν στήλες επισωρευμένων κυττάρων, που μοιάζουν με στοιβές από κέρματα. Οι χονδροβλάστες στην «κορυφή» της στήλης, δηλαδή στη **ζώνη υπερπλασίας**, διαιρούνται γρήγορα απομακρύνοντας την επίφυση από τη διάφυση και με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνουν την κατά μήκος αύξηση ολόκληρου του μακρού οστού. Τα παλαιότερα χονδροκύτταρα που βρίσκονται στα κατώτερα επίπεδα της στήλης, δηλαδή στη **ζώνη υπερτροφίας**, διογκώνονται και διεγείρουν την ασβεστοποίηση της περιβάλλουσας εξωκυττάριας ουσίας. Στη **ζώνη ασβεστοποίησης**, η χόνδρινη εξωκυττάρια ουσία ασβεστοποιείται και τα χονδροκύτταρα νεκρώνονται. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στον σχηματισμό μακρών ακίδων (δοκίδων) ασβεστοποιημένου χόνδρου προς την πλευρά της διάφυσης στη συμβολή επίφυσης – διάφυσης. Οι ακίδες αυτές διαβρώνονται σε κάποιον βαθμό από τις οστεοκλάστες και στη συνέχεια καλύπτονται από οστίτη ιστό από τις οστεοβλάστες, σχηματίζοντας οστικές ακίδες. Η ζώνη αυτή ονομάζεται **οστεογενετική ζώνη**. Οι οστικές ακίδες αυτές αποδομούνται εντός της διάφυσης, λόγω της δράσης των οστεοκλαστών, με τον ίδιο ρυθμό που σχηματίζονται στην επίφυση. Με τον τρόπο αυτό το μήκος τους παραμένει σταθερό, ενώ το μήκος της μυελικής κοιλότητας αυξάνεται παράλληλα με το μήκος του μακρού οστού.

Μεταγεννητική Ανάπτυξη των Ενδοχόνδριων Οστών

Στη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας, η κατά μήκος αύξηση των ενδοχόνδριων οστών οφείλεται εξολοκλήρου στην ανάπτυξη των επιφυσιακών πλακών. Επειδή ο ρυθμός ανάπτυξης του χόνδρου της επιφυσιακής πλάκας είναι περίπου ίδιος με τον ρυθμό αντικατάστασής του οστίτη ιστό στην πλευρά της διάφυσης, η επιφυσιακή πλάκα διατηρεί σταθερό πάχος στην κατά μήκος αύξηση ολόκληρου του οστού. Μέχρι το τέλος της εφηβείας, οι χονδροβλάστες στις επιφυσιακές πλάκες διαιρούνται με μικρότερο ρυθμό, με αποτέλεσμα οι επιφυσιακές πλάκες να λεπτύνονται. Τελικά, ο πληθυσμός των μιτωτικά δραστήριων κυττάρων του χόνδρου εξαντλείται, με αποτέλεσμα τη διακοπή της ανάπτυξης του χόνδρου και την αντικατάστασή του από οστίτη ιστό. Η κατά μήκος αύξηση των μακρών οστών σταματά όταν τα οστά των επιφύσεων και της διάφυσης συγχωνευθούν. Η διαδικασία αυτή, που ονομάζεται **σύγκλιση των επιφυσιακών πλακών**, συντελείται στις ηλικίες μεταξύ 15 και 23 ετών. Ο χρόνος σύγκλισης των επιφυσιακών πλακών διαφέρει από άτομο σε άτομο και από οστό σε οστό, αλλά διαφέρει επίσης και ανάμεσα στις επιφυσιακές πλάκες του ίδιου οστού. Γενικά, η σύγκλιση των επιφυσιακών πλακών στις γυναίκες συντελείται νωρίτερα από ότι στους άνδρες. Μετά τη σύγκλιση των επιφυσιακών πλακών το άτομο σταματά να ψηλώνει. Η ηλικία του παιδιού ή του εφήβου μπορεί να εκτιμηθεί μετρώντας το μήκος ενός μακρού οστού και υπολογίζοντας τον βαθμό σύγκλισης της επιφυσιακής του πλάκας, σε μια απλή ακτινογραφία. Στους ενήλικες, επειδή δεν παρατηρείται περαιτέρω κατά μήκος αύξηση μετά τη σύγκλιση των επιφυσιακών πλακών, το μήκος του μακρού οστού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του συνολικού ύψους του ατόμου. Οι



ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

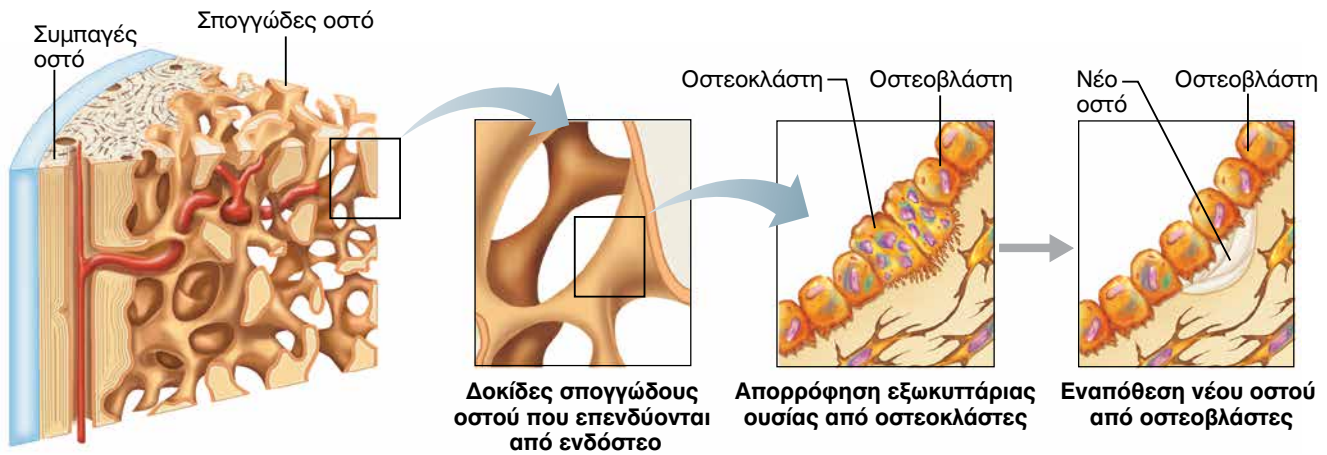
Αχονδροπλασία Στην κληρονομική κατάσταση που ονομάζεται **αχονδροπλασία** παρατηρείται ελαττωματική ανάπτυξη του χόνδρου και διαταραχή της ενδοχόνδριας οστεοποίησης. Η κατάσταση αυτή οφείλεται στη μετάλλαξη ενός γονιδίου που εδράζεται στο χρωμόσωμα 4 (γονίδιο του υποδοχέα του ινοβλαστικού αυξητικού παράγοντα-3 ή FGFR3). Η υπερδραστικότητα αυτού του γονιδίου αναστέλλει την υπερπλασία του χόνδρου στις επιφυσιακές πλάκες. Κατά συνέπεια, η ζώνη ανάπτυξης και η ζώνη υπερτροφίας της επιφυσιακής πλάκας λεπταίνονται και αποδιοργανώνονται, και η οστεοποίηση και σύγκλιση της επιφυσιακής πλάκας συντελούνται πριν τα οστά φτάσουν στο φυσιολογικό τους μήκος. Η αχονδροπλασία οδηγεί σε τυπικό νανισμό, όπου τα άκρα είναι κοντά αλλά το μήκος του κορμού και των μεμβρανωδών οστών είναι φυσιολογικό. Αν και η αχονδροπλασία κατατάσσεται στα νοσήματα που κληρονομούνται με τον κυρίαρχο αυτοσωματικό τρόπο, το 80% περίπου των περιστατικών οφείλονται σε καινοφανείς (de novo) μεταλλάξεις. Επιπλέον, η αχονδροπλασία δεν είναι σπάνια, καθώς η επίπτωσή της ισούται με 1 περιστατικό ανά 15.000 - 40.000 άτομα.

δυο αυτές τεχνικές χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίηση αγνώστων προσώπων.

Τα αναπτυσσόμενα οστά πρέπει να αυξάνονται όχι μόνο κατά μήκος αλλά και κατά πλάτος. Οι οστεοβλάστες στην οστεογόνο στοιβάδα του περιστέου προσθέτουν οστίτη ιστό στα ομόκεντρα πετάλια της εξωτερικής επιφάνειας της διάφυσης, ενώ οι οστεοβλάστες του ενδόστεου απομακρύνουν οστίτη ιστό από την εσωτερική επιφάνεια του τοιχώματος της διάφυσης. Οι δυο αυτές διαδικασίες επιτελούνται με τον ίδιο περίπου ρυθμό, με αποτέλεσμα να παρατηρείται αύξηση της περιμέτρου του οστού και διεύρυνσή του. Η αύξηση του οστού μέσω της προσθήκης οστίτη ιστού στις επιφάνειες του ονομάζεται **αποθετική ανάπτυξη**.

Η οστική ανάπτυξη ρυθμίζεται από ορισμένες ορμόνες, και ιδιαίτερα από τη αυξητική ορμόνη (που παράγεται από την υπόφυση), η οποία διεγείρει την ανάπτυξη των επιφυσιακών πλακών. Η θυρεοειδική ορμόνη ρυθμίζει τις δράσεις της αυξητικής ορμόνης, διασφαλίζοντας ότι ο σκελετός διατηρεί τις κατάλληλες αναλογίες του ενώ αναπτύσσεται. Οι φυλετικές ορμόνες (ανδρογόνα και οιστρογόνα) αρχικά προάγουν την αύξηση των οστών κατά την έκρηξη της ανάπτυξης στην εφηβεία, και στη συνέχεια συμβάλλουν στη σύγκλιση των επιφυσιακών πλακών, ολοκληρώνοντας την κατά μήκος αύξηση.

Η παρούσα ενότητα επικεντρώθηκε στην αύξηση και ανάπτυξη των μεγάλων μακρών οστών. Οι υπόλοιποι τύποι ενδοχόνδριων οστών αναπτύσσονται με ελαφρώς διαφορετικούς τρόπους. Τα βραχέα οστά, όπως αυτά του καρπού, αναπτύσσονται από έναν μονήρη πυρήνα οστέωσης. Τα περισσότερα από τα ανώμαλα οστά, όπως το ανώνυμο οστό της πύελου και οι σπόνδυλοι, αναπτύσσονται από αρκετούς διαφορετικούς πυρήνες οστέωσης. Τα μικρά μακρά οστά, όπως αυτά της παλάμης και των δακτύλων, σχηματίζονται από έναν πρωτογενή πυρήνα οστέωσης (διάφυση) και έναν δευτερογενή πυρήνα οστέωσης, δηλαδή έχουν μια



Εικόνα 6.13 Αναδόμηση του σπογγώδους οστού. Η απορρόφηση της εξωκυττάριας ουσίας από τις οστεοκλάστες οδηγεί στον σχηματισμό μιας κοιλότητας στην επιφάνεια του οστού. Οι οστεοβλάστες από το ενδόστεο καταλαμβάνουν την κοιλότητα, δημιουργώντας νέο οστό.

μόνο επίφυση. Ωστόσο, ανεξάρτητα από τον αριθμό και την εντόπιση των πυρήνων οστέωσης, όλα τα ενδοχόνδρια οστά ακολουθούν παρόμοια βήματα (παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.11): ασβεστοποίηση και αποδόμηση του χόνδρου εσωτερικά, διήθηση από ένα περιοστικό βλάστημα που αποτελείται από οστεοκλάστες και οστεοπρογονικά κύτταρα και εναπόθεση οστίτη ιστού από οστεοβλάστες.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 13. Ποια οστά του σκελετού είναι μεμβρανώδη;
- 14. Ποιο τμήμα των μακρών οστών είναι οστεοποιημένο σε ένα έμβρυο 6 μηνών;
- 15. Στη διάρκεια της κατά μήκος αύξησης του οστού στην παιδική ηλικία, μεταβάλλεται το πάχος της επιφυσιακής πλάκας; Σε ποια περιοχή της επιφυσιακής πλάκας εναποτίθεται οστίτης ιστός: στην πλευρά της διάφυσης ή στην πλευρά της επίφυσης;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

Οστική Αναδόμηση

Εκπαιδευτικοί στόχοι

- Περιγράψτε τη διαδικασία της οστικής αναδόμησης στο σκελετό.
- Εξηγήστε τις φάσεις επούλωσης των οστικών καταγμάτων.

Στο εργαστήριο, τα οστά μοιάζουν σαν τα πλέον άψυχα όργανα του οργανισμού, και μετά τον σχηματισμό τους δίνουν την εντύπωση ότι παραμένουν αμετάβλητα δια βίου. Τίποτα δεν θα μπορούσε να απέχει περισσότερο από την πραγματικότητα. Ο οστίτης ιστός είναι δυναμικός και ενεργός. Μεγάλες ποσότητες εξωκυττάριας ουσίας και χιλιάδες οστεοκύτταρα απομακρύνονται και αντικαθίστανται διαρκώς εντός του σκελετού και η μικρής κλίμακας αρχιτεκτονική των οστών μεταβάλλεται διαρκώς. Περίπου μισό γραμμάριο ασβεστίου εναποτίθεται στον σκελετό του ενηλίκου ή απομακρύνεται από αυτόν ημερησίως.

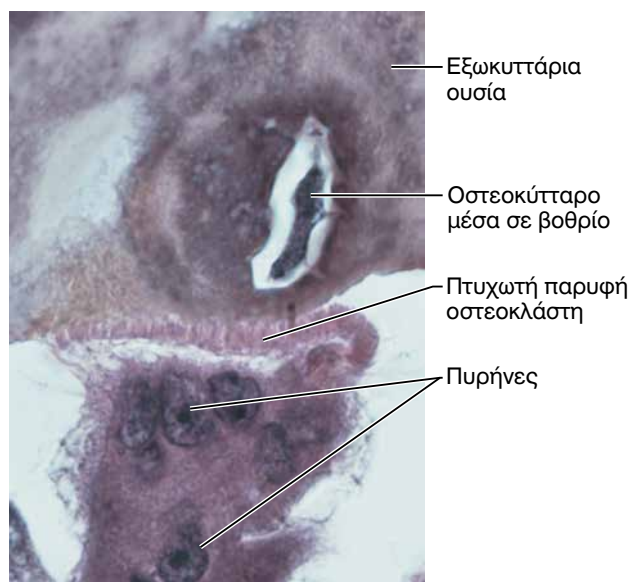
Στον σκελετό του ενηλίκου, το οστό εναποτίθεται και απορροφάται κυρίως από την επιφάνεια του ενδόστεου. Μαζί, οι δυο αυτές διαδικασίες συνιστούν την **οστική αναδόμηση**. Το σπογγώδες οστό του σκελετού, που επενδύεται από εν-

δόστεο, αντικαθίσταται πλήρως κάθε 3 έως 4 έτη. Η αναδόμηση του συμπαγούς οστού πραγματοποιείται στο ενδόστεο που επενδύει τους κεντρικούς σωλήνες των οστέων. Η διαδικασία αυτή διενεργείται με βραδύτερο ρυθμό από ότι στο σπογγώδες οστό, το οποίο αντικαθίσταται κάθε 10 έτη.

Η οστική αναδόμηση συντονίζεται από ομάδες παρακείμενων οστεοβλαστών και οστεοκλαστών (Εικόνα 6.13). Στους υγιείς νέους ενήλικες, η συνολική οστική μάζα του σκελετού παραμένει σταθερή, γεγονός που αποτελεί ένδειξη ότι οι ρυθμοί εναπόθεσης και απορρόφησης είναι ουσιαστικά ίσοι. Ωστόσο, η διαδικασία της οστικής αναδόμησης δεν είναι ομοιόμορφη. Ορισμένα οστά (ή οστικά τμήματα) εμφανίζουν έντονη αναδόμηση, ενώ άλλα όχι. Το άνω τμήμα του μηριαίου οστού, για παράδειγμα, αντικαθίσταται πλήρως κάθε 5-6 μήνες, σε αντίθεση με τη διάφυσή του που αντικαθίσταται με αρκετά βραδύτερο ρυθμό.

Η **οστική απορρόφηση** διενεργείται από τις οστεοκλάστες (Εικόνα 6.13 και Εικόνα 6.14). Τα γιγαντοκύτταρα αυτά είναι πολυπύρνα. Οι οστεοκλάστες έρπουν κατά μήκος των οστικών επιφανειών, και ουσιαστικά διασπούν τον οστίτη ιστό δημιουργώντας κοιλώματα (Εικόνα 6.13). Το τμήμα της πλασματικής τους μεμβράνης που εφάπτεται με την οστική επιφάνεια εμφανίζει έντονες πτυχώσεις. Η εκτεταμένη αυτή μεμβράνη δημιουργεί μια θέση προσκόλλησης της οστεοκλάστης στην εξωκυττάρια ουσία του οστού και επίσης δημιουργεί ένα μικροπεριβάλλον μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η απορρόφηση του οστού. Επιπλέον, η μεμβράνη αυτή εκκρίνει συμπυκνωμένο υδροχλωρικό οξύ, που διασπά τα ανόργανα συστατικά της εξωκυττάριας ουσίας. Τα ιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}) και τα φωσφόρου (PO_4^{3-}) που απελευθερώνονται, εισέρχονται στο ιστικό υγρό και στην αιματική κυκλοφορία. Η πτυχωτή μεμβράνη απελευθερώνει και λυσοσωμικά ένζυμα που διασπούν τα οργανικά συστατικά της εξωκυττάριας ουσίας. Τέλος, οι οστεοκλάστες φαγοκυτταρώνουν το κολλαγόνο και τα νεκρά οστεοκύτταρα.

Η **οστική εναπόθεση** συντελείται από τις οστεοβλάστες, που εναποθέτουν οργανικό οστεοειδές στις οστικές επιφάνειες (Εικόνα 6.13), εντός του οποίου κρυσταλλοποιούνται τα άλατα ασβεστίου. Η διαδικασία της ασβεστοποίησης διαρκεί περίπου μια εβδομάδα. Όπως προαναφέρθηκε, οι οστεοβλάστες μετατρέπονται σε οστεοκύτταρα όταν καλυφθούν πλήρως από εξωκυττάρια ουσία.



Εικόνα 6.14 Οστεοκλάστη. Μικρογραφία ΟΜ μιας οστεοκλάστης που αποδομεί τον οστίτη ιστό (520×).

Οι οστεοπαραγωγικές οστεοβλάστες κατάγονται από τα μεσεγγυματικά κύτταρα. Στους ενήλικες, οι οστεοβλάστες σχηματίζονται από αρχέγονα κύτταρα που μοιάζουν με μεσεγγυματικά και εντοπίζονται στο περιόστεο, στο ενδόστεο και στους συνδετικούς ιστούς του παρακείμενου μυελού των οστών. Οι οστεοκλάστες, που σχηματίζονται επίσης εντός του μυελού των οστών, κατάγονται από άωρα αιμοποιητικά κύτταρα που ονομάζονται *αρχέγονα αιμοποιητικά κύτταρα*, και ενδέχεται να σχετίζονται με τα μακροφάγα. Για να σχηματιστεί μια οστεοκλάστη συγχωνεύονται πολλά από αυτά τα αρχέγονα κύτταρα, με αποτέλεσμα οι οστεοκλάστες να διαθέτουν πολυάριθμους πυρήνες.

Τα οστά του σκελετού αναδομούνται διαρκώς για δυο λόγους. Πρώτον, η οστική αναδόμηση συμβάλλει στη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων του Ca^{2+} και του PO_4^{3-} στα σωματικά υγρά. Τα επίπεδα του Ca^{2+} υπόκεινται σε αυστηρό έλεγχο καθώς η συγκέντρωση του Ca^{2+} διαδραματίζει αποφασιστικό ρόλο στη μυϊκή σύσπαση. Η ελάττωση της συγκέντρωσης του Ca^{2+} στα σωματικά υγρά αποτελεί το έναυσμα για την έκκριση μιας ορμόνης από τους παραθυροειδείς αδένες, οποία ονομάζεται *παραθормόνη*. Η ορμόνη αυτή διεγείρει την απορρόφηση οστού από τις οστεοκλάστες, με αποτέλεσμα την απελευθέρωση περισσότερου Ca^{2+} στην αιματική κυκλοφορία.

Δεύτερον, το οστό αναδομείται ως απάντηση στη μηχανική καταπόνηση την οποία υφίσταται. Έτσι, τόσο οι οστεώνες του συμπαγούς οστού όσο και οι δοκίδες του σπογγώδους οστού αντικαθίστανται συνεχώς από νέους οστεώνες και δοκίδες, που είναι καλύτερα ευθυγραμμισμένα με την κατεύθυνση των πρόσφατα ασκηθέντων συμπιεστικών και εφελκυστικών δυνάμεων. Επιπλέον, παρατηρείται οστική πάχυνση ως απάντηση στις δυνάμεις που ασκούνται κατά την άσκηση και την αύξηση του σωματικού βάρους. Αντίθετα, σε απουσία μηχανικής καταπόνησης, παρατηρείται απώλεια οστίτη ιστού, και αυτή είναι η αιτία της οστικής ατροφίας στα κατάκοιτα άτομα. Η απώλεια τις οστικής μάζας σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας αποτελεί τη βασική δυσκολία των μακροχρόνιων διαστημικών αποστολών. Προκειμένου να επιβραδύνουν την απώλεια της οστικής μάζας, οι αστρο-



ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Νόσος Paget Η νόσος Paget χαρακτηρίζεται από υπεραυξημένους ρυθμούς οστικής εναπόθεσης και απορρόφησης. Το νεοσχηματιζόμενο οστό χαρακτηρίζεται από παθολογικά υψηλή αναλογία ανώριμου άναρχου οστού προς ώριμο συμπαγές οστό. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την ελαττωμένη επιμετάλλωση, καθιστά τα οστά μαλακά και αδύναμα. Στα όψιμα στάδια της νόσου, η δραστηριότητα των οστεοβλαστών ξεπερνά τη δραστηριότητα των οστεοκλαστών. Ως εκ τούτου, το πάχος των οστών ενδέχεται να αυξηθεί, αλλά με ακανόνιστο τρόπο, και οι μυελικές κοιλότητες ενδέχεται να καταληφθούν από οστό. Η νόσος Paget μπορεί να προσβάλλει πολλά σημεία του σκελετού, αλλά συνήθως πρόκειται για εντοπισμένη και διαλείπουσα κατάσταση. Σπάνια εμφανίζεται πριν την ηλικία των 40 ετών και προσβάλλει το 3% περίπου όλων των ηλικιωμένων στη Βόρεια Αμερική. Εξελίσσεται αργά, συνήθως είναι ασυμπτωματική και μη απειλητική για τη ζωή. Η αιτιολογία της παραμένει άγνωστη. Η θεραπεία της νόσου συνίσταται στην αναστολή της δράσης των οστεοκλαστών, με διφωσφονικά φάρμακα ή καλσιτονίνη.

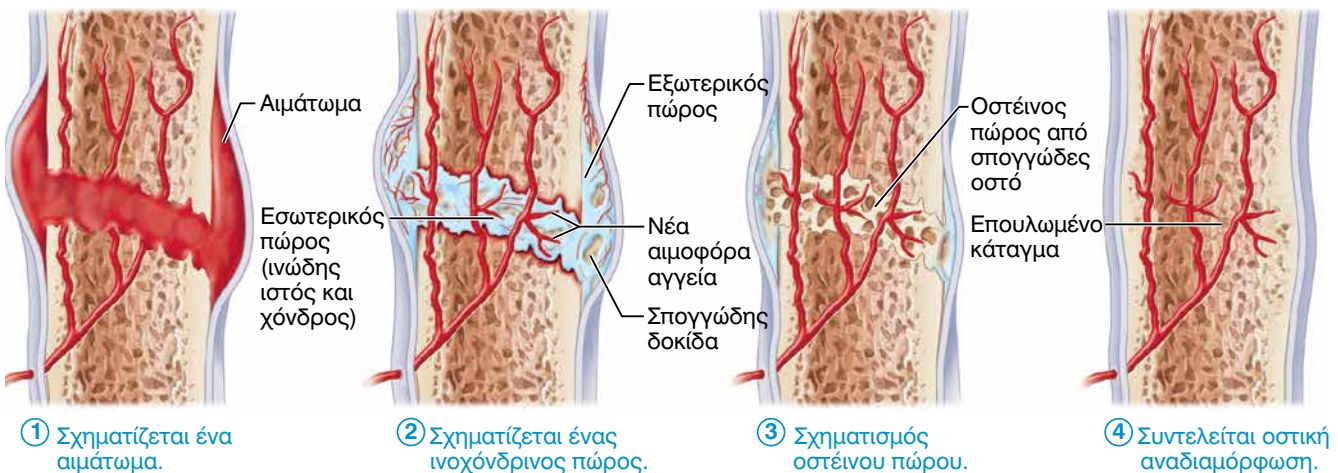
ναύτες εκτελούν ισομετρικές ασκήσεις στη διάρκεια των αποστολών τους.

Αποκατάσταση Καταγμάτων

Παρά την ισχύ τους, τα οστά είναι επιρρεπή σε **κατάγματα** ή λύσεις της συνέχειάς τους. Στα νεαρά άτομα, τα περισσότερα κατάγματα οφείλονται σε τραυματισμούς (όπως π.χ. αθλητικές κακώσεις, πτώσεις ή τροχαία ατυχήματα) που συστρέφουν ή συνθλίβουν τα οστά. Στους ηλικιωμένους, τα οστά λεπταίνουν και αποδυναμώνονται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η συχνότητα των καταγμάτων. Το κάταγμα που δεν συνοδεύεται από λύση της συνέχειας του δέρματος, ονομάζεται **απλό** ή **κλειστό κάταγμα**. Το κάταγμα που συνοδεύεται από λύση της συνέχειας του δέρματος ονομάζεται **επιπλεγμένο** ή **ανοικτό**. Στην περίπτωση αυτή η καταγματική εστία επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον. Στους συνήθεις τύπους καταγμάτων περιλαμβάνεται επίσης το συντριπτικό, το συμπιεστικό, το σπειροειδές, το επιφυσιακό, το εμπιεστικό κάταγμα και το κάταγμα τύπου γλωρού ξύλου (**Πίνακας 6.2**, σελ. 142).

Κάθε κάταγμα αντιμετωπίζεται με **ανάταξη**, δηλαδή με ευθυγράμμιση των καταγματικών άκρων. Στην **κλειστή ανάταξη**, η ευθυγράμμιση επιτυγχάνεται χωρίς χειρουργική επέμβαση (με χειρισμούς) και ακολουθεί σταθεροποίηση με τοποθέτηση κυκλοτερούς γύψου. Στην **ανοικτή ανάταξη**, η ευθυγράμμιση επιτυγχάνεται με χειρουργική επέμβαση και ακολουθεί σταθεροποίηση με μεταλλικά υλικά (πλάκες, βίδες, ενδομυελικοί ήλοι κλπ). Μετά την ανάταξη του κατάγματος απαιτείται ακινητοποίηση για να ξεκινήσει η διαδικασία της επούλωσης. Η επούλωση διαρκεί 6 έως 8 εβδομάδες για ένα απλό κάταγμα, αλλά παρατείνεται στα μεγάλα οστά που υποβαστάζουν βάρος και στα οστά των ηλικιωμένων.

Κατά την επούλωση του απλού κατάγματος διακρίνονται οι εξής φάσεις (**Εικόνα 6.15**):



Εικόνα 6.15 Στάδια επούλωσης ενός οστικού κατάγματος.

- ① **Σχηματισμός αιματώματος.** Το κάταγμα συνοδεύεται συνήθως από αιμορραγία. Τα αιμοφόρα αγγεία διαρρηγνύονται εντός του περιostίου και του οστού, απελευθερώνοντας αίμα, η πήξη του οποίου οδηγεί στον σχηματισμό αιματώματος. Τα στάδια της φλεγμονώδους αντίδρασης (περιγράφονται στο Κεφάλαιο 4, σελ. 96) εκτυλίσσονται τόσο στο εσωτερικό του θρόμβου όσο και γύρω από αυτόν.
- ② **Σχηματισμός ινοχόνδρινου πώρου.** Μέσα σε λίγες ημέρες, αναπτύσσονται νέα αγγεία στο εσωτερικό του θρόμβου. Στο περίostιο και το ενδόστεο πλησίον του κατάγματος παρατηρείται υπερπλασία των οστεοπαραγωγικών κυττάρων, που στη συνέχεια διηθούν τον θρόμβο, γεμίζοντάς τον με επανορθωτικό ιστό, που ονομάζεται *μαλακός πώρος*. Αρχικά, ο μαλακός πώρος αποτελείται από ινώδη κοκκιώδη ιστό (σελ. 96). Η παραγωγή μεγαλύτερου αριθμού ινών, οδηγεί στη μετατροπή του μαλακού πώρου σε πυκνό συνδετικό ιστό, αποτελούμενο από ινώδη και υαλοειδή χόνδρο. Στο σημείο αυτό, ο μαλακός πώρος ονομάζεται και **ινοχόνδρινος πώρος**.
- ③ **Σχηματισμός οστέινου πώρου.** Εντός μιας εβδομάδας, αρχίζουν να σχηματίζονται νέες δοκίδες στο εσωτερικό του πώρου, κυρίως μέσω ενδοχόνδριας οστεοποίησης. Οι δοκίδες αυτές εκτείνονται σε όλο το πλάτος του πώρου και συνδέουν τα δυο τμήματα του κατεαγότος οστού. Ο πώρος ονομάζεται πλέον οστέινος πώρος ή *σκληρός πώρος* και οι δοκίδες του αποκτούν μεγαλύτερο πάχος, και σκληρή σύσταση 2 μήνες μετά τον τραυματισμό.
- ④ **Οστική αναδιαμόρφωση.** Μετά από αρκετούς μήνες, ο οστέινος πώρος αναδιαμορφώνεται. Η περίσσεια του οστέινου υλικού απομακρύνεται τόσο από την εξωτερική επιφάνεια της διάφυσης όσο και από το εσωτερικό της μυελικής κοιλότητας. Τα τοιχώματα της διάφυσης ξανασηματίζονται με την εναπόθεση συμπαγούς οστού. Η επουλωμένη περιοχή μοιάζει με την αρχική άθικτη περιοχή, υπό την έννοια ότι ανταποκρίνεται στην ίδια μηχανική καταπόνηση.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 16. Με ποιον τρόπο επηρεάζει η άσκηση τα οστά και γιατί;
- 17. Με ποιον τρόπο συμβάλλει η οστική αναδόμηση στην αποκατάσταση ενός κατάγματος;



ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Έλξη Ο όρος έλξη αναφέρεται στην εφαρμογή παρατεταμένης τάσης σε μια περιοχή του σώματος με στόχο τη συγκράτηση των τμημάτων του κατεαγότος οστού στην ανατομική τους θέση. Η έλξη εξυπηρετεί επίσης και την ακινητοποίηση του οστού στη διάρκεια της επούλωσης του κατάγματος. Σε ένα κάταγμα του μηριαίου οστού, για παράδειγμα, η μη εφαρμογή έλξης στο πόδι θα οδηγούσε σε παρεκτόπιση των καταγματικών άκρων εξαιτίας του ισχυρού σπασμού των μεγάλων μυών του μηρού. Η έλξη χρησιμοποιείται επίσης για την ακινητοποίηση των καταγμάτων της σπονδυλικής στήλης, καθώς οποιαδήποτε κίνηση θα μπορούσε να οδηγήσει σε διατομή του νωτιαίου μυελού.

- 18. Ποιοι τύποι καταγμάτων είναι συχνότεροι στους ηλικιωμένους (βλ. Πίνακα 6.2);

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)




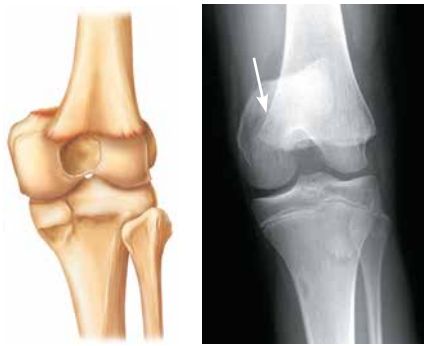
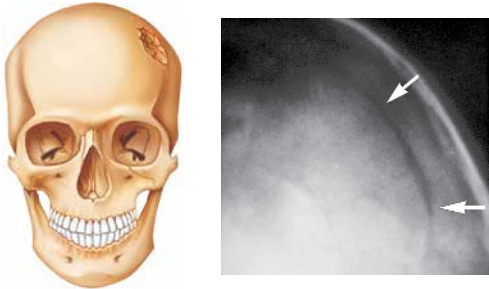

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

Εκπαιδευτικοί στόχοι

- ▶ Συσχετίστε τις νοσογόνες διεργασίες που προκαλούν οστεοπόρωση, οστεομαλακία, ραχίτιδα και οστεοσάρκωμα με τις γνώσεις που αποκτήσατε σχετικά με τη δομή, τη σύσταση και την ανάπτυξη του οστίτη ιστού.
- ▶ Κατονομάστε τα συμπτώματα και τις θεραπευτικές μεθόδους για κάθε μια από τις παραπάνω ασθένειες.

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή του παρόντος κεφαλαίου, οι διατροφικές ελλείψεις και οι νοσογόνες διεργασίες, αντικατοπτρίζονται στον ανθρώπινο σκελετό. Η μελέτη απολιθωμένων σκελετών από προϊστορικούς ανθρώπους μπορεί να αποκαλύψει πληθώρα πληροφοριών σχετικά με τη διατροφή και τον τρόπο ζωής τους. Σε ότι αφορά τον σύγχρονο άνθρωπο, η κατανόηση της οστικής αύξησης και ανάπτυξης είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των ασθενειών του σκελετικού συστήματος.

Πίνακας 6.2 Συχνοί Τύποι Καταγμάτων

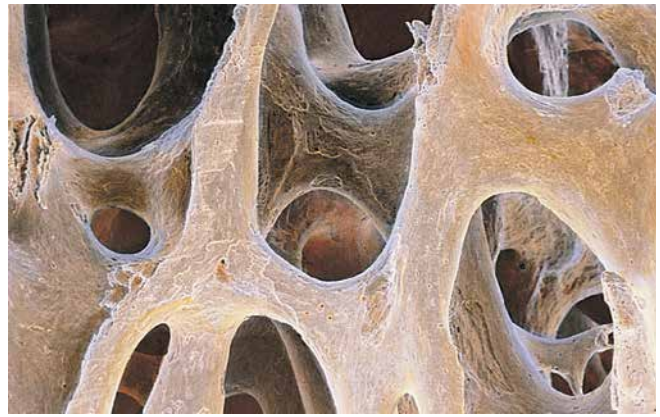
Τύπος Κατάγματος	Περιγραφή και Σχόλια	Τύπος Κατάγματος	Περιγραφή και Σχόλια
Συντριπτικό	<p>Το οστό σπάει σε τρία ή περισσότερα τμήματα.</p> <p>Ιδιαίτερα συχνό στους ηλικιωμένους, τα οστά των οποίων είναι πιο εύθραυστα.</p>	Συμπιεστικό	<p>Το οστό συνθλίβεται.</p> <p>Συχνός τύπος κατάγματος στα πορώδη (δηλ. τα οστεοπορωτικά) οστά που υφίστανται σοβαρό τραυματισμό, όπως π.χ σε μια πτώση.</p>
			Συμπιεστικό κατάγμα σπονδύλου με σφηνοειδή παραμόρφωση
Σπειροειδές	<p>Προκαλείται από μια στροφική δύναμη. Το αποτέλεσμα είναι ένας τύπος κατάγματος με στροφική φορά σαν κλιμακοστάσιο.</p> <p>Συχνή αθλητική κάκωση.</p>	Επιφυσιακό	<p>Η επιφυσιακή πλάκα διαχωρίζει τη διάφυση από την επίφυση.</p> <p>Τα κατάγματα αυτά είναι συνήθη στα σημεία όπου παρατηρείται νέκρωση των χονδροκυτάρων και ασβεστοποίηση της εξωκυττάριας ουσίας.</p>
			
Εμπιεστικό	<p>Κάταγμα πλατέος οστού με υποχώρηση του κατεαγότες τμήματος προς τα μέσα.</p> <p>Παρατηρείται συνήθως στο κρανίο.</p>	Τύπου χλωρού ξύλου	<p>Το οστό δεν σπάει σε ολόκληρη την περιμέτρώ του. Το ίδιο συμβαίνει και όταν σπάει ένα πράσινο κλωνάρι. Λύση της συνέχειας παρατηρείται μόνο στη μια επιφάνεια της διάφυσης, ενώ η άλλη απλώς κάμπτεται.</p> <p>Συχνό στα παιδιά, τα οστά των οποίων διαθέτουν αναλογικά περισσότερη οργανική εξωκυττάρια ουσία και είναι πιο ευλύγιστα από εκείνα των ενηλίκων.</p>
			

Οστεοπόρωση

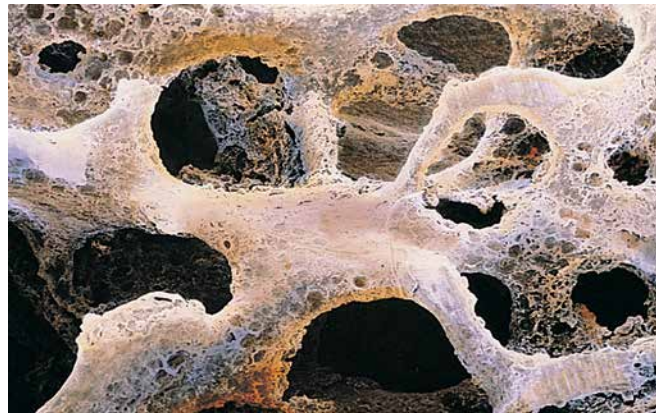
Η **οστεοπόρωση** χαρακτηρίζεται από χαμηλή οστική μάζα και αλλοίωση της μικροσκοπικής αρχιτεκτονικής του οστέινου σκελετού (**Εικόνα 6.16**). Αν και η χημική σύσταση της εξωκυττάριας ουσίας παραμένει φυσιολογική, η οστική απορρόφηση ξεπερνά την οστική εναπόθεση και παράλληλα αυξάνεται ο πληθυσμός των οστεοκλαστών. Στη νόσο αυτή τα οστά είναι πορώδη και ελαφρά. Το συμπαγές οστό λεπτύνεται και έχει μικρότερη πυκνότητα από το φυσιολογικό, ενώ το σπογγώδες οστό διαθέτει μικρότερο αριθμό δοκίδων. Η απώλεια της οστικής μάζας συχνά οδηγεί στην εμφάνιση καταγμάτων. Παρά το γεγονός ότι η οστεοπόρωση επηρεάζει ολόκληρο τον σκελετό, η σπονδυλική στήλη είναι περισσότερο ευάλωτη και τα συμπίεστικά κατάγματα των σπονδύλων είναι συχνά. Το μηριαίο οστό, ιδιαίτερα το τμήμα που βρίσκεται κοντά στην άρθρωση του ισχίου, είναι επίσης πολύ επιρρεπές στα κατάγματα. Το κάταγμα του ισχίου αποτελεί συχνό πρόβλημα των ατόμων με οστεοπόρωση.

Η οστεοπόρωση παρατηρείται συχνότερα στα ηλικιωμένα άτομα και ιδιαίτερα στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Αν και οι άνδρες προσβάλλονται σπανιότερα, το 30% των Αμερικανίδων γυναικών ηλικίας 60 έως 70 ετών πάσχουν από οστεοπόρωση ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην ηλικία των 80 ετών φτάνει στο 70%. Επιπλέον, το 30% των γυναικών της Καυκάσιας φυλής (η πιο επιρρεπής ομάδα) θα υποστούν ένα κάταγμα λόγω οστεοπόρωσης. Η έλλειψη οιστρογόνων εμπλέκεται έντονα στην εμφάνιση της οστεοπόρωσης στις ηλικιωμένες γυναίκες, καθώς η έκκριση οιστρογόνων, που συμβάλλει στη διατήρηση της οστικής πυκνότητας, μειώνεται μετά την εμμηνόπαυση. Στους παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση της οστεοπόρωσης περιλαμβάνεται επίσης η διαίτα με χαμηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο και πρωτεΐνες και τα χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D. Τέλος, η σωματική άσκηση ασκεί μηχανικά ερεθίσματα στις οστεοβλάστες για παραγωγή οστικής μάζας και για αυτό η σωματική αδράνεια αποτελεί παράγοντα κινδύνου για οστεοπόρωση. Επειδή ο ρυθμός οστικής εναπόθεσης είναι υψηλός στη διάρκεια της εφηβείας και της πρώιμης ενήλικης ζωής, η κατάλληλη διατροφή και άσκηση κατά τις ίδιες περιόδους διαδραματίζουν αποφασιστικό ρόλο στην ανάπτυξη και τη διατήρηση της υγείας των οστών στη μετέπειτα ζωή του ατόμου.

Μέχρι πριν μερικά χρόνια, η αγωγή κατά της οστεοπόρωσης περιελάμβανε τη συμπληρωματική χορήγηση ασβεστίου και βιταμίνης D (η οποία είναι απαραίτητη για την απορρόφηση του ασβεστίου από την πεπτική οδό), την αύξηση της σωματικής δραστηριότητας και την ορμονική θεραπεία υποκατάστασης (ΟΘΥ) με οιστρογόνα στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Η ΟΘΥ δεν αποτελεί πλέον θεραπεία πρώτης γραμμής διότι έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο για έμφραγμα μυοκαρδίου, αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, καρκίνο του μαστού και του ενδομητρίου. Πλέον, διατίθενται αρκετά νέα σκευάσματα που στοχεύουν στην καταστολή της δράσης των οστεοκλαστών και την επιβράδυνση της απώλειας της οστικής μάζας. Στις θεραπείες αυτές περιλαμβάνονται (1) διφωσφονικά φάρμακα, όπως η αλενδρονάτη (Fosamax), η ρισενδρονάτη (Actonel), η μπανδρονάτη (Bonviva) και η ζολενδρονάτη (Aclasta), (2) ορμόνες όπως η καλσιτονίνη και (3) μια νέα θεραπεία, η δενοσουμάμπη (Prolia), ένα ενέσιμο ανασυνδυασμένο μονοκλωνικό αντί-



(α) Φυσιολογικό οστό



(β) Οστεοπορωτικό οστό

Εικόνα 6.16 Οστεοπόρωση. Μικρογραφίες ΗΜΣ, τεχνητά κεχρωσμένες (περίπου 75×).

σωμα που αναστέλλει έναν υποδοχέα στη επιφάνεια των πρώιμων οστεοκλαστών. Με τον τρόπο αυτό αναστέλλεται ο σχηματισμός και η λειτουργία των ώριμων οστεοκλαστών.

Οι εκλεκτικοί τροποποιητές των οιστρογονικών υποδοχέων (Selective estrogen receptor modulators, SERMs), όπως η ραλοξιφαίνη (Evista) και η ταμοξιφαίνη (Nolvadex), μιμούνται τις ευεργετικές δράσεις των οιστρογόνων, αλλά στοχεύουν μόνο στα οστά, χωρίς την ανεπιθύμητη διέγερση των ιστών του μαστού και του ενδομητρίου.

Η θεραπεία πρώτης εκλογής που αφορά την άλλη πλευρά της εξίσωσης, δηλαδή την οστεογένεση, είναι η περιπαρατίδη (Forsteo). Η περιπαρατίδη, που εγκρίθηκε το 2002 από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων της Αμερικής (FDA), είναι μια συνθετική παραθορμόνη που επηρεάζει τη δράση τόσο των οστεοβλαστών όσο και των οστεοκλαστών. Η διαλείπουσα χορήγηση περιπαρατίδης επιταχύνει τον σχηματισμό των οστεοβλαστών, διεγείρει την απορρόφηση του ασβεστίου από την πεπτική οδό και αυξάνει την οστική πυκνότητα.

Οι νέες αυτές θεραπευτικές μέθοδοι δεν εξασφαλίζουν πλήρη ίαση, αλλά αυξάνουν την οστική μάζα σε μέτριο βαθμό, επιβραδύνουν την απώλεια της οστικής μάζας και μειώνουν σημαντικά τον κίνδυνο εμφάνισης καταγμάτων.



Εικόνα 6.17 Ραχίτιδα. (α) Φωτογραφία ενός νηπίου με παραμόρφωση των κάτω άκρων λόγω ραχίτιδας. (β) Ακτινογραφία των κάτω άκρων ενός νηπίου με ραχίτιδα.

Οστεομαλακία και Ραχίτιδα

Ο όρος **οστεομαλακία** χρησιμοποιείται για να περιγράψει κάποιες διαταραχές των ενηλίκων που χαρακτηρίζονται από ανεπαρκή επιμετάλλωση των οστών. Αν και η παραγωγή οστεοειδούς συνεχίζεται, η ασβεστοποίηση διακόπτεται, με αποτέλεσμα τα οστά να μαλακώνουν και να εξασθενούν. Το κύριο σύμπτωμα είναι ο πόνος όταν ασκείται βάρος στο προσβεβλημένο οστό.

Η **ραχίτιδα**, που αποτελεί την αντίστοιχη νόσο στα παιδιά, συνοδεύεται από πολλά παρόμοια σημεία και συμπτώματα. Ωστόσο, επειδή τα νέα οστά εξακολουθούν να αναπτύσσονται ταχέως, η ραχίτιδα είναι σοβαρότερη από την οστεομαλακία. Εκτός από την αποδυνάμωση και την κύρτωση των οστών των ποδιών (**Εικόνα 6.17**), συχνά παρατηρούνται και παραμορφώσεις του κρανίου και του θωρακικού κλωβού των παιδιών. Επειδή οι επιφυσιακές πλάκες δεν μπορούν να αντικατασταθούν από ασβεστοποιημένο οστό, αποκτούν ασυνήθιστα μεγάλο πάχος και οι επιφύσεις των μακρών οστών αποκτούν ασυνήθιστα μεγάλο μήκος.

Η οστεομαλακία και η ραχίτιδα οφείλονται σε ελαττωμένη διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης D ή φωσφορικού ασβεστίου. Αντιμετωπίζονται με την κατανάλωση γάλακτος εμπλουτισμένου με βιταμίνη D και την έκθεση του δέρματος στον ήλιο, ώστε η βιταμίνη D να μετατραπεί στην ενεργό μορφή της.

Υπολογίζεται ότι στη δεκαετία του 1800, περισσότερα από το 90% των παιδιών των βιομηχανικών πόλεων της Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης έπασχαν από ραχίτιδα. Η μεταβολή των αγροτικών κοινωνιών σε βιομηχανικές είχε ως αποτέλεσμα μεγάλοι πληθυσμοί να μετακινηθούν σε πόλεις με αιθαλομίχλη και τα παιδιά να δουλεύουν για πολλές ώρες σε εργοστάσια με περιορισμένη έκθεση στον ήλιο. Το 1930 στις Ηνωμένες Πολιτείες άρχισε να προστίθεται βιταμίνη D στο γάλα ώστε να αντιμετωπιστεί αυτή η επιδημία που πυροδοτήθηκε από τη Βιομηχανική Επανάσταση. Η νομο-

θεσία σχετικά με την παιδική εργασία θεσπίστηκε το 1937.

Ο επιπολασμός της ραχίτιδας αυξάνεται στα παιδιά ηλικίας 6 έως 24 μηνών. Στην αύξηση αυτή έχουν συμβάλει ορισμένοι παράγοντες, όπως: ο θηλασμός χωρίς συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D, η κατανάλωση περισσότερου χρόνου μέσα στο σπίτι και η αυξημένη χρήση αντηλιακών. Η εξισορρόπηση ανάμεσα στην ανάγκη της προστασίας από τον ήλιο και στην ανάγκη για βιταμίνη D είναι απαραίτητη για την πρόληψη της δερματικής βλάβης και τη διατήρηση της υγείας των οστών. Η έκθεση στον ήλιο για μικρή περίοδο (10 έως 15 λεπτά) τρεις φορές την εβδομάδα είναι αρκετή.

Οστεοσάρκωμα

Ο όρος **σάρκωμα** αναφέρεται σε οποιοδήποτε τύπο καρκίνου που εξορμάται από τα κύτταρα του συνδετικού ή του μυϊκού ιστού. Το **οστεοσάρκωμα** είναι μια μορφή καρκίνου των οστών.

Το οστεοσάρκωμα προσβάλλει κυρίως νέα άτομα ηλικίας 10 έως 25 ετών. Συνήθως εμφανίζεται στα μακρά οστά των άνω ή των κάτω άκρων, με το 50% των περιστατικών να εξορμούνται από την περιοχή κοντά στην άρθρωση του γόνατος. Τα καρκινικά κύτταρα προέρχονται από οστεοβλαστικού τύπου κύτταρα μεσεγχυματικής καταγωγής στα τμήματα των διαφύσεων που βρίσκονται κοντά στις επιφύσεις. Ο νεοπλασματικός όγκος παράγει οστεοειδές και αναπτύσσεται ταχέως. Επιδρά στο προσβεβλημένο οστό διαβρώνοντας τη μυελική κοιλότητα εσωτερικά και το συμπαγές οστό εξωτερικά. Ο όγκος μεθίσταται και οι περισσότεροι θάνατοι οφείλονται στις μεταστατικές εστίες στους πνεύμονες. Η υποψία του οστεοσάρκωματος συνήθως τίθεται από τον πόνο και το έντονο οίδημα στο προσβεβλημένο οστό. Η διάγνωση επιβεβαιώνεται με απλές ακτινογραφίες ή άλλες απεικονιστικές τεχνικές. Η θεραπεία ξεκινά με τη χειρουργική αφαίρεση του καρκινωμάτωσης τμήματος και την αντικατάστασή του με οστικά μοσχεύματα ή προθέσεις. Στα σοβαρά περιστατικά απαιτείται ακρωτηριασμός του άκρου. Στη συνέχεια, ο ασθενής υποβάλλεται σε χημειοθεραπεία και χειρουργική αφαίρεση των μεταστατικών εστιών στον πνεύμονα. Το ποσοστό επιβίωσης κυμαίνεται από 60 έως 70% στα περιστατικά που διαγιγνώσκονται εγκαίρως.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 19. Ποια νοσήματα οφείλονται σε ανεπαρκή επιμετάλλωση των οστών;
- 20. Εάν κάποιος επιθυμεί να επιβραδύνει την απώλεια της οστικής μάζας, στη δράση ποιων κυττάρων του οστίτη ιστού θα πρέπει να επικεντρωθεί;
- 21. Ποια είναι η καταλληλότερη ηλικία για την πρόληψη της οστεοπόρωσης στη μετέπειτα ζωή;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

Ο ΣΚΕΛΕΤΟΣ ΚΑΘΩΣ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

Εκπαιδευτικός στόχος

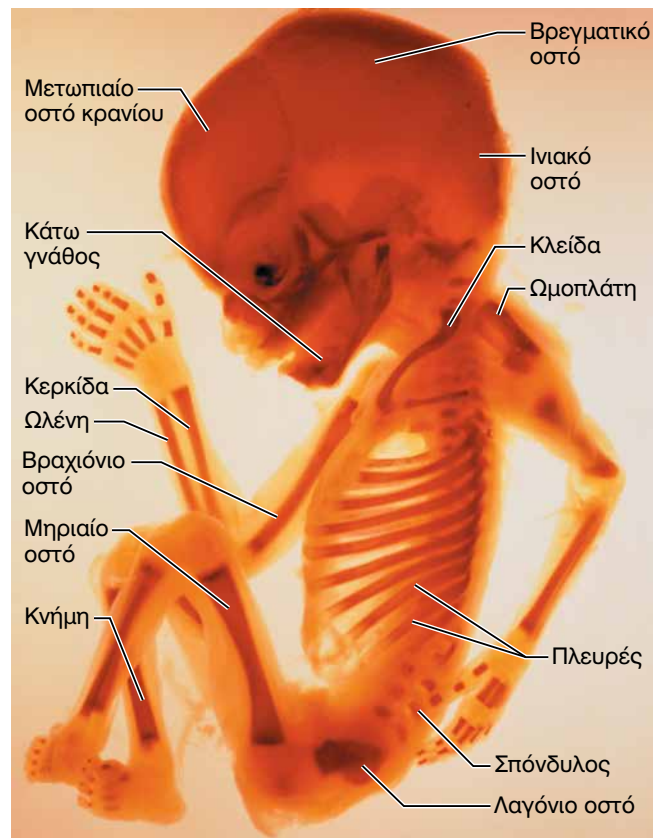
- ▶ Περιγράψτε τον τρόπο με τον οποίο η οστική αρχιτεκτονική και η οστική μάζα μεταβάλλονται από την εμβρυονική περίοδο μέχρι την προχωρημένη ηλικία.

Όπως σημειώθηκε παραπάνω, ο χόνδρος αναπτύσσεται γρήγορα στα άτομα νεαρής ηλικίας και σταματά να αναπτύσσεται στην αρχή της ενηλικίωσης. Στους ηλικιωμένους, ο χόνδρος περιέχει λιγότερα χονδροκύτταρα και παρουσιάζει αποδόμηση και ασβεστοποίηση της εξωκυττάριας ουσίας του, με αποτέλεσμα τη λέπτυνση του αρθρικού χόνδρου.

Τα οστά φαίνεται να ακολουθούν ένα συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα από τη στιγμή που σχηματίζονται μέχρι την έλευση του θανάτου. Το μεσόδερμα και η νευρική ακρολοφία (εντός του κρανίου) δίνουν γένεση στα μεσεγγυματικά κύτταρα, που με τη σειρά τους παράγουν τις μεμβράνες και τους χόνδρους από τους οποίους σχηματίζεται το μεγαλύτερο μέρος του εμβρυονικού σκελετού. Οι δομές αυτές στη συνέχεια οστεοποιούνται ακολουθώντας ένα προκαθορισμένο πρόγραμμα. Αν και κάθε ένα οστό του σκελετού ακολουθεί το δικό του αναπτυξιακό πρόγραμμα, τα περισσότερα μακρά οστά αρχίζουν να οστεοποιούνται στη διάρκεια της 8ης εβδομάδας και αποκτούν εμφανείς πρωτογενείς πυρήνες οστέωσης κατά τη 12η εβδομάδα (**Εικόνα 6.18**). Το χρονοδιάγραμμα οστεοποίησης είναι τόσο ακριβές που η ηλικία του εμβρύου μπορεί να προσδιοριστεί με υπερηχογράφημα του εμβρυϊκού σκελετού.

Κατά τη γέννηση, όλα τα οστά είναι σχετικά ομαλά και χωρίς ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Καθώς το παιδί χρησιμοποιεί ολοένα και περισσότερο τους μύες του, τα οστά εμφανίζουν προεξοχές και άλλα μορφώματα (βλ. Πίνακα 6.1). Τα οστά των παιδιών δεν είναι ιδιαίτερα αδύναμα, αλλά ο χόνδρος των επιφυσιακών πλακών τους δεν είναι εξίσου ισχυρός με οστό. Για τον λόγο αυτό, οι τραυματισμοί κατά την παιδική ηλικία συχνά προκαλούν διαχωρισμό των επιφύσεων από τη διάφυση του οστού. Η αντιμετώπιση αυτών των τραυματισμών συνίσταται στην επαναφορά των οστικών τμημάτων στην αρχική τους θέση και στη σταθεροποίηση με μεταλλικές βελόνες.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο σκελετός συνεχίζει να αναπτύσσεται μέχρι την ηλικία των 18 έως 21 ετών. Στα παιδιά και τους εφήβους, ο ρυθμός σχηματισμού νέου οστού ξεπερνά τον ρυθμό οστικής απορρόφησης. Στους νέους



Εικόνα 6.18 Πρωτογενείς πυρήνες οστέωσης στον σκελετό ενός εμβρύου 12 εβδομάδων.

ενήλικες, οι δυο αυτές διαδικασίες βρίσκονται σε ισορροπία. Στους ηλικιωμένους, υπερτερεί η οστική απορρόφηση. Ξεκινώντας από την ηλικία των 40 περίπου ετών, η μάζα τόσο του συμπαγούς όσο και του σπογγώδους οστού αρχίζουν να ελαττώνονται. Μεταξύ των νέων ενηλίκων, η σκελετική μάζα είναι γενικά μεγαλύτερη στους άνδρες από ότι στις γυ-



ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΚΛΙΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Οστικό Μόσχευμα Ένα τεμάχιο ιστού που χρησιμοποιείται για να αντικατασταθεί ένα άλλο τμήμα οστού το οποίο έχει τραυματιστεί ή καταστραφεί. Το μόσχευμα, που συνήθως λαμβάνεται από τη λαγόνια ακρολοφία, προάγει την αναγέννηση του κατεστραμμένου οστού.

Οστεόφυτο Μια παθολογική προεξοχή του οστού λόγω υπερβολικής ανάπτυξής του. Παρατηρείται συχνά στους ηλικιωμένους και τα άτομα με οστεοαρθρίτιδα.

Ατελής Οστεογένεση Μια κληρονομική νόσος που οφείλεται σε διαταραχή του γονιδίου που είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση του κολλαγόνου (αφορά το κολλαγόνο τύπου 1). Στη νόσο αυτή, ο οστίτης ιστός είναι εύθραυστος και επιρρεπής σε κατάγματα. Στις ήπιες μορφές της νόσου, παρατηρείται αυξημένη τάση για οστικά κατάγματα και υπερκινητικότητα των αρθρώσεων. Οι σοβαρότερες μορφές της νόσου μπορεί να οδηγήσουν σε οστικές παραμορφώσεις και μειωμένο

προσδόκιμο επιβίωσης. Η θεραπεία με διφωσφονικά φάρμακα ενδυναμώνει τα οστά, και ελαττώνει τη συχνότητα των καταγμάτων και τον πόνο.

Οστεαλγία Ο πόνος σε ένα οστό.

Οστεομυελίτιδα Μια βακτηριακή λοίμωξη των οστών και του μυελού των οστών. Η νόσος οφείλεται σε αιματογενή διασπορά των παθογόνων, άμεσο ενοφθαλμισμό τους μετά από επιπλεγμένο κάταγμα ή χειρουργική επέμβαση καθώς και επινέμηση του οστού από παρακείμενα μαλακά μόρια και αρθρώσεις.

Παθολογικό Κάταγμα Το κάταγμα ενός πάσχοντος οστού που εκδηλώνεται μετά από ήπιο τραυματισμό ή αυτόματα (χωρίς να έχει προηγηθεί κάκωση), όπως π.χ. το κάταγμα του ισχίου λόγω οστεοπόρωσης. Προηγείται το κάταγμα του ισχίου και ακολουθεί η πτώση του ασθενή.

ναίκες. Η σχετιζόμενη με την ηλικία απώλεια της οστικής μάζας είναι εντονότερη στις γυναίκες από ότι στους άνδρες.

Με την πρόοδο της ηλικίας, εκτός από την ελάττωση της οστικής μάζας, παρατηρούνται και άλλες μεταβολές. Σε έναν ολόενα και μεγαλύτερο αριθμό οστεώνων ο σχηματισμός και η επιμετάλλωση δεν ολοκληρώνονται. Η ποσότητα του μη ζώντος συμπαγούς οστού αυξάνεται, λόγω της μειωμένης αιμάτωσης των οστών των ηλικιωμένων.

✓ Ερωτήσεις κατανόησης

- 22. Σε ποια ηλικία αρχίζει η οστεοποίηση; Σε ποια ηλικία αρχίζει η ελάττωση της οστικής μάζας;
- 23. Γιατί η σχετιζόμενη με την ηλικία απώλεια της οστικής μάζας είναι εντονότερη στις γυναίκες από ότι στους άνδρες;

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β.)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

ΧΟΝΔΡΟΙ (σελ. 124-127)

Εντόπιση και Βασική Δομή (σελ. 124-125)

1. Στους σημαντικούς χόνδρους των ενηλίκων περιλαμβάνονται: ο χόνδρος του έξω ωτός και της μύτης, οι αρθρικοί χόνδροι, οι πλευρικοί χόνδροι, η επιγλωττίδα, οι χόνδροι των αεραγωγών και των μεσοσπονδύλιων δίσκων καθώς και οι διάρθριοι χόνδροι ορισμένων κινούμενων αρθρώσεων. Ο εμβρυονικός σκελετός αποτελείται κατά το μεγαλύτερο μέρος του από χόνδρο.
2. Το περιχόνδριο είναι μια ζώνη πυκνού συνδετικού ιστού που περιβάλλει ένα τμήμα χόνδρου.
3. Ο χόνδρος διαθέτει προσαρμοστικότητα: το νερό που εξωθείται από την εξωκυττάρια ουσία του χόνδρου λόγω συμπίεσης επανέρχεται γρήγορα στην αρχική του θέση μετά την άρση της συμπίεσης, με αποτέλεσμα ο χόνδρος να ανακτά το αρχικό του σχήμα.
4. Ο αναπτυσσόμενος χόνδρος διογκώνεται ταχέως, καθώς η μικρή ποσότητα εξωκυττάριας ουσίας που παράγει προσελκύει μεγάλο όγκο νερού. Ο χόνδρος δεν διαθέτει αγγείωση και η αντίστασή του στις διατμητικές δυνάμεις είναι περιορισμένη.

Τύποι Χόνδρου (σελ. 125-127)

5. Στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν τρεις τύποι χόνδρου: ο υαλοειδής, ο ελαστικός και ο ινώδης χόνδρος (Εικόνα 6.1).
6. Ο υαλοειδής χόνδρος είναι ο πιο άφθονος τύπος. Η εξωκυττάρια ουσία του περιέχει λεπτά ινίδια κολλαγόνου. Ο ελαστικός χόνδρος μοιάζει με τον υαλοειδή χόνδρο, με τη διαφορά ότι η εξωκυττάρια ουσία του περιέχει και ελαστικές ίνες που του προσδίδουν ευλυγισία. Ο ινώδης χόνδρος περιέχει παχιές ίνες κολλαγόνου και ανθίσταται τόσο στη συμπίεση όσο και στην έντονη τάση.

Ανάπτυξη του Χόνδρου (σελ. 127)

7. Οι χόνδροι αναπτύσσονται τόσο εκ των έσω (διάμεση ανάπτυξη) όσο και εκ των έξω, καθώς οι χονδροβλάστες του περιχονδρίου εναποθέτουν χόνδρινο ιστό στην περιφέρεια (αποθετική ανάπτυξη). Στους ενήλικες, ο κατεστραμμένος χόνδρος εμφανίζει πτωχή αναγεννητική ικανότητα. Στον αναπτυσσόμενο και ηλικιωμένο σκελετό, ο χόνδρος ασβεστοποιείται.

ΟΣΤΑ (σελ. 127-143)

8. Τα οστά του σκελετού θεωρούνται όργανα διότι περιέχουν διάφορους τύπους ιστών.

Λειτουργίες των Οστών (σελ. 127)

9. Τα οστά στηρίζουν το σωματικό βάρος, λειτουργούν ως μοχλοί στους οποίους ασκείται η μυϊκή έλξη, προστατεύουν τα μαλακά όργανα, αποθηκεύουν ασβέστιο και περικλείουν το μυελό των οστών που παράγει τα αιμοκύτταρα. Τα κύτταρα των οστών συμμετέχουν επίσης στον ενεργειακό μεταβολισμό, συμμετέχοντας στη ρύθμιση του σακχάρου του αίματος.

Οστίτης Ιστός (σελ. 127-128)

10. Το οστό αποτελείται από κύτταρα και εξωκυττάρια ουσία. Η εξωκυττάρια ουσία περιέχει οργανικές ουσίες που εκκρίνονται από τις οστεοβλάστες, περιλαμβανομένου του κολλαγόνου που προσδίδει στα οστά την αντοχή στον εφελκυσμό. Το οργανικό μέρος της εξωκυττάριας ουσίας ονομάζεται οστεοειδές. Τα άλατα φωσφορικού ασβεστίου (υδροξυαπατίτες) κρυσταλλοποιούνται στο εσωτερικό της εξωκυττάριας ουσίας, προσδίδοντας στο οστό σκληρή σύσταση καθώς και την ικανότητα να ανθίσταται στις συμπιεστικές δυνάμεις.
11. Στα κύτταρα του οστίτη ιστού περιλαμβάνονται τα οστεοπρογονικά κύτταρα, οι οστεοβλάστες που παράγουν το οστεοειδές, τα οστεοκύτταρα που συντηρούν την εξωκυττάρια ουσία και οι οστεοκλάστες που αποδομούν τον οστίτη ιστό.

Μακροσκοπική Ανατομία των Οστών (σελ. 128-132)

12. Τα οστά ταξινομούνται με βάση το σχήμα τους σε μακρά, βραχέα, πλατιά και ανώμαλα.
13. Τα οστά διαθέτουν μια εξωτερική στοιβάδα συμπαγούς οστού και το εσωτερικό τους καταλαμβάνεται από σπογγώδες οστό, μέσα στο οποίο βρίσκονται δοκίδες που σχηματίζουν δίκτυα.
14. Κάθε μακρύ οστό αποτελείται από τη διάφυση και τις επιφύσεις ή άκρα. Τα τροφοφόρα αγγεία αιματώνουν τη διάφυση και τα επιφυσειακά αγγεία αιματώνουν τις επιφύσεις. Ο μυελός των οστών εντοπίζεται μέσα στο σπογγώδες οστό και στη μυελική κοιλότητα. Το περίοστεο καλύπτει την εξωτερική επιφάνεια των οστών ενώ το ενδόστεο επενδύει τις εσωτερικές οστικές επιφάνειες.
15. Τα πλατιά οστά αποτελούνται από δυο πλάκες συμπαγούς οστού που διαχωρίζονται από μια στοιβάδα σπογγώδους οστού.
16. Η πυκνότητα του οστίτη ιστού και η ένταση της καμπτικής καταπόνησης μειώνονται από τις επιφανειακές προς τις εν τω βάθει περιοχές του οστού. Συνεπώς, οι ισχυρότερες δυνάμεις ασκούνται στην περιφέρεια, όπου συναντούν την αντίσταση του ισχυρού συμπαγούς οστού. Οι κενοί χώροι στο εσωτερικό των οστών ελαττώνουν το βάρος του σκελετού και περικλείουν τον μυελό των οστών.
17. Οι δοκίδες του σπογγώδους οστού παραλληλίζονται με την κύρια κατεύθυνση της καταπόνησης που υφίσταται το οστό.
18. Τα οστικά μορφώματα αποτελούν οδηγιά σημεία που αντιπροσωπεύουν σημεία πρόσφυσης μύων, αρθρικές επιφάνειες και σημεία διέλευσης αιμοφόρων αγγείων και νεύρων (βλ. Πίνακα 6.1, σελ.133).

Μικροσκοπική Δομή του Οστού (σελ. 132-135)

19. Η κύρια δομική μονάδα του συμπαγούς οστού είναι ο οστεώνας. Ουσιαστικά, πρόκειται για έναν πυλώνα που αποτελείται από έναν κεντρικό σωλήνα ο οποίος περιβάλλεται από ομόκεντρα πετάλια. Οι κεντρικοί σωλήνες των παρακείμενων οστεώνων συνδέονται μέσω των διατριπαινόντων σωλήνων. Τα οστεοκύτταρα, που βρίσκονται μέσα στα οστικά βοθρία, συνδέονται μεταξύ τους και με τον κεντρικό σωλήνα μέσω των σωληναρίων.

20. Τα οστικά πετάλια είναι ομόκεντροι σωλήνες από εξωκυττάρια ουσία. Οι κολλαγόνες ίνες των παρακείμενων οστικών πεταλίων είναι τοποθετημένες σε αντίθετες κατευθύνσεις. Η διάταξη αυτή προσδίδει στον οστίτη ιστό αρκετή ισχύ ώστε να ανθίσταται στις στροφικές δυνάμεις.
21. Το σπογγώδες οστό αποτελείται από δοκίδες που περιέχουν ορισμένες στοιβάδες πεταλίων και οστεοκυττάρων, αλλά όχι οστεώνες.

Σχηματισμός και Ανάπτυξη του Οστού (σελ. 135-139)

22. Τα πλατιά οστά του κρανίου και οι κλείδες σχηματίζονται μέσω ενδομεμβρανώδους οστεοποίησης του εμβρυονικού μεσεγγύματος. Αρχικά εμφανίζεται ένα δίκτυο οστίτη ιστού γύρω από τα τριχοειδή, το οποίο στη συνέχεια αναδομείται σε πλατύ οστό.
23. Τα περισσότερα οστά αναπτύσσονται μέσω ενδοχόνδριας οστεοποίησης του υαλοειδούς χόνδρου, η οποία ξεκινά κατά την όψιμη εμβρυονική περίοδο (8η εβδομάδα). Τα στάδια ανάπτυξης του μακρού οστού είναι τα εξής: (1) σχηματισμός οστικού περιλαίμιου γύρω από τη διάφυση, (2) ασβεστοποίηση και δημιουργία κοιλότητας στο κέντρο της διάφυσης, (3) ανάπτυξη ενός περιοστικού βλαστήματος στο κέντρο της διάφυσης και δημιουργία της πρώτης δοκίδας, (4) εμφάνιση της μυελικής κοιλότητας και διαρκής ταχεία ανάπτυξη σε όλη τη διάρκεια της εμβρυϊκής περιόδου λίγο πριν ή μετά τον τοκετό, σχηματισμός δευτερογενών πυρήνων οστέωσης στις επιφύσεις, (5) οστεοποίηση των επιφύσεων και διαρκής κατά μήκος αύξηση των επιφυσιακών πλακών στη διάρκεια της εφηβείας.
24. Ο αναπτυσσόμενος χόνδρος των εμβρυϊκών επιφύσεων και των νεογνικών επιφυσιακών πλακών οργανώνεται σε ορισμένες ζώνες, που του επιτρέπουν να αναπτύσσεται ταχέως. (Οι ζώνες αυτές περιγράφονται στην Εικόνα 6.12).
25. Τα ενδοχόνδρια οστά αυξάνονται κατά μήκος στα νεογνά άτομα μέσω ανάπτυξης των χόνδρων των επιφυσιακών πλακών, οι οποίες συγκλείνουν στην πρώιμη ενήλικη ζωή.
26. Τα οστά αυξάνονται κατά πλάτος μέσω αποθετικής ανάπτυξης.

Οστική Αναδόμηση (σελ. 139-141)

27. Ο νέος οστίτης ιστός συνεχώς εναποτίθεται και επαναρροφάται ανταποκρινόμενος σε ορμονικά και μηχανικά ερεθίσματα. Ο συνδυασμός αυτών των δυο διαδικασιών αποτελεί την οστική αναδόμηση. Η οστική αναδόμηση στους ενήλικες επιτελείται στο ενδόστεο.

28. Οι οστεοκλάστες καταστρέφουν τον οστίτη ιστό εκκρίνοντας πεπτικά ένζυμα και οξέα που απελευθερώνονται επάνω στις οστικές επιφάνειες. Μέσω της διαδικασίας αυτής απελευθερώνεται Ca^{2+} και PO_4^{3-} εντός της κυκλοφορίας του αίματος. Η παραθυροειδής ορμόνη διεγείρει την οστική απορρόφηση.
29. Το οστεοειδές εκκρίνεται από τις οστεοβλάστες στις περιοχές της οστικής εναπόθεσης. Στη συνέχεια εναποτίθενται άλατα ασβεστίου στο εσωτερικό του οστεοειδούς.
30. Οι συμπιεστικές δυνάμεις και η βαρύτητα που ασκούνται στο σκελετό συμβάλλουν στη διατήρηση της οστικής ισχύος, καθώς το οστό εμφανίζει μεγαλύτερο πάχος στα σημεία άσκησης πίεσης.

Αποκατάσταση Καταγμάτων (σελ. 141-143)

31. Τα κατάγματα αντιμετωπίζονται με ανοικτή ή κλειστή ανάταξη. Η επούλωση συντελείται με τον σχηματισμό αιματώματος, ινοχόνδρινου πόρου και οστέινου πόρου και την αναδιαμόρφωση του πόρου ώστε το οστό να ανακτήσει την αρχική μορφολογία του.

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ (σελ. 143-145)

32. Η οστεοπόρωση είναι μια κατάσταση στην οποία η οστική αποδόμηση ξεπερνά την οστεογένεση με αποτέλεσμα να παρατηρείται αποδυνάμωση των οστών. Οι μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες είναι πιο επιρρεπείς στην εμφάνιση οστεοπόρωσης.
33. Η οστεομαλακία και η ραχίτιδα εκδηλώνονται όταν τα οστά δεν επιμεταλλώνονται επαρκώς, με αποτέλεσμα να μαλακώνουν και να παραμορφώνονται. Τα συχνότερα αίτια είναι η ανεπαρκής πρόσληψη βιταμίνης D και ο διαταραγμένος μεταβολισμός της.
34. Το οστεοσάρκωμα αποτελεί τη συχνότερη μορφή καρκίνου των οστών.

Ο ΣΚΕΛΕΤΟΣ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΖΩΗΣ (σελ. 145)

35. Η οστεογένεση στο έμβρυο είναι μια προβλέψιμη και σχολαστικά προγραμματισμένη διαδικασία.
36. Η οστική μάζα αυξάνεται δραματικά στη διάρκεια της εφηβείας, όταν η οστεογένεση ξεπερνά την οστική απορρόφηση.
37. Η οστική μάζα είναι σταθερή στους νέους ενήλικες, αλλά από την ηλικία των 40 ετών περίπου, η οστική απορρόφηση ξεπερνά την οστεογένεση.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗΣ

Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής/Αντιστοίχισης

(Για τις απαντήσεις, βλέπε Παράρτημα Β).

- Ποια από τις παρακάτω λειτουργίες επιτελείται από το σκελετικό σύστημα; (α) στήριξη, (β) παραγωγή αιμοκυττάρων, (γ) αποθήκευση ανόργανων αλάτων, (δ) εξασφάλιση μοχλών για τη δράση των μυών, (ε) όλα τα παραπάνω.
- Οι αρθρικοί χόνδροι εντοπίζονται (α) στα άκρα των οστών, (β) ανάμεσα στις πλευρές και το στέρνο, (γ) ανάμεσα στην επίφυση και τη διάφυση, (δ) στη μύτη.
- Το περιχόνδριο του χόνδρου μοιάζει με _____ του οστού. (α) τους αρθρικούς χόνδρους, (β) τη στοιβάδα σπογγώδους οστού, (γ) τους οστεώνες, (δ) τον μυελό, (ε) το περίστωο.
- Χρησιμοποιήστε την παρακάτω λίστα για να υποδείξετε τον τύπο χόνδρου από τον οποίο προέρχονται οι παρακάτω δομές.

Λίστα: (α) υαλοειδής χόνδρος, (β) ελαστικός χόνδρος, (γ) ινώδης χόνδρος

- ____ (1) Αρθρικός χόνδρος που καλύπτει τις επιφάνειες των κινούμενων αρθρώσεων
- ____ (2) Επιγλωττίδα
- ____ (3) Θυροειδής χόνδρος
- ____ (4) Μηνίσκοι γόνατος
- ____ (5) Εμβρυονικός σκελετός
5. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες λάθος (Λ);
- ____ (1) Ο χόνδρος διαθέτει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα από το οστό.

- ___ (2) Ο χόνδρος ανθίσταται έντονα στις διατμητικές δυνάμεις (στροφικές και καμπτικές)
- ___ (3) Ο χόνδρος μπορεί να αναπτύσσεται ταχύτερα από ότι το οστό στον αναπτυσσόμενο σκελετό
- ___ (4) Στον σκελετό του ενηλίκου, όταν ο χόνδρος υφίσταται βλάβη επουλώνεται και αναγεννιέται ταχύτερα από ότι το οστό.
- ___ (5) Ούτε το οστό ούτε ο χόνδρος περιέχουν τριχοειδή.
- ___ (6) Ο οστίτης ιστός περιέχει πολύ μικρή ποσότητα νερού συγκριτικά με τους υπόλοιπους τύπους συνδετικού ιστού, ενώ ο χόνδρος περιέχει μεγάλη ποσότητα νερού.
- ___ (7) Τα θρεπτικά συστατικά διαχέονται γρήγορα στη χόνδρινη εξωκυττάρια ουσία και ελάχιστα εντός της συμπαγούς οστικής εξωκυττάριας ουσίας.
6. Το οστό που έχει σχεδόν το ίδιο πάχος, μήκος και ύψος είναι πιθανότατα (α) μακρύ οστό, (β) βραχύ οστό, (γ) πλατύ οστό, (δ) ανώμαλο οστό.
7. Το σώμα του μακρού οστού ονομάζεται και (α) επίφυση, (β) περίοστεο, (γ) διάφυση, (δ) συμπαγές οστό.
8. Αντιστοιχήστε τις λειτουργίες που περιγράφονται στη στήλη Β με τα οστικά μορφώματα της στήλης Α:

Στήλη Α**Στήλη Β**

- ___ (1) Τροχαντήρας (α) Σημείο πρόσφυσης μυός ή συνδέσμου
- ___ (2) Κόνδυλος (β) Σχηματισμός αρθρικής επιφάνειας
- ___ (3) Τρήμα (γ) Σημείο διέλευσης αγγείων ή νεύρων
- ___ (4) Απόφυση
- ___ (5) Αρθρική απόφυση
- ___ (6) Έπαρμα
9. Ποιο από τα παρακάτω χαρακτηριστικά παρατηρείται στο συμπαγές αλλά όχι στο σπογγώδες οστό; (α) ένας κεντρικός σωλήνας που περιέχει αιμοφόρα αγγεία (β) πετάλια εξωκυττάριας ουσίας (γ) οστεοκύτταρα μέσα σε βοθρία (δ) σωληνάκια
10. Τα πλατιά οστά του κρανίου προέρχονται από (α) αραιό συνδετικό ιστό, (β) υαλοειδή χόνδρο, (γ) μεσεγγυματικές μεμβράνες, (δ) συμπαγές οστό.
11. Τα παρακάτω γεγονότα αφορούν την ενδοχόνδρια οστεοποίηση που πραγματοποιείται στον πρωτογενή πυρήνα οστέωσης. Βάλτε τα γεγονότα αυτά στη σωστή σειρά, αριθμώντας τα από το 1 έως το 6.
- ___ (α) Ο χόνδρος της διάφυσης αβαστοποιείται, τα χονδροκύτταρα νεκρώνονται και αποδομούνται, σχηματίζοντας κοιλότητες.
- ___ (β) Ένα οστικό περιλαίμιο επικάθεται γύρω από το χόνδρινο πρόπλασμα ακριβώς κάτω από το περίοστεο.
- ___ (γ) Το κέντρο της διάφυσης διηθείται από το περιοστικό βλάστημα.
- ___ (δ) Το περιχόνδριο της διάφυσης αποκτά περισσότερη αγγείωση και μετατρέπεται σε περίοστεο.
- ___ (ε) Οι οστεοβλάστες αρχικά εναποθέτουν οστίτη ιστό γύρω από τις χόνδρινες ακίδες εντός της διάφυσης.
- ___ (στ) Οι οστεοκλάστες απορροφούν οστό από το κέντρο της διάφυσης σχηματίζοντας μια μυελική κοιλότητα που στη συνέχεια φιλοξενεί τον μυελό των οστών.

12. Από ποια κύτταρα επιτελείται η οστική αναδόμηση; (α) χονδροκύτταρα και οστεοκύτταρα, (β) οστεοβλάστες και οστεοκλάστες, (γ) χονδροβλάστες και οστεοκλάστες, (δ) οστεοβλάστες και οστεοκύτταρα.
13. Τα οστεοπρογονικά κύτταρα εντοπίζονται (α) στα βοθρία, (β) στην ινώδη στοιβάδα του περιοστέου, (γ) στο ενδόστεο, (δ) στο περιχόνδριο, (ε) στους αυξητικούς χόνδρους.
14. Το κάταγμα που συνοδεύεται από λύση της συνέχειας του δέρματος ονομάζεται (α) κάταγμα τύπου χλωρού ξύλου, (β) επιπλεγμένο, (γ) απλό, (δ) συντριπτικό, (ε) συμπιεστικό.
15. Η διαταραχή στην οποία τα οστά είναι πορώδη και λεπτά αλλά η χημική σύσταση της εξωκυττάριας ουσίας παραμένει φυσιολογική ονομάζεται (α) οστεομαλακία, (β) οστεοπόρωση, (γ) οστεομυελίτιδα, (δ) νόσος Paget's.
16. Σε ποιο σημείο εντός της επιφυσιακής πλάκας εντοπίζεται ο αβαστοποιημένος χόνδρος; (α) πλησιέστερα στη διάφυση, (β) στη μυελική κοιλότητα, (γ) μακριά από τη διάφυση, (δ) στον πρωτογενή πυρήνα οστέωσης, (ε) όλα τα παραπάνω.
17. Σε ποιο από τα παρακάτω σημεία δεν υπάρχει ενδόστεο; (α) γύρω από την εξωτερική επιφάνεια του μηριαίου οστού, (β) πάνω στις δοκίδες του σπογγώδους οστού, (γ) πάνω στην επένδυση του κεντρικού σωλήνα ενός οστέονα, (δ) σε άμεση επαφή με τον μυελό των οστών.
18. Αντιστοιχήστε τα κύτταρα της στήλης Β με τις περιγραφές της στήλης Α. Μπορεί να είναι σωστές περισσότερες από μια απαντήσεις.

Στήλη Α**Στήλη Β**

- ___ (1) Εντοπίζονται μέσα σε βοθρία (α) Οστεοβλάστες
- ___ (2) Εκκρίνουν εξωκυττάρια ουσία (β) Οστεοκύτταρα
- ___ (3) Συντηρούν την εξωκυττάρια ουσία (γ) Οστεοκλάστες
- ___ (4) Αποδομούν τον οστίτη ιστό (δ) Χονδροκύτταρα
- ___ (5) Εντοπίζονται στο ενδόστεο

Ερωτήσεις Βραχείας Ανάπτυξης

19. Εξηγήστε (α) γιατί ο χόνδρος διαθέτει προσαρμοστικότητα και (β) γιατί ο χόνδρος μπορεί να αυξάνεται τόσο γρήγορα στον αναπτυσσόμενο σκελετό.
20. Ορισμένοι φοιτητές ανατομίας αστεϊεύονται στο διάλειμμα, και αναρωτιούνται με τι θα έμοιαζε ένα οστό εάν είχε σπογγώδες οστό στην εξωτερική του επιφάνεια και συμπαγές οστό στην εσωτερική του· δηλαδή το αντίθετο από ότι συμβαίνει στην πραγματικότητα. Απαντάτε στους φοιτητές ότι ο μηχανικός σχεδιασμός αυτού του φανταστικού οστού θα ήταν ελαττωματικός και ότι θα έσπαγε πολύ εύκολα κατά την κάμψη. Εξηγήστε την απάντησή σας.
21. Πότε και γιατί συμβαίνει η σύγκλιση των επιφυσιακών πλακών;
22. Στη διάρκεια ποιας περιόδου της ζωής αυξάνεται δραματικά η σκελετική μάζα; Πότε αρχίζει να ελαττώνεται; Γιατί τα κατάγματα είναι συχνότερα στους ηλικιωμένους;
23. Σε ένα τεμάχιο χόνδρου στον σκελετό ενός νέου ατόμου, η διάμεση και η αποθετική ανάπτυξη συντελούνται ταυτόχρονα. Αναφέρετε τις ομοιότητες και τις διαφορές των δυο αυτών τύπων ανάπτυξης.
24. Φωτοτυπήστε μια εικόνα ανθρώπινου σκελετού και στη συνέχεια χρωματίστε με κόκκινο μολύβι τα μεμβρανώδη οστά και με μπλε μολύβι τα ενδοχόνδρια οστά.
25. Περιγράψτε τις διαφορές ανάμεσα στην οστεοκλάση, το οστεοκύτταρο, την οστεοβλάση και τον οστέονα.

26. Αναφέρετε τρία όμοια και τρία διαφορετικά δομικά χαρακτηριστικά του χόνδρου και του οστίτη ιστού.

Ερωτήσεις Κριτικής Σκέψης και Κλινικής Εφαρμογής

- Εξηγήστε γιατί τα άτομα που βρίσκονται σε αναπηρικά αμαξίδια λόγω παράλυσης των κάτω άκρων έχουν λεπτά, αδύναμα οστά στους μηρούς και τις κνήμες.
- Ο Γ. που είναι 52 ετών, έπεσε ενώ περπατούσε από το σχολείο προς το σπίτι του. Υπέστη κάταγμα σε ένα οστό και τραυμάτισε τον χόνδρο στο γόνατό του. Υπό την προϋπόθεση ότι δεν θα τοποθετηθούν ειδικά ιστικά μοσχεύματα, ποιο θα επουλωθεί ωρίτερα το οστό ή ο χόνδρος; Γιατί;
- Ο Σ. παρακολούθησε ένα καλοκαιρινό πρόγραμμα άρσης βαρών και κατετάγη μεταξύ 7ης και 8ης θέσης. Παρατήρησε ότι ο προπονητής ασκούσε υπερβολική πίεση στους συμμετέχοντες προκειμένου να βελτιώσουν τη δύναμή τους. Μετά από μια εξαιρετικά έντονη προπόνηση, ο Σ. αισθάνθηκε πολύ έντονο πόνο στον βραχιόνά του και αδυναμία γύρω από τον αγκώνα. Επισκέφτηκε τον γιατρό του τμήματος, ο οποίος τον υπέβαλλε σε ακτινολογικό έλεγχο και του είπε ότι ο τραυματισμός του ήταν σοβαρός επειδή «το άνω άκρο, δηλαδή η επίφυση του βραχιόνιου οστού του είχε αρχίσει να αποκολλάται». Τι είχε συμβεί; Θα μπορούσε να συμβεί το ίδιο και στην 23χρονη αδελφή του Σ., τη Μαρία, που επίσης άρχισε να παρακολουθεί ένα πρόγραμμα άρσης βαρών; Ναι ή όχι και γιατί;
- Η Μ. έθεσε το εξής ερώτημα: «Εάν οι επιφυσιακοί αυξητικοί χόνδροι αναπτύσσονται τόσο γρήγορα, γιατί παραμένουν λεπτοί; Οι αναπτυσσόμενες δομές υποτίθεται ότι αυξάνονται κατά μήκος ή κατά πλάτος, όμως αυτοί οι χόνδροι διατηρούν το ίδιο πάχος». Τι θα της απαντούσατε;
- Στη σκανδιναβική μυθολογία αναφέρεται ένας διάσημος Βίκινγκ, ο Egil, ένα υπαρκτό πρόσωπο που έζησε γύρω στο 900 μ.Χ. Το κρανίο του είχε πολύ μεγάλες διαστάσεις και ήταν παραμορφωμένο. Επιπλέον, τα οστά του κρανίου είχαν πολύ σκληρή σύσταση και αυξημένο πάχος (6 cm). Το κρανίο του βρέθηκε σε ανασκαφή και άντεξε στο χτύπημα ενός τσεκουριού χωρίς να υποστεί βλάβη. Ο Egil έπασχε από πονοκεφάλους λόγω της πίεσης που ασκούσε στον νωτιαίο μυελό του ένας διογκωμένος σπόνδυλος. Το μεγαλύτερο μέρος της καρδιακής παροχής επιμεριζόταν ποσοτικά προς τα οστά του κρανίου ώστε να καλυφθούν οι μεγάλες ανάγκες της οστικής αναδόμησης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα ότι αισθανόταν κρύα τα δάχτυλα των χεριών και των ποδιών του, ενώ και η καρδιά του είχε υποστεί βλάβες λόγω υπερβολικής καταπόνησης. Από ποια οστική διαταραχή ενδέχεται να έπασχε ο Egil;
- Η Β. που είναι 75 ετών, παραπάτησε ελαφρώς ενώ βάδιζε και στη συνέχεια αισθάνθηκε έναν φοβερό πόνο στο αριστερό της ισχίο. Στο νοσοκομείο, οι ακτινογραφίες έδειξαν ότι το ισχίο είχε σπάσει. Επιπλέον, το σπογγώδες οστό ολόκληρης της σπονδυλικής της στήλης ήταν πολύ λεπτό. Από ποια κατάσταση πάσχει η Β.;
- Γιατί οι επαναλαμβανόμενες κινήσεις ενδέχεται να προκαλέσουν οστεομαλακία;
- Τα κλασικά θεραπευτικά μέτρα κατά της οστεοπόρωσης στοχεύουν στη διατροφική έλλειψη ασβεστίου και στη σημασία της γυμναστικής με ασκήσεις αντίστασης. Περιγράψτε τον τρόπο με τον οποίο οι ασκήσεις αντίστασης βελτιώνουν την οστική μάζα.