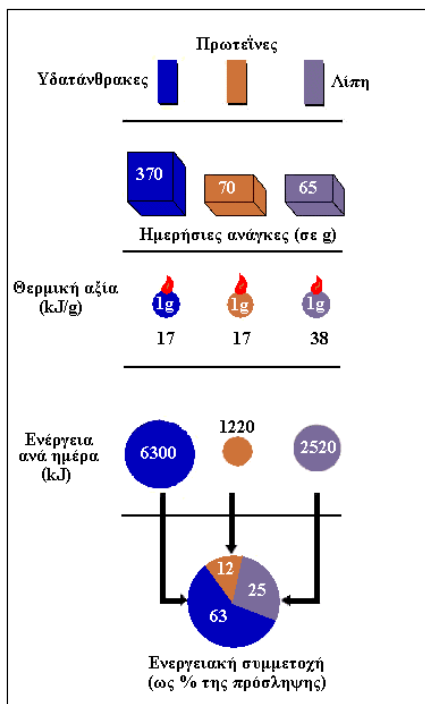


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΙΚΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

7.1 ΜΟΡΦΕΣ ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Οι οργανισμοί, για να μπορούν να επιβιώσουν χρειάζονται συνεχώς ενέργεια. Η ζωντανή ύλη είναι ένα θερμοδυναμικά ασταθές σύστημα που θα εξαντληθεί και θα αποδιοργανωθεί, αν δεν παίρνει ενέργεια. Επιπλέον, οι οργανισμοί εκτελούν συνεχώς διάφορα είδη έργου, όπως η κίνηση, η σύνθεση ουσιών, η παραγωγή θερμότητας κτλ, που απαιτούν συνεχή πρόσληψη και κατανάλωση ενέργειας. Η ενέργεια που απαιτείται γι' αυτές τις λειτουργίες προέρχεται από τις τροφές.



Οι ενεργειακές ανάγκες καλύπτονται κυρίως από τρεις κατηγορίες οργανικών ενώσεων: τους υδατάνθρακες, τα λίπη και τις πρωτεΐνες. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνονται οι ημερήσιες ανάγκες σε οργανικές ουσίες και ενέργεια ενός άνδρα, που εκτελεί ελαφρά εργασία.

Επί πλέον, οι οργανικές ουσίες δίνουν πρώτες ύλες για την αύξηση (ανάπτυξη) των οργανισμών, για παραγωγή συστατικών χρήσιμων για τις κυτταρικές λειτουργίες (π.χ. ένζυμα) και για επιδιορθώσεις βλαβών.

Οι οργανισμοί που δε μπορούν να συνθέσουν τις οργανικές ουσίες, που χρειάζονται, από ανόργανες, ονομάζονται **ετερότροφοι** (άνθρωπος, μύκητες κ.ά.). Ως γνωστόν, παραγωγοί των οργανικών ουσιών είναι οι **αυτότροφοι** οργανισμοί, όπως τα φωτοσυνθέτοντα φυτά.

Εικ. 7.1

Όπως αναφέρθηκε σε άλλο κεφάλαιο, οι ετερότροφοι οργανισμοί εξασφαλίζουν τις οργανικές ουσίες με τρεις τρόπους:

- **Παρασιτική** διατροφή: η πρόσληψη της τροφής γίνεται από άλλους ζωντανούς οργανισμούς, τους ξενιστές.
- **Σαπροφυτική** διατροφή: ορισμένα βακτήρια και μύκητες προσλαμβάνουν την τροφή τους από νεκρούς ιστούς.
- **Ολοζωική** διατροφή: η πρόσληψη στερεάς ή υγρής τροφής στο γαστρεντερικό σωλήνα (έντερο) και η μετέπειτα διάσπασή της, με τη διαδικασία της πέψης, σε απλούστερες ουσίες.

Τα ζώα με ολοζωική διατροφή διακρίνονται σε φυτοφάγα, σαρκοφάγα και παμφάγα. Τα **φυτοφάγα** ζώα τρέφονται μόνο με φυτικές οργανικές ουσίες, ενώ τα **σαρκοφάγα** μόνο με ζωικές. Ο άνθρωπος ανήκει στα **παμφάγα**, γιατί τρέφεται με ζωικές και φυτικές οργανικές ουσίες. Άλλα παμφάγα ζώα είναι τα γουρούνια, οι κατσαρίδες και τα κοράκια που στην πορεία της παρουσίας τους στη Γη εξελίχθηκαν ως κυνηγοί και τροφοσυλλέκτες.

Τα συστατικά και η επεξεργασία της τροφής

Μετά την **πρόσληψη** της τροφής ακολουθεί η **πέψη**, κατά την οποία οι τροφές με **μηχανική και χημική επεξεργασία** διασπώνται σε μικρότερα μόρια τα οποία μπορούν να **απορροφηθούν** από τον οργανισμό.

Το μεγαλύτερο μέρος της τροφής αποτελείται από **πρωτεΐνες, λίπη** και **υδατάνθρακες**. Τόσο οι πρωτεΐνες, όσο τα λίπη και οι υδατάνθρακες είναι μακρομοριακές ουσίες και αυτό εμποδίζει την είσοδό τους στα κύτταρα.

Με τη διαδικασία της πέψης, τα μακρομόρια διασπώνται στα συστατικά από τα οποία είναι δομημένα, δηλαδή, τα μονομερή. Οι πολυσακχαρίτες και οι δισακχαρίτες διασπώνται σε απλά σάκχαρα, τα λίπη διασπώνται σε γλυκερόλη και λιπαρά οξέα, οι πρωτεΐνες σε αμινοξέα και τα νουκλεϊνικά οξέα σε νουκλεοτίδια.

Σε προηγούμενο κεφάλαιο έχει αναφερθεί πως τα πολυμερή δημιουργούνται με **συμπύκνωση**, δηλαδή την αποβολή ενός μορίου νερού για κάθε ομοιοπολικό δεσμό που δημιουργείται. Ακριβώς το αντίθετο συμβαίνει με την πέψη. Η πέψη προκαλεί διάσπαση των δεσμών με ενζυματική δράση και προσθήκη νερού. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **υδρόλυση**. Η χημική διάσπαση των πολυμερών γίνεται μετά τη μηχανική τους διάσπαση που συμβαίνει στο στόμα με τη δράση των δοντιών αλλά και σε άλλα μέρη του γαστρεντερικού σωλήνα, όπως για παράδειγμα στο στομάχι. Η μηχανική διάσπαση της τροφής έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η επιφάνεια των συστατικών για να διευκολυνθεί η δράση των υδρολυτικών ενζύμων.

Μετά την πέψη, ακολουθεί η διαδικασία της απορρόφησης, όπου τα μονομερή (απλά μόρια) μεταφέρονται στα κύτταρα, αφού πρώτα εισέλθουν στο αίμα. Ουσίες που παραμένουν άπεπτες αποβάλλονται από τον οργανισμό.

7.2 ΤΟ ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ



Εικ. 7.2

Η πέψη στον άνθρωπο και, γενικά, σε όλα τα θηλαστικά αλλά και σε άλλους οργανισμούς συντελείται σε ειδικό σωλήνα που ονομάζεται **γαστρεντερικός σωλήνας**. Η τροφή κινείται προς μια κατεύθυνση και ο γαστρεντερικός σωλήνας αποτελείται από εξειδικευμένα τμήματα, όπου η πέψη και η απορρόφηση γίνονται σταδιακά.

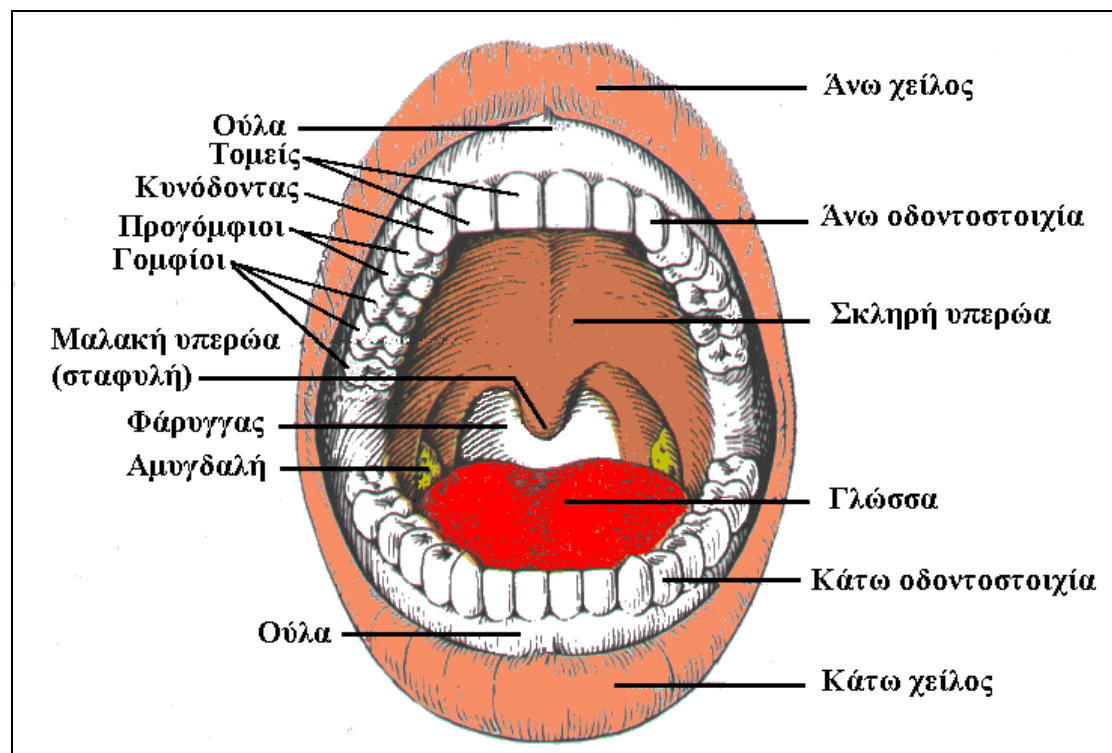
Γενικά, η τροφή προσλαμβάνεται από το στόμα και διαμέσου του φάρυγγα και του οισοφάγου καταλήγει στο στομάχι. Στη συνέχεια η τροφή περνά στο λεπτό έντερο όπου οι χρήσιμες ουσίες θα απορροφηθούν. Απεπτες ουσίες αποβάλλονται από τον πρωκτό.

Εγκάρσια τομή του γαστρεντερικού σωλήνα δείχνει ότι ο σωλήνας αποτελείται από τέσσερα είδη ιστών: ο αυλός επενδύεται από το **βλεννογόνο** και ακολουθούν, ο **υποβλεννογόνιος**, ο **μυικός** και ο **ορογόνος** ιστός. **Περισταλτικές** ρυθμικές κινήσεις των λείων μυών ωθούν την τροφή κατά μήκος του γαστρεντερικού σωλήνα.

Το πεπτικό σύστημα συνδέεται άμεσα με προσαρτημένους αδένες οι οποίοι εκκρίνουν διάφορα υγρά στο γαστρεντερικό σωλήνα με τους εκφορητικούς τους πόρους. Οι προσαρτημένοι αδένες είναι τα τρία ζεύγη των **σιελογόνων αδένων**, το **πάγκρεας** και το **συκώτι** στο οποίο βρίσκεται και η **χοληδόχος κύστη**.

Στη συνέχεια, θα παρακολουθήσουμε την πορεία της τροφής κατά μήκος του ανθρώπινου γαστρεντερικού σωλήνα, για να εξακριβώσουμε ακριβώς τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η επεξεργασία της.

Η στοματική κοιλότητα

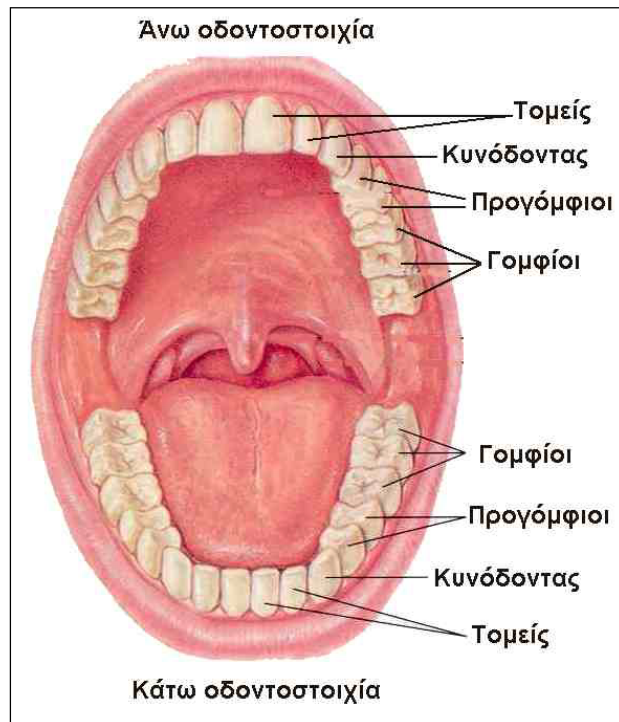


Εικ. 7.3

Η στοματική κοιλότητα αποτελεί την αρχή του γαστρεντερικού σωλήνα. Ορίζεται από τα *χείλη*, τις *παρειές*, τη *σκληρή* και τη *μαλακή υπερώα*, ενώ περιέχει τη *γλώσσα* και τα *δόντια*.

Η οροφή της στοματικής κοιλότητας σχηματίζεται από την **υπερώα**. Προς τα επάνω και εμπρός βρίσκεται η σκληρή υπερώα, ενώ προς τα επάνω και πίσω η μαλακή υπερώα. Στο πίσω μέρος της μαλακής υπερώας παρατηρείται μια προεκβολή, η

σταφυλή και στα πλάγια δύο πτυχές. Μεταξύ των πτυχών αυτών βρίσκονται οι αμυγδαλές.



Στη βάση της στοματικής κοιλότητας βρίσκεται η γλώσσα. Η γλώσσα είναι ένα μύδος ευκίνητο όργανο το οποίο χρησιμεύει στη μάσηση, στη διαδικασία δημιουργίας του βλωμού, στην κατάποση της τροφής, στην ομιλία, στην αφή και στην αίσθηση της γεύσης.

Η μηχανική και η χημική πέψη της τροφής ξεκινά από το στόμα. Κατά τη διάρκεια της μάσησης της τροφής, διάφορα είδη δοντιών, κατατεμαχίζουν και αλέθουν την τροφή με στόχο να αυξήσουν την επιφάνειά της αλλά και για να διευκολυνθεί η κατάποση.

Εικ. 7.4 Η άνω και η κάτω γνάθος. Διακρίνονται τα μόνιμα δόντια, δηλαδή, 8 τομείς ή κοπήρες, 4 κυνόδοντες, 8 προγόμφιοι και 12 γομφίοι.

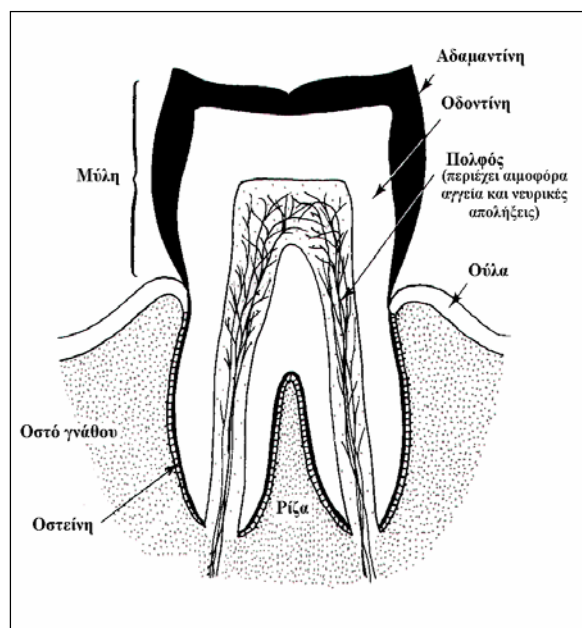
Τα δόντια διακρίνονται στους **τομείς**, **κυνόδοντες**, **προγόμφιους** και **γομφίους**. Οι τομείς κόβουν την τροφή και οι κυνόδοντες τη σχίζουν. Οι προγόμφιοι και οι γομφίοι την αλέθουν. Τα **μόνιμα** δόντια στον άνθρωπο είναι 32, ενώ μέχρι την ηλικία των 6 περίπου ετών υπάρχουν τα **νεογιλά** δόντια που είναι 20. Η μόνιμη οδοντοφυΐα αρχίζει να σχηματίζεται από το 6^ο έτος και συμπληρώνεται μετά το 17^ο έτος της ηλικίας με τους φρονιμίτες.

Η παρουσία της τροφής στη στοματική κοιλότητα διεγείρει τη δημιουργία νευρικού αντανακλαστικού, με αποτέλεσμα οι σιελογόνοι αδένες να ενεργοποιηθούν και να ελευθερώσουν ποσότητα σάλιου στη στοματική κοιλότητα.

Υπάρχουν τρία ζεύγη σιελογόνων αδένων. Οι **υπογνάθιοι**, οι **υπογλώσσιοι** και οι **παρωτιδικοί**. Έχει υπολογιστεί ότι περισσότερο από ένα λίτρο σάλιου ελευθερώνεται καθημερινά στη στοματική κοιλότητα. Το σάλιο περιέχει τη **γλυκοπρωτεΐνη μουκίνη** (mucin) η οποία προστατεύει το βλεννογόνο της στοματικής κοιλότητας και λιπαίνει την τροφή για διευκόλυνση της κατάποσης. Το σάλιο περιέχει επίσης **ρυθμιστικές ουσίες** που εμποδίζουν την αποσύνθεση της τροφής που θα επισυνέβαινε στην παρουσία όξινου περιβάλλοντος, καθώς και αντιβακτηριακό ένζυμο, τη **λυσοζύμη**, που εξοντώνει τα περισσότερα βακτήρια που εισέρχονται μαζί με την τροφή.

Το σάλιο περιέχει και το πεπτικό ένζυμο **α-αμυλάση** (λέγεται και πτυαλίνη) το οποίο παράγεται από τους παρωτιδικούς αδένες και υδρολύει τα πολυμερή της γλυκόζης, δηλαδή το άμυλο και το γλυκογόνο.

Τα κύρια προϊόντα της δράσης της αμυλάσης στο στόμα είναι μικρότεροι πολυσακχαρίτες, καθώς και ο δισακχαρίτης μαλτόζη.

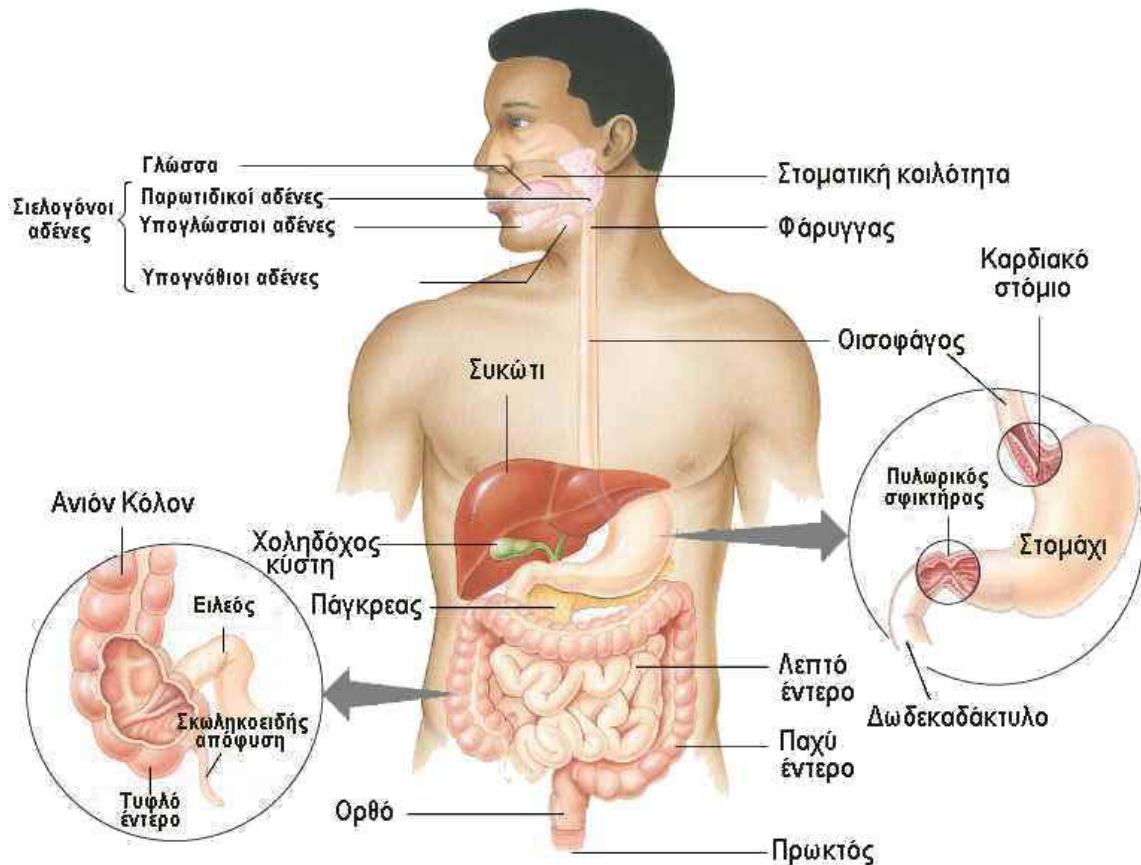


Εικ. 7.5 Τα μέρη του δοντιού

Κάθε δόντι αποτελείται από τη μύλη, τον αυχένα και τη ρίζα. Ο πολφός είναι μια περιοχή πλούσια σε αγγεία και νεύρα. Ο πολφός περιβάλλεται από την οδοντίνη η οποία στη μύλη περιβάλλεται από την αδαμαντίνη και στη ρίζα από την οστέινη. Η αδαμαντίνη αποτελεί το πιο σκληρό τμήμα του σώματος ενώ η οδοντίνη είναι περίπου τόσο σκληρή όσο τα οστά του σώματος. Κύριο συστατικό και των δύο είναι το ασβέστιο, ενώ η αδαμαντίνη περιέχει και ελάχιστες οργανικές ουσίες και νερό.

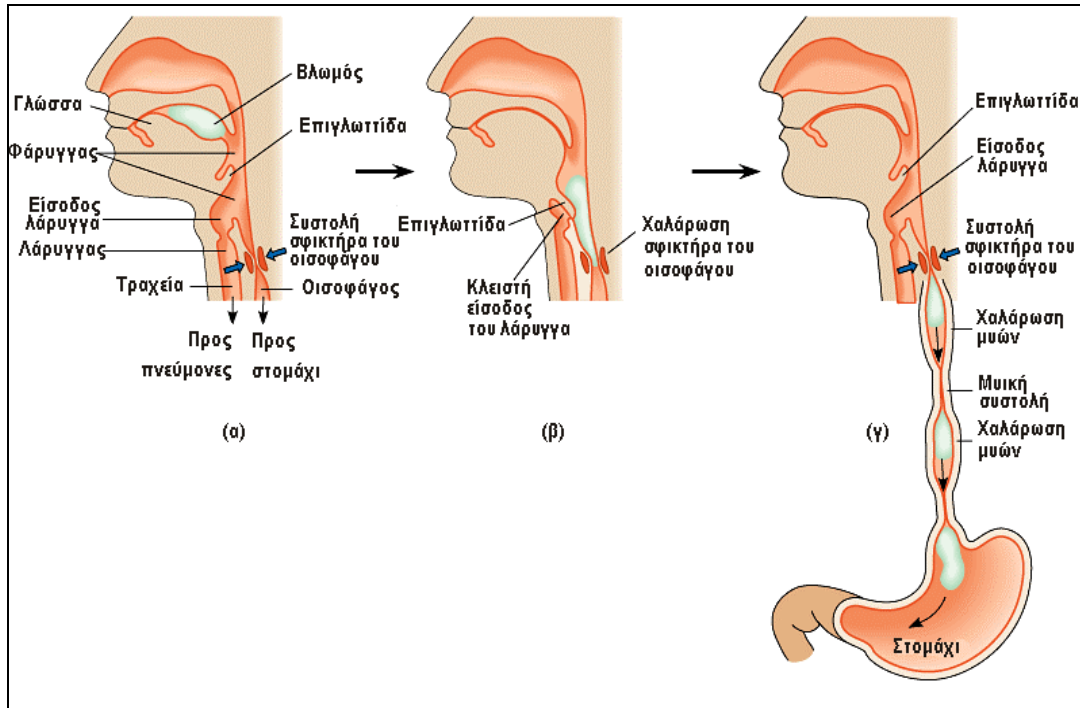
Υγιεινή των δοντιών

Η **τερηδόνα** των δοντιών οφείλεται στα βακτήρια που ζουν στο στόμα. Τρέφονται με υπολείμματα τροφής και παράγουν οξέα που καταστρέφουν την αδαμαντίνη και την οδοντίνη. Η τερηδόνα προχωρεί στον πολφό όπου υπάρχουν νεύρα και προκαλεί πόνο. Η **ουλίτιδα** προκαλείται από βακτήρια που συγκεντρώνονται ανάμεσα στα δόντια και στα ούλα. Για πρόληψη των πιο πάνω παθήσεων τα δόντια πρέπει να βουρτσίζονται μετά από κάθε γεύμα και να γίνονται τακτικές επισκέψεις στον οδοντίατρο για έλεγχο και καθαρισμό.



Εικ. 7.7 Το ανθρώπινο πεπτικό σύστημα: Μετά τη μάσηση και την κατάποση της τροφής, σε 5 - 10 περίπου δευτερόλεπτα, η τροφή εισέρχεται στο στομάχι, μέσω του οισοφάγου. Στο στομάχι, η τροφή παραμένει για 2 - 6 ώρες και εκεί υπόκειται σε μερική πέψη. Η πέψη ολοκληρώνεται στο λεπτό έντερο σε 5 - 6 ώρες. Άπεπτα υλικά αποβάλλονται ως κόπρανα από τον πρωκτό.

Ο φάρυγγας, ένας ινομυώδης σωλήνας μήκους 15 cm περίπου, βρίσκεται στο πίσω μέρος της στοματικής κοιλότητας και οδηγεί στον οισοφάγο αλλά και στην τραχεία. Κατά την **κατάποση**, ο λάρυγγας και το άνω μέρος της τραχείας κινούνται προς τα πάνω με αποτέλεσμα το στόμιο της τραχείας να «σκεπαστεί» από μια χόνδρινη βαλβίδα, την **επιγλωττίδα**. Η τροφή, κατά συνέπεια, θα προωθηθεί στον οισοφάγο και όχι στο αναπνευστικό σύστημα.



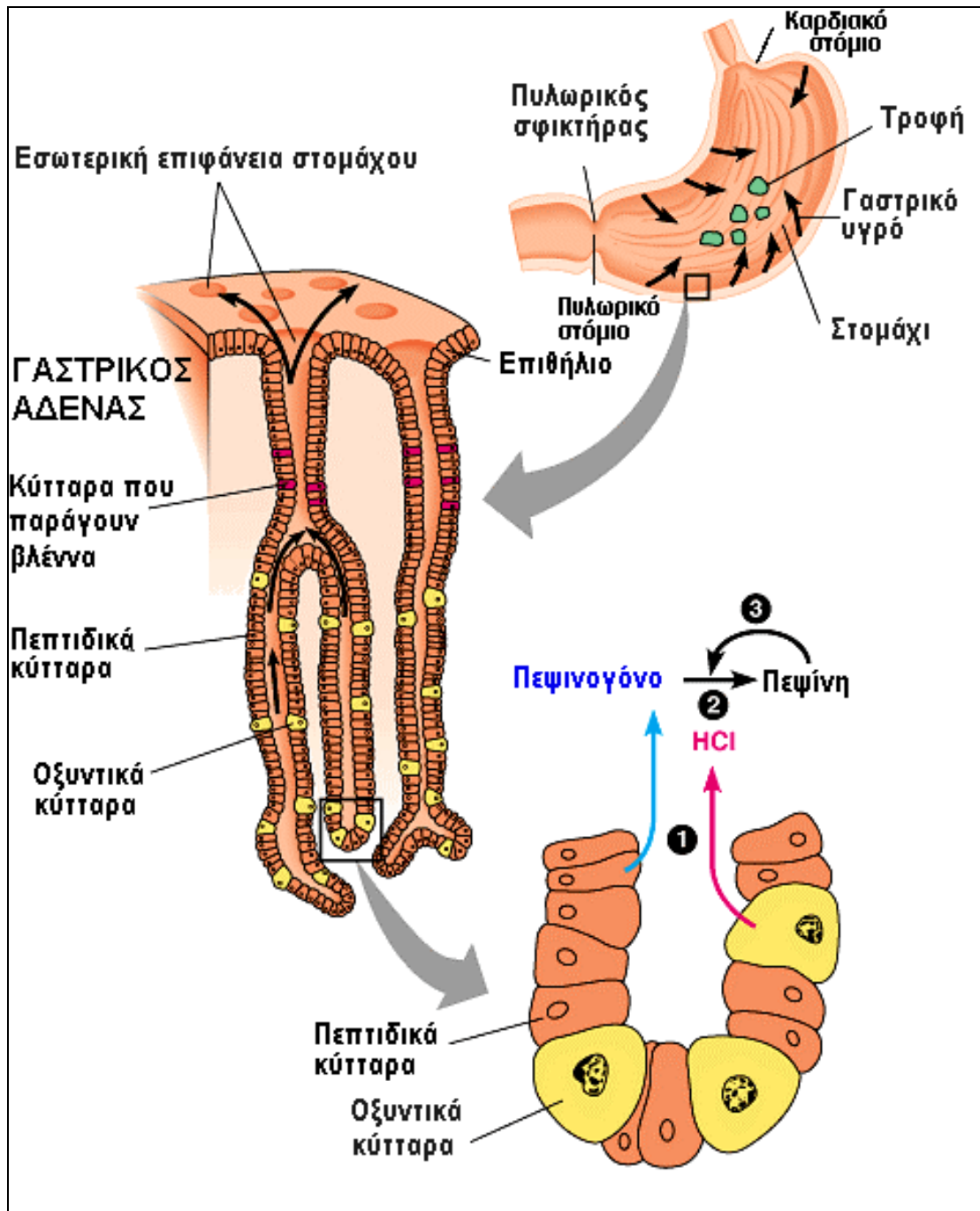
Εικ. 7.8 Από το στόμα στο στομάχι: το αντανακλαστικό της κατάποσης και η περίσταση. (α) Το αντανακλαστικό της κατάποσης αρχίζει με την είσοδο του βλωμού στο φάρυγγα. (β) Ο σφικτήρας του οισοφάγου χαλαρώνει και ο βλωμός εισέρχεται στον οισοφάγο. Ο λάρυγγας κινείται προς τα πάνω με αποτέλεσμα η επιγλωττίδα να καλύψει την είσοδο της τραχείας. (γ) Με την είσοδο του βλωμού στον οισοφάγο, ο λάρυγγας κινείται προς τα κάτω και έτσι ανοίγουν οι αεροφόρες οδοί. Ένα περισταλτικό κύμα στη συνέχεια ωθεί το βλωμό προς το στομάχι.

Ο οισοφάγος

Ο οισοφάγος μεταφέρει την τροφή από το στόμα στο στομάχι. Είναι ένας μυώδης σωλήνας που έχει μήκος 25cm περίπου. Ο βλωμός προχωρεί προς το στομάχι ωθούμενος από τις περισταλτικές κινήσεις του οισοφάγου. Οι μυς στο άνω τμήμα του οισοφάγου είναι γραμμωτοί και επιτρέπουν την εκούσια κίνηση, δηλαδή το ξεκίνημα της διαδικασίας της κατάποσης. Στη συνέχεια την προώθηση της τροφής αναλαμβάνουν οι λείοι μυς στο υπόλοιπο τμήμα του οισοφάγου και η μεταφορά του βλωμού στο στομάχι καθίσταται πλέον ακούσια. Καθώς ο βλωμός μεταφέρεται διαμέσου του οισοφάγου στο στομάχι, η δράση της αμυλάσης συνεχίζεται.

Το στομάχι

Το στομάχι είναι ένας μυώδης σάκος που βρίσκεται στην αριστερή πλευρά της κοιλιακής κοιλότητας, ακριβώς κάτω από το διάφραγμα. Το μεγάλο μέγεθος του στομαχιού επιτρέπει την αποθήκευση αρκετής ποσότητας τροφής, ώστε να μη χρειάζεται συνεχής πρόσληψή της. Συνολικά, μπορεί να χωρέσει μέχρι και δύο λίτρα στερεής και υγρής τροφής. Τα επιθηλιακά κύτταρα που επενδύουν το εσωτερικό του στομάχου εκκρίνουν το **γαστρικό υγρό**, που έχει κυρίως πεπτική λειτουργία. Το γαστρικό υγρό περιέχει υδροχλωρικό οξύ μεγάλης συγκέντρωσης με



Εικ. 7.9 Η έκκριση του γαστρικού υγρού στο στομάχι. Ο βλεννογόνος του στομάχου αποτελείται από απλά επιθηλιακά κύτταρα. Στην εσωτερική επιφάνεια του στομάχου υπάρχουν μικρά ανοίγματα που οδηγούν στους γαστρικούς αδένες. Στο πρώτο μέρος των αδένων υπάρχουν κύτταρα που εκκρίνουν βλέννα η οποία εμποδίζει την πέψη του ίδιου του στομάχου. Πιο βαθιά βρίσκονται τα οξυντικά κύτταρα που εκκρίνουν υδροχλωρικό οξύ και πεπτιδικά κύτταρα που εκκρίνουν πεψινογόνο. Στον αυλό του στομάχου το πεψινογόνο μετατρέπεται σε πεψίνη από το υδροχλωρικό οξύ. Η παρουσία της πεψίνης διεγείρει την παραγωγή περισσότερης πεψίνης και αυτή η διαδικασία αποτελεί παράδειγμα θετικής ανάδρασης.

pH που κυμαίνεται γύρω στο 2. Το υδροχλωρικό οξύ χρησιμεύει και στην εξόντωση των περισσότερων βακτηρίων που εισέρχονται με την τροφή.

Τα κύτταρα που παράγουν υδροχλωρικό οξύ (οξυντικά) παράγουν επίσης και τον «ενδογενή παράγοντα» που ρυθμίζει την απορρόφηση της βιταμίνης B₁₂. Η έλλειψη του προκαλεί βαριά αναιμία.

Στο γαστρικό υγρό απαντάται και το ένζυμο **πεψίνη** που βοηθά στην υδρόλυση (διάσπαση) των πρωτεϊνών. Με τη δράση της πεψίνης οι πρωτεΐνες διασπώνται σε μικρότερα πολυπεπίδια. Η πεψίνη είναι από τα πολύ λίγα ένζυμα που λειτουργούν καλύτερα σε όξινο περιβάλλον. Η παρουσία της πεψίνης στο στομάχι προκαλεί και τον τερματισμό της δράσης της αμυλάσης που αναπόφευκτα εισέρχεται στο στομάχι μαζί με το βλωμό. Εφόσον η αμυλάση είναι και αυτή μια πρωτεϊνικής φύσης ουσία, στο στομάχι δέχεται τη δράση της πεψίνης και διασπάται σε μικρότερα πολυπεπίδια όπως συμβαίνει και στις υπόλοιπες πρωτεΐνες.

Πώς, όμως, θα εμποδιστεί η πεψίνη, να διασπάσει τα τοιχώματα του στομάχου που αποτελούνται βέβαια από κύτταρα στα οποία δεσπόζουν οι πρωτεΐνες; Αρχικά, η πεψίνη παράγεται και εκκρίνεται σε ανενεργή μορφή, το **πεψινογόνο** που μόνο τότε μετατρέπεται σε πεψίνη, όταν έρθει σε επαφή με το υδροχλωρικό οξύ. Αυτό συμβαίνει στον αυλό του στομάχου. Η παρουσία της βλέννας που καλύπτει εξωτερικά το βλεννογόνο του στομάχου, προστατεύει τα κύτταρα του βλεννογόνου και ουσιαστικά εμποδίζει την πέψη του ίδιου του στομάχου. Παρ' όλα τα μέτρα που λαμβάνονται, τα κύτταρα του βλεννογόνου διαβρώνονται σταδιακά, αλλά νέα κύτταρα παράγονται συνεχώς μιτωτικά και αναπληρώνουν τα κατεστραμμένα. Υπολογίζεται ότι τα κύτταρα του βλεννογόνου του στομάχου αναπληρώνονται κάθε τρεις ημέρες. Οι πληγές που ενίοτε εμφανίζονται στο βλεννογόνο του στομάχου ονομάζονται **γαστρικά έλκη** και προκαλούνται κυρίως από βακτήρια.

Η εκκριτική δραστηριότητα του στομάχου ελέγχεται από το νευρικό αλλά και το ενδοκρινικό σύστημα. Η οπτική επαφή, η όσφρηση, ακόμη και η σκέψη της τροφής προκαλεί δημιουργία ώσεων στον εγκέφαλο που προκαλούν την έκκριση γαστρικού υγρού στο στομάχι. Επίσης, ορισμένες ουσίες στην τροφή (καφές, αλκοόλη) διεγείρουν το στομάχι που παράγει την ορμόνη **γαστρίνη**. Η γαστρίνη μεταφέρεται με το αίμα και προκαλεί αύξηση της έκκρισης του γαστρικού υγρού από το στομάχι. Κάθε μέρα το στομάχι εκκρίνει περί τα 5 λίτρα γαστρικού υγρού. Η τροφή στο στομάχι μετατρέπεται σε **χυλό** από τις συνεχείς κινήσεις των λείων μυών του στομάχου. Η ανάμειξη της τροφής και η δράση των ενζύμων μετατρέπουν το βλωμό σε χυμό.

Από τον οισοφάγο, η τροφή εισέρχεται στο στομάχι μέσω του **καρδιακού στομίου** και ο χυλός εξέρχεται του στομάχου από το **πυλωρικό στόμιο**. Το στομάχι αδειάζει μετά από μια περίοδο 2 – 6 ωρών από τη στιγμή της πρόσληψης της τροφής.

Το λεπτό έντερο

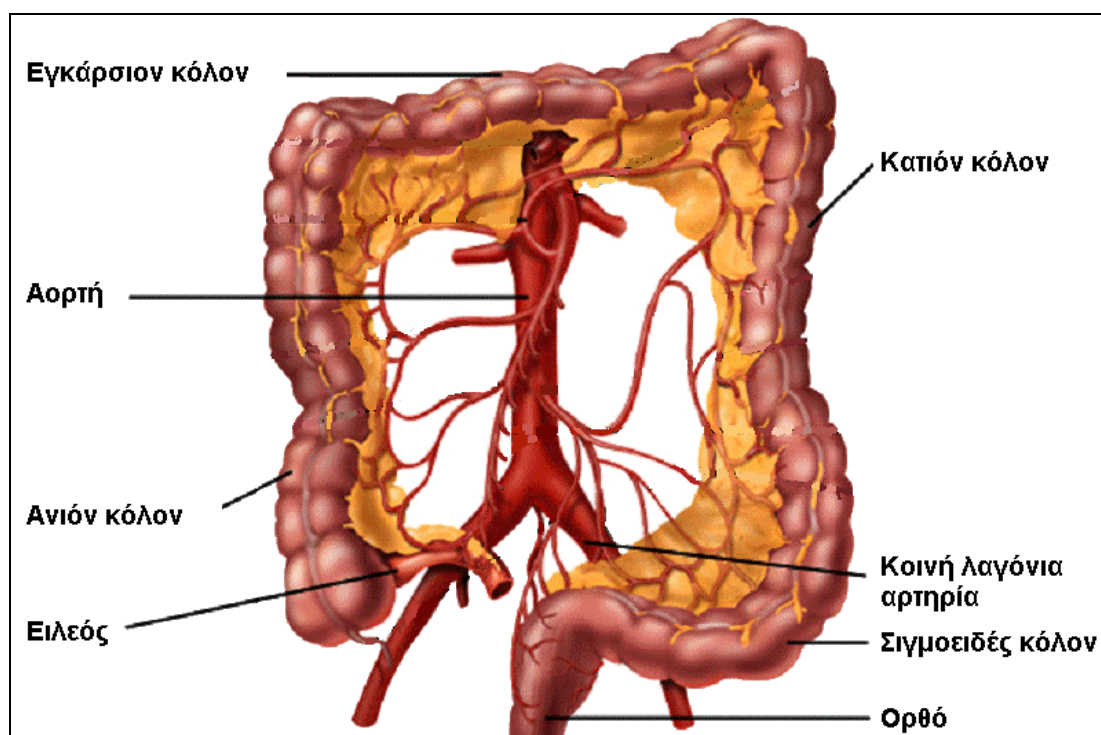
Το λεπτό έντερο είναι ένας επιμήκης σωλήνας μήκους περίπου 6 μέτρων με σχετικά μικρή διάμετρο. Αποτελείται από το δωδεκαδάκτυλο, τη νήστιδα και τον ειλεό. Επικοινωνεί με το στομάχι μέσω του πυλωρικού στομίου και με το παχύ έντερο μέσω της ειλεοκολικής βαλβίδας του ειλεού.

Η πέψη των τροφών ξεκινά από το στόμα όπου γίνεται μερική διάσπαση του αμύλου, ενώ μερική διάσπαση των πρωτεϊνών γίνεται στο στομάχι. Η υδρόλυση των

μακρομορίων της τροφής, γίνεται σε μεγάλο βαθμό στο λεπτό έντερο. Στον άνθρωπο το λεπτό έντερο ξεπερνά τα 6 μέτρα σε μήκος και είναι το βασικό όργανο τόσο της πέψης όσο και της απορρόφησης των θρεπτικών ουσιών που προκύπτουν από την πέψη.

Το παχύ έντερο

Το παχύ έντερο έχει μήκος 1,5 μέτρα και αρχίζει από την ειλεοκολική βαλβίδα και καταλήγει στον πρωκτό. Έχει μεγαλύτερη διάμετρο από το λεπτό έντερο. Αποτελείται από το τυφλό, το κόλον και το ορθό (απευθυσμένο). Το τυφλό συνδέεται με τον ειλέο μέσω της ειλεοκολικής βαλβίδας η οποία επιτρέπει τη διέλευση του περιεχομένου του λεπτού εντέρου προς το παχύ έντερο και όχι αντίθετα.



Εικ. 7.10 Το παχύ έντερο

Το κόλον αποτελείται από το ανιόν, το εγκάρσιο και το καπών κόλον. Λόγω του σχήματός του, το τελευταίο μέρος του ονομάζεται σιγμοειδές κόλον το οποίον καταλήγει στο ορθό. Το παχύ έντερο εκκρίνει βλέννα που προστατεύει το βλεννογόνο του από την ερεθιστική παρουσία των οξέων που παράγονται από βακτήρια που ζουν εκεί.

Προσαρτημένοι αδένες του πεπτικού συστήματος

Πέραν των σιελογόνων αδένων, που είναι προσαρτημένοι αδένες στο πεπτικό σύστημα (σελ....), άλλοι αδένες είναι:

1. Το πάγκρεας

Το πάγκρεας είναι ένας μεγάλου μεγέθους και μαλακής υφής αδένας σε σχήμα σφύρας που βρίσκεται πίσω από το στομάχι, στο πίσω κοιλιακό τοίχωμα. Είναι μεικτός αδένας (ενδοκρινής και εξωκρινής).

Η ενδοκρινής μοίρα παράγει τις ορμόνες ινσουλίνη και γλυκαγόνη, που δεν έχουν σχέση με την πέψη, αλλά συμμετέχουν στη ρύθμιση του μεταβολισμού των υδατανθράκων από τα υπόλοιπα κύτταρα του οργανισμού.

Η εξωκρινής μοίρα παράγει το παγκρεατικό υγρό, 1200 – 1500 ml την ημέρα, που μέσω του παγκρεατικού πόρου καταλήγει στο **φύμα του Vater** και στο δωδεκαδάκτυλο.

Το παγκρεατικό υγρό περιέχει τα περισσότερα ένζυμα που συμμετέχουν στην πέψη (υδρολυτικά). Επίσης, περιέχει όξινα ανθρακικά άλατα (όπως το NaHCO_3) που δρουν ρυθμιστικά, ώστε να εξουδετερώνουν τον όξινο χυμό που έρχεται από το στομάχι στο έντερο. Η έκκριση του παγκρεατικού υγρού ρυθμίζεται από νευρικά ερεθίσματα, καθώς και από ορμόνες του λεπτού εντέρου (σεκρετίνη, χολοκυστοκινίνη).

2. Το ήπαρ (συκώτι)

Το ήπαρ είναι ο μεγαλύτερος αδένας του σώματος και βρίσκεται στην άνω κοιλία. Έχει μάζα 1,5 kg και η κατασκευή του είναι μαλακή και εύθρυπτη. Γι' αυτό και εύκολα τραυματίζεται σε κακώσεις της κοιλίας με επακόλουθη σοβαρή εσωτερική αιμορραγία. Αποτελείται από ηπατικά κύτταρα που μεταξύ άλλων παράγουν συνεχώς χολή.

Η χολή είναι υγρό με αλκαλική αντίδραση (pH 7,8) που αποτελείται από νερό (97,5%), χολικά και ανόργανα άλατα, χολοχρωστικές, όπως η χολερυθρίνη, χοληστερόλη, λιπαρά οξέα, φωσφορολιπίδια κ.ά.

Η χολερυθρίνη είναι προϊόν διάσπασης της αιμοσφαιρίνης από γερασμένα ή άχρηστα ερυθρά αιμοσφαίρια και αποβάλλεται μέσω της χολής. Αύξηση της ποσότητας της χολερυθρίνης στο αίμα πάνω από τα φυσιολογικά όρια, για οποιονδήποτε λόγο, δημιουργεί τον ίκτερο.

Η χολή αποθηκεύεται στη χοληδόχο κύστη. Η παρουσία λίπους στο δωδεκαδάκτυλο διεγείρει την έκκριση της ορμόνης χολοκυστοκινίνης η οποία προκαλεί σύσπαση της χοληδόχου κύστης και μεταφορά της χολής στο δωδεκαδάκτυλο μέσω του χοληδόχου πόρου.

Λειτουργίες του ήπατος

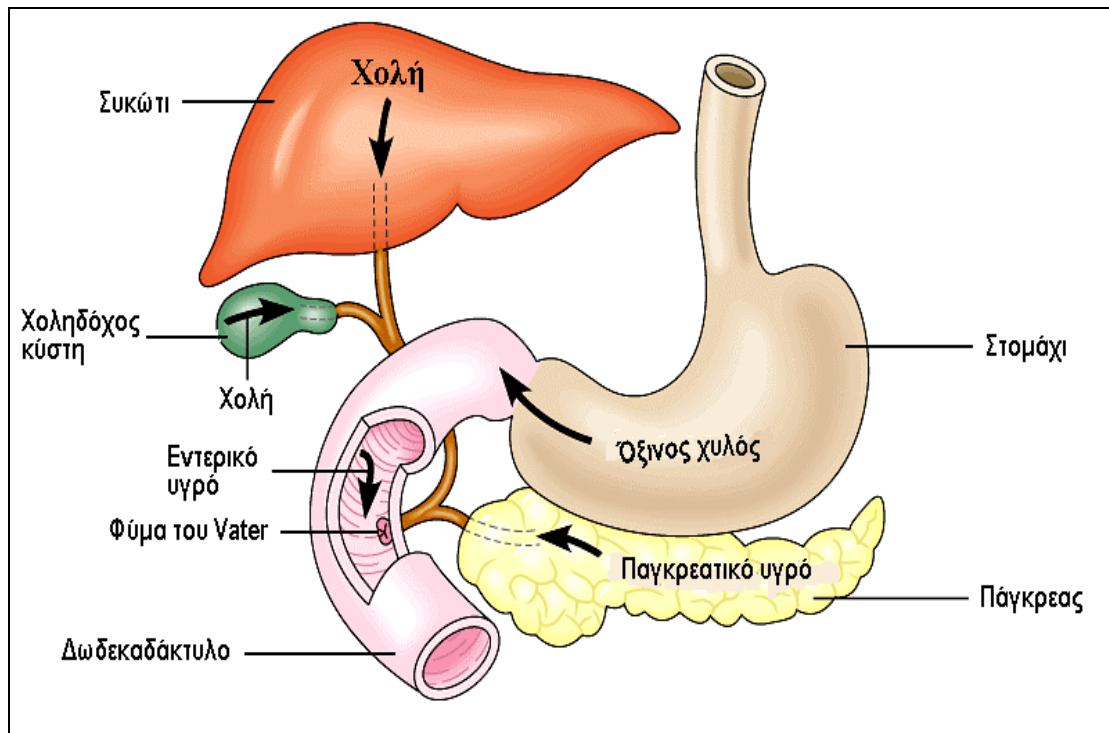
Το ήπαρ χαρακτηρίζεται ως το χημικό εργαστήριο του οργανισμού, γιατί επιτελεί πολλές και σημαντικές λειτουργίες, όπως:

- Παράγει τη χολή
- Ελέγχει το μεταβολισμό των υδατανθράκων και αποθηκεύει σάκχαρα με τη μορφή γλυκογόνου (γλυκογονογένεση)
- Παράγει γλυκόζη από μη υδατανθρακικές ενώσεις π.χ από αμινοξέα (γλυκονογένεση)
- Συνθέτει πολλές από τις πρωτεΐνες του πλάσματος του αίματος (ινωδογόνο, προθρομβίνη, λευκωματίνες)
- Αποτοξινώνει τον οργανισμό από φάρμακα, αλκοόλ, τοξικές ουσίες

- Σχηματίζει ουρία δεσμεύοντας την αμμωνία, η οποία είναι δηλητήριο για τα κύτταρα
- Καταστρέφει νεκρά και γερασμένα ερυθρά αιμοσφαίρια
- Λειτουργεί ως αιμοποιητικό όργανο κατά την εμβρυϊκή ηλικία.
- Αποθηκεύει σίδηρο, βιταμίνη Α κ.ά.

Η πέψη

Το πάγκρεας, το συκώτι, η χοληδόχος κύστη και το ίδιο το λεπτό έντερο συμμετέχουν στη διαδικασία της πέψης. Το πάγκρεας παράγει διάφορα υδρολυτικά ένζυμα και ένα



Εικ. 7.11 Η πέψη στο δωδεκαδάκτυλο

αλκαλικό διάλυμα πλούσιο σε όξινα ανθρακικά άλατα τα οποία λειτουργούν ρυθμιστικά για να αντιμετωπιστεί ο όξινος χυμός του στομάχου.

Το συκώτι, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι ένα όργανο με πολλές και διαφορετικές λειτουργίες. Μεταξύ αυτών είναι και η παραγωγή **χολής**, που αποθηκεύεται προσωρινά στη χοληδόχο κύστη. Η χολή δεν περιέχει ένζυμα παρά μόνο ουσίες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην πέψη και απορρόφηση των λιπών. Η χολή περιέχει, επίσης, χρωστικές ουσίες που προκύπτουν από την καταστροφή ερυθρών αιμοσφαιρίων και οι οποίες αποβάλλονται με τα κόπρανα. Τα πρώτα 25-30 εκατοστά του λεπτού εντέρου αποτελούν το δωδεκαδάκτυλο. Εδώ, ο όξινος χυλός που εξέρχεται από το πυλωρικό στόμιο του στομάχου αναμειγνύεται με πεπτικά υγρά του παγκρέατος και του συκωτιού.

Η εκκριτική δραστηριότητα των διαφόρων οργάνων ελέγχεται και από τέσσερις ορμόνες. Έχει ήδη αναφερθεί η γαστρίνη, η οποία εκκρίνεται ως αποτέλεσμα της εισόδου της τροφής στο στομάχι. Η **σεκρετίνη** (λέγεται και **εκκριματίνη**) εκκρίνεται από το βλεννογόνο του δωδεκαδάκτυλου, όταν διεγερθεί από την παρουσία του

όξινο χυλού του στομάχου. Η ορμόνη αυτή διεγείρει την εξωκρινή μοίρα του παγκρέατος, η οποία εκκρίνει όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3) στο παγκρεατικό υγρό που εξουδετερώνει τον όξινο χυλό του στομάχου. Μια τρίτη ορμόνη, η **χολοκυστοκινίνη** (λέγεται και **παγκρεοζυμίνη**), η οποία παράγεται από το δωδεκαδάκτυλο, διεγείρει τη σύσπαση της χοληδόχου κύστης, με αποτέλεσμα η χολή να μεταφερθεί στο δωδεκαδάκτυλο. Επίσης, διεγείρει την έκκριση ενζύμων από το πάγκρεας. Ο χυλός, ιδιαίτερα όταν είναι εμπλουτισμένος με πολλά λίπη, διεγείρει το δωδεκαδάκτυλο προς παραγωγή μιας τέταρτης ορμόνης, της **εντερογαστρίνης**. Η ορμόνη αυτή αναστέλλει προσωρινά της περισταλτικές κινήσεις του στομάχου, με αποτέλεσμα να καθυστερήσει η είσοδος του χυλού στο δωδεκαδάκτυλο. (Μπορείτε να σκεφτείτε το λόγο;)

Πίνακας 7.1 Συνοπτικά οι ορμόνες του πεπτικού συστήματος

ΟΡΜΟΝΗ	ΜΕΡΟΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
Γαστρίνη	Στομάχι	Ελέγχει την έκκριση του γαστρικού υγρού στο στομάχι
Σεκρετίνη	Δωδεκαδάκτυλο	Διεγείρει το πάγκρεας για έκκριση όξινου ανθρακικού νατρίου
Χολοκυστοκινίνη	Δωδεκαδάκτυλο	Προκαλεί σύσπαση της χοληδόχου κύστης για να μεταφερθεί η χολή στο δωδεκαδάκτυλο. Διεγείρει το πάγκρεας για έκκριση παγκρεατικών ενζύμων
Εντερογαστρίνη	Δωδεκαδάκτυλο	Αναστέλλει προσωρινά τις περισταλτικές κινήσεις του στομάχου

Ας παρακολουθήσουμε τώρα τη δράση των ενζύμων στην πέψη των μακρομορίων.

1. Η πέψη των υδατανθράκων

Η πέψη του αμύλου και γλυκογόνου αρχίζει στη στοματική κοιλότητα και συνεχίζεται στο λεπτό έντερο. Στο στόμα, οι πολυσακχαρίτες αυτοί υδρολύονται (διασπώνται) σε μικρότερους πολυσακχαρίτες και μαλτόζη (δισακχαρίτης) λόγω της δράσης της ***α-αμυλάσης***. Στο δωδεκαδάκτυλο, η **παγκρεατική α-αμυλάση** υδρολύει το άμυλο, το γλυκογόνο και τους μικρότερους πολυσακχαρίτες σε δισακχαρίτες. Το ένζυμο **μαλτάση** υδρολύει τη μαλτόζη σε γλυκόζη, η **σακχαράση** υδρολύει τη σακχαρόζη σε γλυκόζη και φρουκτόζη και η **λακτάση** υδρολύει τη λακτόζη σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Τα τρία αυτά ένζυμα, καθώς και άλλα παρόμοια που δρουν πάνω σε δισακχαρίτες, ολοκληρώνουν την πέψη των υδατανθράκων στο λεπτό έντερο και τα μονομερή (μονοσακχαρίτες) είναι τώρα έτοιμα να απορροφηθούν στο αίμα. Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να διασπάσει την κυτταρίνη γιατί δεν διαθέτει τα απαραίτητα ένζυμα (κυτταρινάσες).

Γενικά, οι υδατάνθρακες αποτελούν την πρωταρχική πηγή ενέργειας του οργανισμού, πρώτον γιατί πέπτονται σχετικά εύκολα και δεύτερον γιατί ο οργανισμός έχει ευκολότερη πρόσβαση στους υδατάνθρακες παρά στα αποθηκευμένα λίπη ή στις πρωτεΐνες.

2. Η πέψη των πρωτεϊνών

Ήδη έχει αναφερθεί η δράση της *πεψίνης* στο στομάχι. Τα μικρότερα πολυπεπτίδια (προϊόντα της δράσης της πεψίνης) μετατρέπονται σε αμινοξέα ή σε μικρότερες αλυσίδες των δύο ή τριών αμινοξέων. Η *θρυψίνη* και η *χυμοθρυψίνη* (παγκρεατικά πρωτεολυτικά ένζυμα) διασπούν μεγάλες πολυπεπτιδικές αλυσίδες σε μικρότερες αλυσίδες. Η *καρβοξυπεπτιδάση* αποκόπτει αμινοξέα από το άκρο της αλυσίδας με την καρβοξυλομάδα. Η *αμινοπεπτιδάση* αποκόπτει αμινοξέα από το άκρο με την αμινομάδα. Οι *διπεπτιδάσες* του λεπτού εντέρου διασπούν μικρές πεπτιδικές αλυσίδες σε αμινοξέα.

Τρία από τα ένζυμα που εκκρίνει το πάγκρεας, δηλαδή, η θρυψίνη, η χυμοθρυψίνη και η καρβοξυπεπτιδάση, εκκρίνονται σε ανενεργό μορφή και ενεργοποιούνται μόνο στην παρουσία της *εντεροκινάσης* (λέγεται και *εντεροπεπτιδάση*), ενζύμου του λεπτού εντέρου.

Οι πρωτεΐνες είναι απαραίτητες στη διατροφή, γιατί λειτουργούν ως σημαντική πηγή αμινοξέων. Ορισμένα από τα 20 βασικά αμινοξέα συντίθενται από τον οργανισμό. Αλλά υπάρχουν ορισμένα, τα **απαραίτητα αμινοξέα**, που δε μπορεί ο οργανισμός να τα συνθέσει. Αυτά προσλαμβάνονται με τις τροφές και κυρίως τις ζωικής προέλευσης πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες τότε μόνο θα χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας, όταν υπάρχει πλήρης έλλειψη υδατανθράκων και λιπών.

3. Η πέψη των νουκλεϊνικών οξέων

Τα νουκλεϊνικά οξέα υδρολύονται από τις *νουκλεάσες* που διασπούν το DNA και το RNA στα νουκλεοτίδια από τα οποία αποτελούνται. Στη συνέχεια, άλλα ένζυμα διασπούν τα νουκλεοτίδια σε αζωτούχες βάσεις, σάκχαρα και φωσφορικές ομάδες.

4. Η πέψη των λιπών

Τα λίπη εισέρχονται στο λεπτό έντερο σχεδόν ανέπαφα. Η υδρόλυσή τους αποτελεί ειδικό πρόβλημα μιας και τα λίπη είναι δυσδιάλυτα στο νερό. Τα χολικά άλατα που εκκρίνονται με τη χολή στο δωδεκαδάκτυλο προκαλούν **γαλακτοματοποίηση** των λιπών, δηλαδή, τα μετατρέπουν σε μικρά σφαιρίδια που αδυνατούν να συνενωθούν, προκαλώντας με αυτό τον τρόπο αύξηση της επιφάνειας του λίπους που εκτίθεται στο ένζυμο *παγκρεατική λιπάση*. Το ένζυμο αυτό υδρολύει τα λίπη σε μονογλυκερίδια, λιπαρά οξέα και γλυκερόλη.

Τα κύρια λίπη της διατροφής είναι τα ουδέτερα λίπη, τα φωσφολιπίδια και η χοληστερόλη. Τα φωσφολιπίδια αποτελούν βασικό συστατικό των βιολογικών μεμβρανών, ενώ τα ουδέτερα λίπη αποτελούν τις αποταμιευτικές ουσίες του οργανισμού. Τα λίπη χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό, για να καλύψει τις ενεργειακές του ανάγκες όπως στην περίπτωση έλλειψης υδατανθράκων. Αποθηκεύονται σε μεγάλες ποσότητες στο λιπώδη ιστό και στο ήπαρ.

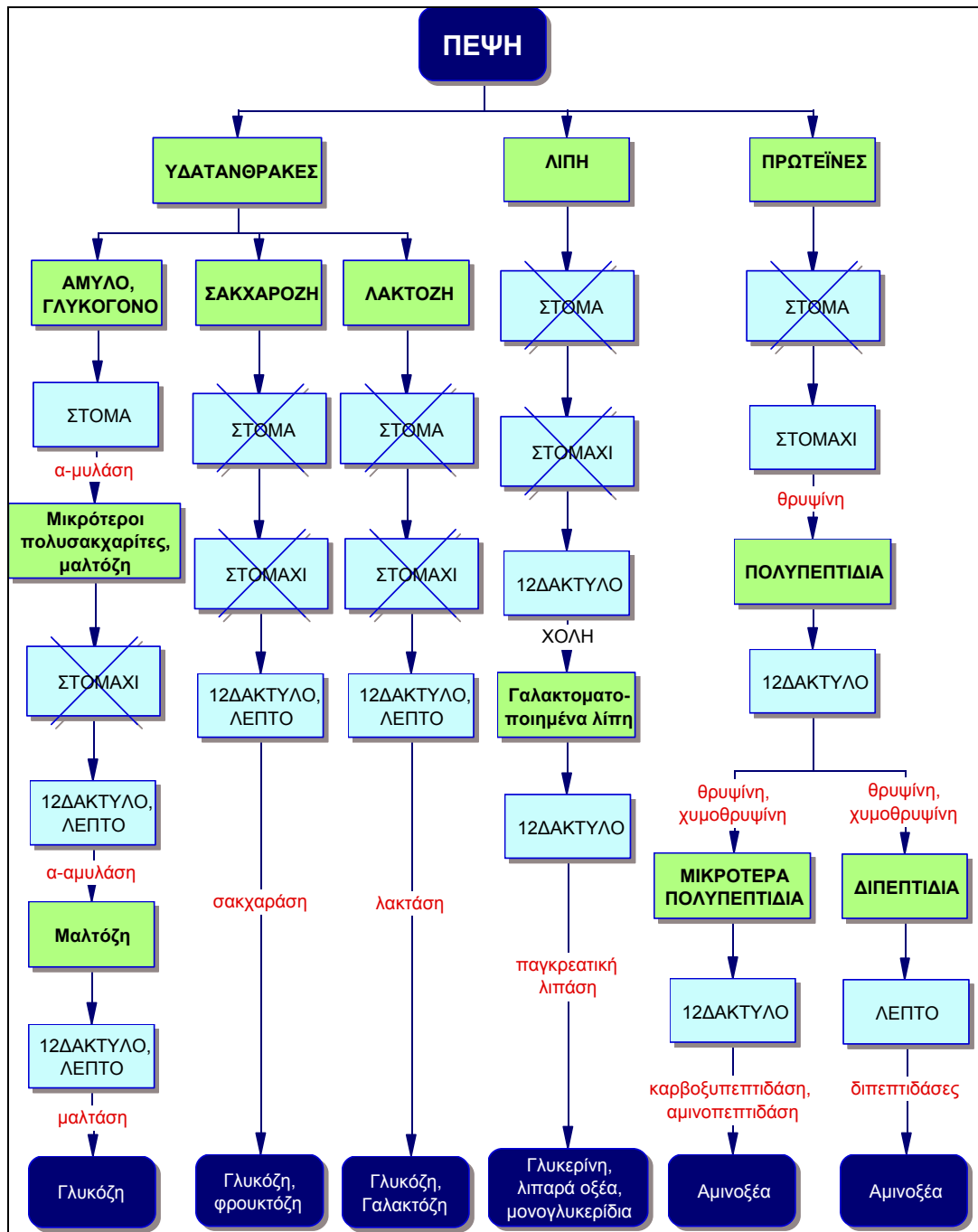
Με αυτό τον τρόπο, τα μακρομόρια των τροφών υδρολύονται στα συνιστώσα μονομερή, καθώς ο χυλός και τα εντερικά υγρά κινούνται περισταλτικά στο γαστρεντερικό σωλήνα. Το μεγαλύτερο μέρος της πέψης συμπληρώνεται σχετικά νωρίς, στο δωδεκαδάκτυλο. Στο υπόλοιπο τμήμα του λεπτού εντέρου, στην νήστιδα

και στον ειλεό συντελείται η απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών. (Η νήστιδα και ο ειλεός είναι μέρη του ελικάδους εντέρου).

Πίνακας 7.2 Συνοπτικά η πέψη των θρεπτικών ουσιών στο γαστρεντερικό σωλήνα.

ΜΕΡΟΣ ΠΕΠΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΕΝΖΥΜΟ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΣΤΟΜΑ	α-αμυλάση (πτυαλίνη) (παράγεται από τους παρωτιδικούς αδένες)	Διάσπαση αμύλου και γλυκογόνου σε μικρότερες αλυσίδες
ΣΤΟΜΑΧΙ	Πεψίνη (παράγεται από ειδικά κύτταρα του βλεννογόνου)	Διάσπαση πρωτεϊνών σε μικρότερες πολυπεπτιδικές αλυσίδες
ΩΔΕΚΑΔΑΚΤΥΛΟ	1. Παγκρεατική α-αμυλάση (παράγεται από το πάγκρεας) 2. Παγκρεατική λιπάση (παράγεται από το πάγκρεας) 3. Θρυψίνη, χυμοθρυψίνη, καρβοξυπεπτιδάση, αμινοπεπτιδάση (παράγονται από το πάγκρεας. Η αμινοπεπτιδάση και από το λεπτό έντερο)	1. Διάσπαση των αλυσίδων αμύλου και γλυκογόνου σε μαλτόζη. 2. Διάσπαση των λιπών σε μονογλυκερίδια, γλυκερόλη και λιπαρά οξέα. 3. Διάσπαση των πολυπεπτιδικών αλυσίδων σε διπεπτιδια και αμινοξέα.
ΛΕΠΤΟ ΕΝΤΕΡΟ	1. Μαλτάση, λακτάση, σακχαράση (παράγονται από τα κύτταρα του επιθηλίου των λαχνών) 2. Διπεπτιδάσες	Διάσπαση δισακχαριτών σε γλυκόζη, γαλακτόζη και φρουκτόζη. Διάσπαση μικρών πεπτιδικών αλυσίδων σε αμινοξέα
ΠΑΧΥ ΕΝΤΕΡΟ	Επαναρρόφηση νερού και δημιουργία κοπράνων	

Σημείωση: Η χολή δεν περιέχει ένζυμα. Ο ρόλος της είναι να γαλακτοματοποιεί τα λίπη, έτσι που να διευκολύνεται η δράση της παγκρεατικής λιπάσης.



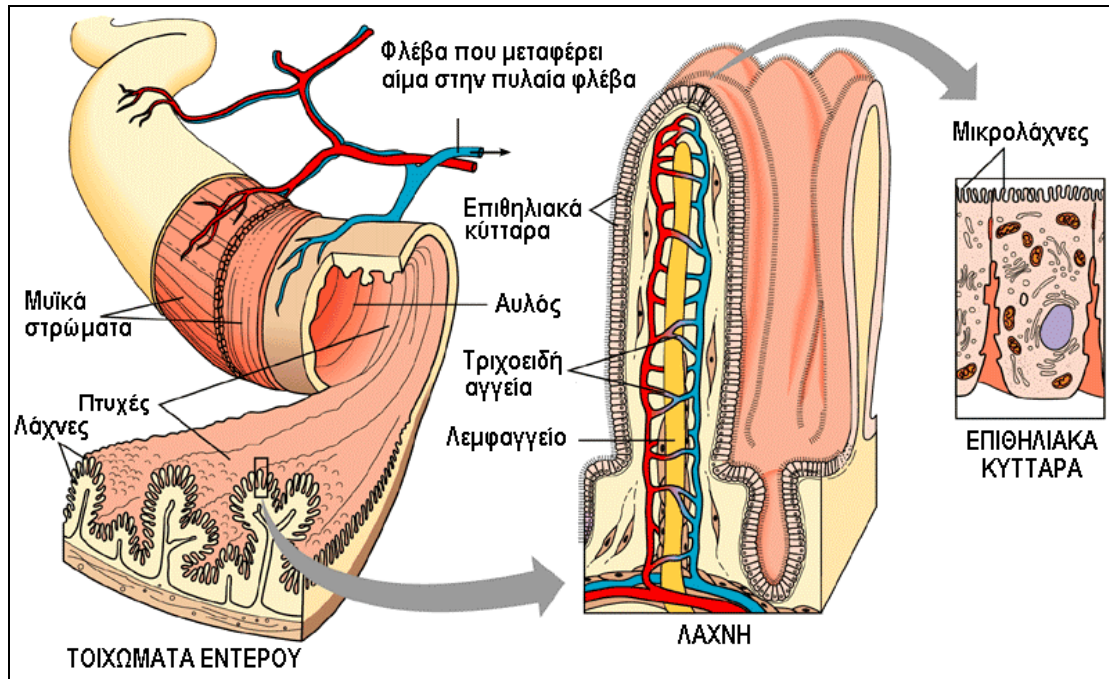
Παραστατική απεικόνιση της πέψης

Η απορρόφηση

Το μεγαλύτερο ποσοστό των προϊόντων της πέψης απορροφάται στο αίμα, κυρίως στο λεπτό έντερο. Ένα μικρό ποσοστό απορροφάται στο στομάχι και στο παχύ έντερο. Κατά μέσον όρο κάθε μέρα απορροφώνται από το λεπτό έντερο περίπου 9 λίτρα χυμού που περιέχει θρεπτικά συστατικά και διάφορες εκκρίσεις του πεπτικού συστήματος.

Για να ανταποκριθεί το λεπτό έντερο σ' αυτό, έχει αναπτύξει μεγάλη επιφάνεια επαφής (περίπου 300m^2) με τον εντερικό χυμό, ώστε να αυξήσει σημαντικά την απορροφητικότητά του. Αυτό επιτυγχάνεται με την παρουσία πολλών **πτυχών** οι

οποίες διαθέτουν τεράστιο αριθμό **λάχνων**, ενώ η κάθε λάχνη διαθέτει επιθηλιακά κύτταρα με μικροσκοπικές **μικρολάχνες** οι οποίες είναι εκτεθειμένες στο εσωτερικό του λεπτού εντέρου. Αυτή η διαμόρφωση προσδίδει σπουδαία προσαρμοστική ικανότητα στο λεπτό έντερο και είναι εκεί που γίνεται ουσιαστικά η απορρόφηση των προϊόντων της πέψης.

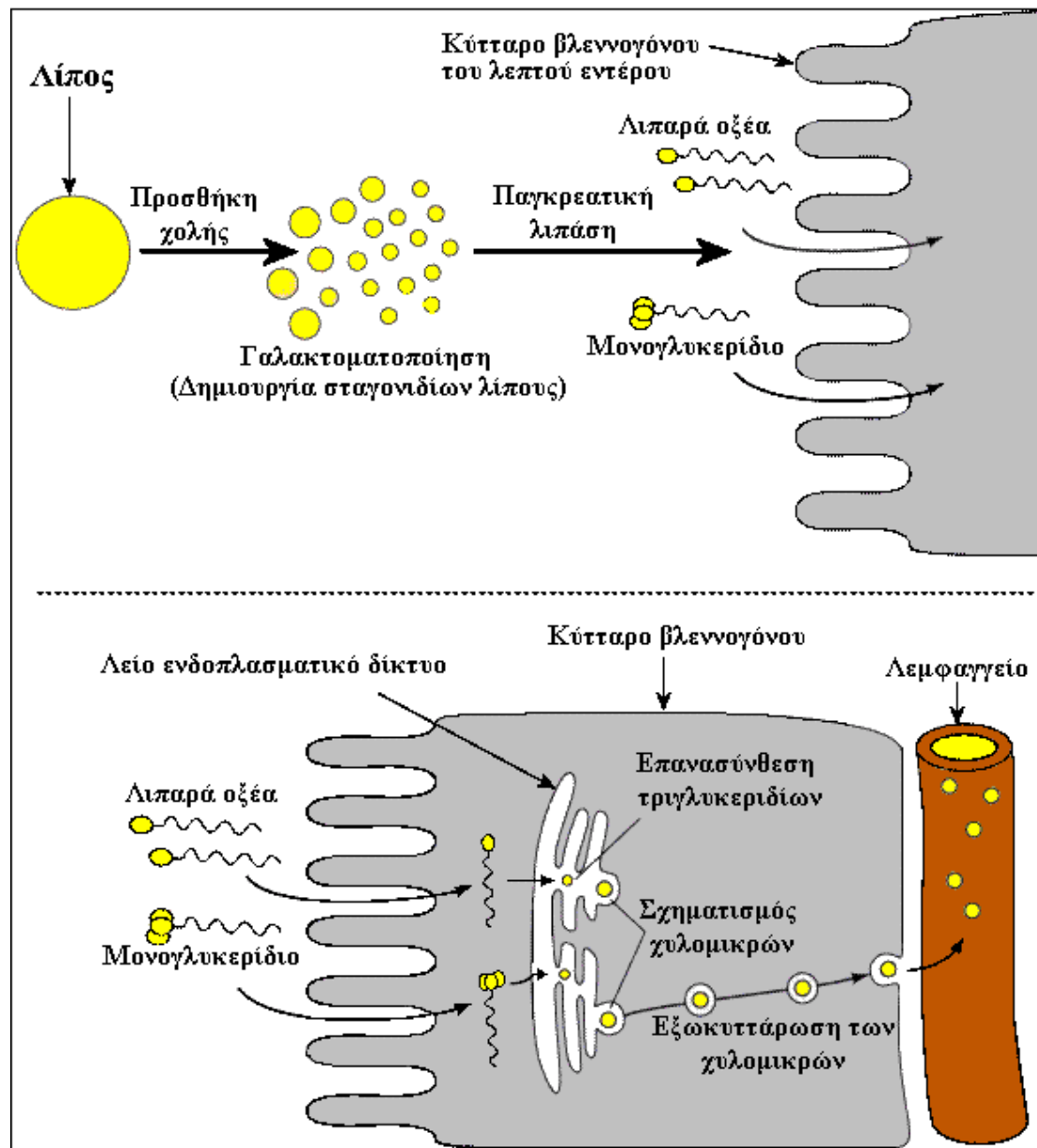


Εικόνα 7.12 Η δομή του λεπτού εντέρου. Το λεπτό έντερο έχει πτυχωτή εσωτερική επιφάνεια και οι πτυχές προεκτείνονται προς το εσωτερικό του εντέρου (αυλό). Στις πτυχωσείς υπάρχουν πολυάριθμες λάχνες. Κάθε λάχνη περιέχει ένα μικρό λεμφαγγείο το οποίο περιβάλλεται από ένα πλέγμα τριχοειδών αγγείων. Στα επιθηλιακά κύτταρα των λάχνων βρίσκονται μικρολάχνες οι οποίες κυριολεκτικά «κολυμπούν» στο υγρό που βρίσκεται στον αυλό του λεπτού εντέρου και το οποίο είναι πλούσιο σε θρεπτικές ουσίες, προϊόντα της πέψης. Μετά την είσοδο των θρεπτικών ουσιών στο αίμα, αυτές μεταφέρονται στην πυλαία φλέβα και έπειτα στο σπλάχν.

Μόλις δύο στρώματα επιθηλιακών κυττάρων χωρίζουν τις θρεπτικές ουσίες από το αίμα στο λεπτό έντερο. Ένα πλέγμα μικροσκοπικών αγγείων (τριχοειδή) εισχωρεί στο εσωτερικό κάθε λάχνης μαζί με ένα αγγείο του λεμφικού συστήματος. Το λεμφαγγείο μεταφέρει υγρό που ονομάζεται λέμφος.

Οι θρεπτικές ουσίες απορροφώνται με διάφορους μηχανισμούς, για να γίνει η διαδικασία όσο το δυνατό πιο αποτελεσματική και αποδοτική. Ορισμένες φορές είναι παθητική, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση της φρουκτόζης. Ο μονοσακχαρίτης αυτός απορροφάται παθητικά πρώτα στα επιθηλιακά κύτταρα και μετά στα τριχοειδή. Ενεργητικοί μηχανισμοί επιστρατεύονται για την απορρόφηση άλλων θρεπτικών ουσιών, όπως αμινοξέων, μικρών πεπτιδίων, βιταμινών και γλυκόζης. Σε μερικές περιπτώσεις παρατηρείται σύζευξη της μεταφοράς της γλυκόζης με ενεργητική μεταφορά νατρίου. Το νάτριο μεταφέρεται ενεργητικά στον αυλό του λεπτού εντέρου και μετά, καθώς αυξάνεται η συγκέντρωσή του στον αυλό,

αρχίζει η διάχυσή του πίσω στα επιθηλιακά κύτταρα. Μαζί του μεταφέρονται και ορισμένες θρεπτικές ουσίες.



Εικ. 7.13 Σχηματική παρουσίαση της πέψης και απορρόφησης των λιπών

Μετά την είσοδό τους στα τριχοειδή αγγεία, τα αμινοξέα και τα σάκχαρα καταλήγουν στη γενική κυκλοφορία του αίματος.

Τα λιπαρά οξέα τα μονογλυκερίδια και η γλυκερόλη, μετά την απορρόφησή τους με παθητική διάχυση, επανενώνονται στα επιθηλιακά κύτταρα, για να σχηματίσουν ξανά λίπη. Τα λίπη αυτά αναμειγνύονται με χοληστερόλη και επενδύονται με ειδικές πρωτεΐνες σχηματίζοντας μικρά σφαιρίδια που ονομάζονται **χυλομικρά**. Με εξωκυττάρωση, τα χυλομικρά μεταφέρονται στα λεμφαγγεία και στη συνέχεια στη γενική κυκλοφορία του αίματος.

Τα τριχοειδή και οι φλέβες που μεταφέρουν τις θρεπτικές ουσίες (σάκχαρα, αμινοξέα) που έχουν απορροφηθεί καταλήγουν στην πυλαία φλέβα που οδηγεί στο συκώτι. Το συκώτι λειτουργεί ως προσωρινή αποθήκη των θρεπτικών ουσιών. Το αίμα, με τη βοήθεια της καρδιάς, μεταφέρει τις θρεπτικές ουσίες σε όλα τα κύτταρα του οργανισμού.

Τα κύτταρα, με πολύπλοκη διαδικασία αναβολικών δραστηριοτήτων που λέγεται **θρέψη** (αφομοίωση), θα χρησιμοποιήσουν τις θρεπτικές ουσίες (προϊόντα της πέψης) για να συνθέσουν, τις δικές τους μεγαλομοριακές ενώσεις (πρωτεΐνες, DNA κ.ά.). Ταυτόχρονα, με τη λειτουργία της κυτταρικής αναπνοής που γίνεται στα μιτοχόνδρια, θα χρησιμοποιήσουν τη γλυκόζη (τελικό προϊόν της πέψης των υδατανθράκων), για να συνθέσουν μόρια ATP, τα οποία στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσουν για τις ενεργειακές τους ανάγκες.

Πίνακας 7.3 Συνοπτικά η απορρόφηση των προϊόντων της πέψης

ΠΡΟΪΟΝΤΑ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ
Μονοσακχαρίτες (γλυκόζη, γαλακτόζη)	Απορροφώνται με ενεργητική μεταφορά (η φρουκτόζη με παθητική) μέσω των επιθηλιακών κυττάρων του λεπτού εντέρου και με διάχυση εισέρχονται στην πυλαία φλέβα η οποία τους μεταφέρει στο ήπαρ.
Λιπαρά οξέα, γλυκερόλη	Τα λιπαρά οξέα και η γλυκερόλη απορροφώνται με διάχυση μέσω των επιθηλιακών κυττάρων του λεπτού εντέρου. Στη συνέχεια επανενώνονται στα επιθηλιακά κύτταρα για να σχηματίσουν ξανά λίπη. Τα λίπη αυτά αναμειγνύονται με χοληστερόλη και επενδύονται με ειδικές πρωτεΐνες σχηματίζοντας μικρά σφαιρίδια που ονομάζονται χυλομικρά. Τα χυλομικρά, με εξωκυττάρωση, περνούν στο λεμφικό σύστημα που τα μεταφέρει μέσω του αίματος στους ιστούς.
Αμινοξέα	Τα αμινοξέα απορροφώνται με ενεργητική μεταφορά από τα επιθηλιακά κύτταρα του λεπτού εντέρου και στη συνέχεια με το αίμα μεταφέρονται στους ιστούς.

Λειτουργία του παχέος εντέρου

Το παχύ έντερο αρχίζει από το τυφλό έντερο, όπου εισέρχεται το λεπτό έντερο. Η κίνηση του περιεχομένου του εντέρου από το λεπτό στο παχύ έντερο ελέγχεται από την ειλεοκολική βαλβίδα που είναι στην ουσία ένας σφικτήρας μυς. Πάνω στο τυφλό έντερο βρίσκεται και η σκωληκοειδής απόφυση που στον άνθρωπο είναι υποτυπώδες όργανο. Η σημαντικότερη λειτουργία του παχέος εντέρου είναι η επαναρρόφηση του νερού. Περίπου 7 λίτρα νερού εκκρίνονται καθημερινά στον αυλό του γαστρεντερικού σωλήνα. Μεγάλη ποσότητα νερού απορροφάται από το λεπτό έντερο και το υπόλοιπο από το παχύ έντερο. Μαζί, το λεπτό και το παχύ έντερο απορροφούν το 90% του νερού που εισήλθε στο γαστρεντερικό σωλήνα. Καθώς τα κόπρανα κινούνται περισταλτικά κατά μήκος του παχέος εντέρου, γίνονται περισσότερο στερεά λόγω ακριβώς της απορρόφησης του νερού.

Στο παχύ έντερο ζουν διάφορα αβλαβή βακτήρια (χλωρίδα του εντέρου) που τρέφονται από ουσίες που ο οργανισμός θα αποβάλει. Ως αποτέλεσμα του μεταβολισμού τους τα βακτήρια αυτά παράγουν αέρια όπως μεθάνιο και υδρόθειο,

ενώ άλλα βακτήρια παράγουν βιταμίνες που απορροφώνται από τον ξενιστή. Τα βακτήρια του γαστρεντερικού σωλήνα ίσως να αποτελούν την κύρια πηγή της βιταμίνης K στον άνθρωπο.

Τα κόπρανα περιέχουν επίσης κυτταρίνη και άλλες άπεπτες ουσίες των τροφών. Η κυτταρίνη δεν έχει θρεπτική αξία, αλλά η παρουσία της διεγείρει την περίσταση και την κίνηση του εντέρου, βοηθώντας στην απόδευση (κένωση του παχέος εντέρου).

Το τελευταίο τμήμα του παχέος εντέρου είναι το ορθό ή απευθυσμένο έντερο. Εδώ, αποθηκεύονται προσωρινά τα κόπρανα μέχρι να αποβληθούν.

Οι βιταμίνες

Οι βιταμίνες είναι οργανικές ουσίες που χρειάζονται σε μικρές ποσότητες και ο οργανισμός δεν μπορεί να συνθέσει ή συνθέτει μερικές σε πολύ μικρά ποσά. Οι τροφές είναι η βασική πηγή των βιταμινών. Οι βιταμίνες δρουν ως συστατικά ενζυμικών συστημάτων και μετέχουν σε βασικές μεταβολικές λειτουργίες. Διακρίνονται σε **λιποδιαλυτές** (D, E, K, A) και σε **υδατοδιαλυτές** (B, C). Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες απορροφώνται διαλυμένες σε λίπη και αποθηκεύονται στο ήπαρ. Συνεπώς, δεν είναι απαραίτητο να προσλαμβάνονται συνεχώς. Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες απορροφώνται διαλυμένες στο νερό και αποβάλλονται με τα ούρα. Γι' αυτό και πρέπει να προσλαμβάνονται τακτικά.

Ορισμένες βιταμίνες συντίθενται στον οργανισμό, όπως η βιταμίνη D και η βιταμίνη K. Η πρώτη συντίθεται, όταν το σώμα εκτεθεί στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου, και η δεύτερη παράγεται από βακτήρια του παχέος εντέρου.

Η κατάχρηση λήψης βιταμινών (υπερβιταμίνωση) από φαρμακευτικά σκευάσματα, χωρίς συνταγή γιατρού, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές δυσλειτουργίες του οργανισμού μας, π.χ. υπερασβεσταιμία, από λήψη μεγάλων ποσοτήτων βιταμίνης D. Ανεπάρκεια βιταμινών προκαλεί σοβαρές διαταραχές στον ανθρώπινο οργανισμό που είναι γνωστές ως **αβιταμινώσεις**. Όταν η διατροφή είναι πλήρης, με πρόσληψη ποικιλίας τροφών (κρέας, γάλα, αυγά, όσπρια, λαχανικά, φρούτα, δημητριακά) τότε ο άνθρωπος παίρνει τις απαραίτητες ποσότητες των βιταμινών που χρειάζεται.

Ο πίνακας στην επόμενη σελίδα παρουσιάζει τις κυριότερες βιταμίνες, τις σημαντικότερες πηγές τους και τις διαταραχές που προκαλεί η ανεπάρκειά τους.

ΕΝΘΕΤΟ

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ	ΠΗΓΕΣ	ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ
A (Ρετινόλη)	Γάλα, βούτυρο, συκώτι ψαριών, πράσινα και κίτρινα λαχανικά	Ξηροφθαλμία, ξηροδερμία, ευαισθησία στις μολύνσεις της μύτης, του λάρυγγα και του δέρματος
D (Καλτσιφερόλη)	Γάλα, αυγά, ιχθυέλαια. Συντίθεται στο δέρμα με την έκθεση στον ήλιο	Ραχίτιδα, καχεξία
E (Τοκοφερόλη)	Λαχανικά, κυρίως φύτρο σιταριού και μαρούλι, κρέας	Στεριότητα (στα ποντίκια και πιθανώς στον άνθρωπο)
K	Πράσινα φύλλα, μικροβιακή χλωρίδα του παχέος εντέρου	Αιμορραγία, διαταραχή της πήκτικότητας του αίματος
B ₁ (Θειαμίνη)	Δημητριακά, μαγιά μύρας, βοδινό και χοιρινό κρέας	Σοβαρές διαταραχές του πεπτικού και νευρικού συστήματος (ασθένεια beri-beri)
B ₂ (Ριβοφλαβίνη)	Γάλα, κρέας, πράσινα λαχανικά, ψωμί ολικής άλεσης	Στοματίτιδα, γενική αδυναμία
B ₆ (Πυριδοξίνη)	Κρέας	Σπασμοί, δερματίτιδα, γαστρεντερίτιδα
B ₁₂ (Κυανοκοβαλαμίνη)	Συκώτι, νεφροί, ψάρια	Αναιμία, διαταραχές στη λειτουργία του νευρικού συστήματος
B ₉ (Φυλλικό οξύ)	Πράσινα λαχανικά, συκώτι	Ορισμένες μορφές αναιμίας
B ₅ (Παντοθενικό οξύ)	Όλες οι τροφές	Μειωμένη ανάπτυξη, διαταραχές στο ΚΝΣ
H (Βιοτίνη)	Τροφές φυτικής και ζωικής προέλευσης, μικροβιακή χλωρίδα του παχέος εντέρου	Δερματίτιδα, γαστρεντερίτιδα, μυϊκοί πόνοι
B ₃ ή P-P παράγοντας (Νιασίνη)	Αφθονεί στις τροφές ζωικής προέλευσης, πράσινα φύλλα λαχανικών	Πελάγρα (δερματικές πληγές, διάρροια, ψυχικές διαταραχές)
C (Ασκορβικό οξύ)	Εσπεριδοειδή, πράσινα λαχανικά, ντομάτες, ακτινίδια	Σκορβούτο (αιμορραγία στα ούλα, αδυναμία επούλωσης τραυμάτων, αιματώματα κάτω από το δέρμα)

Πίνακας 7.4 Οι βιταμίνες

ΕΝΘΕΤΟ

Αυτό το γνωρίζετε;

- Κατά τη διάρκεια της ζωής του ο κάθε άνθρωπος καταναλώνει 30 τόνους τροφής.
- Για την πλήρη πέψη της τροφής απαιτούνται 24 ώρες.
- Από το στόμα στον πρωκτό, ο γαστρεντερικός σωλήνας έχει μήκος 9 μέτρα.
- Η επιφάνεια επαφής του πεπτικού συστήματος φτάνει τα 650m²
- Η επιφάνεια επαφής του πεπτικού συστήματος είναι περίπου ίση με το εμβαδόν ενός γηπέδου τένις.
- Ο μέσος άνθρωπος καταναλώνει περίπου 3 ουγγιές τροφής την ημέρα.
- Τα μόρια του νερού στο γαστρεντερικό σωλήνα μπορούν να κινηθούν με ταχύτητα 1500 miles/hour λόγω της περίσταλσης.
- Το παχύ έντερο φτάνει τα 1,5 μέτρα μήκος.
- Το παχύ έντερο «φιλοξενεί» 100 τρισεκατομμύρια βακτήρια.
- Τα κόπρανα, κατά 25% περίπου, αποτελούνται από βακτήρια του γαστρεντερικού σωλήνα.
- Τα βακτήρια που «φιλοξενούνται» σε ολόκληρο το σώμα, είναι αρκετά για να γεμίσουν ένα μεγάλο ποτήρι .
- Τα βακτήρια του γαστρεντερικού σωλήνα δεν είναι μόνο απολύτως αβλαβή, αλλά βοηθούν στην πέψη της τροφής και παραγωγή ορισμένων βιταμινών. Όμως, τυχόν είσοδός τους στο υπόλοιπο σώμα ή ακόμη στο αίμα, δυνατό να προκαλέσει πολύ δυσάρεστες ασθένειες, ακόμη και το θάνατο.
- Στην πραγματικότητα ο αυλός του γαστρεντερικού σωλήνα δεν αποτελεί μέρος του σώματος αφού είναι συνέχεια του εξωτερικού περιβάλλοντος. Οι πνεύμονες και οι νεφροί απεκκρίνουν τις περισσότερες τοξικές ουσίες από το σώμα. Ο γαστρεντερικός σωλήνας δεν μπορεί να θεωρηθεί όργανο απέκκρισης, αφού τα κόπρανα βασικά, ουδέποτε εισήλθαν στο σώμα.

Υπέρβαρος ο μισός Ελληνικός πληθυσμός!

Η παχυσαρκία θα εξελιχθεί στον μεγαλύτερο φονιά του ανθρωπίνου είδους, αν αφεθεί να εξελιχθεί με τους σημερινούς ρυθμούς! Οι ειδικοί μιλούν για πανδημία η οποία δεν γνωρίζει σύνορα και ηλικίες: παιδιά, νέοι και ηλικιωμένοι ακόμη και στις χώρες της Αφρικής πάσχουν από την νόσο που φαίνεται πως θα χαρακτηρίσει τον 21ο αιώνα. Δυστυχώς η χώρα μας όχι μόνο δεν αποτελεί εξαίρεση, αλλά, σύμφωνα με έρευνα Ελλήνων επιστημόνων, κατέρριψε και ένα θλιβερό ρεκόρ: τα παιδιά μας ξεπέρασαν σε βάρος τα παιδιά των ΗΠΑ, τα οποία κρατούσαν μέχρι πρότινος τα σκήπτρα της παχυσαρκίας! Το πρόβλημα της παχυσαρκίας και ιδιαίτερα της παιδικής έχει τεράστιες προεκτάσεις τόσο σε προσωπικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο: προοιωνίζεται αυξημένη νοσηρότητα σε νεαρή ηλικία, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι επιβαρύνεται η ποιότητα ζωής ενός τμήματος του πληθυσμού που θα όφειλε να είναι υγιές και παραγωγικό. Επιπροσθέτως, όπως είχε διαπιστώσει και ο Ιπποκράτης, ο οποίος σημείωνε ότι «παχές ταχυθάνατοι μάλλον των ισχνών», η παχυσαρκία αυξάνει τη θνησιμότητα. Οι ειδήμονες, τόσο στη χώρα μας όσο και διεθνώς, κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου για τα αυξημένα ποσοστά παχυσαρκίας και επισημαίνουν ότι η άσκηση και η σωστή διατροφή αποτελούν τα όπλα μας εναντίον αυτού του σοβαρού κινδύνου.

Σε μείζον εθνικό και κοινωνικό πρόβλημα εξελίσσεται η παχυσαρκία στη χώρα μας, η οποία αρχίζει να «χτυπά» τον ελληνικό πληθυσμό κυριολεκτικά από την κούνια. Πρόσφατη μελέτη Ελλήνων επιστημόνων κατέδειξε ότι οι Ελληνόπαιδες ξεπέρασαν σε βάρος ακόμη και τα παιδιά των ΗΠΑ, τα οποία επί σειρά ετών ήταν τα πλέον παχύσαρκα παιδιά του πλανήτη! Επιπροσθέτως, για πρώτη φορά καταγράφηκαν περιστατικά παιδιών τα οποία υπέφεραν από διαβήτη των ενηλίκων. Σύμφωνα με τον καθηγητή Παιδιατρικής στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Γεώργιο Χρούσο, «είναι επείγουσα ανάγκη να συνειδητοποιήσουμε όλοι, παιδίατροι, γονείς, δάσκαλοι κ.ά., ότι η πανδημία παχυσαρκίας που έχει ενσκήψει στη χώρα πρέπει να αντιμετωπιστεί άμεσα. Αν αποτύχουμε, το κόστος θα είναι τεράστιο, τόσο σε προσωπικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο».

Καρδιοπάθειες και εγκεφαλικά

Οι συνεργάτες του κ. Χρούσου στην Α' Παιδιατρική Κλινική του Πανεπιστημίου Αθηνών πραγματοποίησαν έρευνα σε 10.000 Ελληνόπουλα (5.000 κορίτσια και 5.000 αγόρια) ηλικίας 0-18 ετών, η καταγωγή των οποίων κάλυπτε ολόκληρη την επικράτεια.

Η έρευνα κατέδειξε ότι σε σχέση με την προηγούμενη γενιά Ελληνοπαίδων, τα σημερινά παιδιά είναι ψηλότερα κατά 3 ή 4 εκατοστά για τα κορίτσια και τα αγόρια αντιστοίχως. Αυτή η αύξηση του ύψους όμως δεν φθάνει να δικαιολογήσει το παραπάνω βάρος που έχουν πάρει τα ελληνόπουλα. Ούτε λίγο ούτε πολύ, τα σημερινά 18χρονα παιδιά ξεπερνούν σε βάρος (κατά 3 και 2 κιλά για τα αγόρια και τα κορίτσια αντιστοίχως) τα συνομήλικα παιδιά των ΗΠΑ, χώρα η οποία κατείχε το ρεκόρ παχύσαρκων παιδιών!

Το φαινόμενο της αύξησης της παιδικής παχυσαρκίας το οποίο παρατηρείται στη χώρα μπορεί να χαρακτηριστεί νοσηρό (με την κυριολεκτική σημασία του όρου), ειδικά αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι ο μισός ελληνικός πληθυσμός ηλικίας 25-35 ετών είναι υπέρβαρος. (Σύμφωνα με μετρήσεις, το 27% των Ελλήνων αυτής της ηλικίας έχει κανονικό βάρος, το 53% είναι υπέρβαροι και το 20% παχύσαρκοι, ενώ για τις Ελληνίδες τα ποσοστά είναι κάπως καλύτερα: 56% κανονικές, 28% υπέρβαρες και 15% παχύσαρκες). Όπως εξήγησε ο κ. Χρούσος «στην πράξη αυτό σημαίνει ότι τόσο ο μισός σημερινός πληθυσμός όσο και ο μισός της επόμενης γενιάς κινδυνεύει να αναπτύξει ώσπου να γίνει 50 ετών το Μεταβολικό Σύνδρομο X ή αλλιώς σύνδρομο του σπλαχνικού λίπους. Με τον όρο αυτόν περιγράφεται το σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από παχυσαρκία, αντίσταση στην ινσουλίνη, δυσανοχή στους υδατάνθρακες και/ή σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, υπέρταση, δυσλιπιδαιμία, υπερπηκτικότητα του αίματος καθώς και παρουσία παραγόντων φλεγμονής σε αυτό. Όλα τα παραπάνω αποτελούν παράγοντες κινδύνου για καρδιοπάθειες και εγκεφαλικά επεισόδια και ευθύνονται κατά μεγάλο ποσοστό για τη νοσηρότητα και τη θνητότητα που παρατηρούνται στον πληθυσμό».

Με άλλα λόγια, το μέλλον του Ελληνικού πληθυσμού δεν διαγράφεται και τόσο λαμπρό, καθώς ένα μεγάλο μέρος του θα κληθεί να αντιμετωπίσει προβλήματα υγείας τα οποία μειώνουν την ποιότητα ζωής και βραχύνουν την επιβίωση (η θνητότητα των παχύσαρκων είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με τη θνητότητα του υπόλοιπου πληθυσμού).

Και προλαμβάνεται και αντιμετωπίζεται

Τα αίτια της παιδικής παχυσαρκίας, η οποία δεν αποτελεί εθνική πρωτοτυπία μας αλλά μαστίζει ολοένα και περισσότερες χώρες, είναι πολλά: γενετική προδιάθεση, παχύσαρκες κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης μητέρες, υπερβολική σίτιση κατά τη βρεφική και παιδική ηλικία, τροφές με χαμηλή θρεπτική αξία και πολλές θερμίδες, ακατάστατοι χρόνοι γευμάτων, έλλειψη άσκησης, αυξημένο στρες. Παρά το γεγονός όμως ότι η παχυσαρκία αποτελεί κακό οιωνό για τη ζωή ενός ανθρώπου, η παιδική παχυσαρκία δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να εκληφθεί ως τελεσίδικο φαινόμενο: όπως επισημαίνει ο κ. Χρούσος «η παιδική παχυσαρκία και προλαμβάνεται και αντιμετωπίζεται». Σύμφωνα με τον Έλληνα καθηγητή το κλειδί για την αντιμετώπισή της είναι η επιμόρφωση του πληθυσμού (των γονέων, των δασκάλων, των παιδιάτρων) για τους κινδύνους που αυτή συνεπάγεται. Όσο για τον τρόπο αντιμετώπισής της ο κ. Χρούσος είναι κατηγορηματικός: «Το μεγάλο μυστικό είναι αυτό που γνωρίζουν όλοι: άσκηση και υγιεινή διατροφή».

ANNA ΣΟΥΦΛΕΡΗ