

## DIGESTIONE E METABOLISMO

Il cibo è essenzialmente costituito da **proteine, lipidi (grassi e oli), zuccheri, acqua e sali minerali**: le due ultime entità vengono assorbite senza cambiamenti.

Le altre sostanze devono essere demolite prima di essere assorbite. Possiamo considerare l'apparato digerente come un complesso ed ordinato laboratorio, nel quale si verificano processi di demolizione e processi di assorbimento. Le proteine si trasformano in **amminoacidi**, i lipidi in **glicerina** ed **acidi grassi**, i polisaccaridi in **zuccheri semplici**.

L'apparato digerente è costituito:

- dal canale alimentare o tubo digerente, formato da bocca (cavità orale), faringe, esofago, stomaco, intestino tenue, intestino crasso, retto e apertura anale;
- dalle ghiandole annesse (ghiandole salivari, fegato, pancreas).

### APPARATO DIGERENTE

#### La bocca

La bocca è ricca di ghiandole. E' provvista di **labbra** (anteriormente) e di guance, che formano le pareti laterali. Abbiamo la presenza di un **muscolo orbicolare** a livello delle labbra e del **muscolo buccinatore** a costituire le guance.

La **volta della cavità orale** è costituita anteriormente dal **palato duro**, formato dalle **ossa mascellari** e dalle **ossa palatine**; più indietro troviamo il **palato molle** o **velo palatino** che scende lateralmente e posteriormente a formare i **pilastrini anteriori**.

Posteriormente è presente un'appendice (**ugola**), dalla cui base partono i **pilastrini posteriori**. Tra i pilastrini anteriori ed i pilastrini posteriori vi è un incavo che contiene le **due ghiandole tonsille**.

Il **pavimento della cavità orale** è occupato dalla **lingua**, formata da:

- **muscoli intrinseci** (costituiscono lo spessore della lingua);
- **muscoli estrinseci** che si attaccano all'**osso ioide** e servono a muovere la lingua.

Sotto la lingua, nella parte anteriore e mediana, c'è il **frenulo**, una plicatura della mucosa che si attacca alla lingua.

I **denti** sono impiantati negli **alveoli** e si compongono di:

- una **radice**, porzione infossata nell'alveolo;
- una **corona**, che sporge liberamente;
- un **colletto**, posto tra la radice e la corona.

La **corona del dente** è rivestita di **smalto**, costituito da fibre composte prismatiche; la **radice** è coperta dal **cemento**; sotto lo smalto ed il cemento vi è la **dentina** o **avorio**, che si forma a partire da particolari cellule dette **odontoblasti**.

Nell'interno del dente c'è una cavità riempita di tessuto connettivo, attraversato da vasi sanguigni e da terminazioni nervose.

Il dente prende origine da un ispessimento ectodermico del margine della mascella, detto listarella dentaria, che sprofonda nel derma e costituisce gli abbozzi dei denti. Questi sono detti anche organi dello smalto e ricoprono la papilla del dente, da cui prendono origine la dentina e la polpa.

I denti si dispongono a formare l'arcata mascellare (superiore) e l'arcata mandibolare (inferiore).

La dentizione da latte consta di venti denti, completamente formati durante il 2°-3° anno di vita; attorno al 6°-7° anno, i denti da latte cadono e sono sostituiti da quelli definitivi; questi ultimi si distinguono in incisivi, canini, premolari e molari.

Le **ghiandole salivari** sono tre paia e vengono distinte in:

- **ghiandole parotidi**, poste nelle guance, vicino agli orecchi; attraverso il **dotto di Stenone** sboccano all'altezza del secondo molare superiore;
- **ghiandole sottomascellari**, collocate sotto l'arcata mandibolare; sboccano, per mezzo del dotto di Wharton, ai lati del frenulo;
- ghiandole sottolinguali, poste nella mucosa del pavimento boccale; sboccano vicino al frenulo.

### La faringe

La faringe è una cavità che si continua con le fosse nasali e con la laringe e l'esofago.

La **deglutizione** è un movimento volontario di spinta del cibo, da parte della lingua, verso l'esofago. Involontariamente si hanno la chiusura delle fosse nasali (grazie al **velo palatino**) e l'apertura dell'esofago; nel frattempo, l'**epiglottide**, una valvola fibrosa cartilaginea, chiude la faringe e permette al cibo di scendere nell'esofago.

### L'esofago

L'esofago è un canale lungo 25 cm che attraversa il **muscolo diaframma** e sbocca nello **stomaco**. Il **bolo alimentare deglutito** viene spinto dalle contrazioni dei muscoli esofagei (**contrazioni peristaltiche**).

L'esofago diviso dallo stomaco mediante la **valvola del cardias**.

### Lo stomaco

Lo stomaco costituito da **tre tuniche**:

- la **sierosa**, esterna;
- la **muscolare**, mediana;
- la **mucosa**, interna.

La **mucosa** presenta a sua volta **tre strati**:

- **ghiandolare**, parte interna, composta da ghiandole che producono i succhi gastrici;
- **muscolare**;
- **fibroso**.

La forma dello stomaco evidenzia due curvature:

- una concava, verso destra;
- una convessa, verso sinistra.

La capacità dello stomaco è di circa 1300 centimetri cubici.

Lo stomaco comunica in uscita, mediante la **valvola del piloro**, con l'**ansa duodenale** dell'intestino tenue.

### L'intestino

L'**intestino tenue** svolge anche un'azione di assorbimento, oltre a quella tipicamente digestiva. Esso si divide in: **duodeno**, **digiuno** e **ileo**.

L'**epitelio** che ricopre l'intestino tenue è sollevato da una serie di pieghe trasversali, da cui sporgono i **villi intestinali** (alti circa 1 mm), alla base dei quali sboccano le **ghiandole del Galeazzi** (che emettono il **succo enterico**).

Nel **duodeno** sboccano i **dotti del fegato** e i **dotti del pancreas**; l'ileo comunica con l'intestino crasso attraverso la **valvola ileo-cecale**.

L'**intestino crasso** è più grande del tenue ed è senza villi; si divide in: **cieco**, **colon** e **retto**. Il **cieco** è collocato a destra, sotto la valvola ileo-cecale e, nella parte bassa, presenta l'**appendice**.

Il cieco continua nel **colon ascendente**; l'intestino crasso prosegue orizzontalmente da destra verso sinistra, fin sotto lo stomaco, con il **colon trasverso**; poi, sotto la milza, scende verticalmente (**colon discendente**), per terminare nel **retto** e poi nell'**ano**.

### **Il fegato**

Il fegato è la più grossa **ghiandola** del corpo umano; è posta a destra, immediatamente al di sotto del muscolo diaframma; è costituito da **lobuli** formati da **cellule epatiche** e da una **rete di capillari** e di **canalicoli biliari** in cui si versa la **bile**. Quest'ultima si accumula nella **vescica della cistifellea**, posta nella parte ventrale del fegato; dalla cistifellea parte il **condotto del colèdoco** che si apre nel **duodeno**.

Il fegato è irrorato dall'arteria epatica e dalla vena porta, che forma la rete capillare dei lobuli epatici; il sangue si raccoglie nelle vene epatiche che sboccano poi nella vena cava inferiore.

### **Il pancreas**

Il pancreas è una **ghiandola acinosa** allungata, posta dietro lo stomaco, con la parte destra più gonfia.

Nel pancreas abbiamo:

- una **porzione acinosa esocrina**, che produce il **succo pancreatico**: questo viene **versato nel duodeno** attraverso il **dotto di Wirsung**;
- una porzione che funziona come ghiandola endocrina, versando l'**insulina** prodotta dalle **isole di Langerhans** direttamente nel circolo sanguigno; le isole di Langerhans sono costituite da gruppi di cellule (*insulae*) che si distinguono nettamente da quelle dei tessuti circostanti.

### **Le fasi della digestione**

Nella **bocca** il cibo viene impregnato dalla **saliva**, che contiene l'**enzima ptialina**: si tratta di una **amilasi** che riduce l'**amido** (polisaccaride complesso) in disaccaridi a livello di **maltosio**.

Il **bolo alimentare** scende nel tratto digerente a livello dell'**esofago** e, mediante una serie di **movimenti peristaltici coordinati**, viene spinto fino allo **stomaco** dove intervengono parecchie sostanze, principalmente di natura enzimatica:

- l'**acido cloridrico**, HCl, è un acido fortissimo inorganico (non è quindi un enzima) che lavora nei seguenti modi:
  - rigonfia e denatura le proteine;
  - attiva l'enzima pepsina;
  - disgrega i tessuti vegetali;
  - ha un'attività antifermentativa, agendo contro i batteri che potrebbero far fermentare il cibo;
  - crea l'ambiente acido, adatto per gli enzimi proteolitici (che scindono le proteine);

- la **pepsina**, prodotta come **pepsinogeno**, scinde le proteine in **peptoni**; è da notare che le proteine, come detto sopra, sono già state denaturate dall'acido cloridrico;
- la **chimosina**, che trasforma il **caseinogeno**, una proteina del latte, in **paracaseina**, che viene attivata dalla pepsina;
- la **mucina** (non è un enzima), che fa parte di una **mucosa di rivestimento** e protegge l'epitelio interno dello stomaco dall'attacco degli enzimi.

Quando il **chimo** (cibo che è stato attaccato dagli enzimi) arriva nel duodeno, le cellule di quest'ultimo producono l'**ormone secretina**, sollecitate in questo dall'acidità del chimo.

La **secretina** richiama nel lume intestinale i **succhi pancreatici**, che contengono i seguenti **enzimi**:

- la **tripsina**, una **endopeptidasi**, la cui funzione è quella di ridurre le **proteine**, già parzialmente divise, in **amminoacidi semplici**;
- la **lipasi**, che riduce i **grassi** in **glicerina** e **acidi grassi**;
- l'**amilopsina**, che riduce l'**amido** in **zuccheri più semplici**.

Gli **enzimi enterici**, secreti dalle **ghiandole intestinali**, sono:

- l'**erepsina**, che riduce i **peptoni** in **polipeptidi** e **amminoacidi semplici**;
- la **maltasi**, che riduce il disaccaride **maltosio** nel monosaccaride **glucosio**;
- la **lattasi**, che riduce il disaccaride **lattosio** nei due monosaccaridi **glucosio** e **galattosio**;
- la **lipasi intestinale**, che riduce i **grassi** in **glicerina** e **acidi grassi**.

La **bile** non è un enzima, ma contiene dei sali minerali e neutralizza l'acidità del succo gastrico oltre ad emulsionare i grassi, riducendoli in minutissime goccioline (micelle).

Il **fegato** immagazzina **glicogeno** (polimero del glucosio) che, se necessario, viene ritrasformato in **glucosio**.

Produce inoltre:

- il **fattore antianemico**, una sostanza che stimola la produzione di globuli rossi, distruggendo quelli ormai vecchi o alterati;
- **grassi**;
- l'**eparina**, anticoagulante presente nel sangue.

L'**intestino tenue** assorbe il **chimo**, cioè le sostanze rese solide dagli enzimi.

La **parete intestinale** è semipermeabile e la sua superficie è aumentata dai **villi intestinali**, ciascuno dei quali contiene **capillari sanguigni** e un **vaso chilifero** che si continua con la **rete chilifera**; i prodotti finali delle sostanze proteiche passano attraverso la mucosa intestinale e vanno nei capillari connessi, mediante la vena porta, e vanno al fegato. I grassi emulsionati si raccolgono nei vasi chiliferi e da questi passano al dotto toracico, che si versa nella vena succlavia sinistra.

Nell'intestino rimangono le sostanze non digerite, batteri e muco che passano, attraverso la valvola ileo-cecale, nell'intestino crasso dove viene assorbita l'acqua; le feci invece continuano nel loro movimento e raggiungono il retto, venendo infine espulse attraverso l'apertura anale.

Nell'intestino crasso si hanno anche delle trasformazioni chimiche da parte della flora batterica intestinale, che scinde sostanze non digerite, rendendole assimilabili. Il *Bacillus amylobacter* trasforma la cellulosa in glucosio che viene assorbito e trasformato in acido lattico, che impedisce la formazione di batteri putrefattivi.

## Il metabolismo

I prodotti della digestione:

- vengono demoliti per fornire energia (**catabolismo**);
- sono usati per produrre nuovo protoplasma (**anabolismo**);
- vengono immagazzinati come **glucosio, glicogeno** o **grassi**.

Il **fegato** riceve dal sangue il **glucosio** che viene trasformato in **glicogeno**; questo costituisce una riserva e viene eventualmente demolito a glucosio libero, in modo da mantenere una quantità di **glucosio in circolo (glicemia)** praticamente a livelli costanti (circa 0,1%). Il livello dello zucchero è regolato dall'**insulina**, prodotta nel **pancreas** dalla isole di Langerhans.

Anche una parte dell'**acido lattico** prodotto dai **muscoli** arriva nel fegato e qui viene trasformato in **glicogeno** (costanza dei carboidrati in circolo).

I **carboidrati in eccesso** sono trasformati in **grassi** che si formano anche a partire da **acidi grassi e glicerina**.

L'**anabolismo** (sintesi di nuovi composti organici) è essenziale per rimpiazzare vecchi tessuti e per l'accrescimento. Non meno importante è la **sintesi delle secrezioni** da parte delle cellule viventi.

## Utilizzazione del cibo

La percentuale del cibo assorbito, rispetto alla quantità ingerita, varia ampiamente in rapporto al cibo e ai bisogni specifici dell'animale. La carne ed i materiali di origine animale sono assorbiti per il 95%, mentre i materiali vegetali lo sono in misura minore.

Una stima giornaliera dell'incorporazione e produzione di sostanze organiche mostra che il corpo è tendenzialmente in uno stato di equilibrio dinamico.

L'**omeostasi** è proprio la capacità di mantenere questo equilibrio.

Le richieste di cibo sono più grandi in individui in crescita, mentre sono minori in individui che conducono vita sedentaria. L'equilibrio è alterato se viene a mancare, nella dieta, un elemento essenziale ed insostituibile. La demolizione dei complessi organici è un processo ossidativo e produce energia.

Una chilocaloria (Cal o kcal) è la quantità di calore necessaria per innalzare di 1° C la temperatura di un kg di acqua, da 14,5° C a 15,5° C.

I **carboidrati** forniscono 4,2 kcal/kg; le **proteine** 5,5 e i **grassi** 9,3.

La quantità di energia necessaria per mantenere le funzioni di un organismo è detta **metabolismo basale**.

## Le varie categorie di cibi e di alimenti

La quantità del cibo non è sufficiente per avere una nutrizione adeguata; è necessaria la presenza di altre sostanze, quali i carboidrati, i grassi e le proteine.

Certe sostanze, come gli elementi inorganici (ferro, rame, zinco, manganese, iodio) e le vitamine sono indispensabili per la crescita armonica dell'organismo.

Per esempio: lo **iodio** è componente principale della **tiroxina**, ormone secreto dalla tiroide, oppure il **ferro**, contenuto nell'**emoglobina**, impedisce l'anemia.

Le **vitamine** sono sostanze che **regolano molti processi vitali** e che devono essere presenti nel cibo assunto con la dieta quotidiana in determinate quantità.

La loro carenza provoca disturbi più o meno gravi detti **avitaminosi**.

Una normale dieta richiede tutte le vitamine: ad esempio per la vitamina B<sub>1</sub> c'è una richiesta giornaliera di 0,5 mg ogni 1000 cal; per la vitamina C sono richiesti 100 mg.

Le vitamine si distinguono in **idrosolubili** (solubili in acqua) e **liposolubili** (solubili nel grasso).

**Vitamine A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub>**: sono contenute nei grassi animali. La mancanza della prima causa lesioni oculari gravi; la seconda è il fattore di accrescimento corporeo.

**Vitamina D**: regola la fissazione del calcio ed è contenuta nei grassi animali (olio di fegato di merluzzo, burro, tuorlo). La sua mancanza provoca il **rachitismo**, dovuto alla decalcificazione delle ossa.

**Vitamina E**: è presente nei vegetali; previene la sterilità.

**Vitamina K**: è detta anche **antimorragica**; regola la coagulazione del sangue; è contenuta nel latte, nel grano e negli spinaci.

**Vitamina B<sub>1</sub>**: è contenuta nelle verdure, nella carne e nel frumento. Previene il beriberi, che causa la lesione dei muscoli periferici.

**Vitamina B<sub>2</sub>**: è contenuta nelle verdure, nella carne e nel frumento. La sua mancanza provoca lesioni della pelle, delle mucose e disturbi oculari.

**Vitamina PP**: previene la **pellagra** (ispessimento e raggrinzimento della pelle che si manifesta soprattutto in persone che si nutrono a base di mais).

**Vitamina C**: contenuta negli agrumi e negli ortaggi; la sua carenza provoca lo **scorbuto**, che un tempo mieteva vittime tra i naviganti.