

Apparato

DIGERENTE

L'**apparato digerente** è uno dei canali di entrata del flusso di materia e di energia chimica nell'organismo. In esso le sostanze vengono trasformate per poter essere assimilate ed entrare a far parte dell'ambiente interno.

Le sostanze con cui l'organismo elabora le sue strutture biologiche, sostituendone le parti usurate, e quelle da cui ricava l'energia chimica necessaria al suo funzionamento, vengono chiamate *alimenti*. In essi non tutte le molecole di cui il corpo umano ha bisogno si trovano in forma assimilabile, ossia già adatte ad entrare nell'ambiente interno; gran parte di esse, presentandosi come *polimeri*, devono venire idrolizzate (cioè, con l'aggiunta di acqua vengono scisse nei *monomeri* che le costituiscono) prima dell'assimilazione.

I processi di idrolisi dei polimeri, che richiedono l'intervento di numerosi enzimi specifici, costituiscono la **digestione**. Essa avviene in un lungo tubo che attraversa il tronco e comunica con l'ambiente esterno per mezzo di due aperture: una di entrata del cibo, la **bocca**, l'altra di uscita delle sostanze non assimilate, l'**ano**. La digestione si svolge attraverso una serie di fenomeni che avvengono nei diversi tratti del tubo digerente con questa successione: masticazione, deglutizione, digestione gastrica, digestione intestinale, assimilazione, espulsione delle scorie.

MORFOLOGIA & FISIOLOGIA

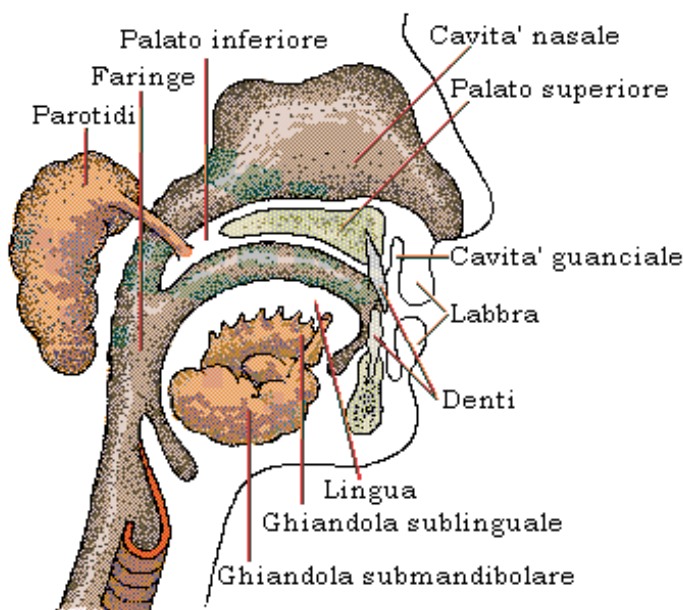
Il lungo condotto nel quale avviene la digestione delle sostanze alimentari si chiama **tubo digerente**: in esso si riversano i secreti delle ghiandole che producono gli enzimi digestivi.

Il tubo digerente è costituito da 3 tonache o strati di tessuto: uno interno epiteliale (endoderma), detto mucosa, il quale ne tappezza il lume, uno medio muscolare (mesoderma), costituito da tessuto muscolare liscio, dal quale dipendono le contrazioni peristaltiche (quelle che, propagandosi "a onda" lungo il tubo, spingono il lobo alimentare nella cavità enterica) e uno esterno connettivale (ectoderma), che svolge funzioni di sostegno e provvede al nutrimento della mucosa. Il tubo digerente può essere diviso in tratti successivi, anatomicamente e funzionalmente distinti: la **cavità**

orale, che segue all'apertura boccale, la *faringe*, l'*esofago*, lo *stomaco* e l'*intestino* il quale è suddiviso in *intestino tenue* e in *intestino crasso*. L'intestino tenue comprende il *duodeno*, il *digiuno* e l'*ileo*; il *crasso* è costituito dal *cieco*, dal *colon* e dal *retto*.

Le ghiandole che producono gli enzimi digestivi sono *esocrine*, in quanto secernano i loro prodotti nel lume del tubo, considerato un ambiente esterno. Si incontrano per prime le ghiandole salivari che riversano il loro secreto nella cavità orale; nelle pareti dello stomaco ci sono poi le ghiandole gastriche e in quelle dell'intestino tenue le ghiandole enteriche. Anche le due ghiandole più voluminose del corpo umano, il pancreas e il fegato producono enzimi digestivi che riversano nel duodeno. Questi due organi però svolgono anche altre importanti e complesse funzioni, connesse con l'utilizzazione del flusso di materia e di energia nell'ambiente interno.

• BOCCA



• Microsoft Illustration

Anatomicamente la bocca corrisponde alla cavità orale compresa tra le due mascelle. E' una cavità ovoidale diretta nel senso anteroposteriore, rivestita all'interno da un epitelio ricco di ghiandole mucipare. Contiene la *lingua*, i *denti* e lo *sbocco delle ghiandole salivari*.

La **lingua** è un organo muscolare molto mobile attaccato posteriormente all'osso ioide e al pavimento boccale per mezzo di un legamento chiamato frenulo linguale.

I **denti** sono gli organi della masticazione; sono infissi in cavità dette alveoli scavate nella mascella e nella mandibola. Nell'uomo adulto sono 32 (8 incisivi, 4 canini, 8 premolari, 12 molari dei quali gli ultimi 4 vengono chiamati denti del giudizio).

Le **ghiandole salivari** sono tre coppie e vengono chiamate *parotidi*, *sotto-mandibolari* e *sotto-linguali*; ognuna è situata fuori dalla bocca con la quale comunicano mediante lunghi tubi escretori. La parotide, quella maggiore, si trova nella mandibola, vicino all'orecchio, in una infossatura detta "logia parotide". E' una ghiandola a grappolo, costituita da piccoli acini dai quali partono i canali escretori che confluiscono in un canale maggiore chiamato *dotta di Stenone*: esso, dopo aver attraversato lo spessore della guancia riversa la saliva nella bocca a livello del secondo dente molare superiore.

Il processo digestivo ha inizio dalla bocca sotto l'aspetto sia meccanico (*masticazione*) sia chimico (*insalivazione*). Mentre i denti triturano i cibi con una serie di movimenti ritmici e la lingua li rimescola, la saliva, prodotta dalle tre coppie di ghiandole, li bagna e comincia a demolirli chimicamente.

Durante un pasto normale, queste ghiandole secernano circa mezzo litro di saliva che contiene, oltre all'acqua, la mucina che favorisce la formazione meccanica del bolo alimentare, e la ptialina, il primo di una serie di fermenti, che scinde l'amido cotto in destrine e in maltosio (disaccaride del glucosio), che il fegato e i muscoli trasformano in uno zucchero di riserva, il *glicogeno*.

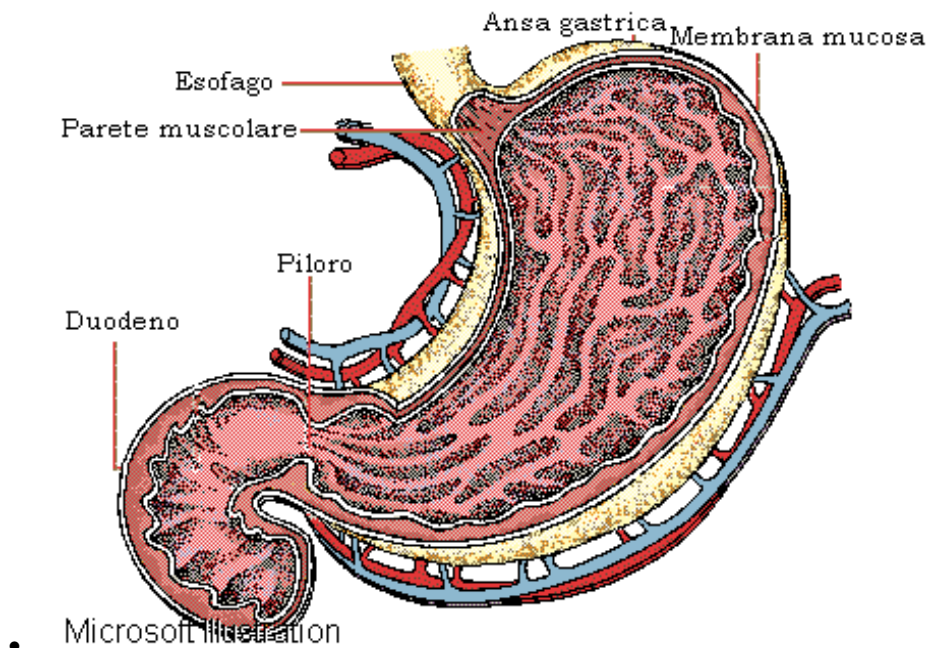
• FARINGE & ESOFAGO

Dalla bocca si passa nella seconda parte degli organi ingestivi, cioè nella **faringe** o dietro-bocca: organo principale dell'inghiottimento. È una cavità imbutiforme comune alle vie digerenti e respiratorie. Nell'apparato respiratorio stabilisce la comunicazione tra le fosse nasali e la laringe; nell'apparato digerente, la comunicazione tra la bocca e l'esofago. La faringe è costituita da una fitta muscolatura fatta di fibre longitudinali che accorciano e dilatano il canale, e di fibre a semicerchio che lo costringono.

Il bolo alimentare, spinto dalla contrazione dei muscoli della faringe, passa poi nell'esofago trovandosi preclusa la via superiore (verso le fosse nasali) dal velo palatino, e quella inferiore dall'epiglottide (verso la laringe). Infatti deglutizione e respirazione non possono avvenire simultaneamente.

Alla faringe segue quindi l'**esofago** senza una netta delimitazione; esso è un canale muscolo-membranoso, costituito da tre tuniche (che sono la continuazione di quelle analoghe della faringe), lungo in media 25 centimetri e posto sul davanti della colonna vertebrale, posteriormente alla trachea con la quale ha un decorso verticale parallelo. L'esofago termina con l'estremità inferiore nello stomaco mediante un orificio circolare detto **cardias**. Nell'esofago, il bolo alimentare progredisce in parte per gravità, ma soprattutto a causa delle contrazioni esofagee che sono del tipo peristaltico. Tali movimenti, determinati da fibre muscolari lisce, e perciò involontari, sono comuni all'esofago e a tutti gli altri segmenti del tubo intestinale. I movimenti peristaltici sono soprattutto contrazioni ad anello che si propagano da un estremo all'altro del condotto, determinando la progressione del suo contenuto dall'estremità iniziale a quella finale. Per realizzare il movimento progressivo della massa alimentare ingerita e per eliminare i residui è necessaria una serie di contrazioni del complesso di tuniche muscolari, longitudinali e circolari, che si estendono dall'esofago all'intestino retto. Tali contrazioni, prevalentemente peristaltiche, costituiscono l'azione meccanica della digestione. Alle stimolazioni meccaniche del tubo digerente, determinate dalla presenza delle sostanze alimentari, corrispondono le contrazioni delle tuniche muscolari del tubo stesso che non avvengono contemporaneamente in tutta la lunghezza del canale, ma successivamente: contrazioni vermicolari o peristaltiche, che si renderanno più evidenti nell'intestino fanno sì che il bolo alimentare, anche se mal masticato, scenda senza difficoltà.

Con lo stomaco inizia lo studio della parte sotto-diaframmatica del tubo digerente e della funzione digestivo-assorbente che termina in quella espulsiva.



STOMACO

Con lo **stomaco** inizia la vera *funzione digerente*.

E' un sacco muscolo-membranoso che può essere considerato la più grande dilatazione del tubo digerente. Lo stomaco è una delle parti più sorprendenti del corpo umano, un organo eccezionalmente solido, resistente e lavoratore, dotato di grande flessibilità e mobilità. E' situato nella parte superiore della cavità addominale, sotto il diaframma. Ha la forma di un corno di bue in posizione verticale con la parte più larga in alto e verso sinistra; la parte più stretta in basso e verso destra. La capacità dello stomaco è di circa 1300 centimetri cubi. Le due estremità dello stomaco sono costituite da due orifici: quello superiore è il cardias, quello inferiore è chiamato piloro e mette in comunicazione lo stomaco con l'intestino.

Anche lo stomaco è costituito da tre tuniche, molto più complesse di quelle dell'esofago e della faringe: la tunica esterna detta **peritoneo**; quella media costituita da cellule muscolari lisce disposte su tre strati (muscolatura obliqua, circolare e longitudinale); la tunica interna formata da mucosa pieghettata tappezzata da tessuto epiteliale e disseminata di un grande numero di ghiandole che secernono il **succo gastrico**, dette *ghiandole gastriche*.

Prima ancora che un boccone di cibo sia stato introdotto nella bocca, prima ancora che l'uomo cominci il suo pasto, lo stomaco inizia generalmente a contorcersi, secernendo il suo succo. Questa attività è originata dal sistema nervoso centrale autonomo dopo che il cervello è stato eccitato dalla vista, dall'odore o anche solo dal pensiero del nutrimento. Lo stomaco si contrae regolarmente ogni 3 o 4 ore, provocando la sensazione dell'appetito e, se esso non viene soddisfatto, provoca i crampi caratteristici.

Anche la secrezione del succo gastrico (come quella della saliva) è sottoposta a numerosi e complicati stimoli riflessi. Pavlov dimostrò che la qualità e la quantità del succo gastrico sono variabili a seconda dei cibi ingeriti, o anche dei soli stimoli senza introduzione di alimenti. In tal caso si può giungere a provocare una secrezione di sola origine psichica in seguito ad alimentazione fittizia. Gli alimenti ingeriti nello stomaco subiscono alcune modificazioni chimiche per l'azione del succo gastrico prodotto dalle sue ghiandole. Si è calcolato che su ogni millimetro quadrato di

mucosa gastrica si aprono 100÷150 orifici ghiandolari che riversano succo gastrico. Questo succo contiene numerose sostanze, fra cui fondamentali sono, oltre all'acqua, l'acido cloridrico e 3 enzimi: la *pepsina*, la *chimosina* e la *lipasi*. L'acido cloridrico, presente nella percentuale dello 0,4%÷0,6% ha una potente azione battericida, ossia distrugge i germi che penetrano nello stomaco con il cibo. Inoltre ha un'azione coadiuvante nella scissione delle proteine. I tre enzimi hanno il compito di scindere le sostanze alimentari ingerite in composti più semplici, come la ptialina, contenuta nella saliva, fa con gli amidi: la pepsina attacca le sostanze proteiche (già entrate in composizione con l'acido cloridrico), la chimosina coagula il latte e la lipasi attacca i grassi.

Dopo circa mezz'ora dall'inizio dell'ingestione del cibo, si iniziano i movimenti peristaltici gastrici, simili a quelli dell'esofago, che dal fondo dello stomaco spingono il contenuto verso il piloro. Ma il piloro a differenza del cardias è dotato di uno sfintere (anello muscolare) il quale resta chiuso. Ne consegue che le sostanze contenute nello stomaco, respinte dal piloro, tornano indietro. Questo movimento antiperistaltico, ripetuto per due o tre ore, determina un rimescolamento continuo del materiale ingerito, il quale viene a contatto in tutte le sue parti con il succo gastrico che intanto agisce fluidificandolo e lo trasforma in una massa grigiastra chiamata chimo.

Quando tutto il cibo ingerito è trasformato in **chimo**, sotto l'impulso dei movimenti peristaltici passa in modo graduale, a fiotti, attraverso il piloro che, normalmente chiuso, è pronto a dilatarsi quando l'acidità del chimo si attenua. Il contenuto gastrico giunge quindi nel *duodeno*, che è lungo circa 26cm. e rappresenta la prima parte dell'intestino tenue.

• DUODENO

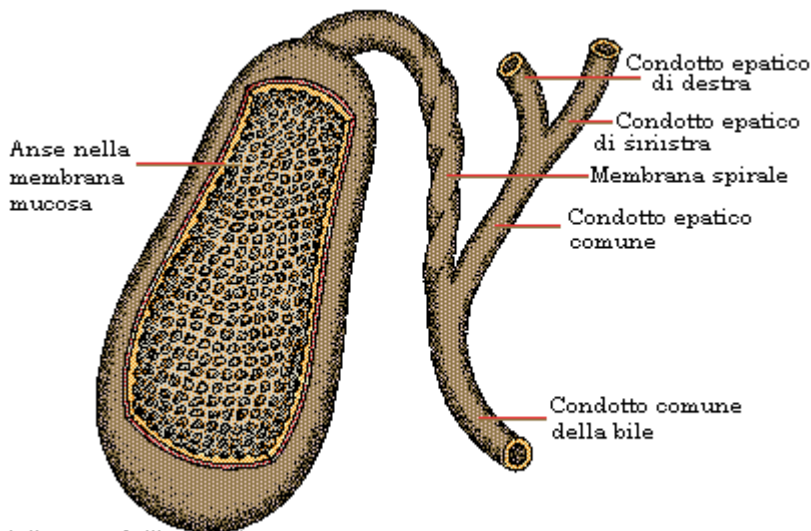
Nella superficie interna del duodeno, il quale è a forma di ferro di cavallo ed è addossato alla parete posteriore dell'addome, vi è una sporgenza chiamata *ampolla di Vater*. Essa è lo sbocco comune di due condotti: il coledoco che viene dal fegato e il dotto pancreatico che viene dal pancreas. Il coledoco riversa nel duodeno la bile (*succo epatico*), il dotto pancreatico il succo pancreatico. Queste due sostanze continuano la trasformazione chimica delle sostanze alimentari già iniziata nella bocca dalla ptialina e nello stomaco dal succo gastrico.

• FEGATO & PANCREAS

La ghiandola più voluminosa del corpo, il **fegato**, pesa circa 1500 gr.; è collocata a destra sotto la cupola del diaframma ed è coperta dalle ultime costole. Esso è fatto da una quantità enorme di lobuli risultanti da colonne cellulari disposte come tanti raggi. Tra un lobulo e l'altro è il connettivo interstiziale.

Visto in sezione, mostra una ricchissima rete di vasi sanguigni. Infatti riceve una grande quantità di sangue sia dall'arteria epatica (un ramo della aorta) che lo nutre, sia dalla vena porta che conduce

sangue refluo dall'intestino, dallo stomaco e dalla milza. Dal fegato, il sangue torna alla circolazione generale attraverso la vena cava inferiore. In una struttura del fegato detta **acino**, costituita da cellule di forma poliedrica viene fabbricata la **bile** che si raccoglie nella *cistifellea* e viene versata nel *duodeno*. La **cistifellea** è quindi il serbatoio della bile che, prodotta dal fegato vi affluisce attraverso il dotto epatico e cistico, si concentra e ne defluisce tramite il dotto cistico e coledoco per



Microsoft Illustration

versarsi quindi nel duodeno. La cistifellea, lunga circa 10 centimetri, ha un diametro massimo di 3,5 centimetri e una capacità di 30÷40 centimetri cubi. E' dotata di una tunica muscolare che, per azione di stimoli nervosi e umorali, le consente di contrarsi e di spremere la bile quando gli alimenti, ridotti a chimo dallo stomaco, passano poi nel duodeno.

Le funzioni della bile sono molteplici. Per la maggior parte sono svolte dai sali biliari sintetizzati dal fegato che favoriscono l'emulsione dei grassi nel succo duodenale e rendono solubili in acqua sostanze normalmente insolubili. La bile, inoltre, facilita l'azione di alcuni elementi digestivi, frena la moltiplicazione dei batteri nell'intestino, stimola la peristalsi intestinale e agisce sull'acidità del chimo rendendolo alcalino. Quando ricompare l'acidità del contenuto la neutralizza recando in sé una forte quantità di carbonato sodico. Nella bile sono presenti quantità notevoli di pigmenti biliari (la *bilirubina*, la *biliverdina*) che le conferiscono la sua intensa colorazione giallo-oro. Essi derivano dalla demolizione della molecola dell'emoglobina che avviene quasi totalmente nel fegato. L'emoglobina, infatti, giunge al fegato attraverso il sangue della milza che è l'organo principale dell'emocateresi, cioè della distruzione dei globuli rossi invecchiati. I pigmenti biliari e i sali biliari vengono riassorbiti nell'intestino per poi tornare al fegato dove sono nuovamente utilizzati (una delle caratteristiche del fegato è che la corrente biliare e quella sanguigna hanno direzione contraria). Di essi, una minima parte viene eliminata con l'urina sotto forma di urobilina. I sali biliari hanno una funzione precisa perché intervengono intimamente nell'emulsione (suddivisione in goccioline ognuna delle quali viene circondata da una membranella che ne impedisce la reciproca fusione), nella digestione e nell'assorbimento dei grassi. La secrezione della bile, importante per la digestione, è però solo una delle tante funzioni del fegato. Il fegato regola il glucosio nel sangue e lo immagazzina sotto forma di glicogeno; trasforma i grassi per renderli accettabili alle cellule; cattura gli aminoacidi con i quali fabbrica proteine semplici, urea e nucleoproteine.

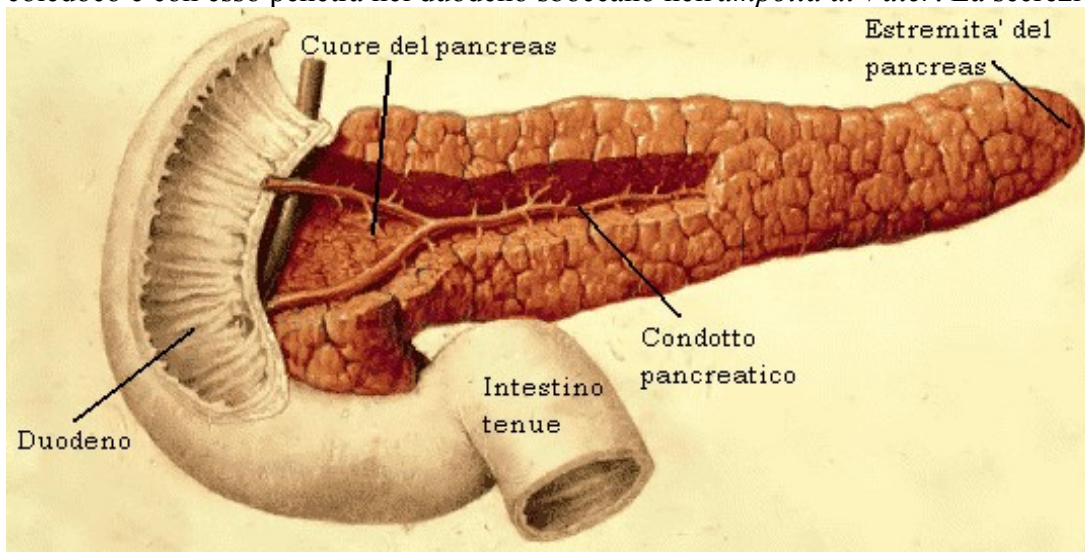
Il fegato è il deposito di gran parte del ferro, il metallo che ha importanza essenziale per la fabbricazione dell'emoglobina nel midollo osseo; immagazzina vitamine tra cui la K con la quale produce la *protrombina*, una sostanza che svolge una funzione essenziale nella coagulazione del sangue. Inoltre regola il ricambio dell'acqua e rende innocue molte sostanze tossiche. E' la

principale fonte di calore per l'organismo a causa degli intensi processi ossidativi di cui è sede. Il fegato, insomma, si può considerare come il più complesso laboratorio chimico dell'organismo.

Il **pancreas** (parola che vuol dire: tutto carne) è una grossa ghiandola di colore grigio roseo e di forma irregolare, paragonabile a un martello appiattito, situata nella parte superiore della cavità addominale, sul davanti della colonna vertebrale lombare e dietro lo stomaco. Esso ha una struttura che ricorda da vicino quella delle ghiandole salivari, tanto da essere chiamato la ghiandola salivare dell'addome. Il pancreas è costituito da un'estremità destra rigonfia chiamata testa, dal corpo e da un'estremità sinistra assottigliata chiamata coda.

Ha un aspetto lobulato e pesa 70÷100 grammi. Le cellule dei tubi terminali e delle dilatazioni degli stessi forniscono gli elementi della secrezione e costituiscono i così detti lobuli. Ai tubi terminali seguono i tubi collettori che confluiscono nei due condotti escretori. Tra i lobuli, qua e là, si notano isolati ammassi epiteliali che sono le *isole di Langerhans*.

Ha una forma a grappolo, e i suoi acini sono forniti di sottili canali dentro i quali versano il prodotto della loro attività che è appunto il *succo pancreatico*. Tali canalini confluiscono in condotti di calibro sempre maggiore fino ad arrivare alla formazione del **dotto pancreatico** principale che si estende dall'estremità sinistra all'estremità destra del pancreas, percorrendone l'asse. Questo condotto, insieme ad un altro detto "accessorio", esce infine dalla testa del pancreas, si avvicina al coledoco e con esso penetra nel duodeno sboccano nell'*ampolla di Vater*. La secrezione pancreatic



è un atto riflesso che si determina per il contatto della mucosa duodenale con l'acido cloridrico gastrico, attraverso l'azione intermediaria della "*secretina*", una sostanza di natura ormonale che eccita la secrezione del pancreas dopo aver attivato quella gastrica. Il succo pancreatico ha l'azione più energica di ogni altra nel processo digestivo e agisce su tutti i principi alimentari. Contiene tre importanti enzimi: la tripsina, la steapsina e l'amilopsina. La tripsina completa la trasformazione delle sostanze proteiche già iniziata nello stomaco dalla pepsina; la steapsina attacca con maggiore energia i grassi già preparati dall'azione della lipasi nello stomaco e della bile nel duodeno; l'amilopsina completa la scissione degli amidi cominciata dalla ptialina nella bocca.

La tripsina è presente nel pancreas sotto forma di "*prezimogeno*", inattivo, che viene attivato dalla "*enterochinasi*", un fattore elaborato dalla mucosa duodenale. Se la tripsina fosse già attiva all'interno del pancreas, inizierebbe la sua azione digestiva a danno del pancreas medesimo, che andrebbe incontro ad auto digestione (autolisi). Tra gli enzimi che demoliscono i grassi alimentari nello stomaco, nel duodeno e nell'intestino, la steapsina ha l'azione più forte. E ciò avviene anche perché nel duodeno l'acidità del chimo è neutralizzata a opera di sostanze alcaline (bile e succo

pancreatico). Infatti solo in ambiente alcalino può avvenire la scissione dei grassi in acidi grassi e glicerina.

Nella costituzione del pancreas entrano però altri elementi ghiandolari che, sforniti di dotti escretori versano il loro prodotto direttamente nel sangue. Sono piccoli ammassi di cellule disseminati nella compagine del tessuto ghiandolare acinoso. Si chiamano *isole di Langerhans* e nel loro complesso formano una ghiandola a secrezione interna la quale produce un ormone detto **insulina**, che regola il ricambio degli zuccheri, favorendo l'accumulo di glicogeno nel fegato e nei muscoli e la combustione del glucosio a livello delle cellule.

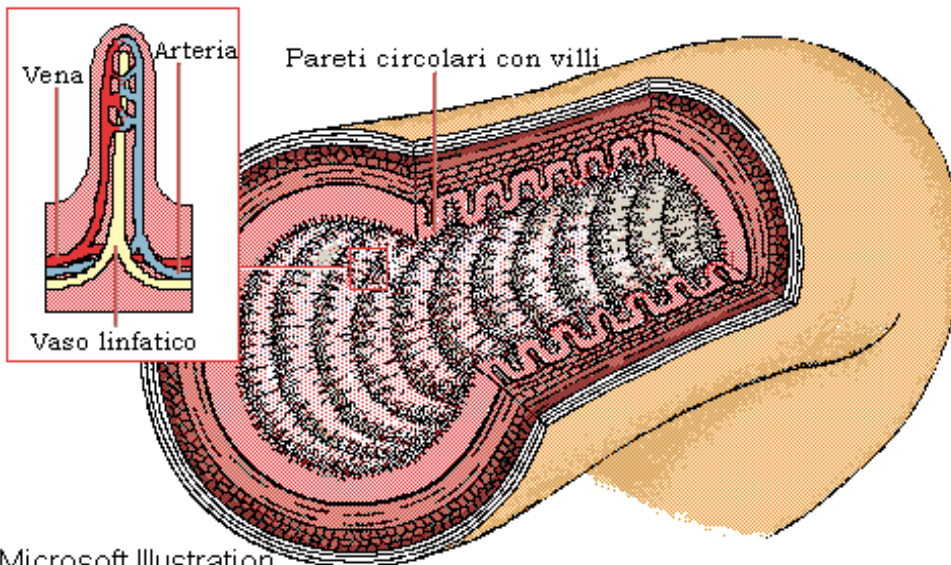
Il pancreas è dunque una ghiandola con doppia funzione: una secrezione esterna, il *succo pancreatico*, prodotta dagli acini e versata nel duodeno; una secrezione interna, l'*insulina*, prodotta dalle così dette isole di Langerhans e versata nel sangue.

Appare chiaro che nella funzione digestiva l'aspetto chimico prevale su quello meccanico della masticazione e della peristalsi. Infatti la digestione è più che altro una sequenza di reazioni chimiche di progressiva semplificazione delle sostanze alimentari per renderle accettabili alle cellule. E i grandi protagonisti di tale semplificazione sono gli enzimi, ognuno dei quali ha un'azione specifica su una determinata sostanza.

• INTESTINO

Il cibo dalla bocca all'esofago e poi dallo stomaco al duodeno, viene sottoposto ad una serie di azioni meccaniche e chimiche che modificano profondamente la sua struttura fino a quella del chimo che dal piloro gastrico passa al duodeno. Tale modificazione continua nell'**ileo** (detto anche *digiuno* che è la seconda parte dell'intestino tenue) e nell'**intestino crasso** (o "*grosso intestino*").

L'ileo, che è dunque la porzione compresa tra il duodeno e l'intestino crasso, ha una lunghezza di circa 8 metri e si distingue anzitutto dal duodeno perché è fluttuante. Come il duodeno, lo stomaco e l'esofago, l'ileo è formato da tre strati: una tunica esterna costituita dal **peritoneo**, una tunica media con muscolatura liscia e una tunica interna mucosa che continua nel piloro con la mucosa dello stomaco e alla sua estremità inferiore con la mucosa dell'intestino crasso. Questa tunica mucosa dell'ileo oltre ad essere rivestita da tessuto epiteliale cilindrico, è cosparsa di numerose *pieghe circolari* (valvole conniventi) che hanno lo scopo di aumentare la superficie assorbente dell'intestino; inoltre è ricoperta da un enorme numero di formazioni caratteristiche chiamate **villi** che hanno il compito di assorbire le sostanze alimentari dopo che sono state digerite.



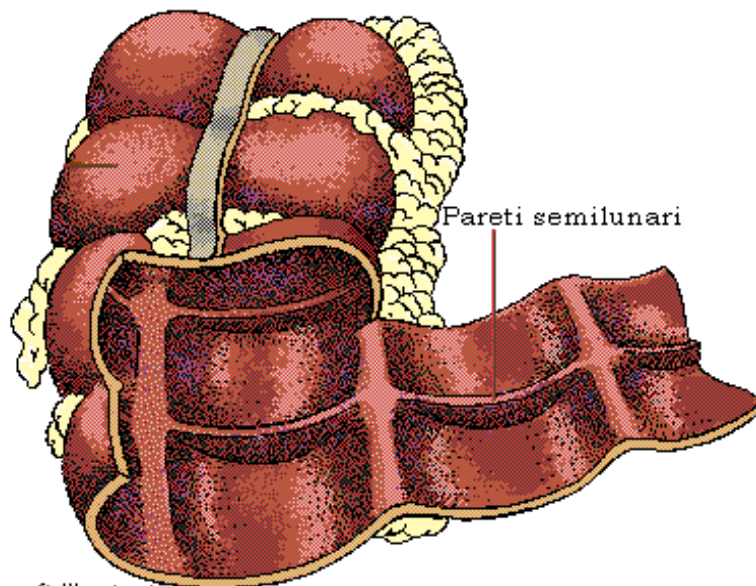
Microsoft Illustration

I villi intestinali sono piccole sporgen- ze coniche che si sollevano su tutta l'estensione della tuni- ca mucosa interna dell'ileo e che le con- feriscono un aspetto vellutato. Sono costi- tuiti da un reticolo di fibre connettive con cellule muscolari lisce rivestiti di grosse cel- lule epiteliali cilin- driche. Tali cellule sono dotate di un caratteristico orletto a spazzola. Ogni villo è attraversato per tutta la sua lunghezza da un capillare linfatico che si arresta a fondo cieco sotto l'apice del villo. Inoltre una rete molto fitta di capillari sanguigni circonda completamente ciascun villo.

Nella mucosa intestinale vi sono anche numerose ghiandole (alcune a grappolo, altre semplicemente tubolari) e moltissimi linfonodi raggruppati in placche. Il chimo passa nell'ileo dove viene a contatto con il **succo enterico** prodotto appunto dalle ghiandole intestinali. Disposte tra i villi esse producono vari enzimi: il principale, l'erepsina ha il compito di modificare quello che resta delle sostanze proteiche già trasformate dalla pepsina nello stomaco e dalla tripsina nel duodeno. Il succo enterico contiene altri fermenti che provocano le ultime trasformazione degli amidi e dei grassi. Così modificato, il chimo si muta in un liquido denso e filante di colorito lattescente, che prende il nome di **chilo**.

Occorre precisare che la digestione intestinale non viene intimata dal succo enterico, ma a livello della parte delle cellule specializzate che formano i villi. Per esempio la maggior parte dello zucchero è assorbita dalle cellule epiteliali dei villi e nell'interno di essi si trasforma in zuccheri più semplici: il *glucosio* e il *fruttosio*. Questa scissione dello zucchero si compie proprio nell'orletto a spazzola che costituisce la parte esterna delle cellule epiteliali dei villi intestinali. Attraverso i villi avviene l'assorbimento del chilo le cui sostanze solubili in acqua passano fra cellula e cellula, e quelle insolubili, come i grassi, nell'interno delle cellule stesse. Durante questo passaggio, nell'interno dei villi hanno luogo complicati processi biochimici che trasformano ulteriormente le sostanze assorbite come ad esempio i grassi alimentari che si trasformano in acidi grassi destinati a nutrire tessuti.

L'acqua e le bevande in genere passano dall'intestino al sangue per una semplice differenza di concentrazione (osmosi); e così anche i sali solubili in acqua. Il glucosio, gli aminoacidi e i grassi vengono assorbiti con l'intervento di complesse forze fisico-chimiche e sotto lo stimolo della circolazione sanguigna rapida e intensa.



Microsoft Illustrationi

Attraverso i capillari linfatici dei villi, detti *vasi chiliferi*, passano soltanto i grassi trasformati in acidi grassi. Sono essi, che con le loro minutissime gocce in sospensione, conferiscono alla linfa il suo caratteristico aspetto latteo. Questi vasi linfatici provenienti dall'intestino confluiscono a un grosso collettore linfatico, il **dotto toracico** che versa la linfa nella vena cava ascendente, cioè direttamente nella circolazione sanguigna. Gli altri composti (glucosio e aminoacidi) passano invece nei capillari venosi dei villi che si riuniscono infine nella grossa *vena porta* la qual arriva al fegato che provvede alla successiva elaborazione e utilizzazione di tali sostanze nutritive.

Nei circa 8 metri dell'ileo avvengono dunque i principali fenomeni di assimilazione, per cui il chilo subisce la digestione massima e si riduce notevolmente di volume. La parte non assorbita, spinta dai movimenti intestinali peristaltici, passa nell'intestino crasso attraverso la valvola ileo-ciecale che serve per regolare il passaggio del rimanente contenuto intestinale e ad impedirne il reflusso.

L'**intestino crasso**, lungo circa un metro e mezzo, viene distinto in quattro sezioni: il cieco, il colon, il sigma e il retto. Dal **cieco**, che è la parte iniziale del crasso, si stacca l'**appendice**, organo tubolare a fondo chiuso, la cui funzione e importanza sono tuttora oscure. La seconda parte dell'intestino crasso, il **colon**, ha un decorso ascendente, trasverso e discendente. Il **sigma**, a sua volta, descrive due curve a forma di S. Il **retto** è l'ultima parte dell'intestino e si apre all'esterno con l'**ano** dotato di un anello muscolare (*sfintere*). La conformazione esterna dell'intestino crasso si differenzia da quella dell'intestino tenue per la presenza di tre banderelle muscolari longitudinali chiamate *tenie*. Come negli altri tratti del tubo intestinale (escluso il retto) il crasso riceve il sangue dall'*arteria mesenterica* (un ramo dell'aorta) e lo distribuisce fino alla confluenza della vena porta. La parte degli alimenti non assorbita dall'ileo passa nell'intestino crasso, a cominciare dal cieco. E' questa un'ansa destinata, negli animali erbivori, alla digestione della cellulosa che nell'uomo viene invece espulsa parzialmente indigerita e serve da stimolo meccanico per l'eliminazione dei rifiuti intestinali. Ai residui intestinali che si raccolgono nel cieco. Dove possono restare per circa 10-12 ore, sono mescolati i pigmenti biliari, i sali, le cellule mucose che si sono sfaldate dalla parete interna del tubo intestinale e i succhi digestivi in eccesso. Tutti questi prodotti subiscono l'azione di una ricchissima popolazione microbica, costituita da batteri di vario tipo e da protozoi che vivono e si riproducono nell'intestino senza recare danno all'organismo anzi cooperando alla scissione definitiva delle sostanze di origine alimentare. Per esempio le proteine vengono denaturate in composti ammoniacali con sviluppo di gas come idrogeno, metano e altri; i carboidrati danno origine ad acidi come il lattico e butirrico.

Nel secondo tratto dell'intestino crasso, cioè il colon, il resto del contenuto intestinale subisce una concentrazione per assorbimento della sua parte acquosa da parte del colon stesso. Infine passa nel sigma e si accumula nel retto sotto forma di *feci*, in attesa dell'espulsione. Le feci sono costituite da prodotti di rifiuto, ossia da sostanze indigeribili o non digerite, oltre che da prodotti tossici del ricambio organico.