

ELEMENTI DI FISIOLOGIA DELL' APPARATO DIGERENTE

Dottorssa Serafina Fassina
Specialista in medicina interna
Specialista in scienza dell'alimentazione
Specialista in nefrologia medica

ANDI

08 e 13 maggio 2021

The Gastrointestinal System

Formation and Development of the Gastrointestinal Tract

Gastric Rotation

90° Rotation of Umbilical Cord

Further 90° Rotation of Umbilical Cord

Final Rotation of Umbilical Cord to 300°

Longitudinal Development of Small Intestine

Blood Supply of Pancreas, Duodenum, and Gall Bladder, Bile Ducts

Islets of Langerhans (endocrine)

Intercalated Duct with Acini (exocrine)

Blood Supply of Stomach

Structure of Stomach Wall

Gastric Secretion

Cecum and Appendix

Structure of Small Intestinal Wall

Blood Supply of Large Intestine

Blood Supply of Small Intestine

Structure of Colon Wall

Portals Vein and Portocaval Anastomoses

Liver Lobe Structure

Microscopic Structure of Liver

Blood Supply of Rectum, posterior view

Structure of Rectum

Table: Blood Supply of the GI Tract

Organ	Artery	Vein	Lymphatics
Esophagus	Esophageal artery	Esophageal vein	Esophageal lymphatics
Stomach	Gastric artery	Gastric vein	Gastric lymphatics
Duodenum	Superior mesenteric artery	Superior mesenteric vein	Superior mesenteric lymphatics
Small Intestine	Superior mesenteric artery	Superior mesenteric vein	Superior mesenteric lymphatics
Large Intestine	Inferior mesenteric artery	Inferior mesenteric vein	Inferior mesenteric lymphatics
Rectum	Inferior mesenteric artery	Inferior mesenteric vein	Inferior mesenteric lymphatics

dentro o fuori dal corpo?

- un lungo tubo, aperto alle estremità (bocca, ano) quindi in continuità con l'ambiente esterno
- la struttura del tubo è complessa, per adempiere alle funzioni per cui serve: **consentire la sopravvivenza e il benessere dell'individuo, tramite l'apporto dall'esterno di alimenti**
- il tubo è suddiviso in “**comparti**”, che si susseguono l'uno all'altro ed assumono aspetti e funzioni diverse; i vari tratti sono separati “**valvole**” (**sfinteri**) indipendenti e specializzati
- un secondo cervello

a cosa serve ?

**assimilare i nutrienti
(digestione e assorbimento)**

eliminare le scorie

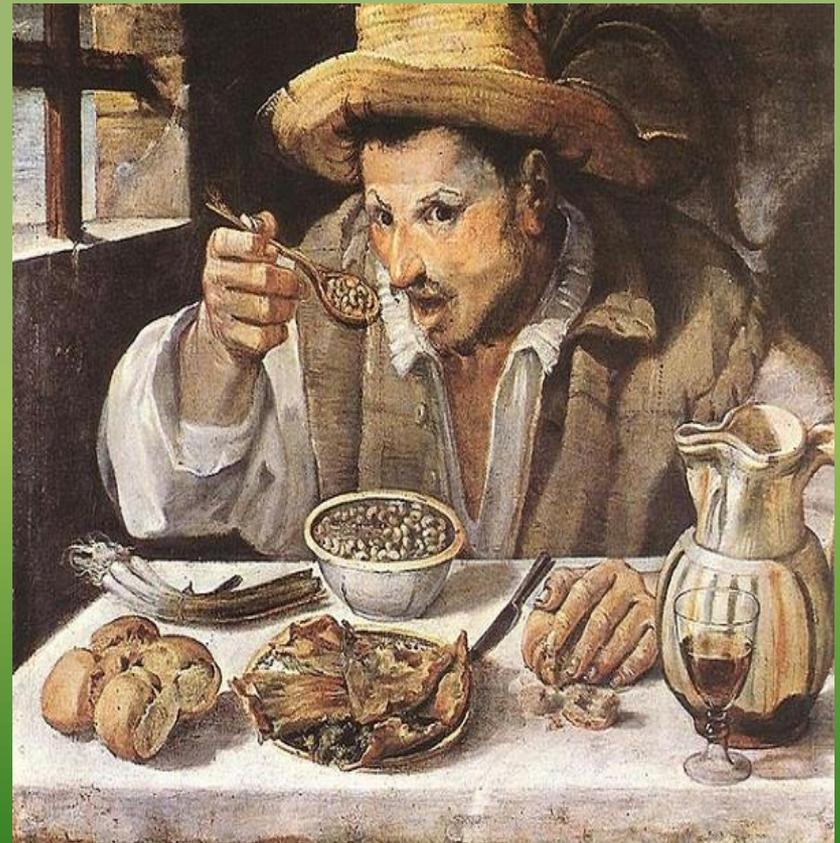
DIGESTIONE

trasformazione del cibo in componenti semplici (molecole) idonei a superare la parete intestinale, entrare nel sangue ed essere utilizzati dai vari organi

- **digestione meccanica**
- **digestione enzimatica**

ASSORBIMENTO

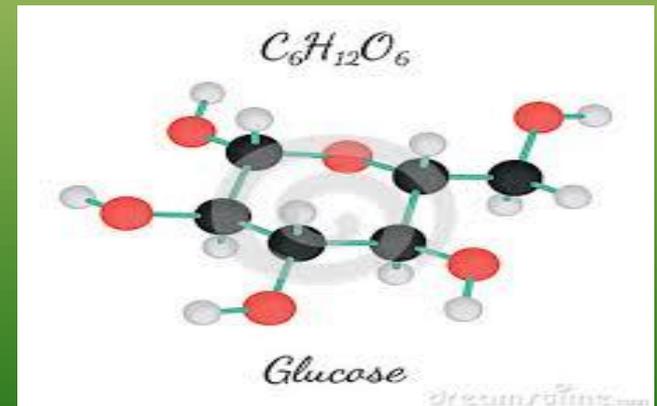
trasferimento dei prodotti della digestione (molecole) dal lume dell'intestino nel sangue



dal cibo... alla biochimica



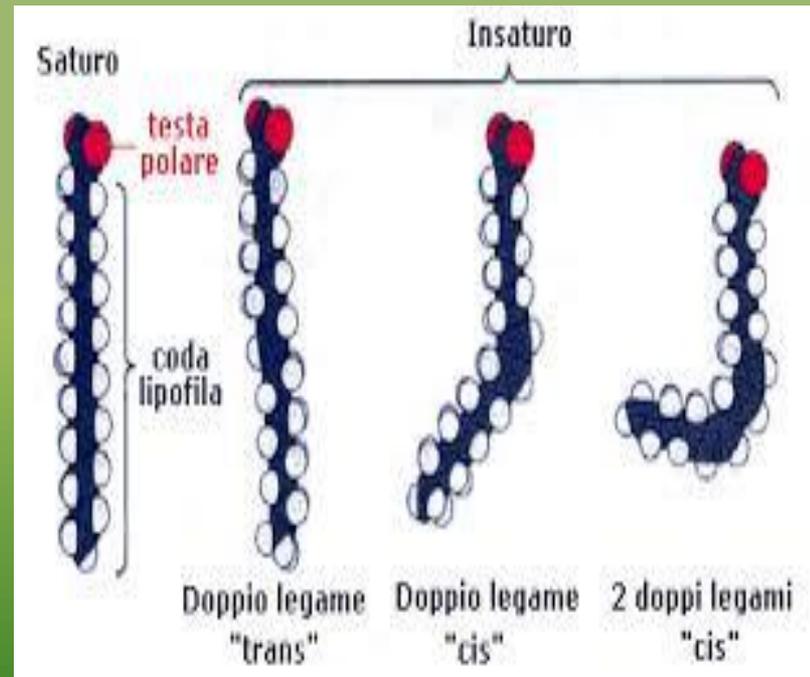
dai carboidrati...al glucosio



dalle proteine... agli aminoacidi



dai lipidi (grassi)... agli acidi grassi



... senza dimenticare tutto il resto



- sali minerali
- vitamine
- oligoelementi
- acqua
- fibre

- farmaci
- alcool

per digerire ed assorbire è necessario

- **frammentare il cibo** per aumentarne la superficie
- **mescolarlo a liquidi con azioni specifiche** nei diversi tratti
- **farlo progredire** da una estremità all'altra del tubo
- **scomporlo** in particelle sempre più piccole, fino a molecole
- **farlo entrare** nell'organismo
- **eliminare** ciò che non serve

per digerire sono necessarie

- **strutture che trituran il cibo** (denti, lingua)
- **muscolatura** nella parete intestinale che fa **progredire il cibo** lungo il tubo
- **muscolatura che rimescola il cibo** per farlo entrare in **contatto con sostanze che lo “smontano”** e lo rendono **assorbibile**
- **quanto più il cibo viene frammentato e rimescolato, tanto più è accessibile alla azione delle sostanze necessarie a digerirlo (enzimi)**

per assorbire sono necessari

- **liquidi (secreti) prodotti nei vari tratti dell'intestino, con funzioni molto specifiche (attività enzimatiche)**
- una **superficie molto grande**: quanto più ampia è la superficie dell'intestino tanto maggiore è l'assorbimento di quanto è stato digerito
- frammentazione e rimescolamento aumentano la superficie di contatto tra quanto ingerito e le sostanze digestive

enzima

proteina prodotta nelle cellule (animali e vegetali)

- **si combina con una sostanza specifica per trasformarla in una sostanza diversa**
- agisce come “**catalizzatore**” (acceleratore di una reazione chimica specifica) senza essere consumato, senza entrare nei prodotti finali della reazione, senza venire modificato

- **enzimi digestivi: presenti nella saliva, stomaco, pancreas, intestino tenue**
- **contribuiscono a scindere gli alimenti nei costituenti di base (molecole)**, che possono quindi essere assorbiti e utilizzati dall'organismo
- **ogni enzima ha un ruolo specifico**: quello che scinde i grassi, per esempio, non agisce sulle proteine o sui carboidrati

- la carenza, anche di un singolo enzima, può provocare gravi disturbi

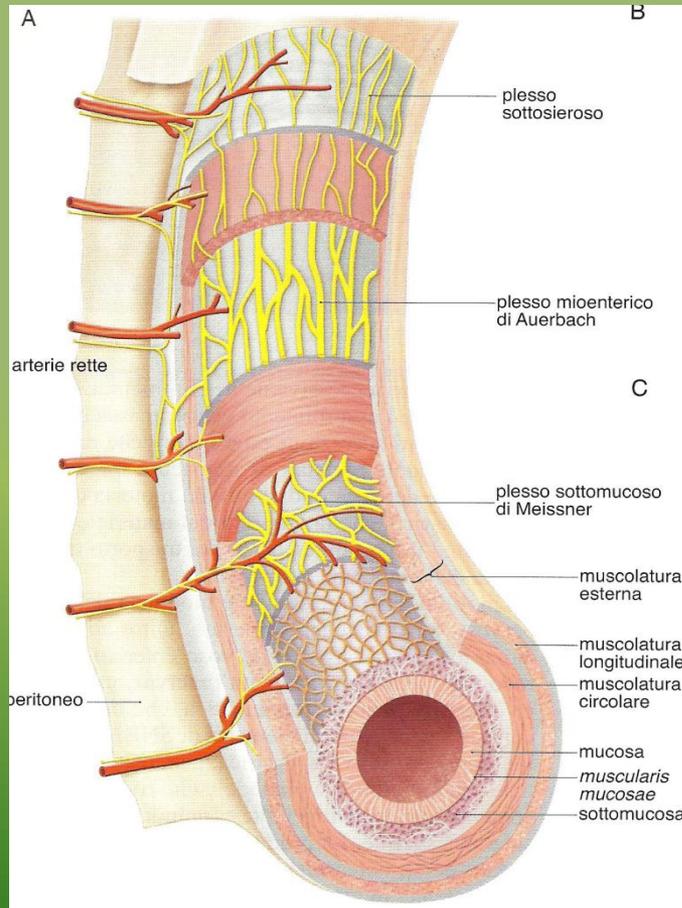
anatomia ...& funzione

L' anatomia è dunque strettamente legata alle funzioni che l'apparato digerente è deputato a svolgere, tratto dopo tratto per

- **estrarre dagli alimenti i nutrienti (DIGESTIONE)**
- **rendere quanto digerito idoneo all'ingresso nel corpo (ASSORBIMENTO)**
- da ultimo, **eliminare le scorie (DEFECAZIONE)**

- **funzione motoria**
- **funzione secretiva**
- **funzione regolatrice**

parete intestinale: struttura



- **strati concentrici** contribuiscono alle attività funzionali, diversificate nei vari tratti, per ottimizzare particolari funzioni
- **mucosa** (rivestimento interno) barriera al contenuto luminale, come luogo di trasferimento dei nutrienti; cellule ad attività specifica (ghiandole, cellule secernenti); villi, microvilli
- **muscolatura liscia** serve alla progressione del contenuto intestinale da un tratto al successivo
- **strutture vascolari nervose, linfatiche** negli strati più esterni della parete
- Alcuni tratti dell'intestino hanno un **rivestimento esterno (peritoneo)** con funzione di supporto del lungo tubo alla cavità addominale
- **muscolatura striata** nei tratti dove avvengono atti volontari: masticazione, deglutizione, defecazione

qualche particolare

per aumentare la superficie di assorbimento, nel piccolo intestino vi sono **grandi “ripiegature” lungo il tubo (villi) ed anche le cellule della mucosa sono a loro volta dotate di “microvilli**

cellule specializzate

tra le cellule vi sono **strutture ghiandolari**, necessarie per la secrezione di sostanze atte alla digestione, sostanze protettive, sostanze con attività di controllo

muscoli: volontari e involontari

muscoli striati azioni volontarie

masticazione e deglutizione (m. masticatori, faringei , esofago prossimale
defecazione (sfintere anale)

muscoli lisci azioni involontarie

- **fibre muscolari longitudinali**, servono a far “accorciare” il tubo; disposti in uno strato sottile e longitudinale, alla periferia del tubo stesso)
- **fibre muscolari circolari**: servono a fa “restringere” il tubo (disposti in modo circolare in uno strato più interno e più spesso rispetto alle fibre longitudinali)

i movimenti dell'intestino (peristalsi)

- **far procedere il cibo lungo tutto il tratto digestivo (movimenti propulsivi)**
- **i processi di digestione e assorbimento** del cibo, tramite una azione di rimescolamento dello stesso con i liquidi intestinali (**movimenti di rimescolamento**) oltre che di frammentazione del cibo

sfinteri

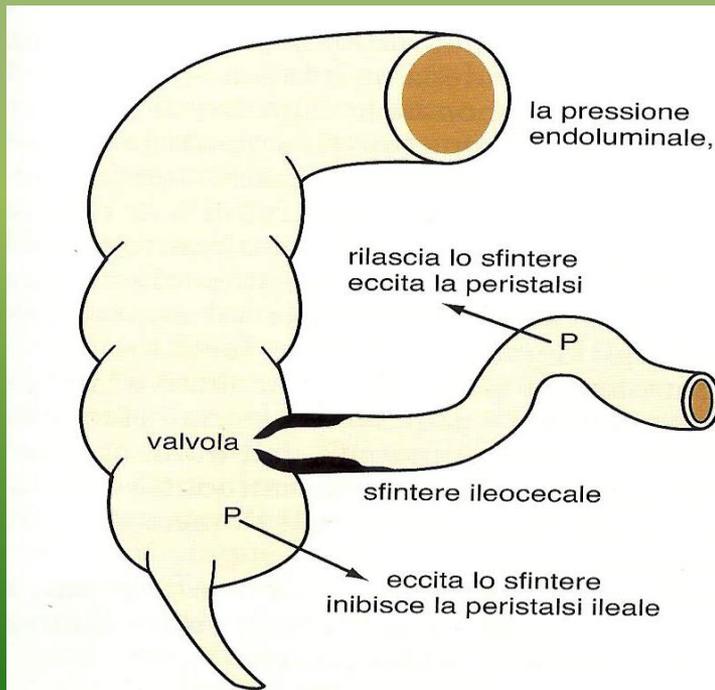
a muscolatura striata, controllo volontario

- Sfintere esofageo superiore
- Sfintere anale

a muscolatura liscia, controllo involontario

sempre contratti fino a quando non si renda necessaria la loro apertura; ciò consente di prevenire il passaggio retrogrado del contenuto intestinale (bolo alimentare, secreti)

- sfintere esofageo inferiore, cardias
- piloro
- sfintere di Oddi
- valvola ileo-cecale
- sfintere anale interno



completano la struttura e le funzioni

- **vasi sanguigni** : nutrono la parete del TD e servono a trasportare altrove le sostanze assorbite
- **sistema immunitario**: costituito da strutture sparse lungo il TD; ha funzione protettiva contro agenti esterni che potrebbero nuocere all'individuo (batteri, virus, tossine...)
- **sistema linfatico**: coadiuva le attività immuni dell'intestino e serve da trasportatore dei grassi assorbiti

controllo del funzionamento

Le funzioni del TD sono regolate e modulate per via nervosa ed ormonale (sistema nervoso ed endocrino)

Motilità e attività secretiva del TD **variano a seconda della situazione funzionale** (digiuno, pasto, periodo postprandiale) **e del tratto di intestino**: man mano che il cibo transita distalmente si riduce l'importanza del controllo nervoso ed assume maggiore importanza quello ormonale

vi è un sistema nervoso enterico (SNE) che può essere definito un” piccolo cervello” costituito da due reti nervose (plessi) comprese nella parete del tratto digestivo, dall'esofago all'ano, che influenzano tutti i processi digestivi ed esercitano controllo locale, integrando le funzioni motorie con quelle digestive e di assorbimento; esso regola:

motilità

secrezioni endocrine ed esocrine

meccanismi immunitari locali

crescita e ricambio cellulare

flusso di sangue nel tratto intestinale

sistema nervoso

sistema nervoso autonomo (o vegetativo)

insieme di cellule e fibre nervose che innervano gli organi interni e le ghiandole, controllando le **funzioni vegetative, al di fuori del controllo volontario**

(due tipi di neuromediatrici: **parasimpatico** e **simpatico**)

sistema nervoso somatico controlla le funzioni volontarie della muscolatura striata

(muscoli masticatori, deglutitori, sfintere anale esterno)

organi di senso

- **vista**
- **olfatto**
- **gusto**
- **tatto**
- **udito**



indispensabili, ma... ANNESSI

- **al di fuori del TD, ma in stretta relazione con esso, ci sono “ORGANI ANNESSI”, indispensabili per il normale svolgimento delle funzioni proprie del tratto digestivo**
- **denti**
- **lingua**
- **ghiandole salivari**
- **fegato, colecisti, vie biliari**
- **pancreas**

Poiché il TD è in comunicazione con l'ambiente esterno è possibile il contatto con sostanze nocive all'organismo (tossine, veleni, acidi, alcali, farmaci, sostanze tossiche, batteri o altri microorganismi)

è necessario avere dei sistemi di protezione

I principali sistemi di difesa si attuano con:

- **modificazioni importanti della acidità e alcalinità del contenuto intestinale (pH)**
- **presenza di sostanze con attività antibatterica** (lisozima nel cavo orale)
- **meccanismi immuni presenti nella mucosa intestinale:** cellule della immunità cellulare e umorale, situate nella parete dell'intestino, afferiscono a "posti di blocco" (stazioni linfonodali) che inattivano gli agenti nocivi, impedendone l'entrata nella circolazione sanguigna
- **fegato:** tutte le sostanze che entrano nel sangue dal tratto digestivo passano dal fegato, dove farmaci e tossine sono inattivati con meccanismi diversi
- **flora batterica del grosso intestino** svolge funzione protettiva contro batteri patogeni

vedere aiuta a comprendere

- Siti consultabili su YOUTUBE
- in italiano
- digerente parte 1
- <https://gr1nL4G0//www.youtube.com/watch?v=xB>
- digerente parte 2
- https://www.youtube.com/watch?v=T63_Nh9pJNI
-
- digerente parte 1
- https://youtu.be/O_CQJXOU1Tg
- digerente parte 2
- <https://www.youtube.com/watch?v=sGfEYmVtSzo>
-
- digerente parte 1
- <https://youtu.be/8hg-rltWojw>
- digerente parte 2
- <https://youtu.be/ItWpYsXwK-Y>
-
- in inglese
- <https://youtu.be/X3TAROOtFIM>

- dalla bocca in poi, i vari tratti del tubo digerente sono specializzati per una o più funzioni; inizialmente prevalgono quelle deputate a ridurre il cibo in pezzetti sempre più piccoli, successivamente quelle di digestione e assorbimento; da ultimo le funzioni di progressione del materiale non digerito da eliminare

il viaggio del cibo

- bocca
- faringe
- esofago
- stomaco
- piccolo intestino: duodeno digiuno ileo
- grosso intestino
- retto e ano

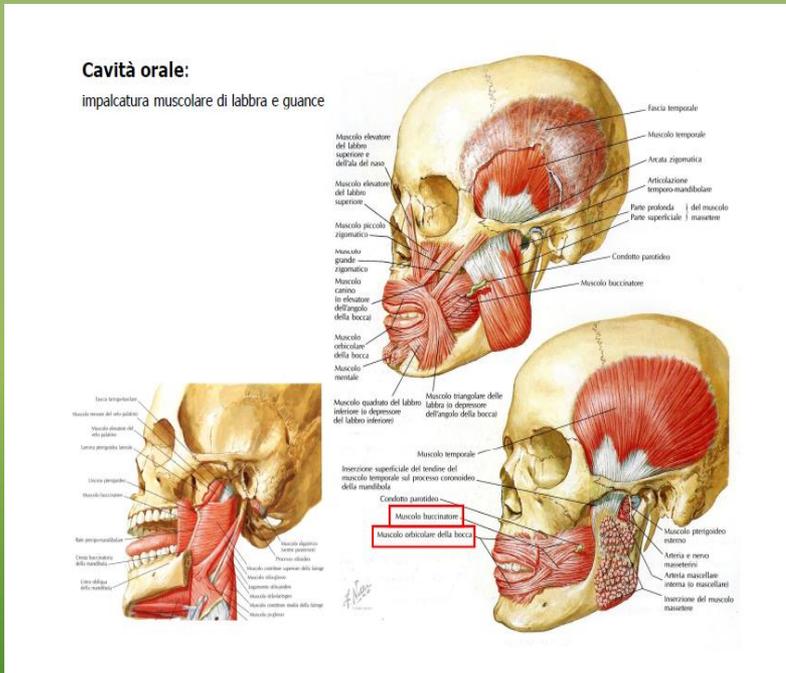
- **In bocca** il cibo viene sminuzzato, rimescolato con enzimi prodotti dalle ghiandole salivari , trasformato in **BOLO ALIMENTARE** e poi spinto in **faringe** per la deglutizione ed il passaggio in esofago
- **esofago:** spinge il cibo nello stomaco; ha solamente funzione di transito, qui non avvengono processi digestivi; due sfinteri (superiore e inferiore) lo mantengono chiuso nel periodo tra i pasti; le contrazioni della muscolatura hanno solo direzione aborale, sono coordinate con il rilasciamento degli sfinteri esofagei superiore e inferiore; lo sfintere esofageo inferiore impedisce il reflusso del liquido gastrico nello stomaco; la mucosa dell'esofago ha funzione protettiva nei confronti dell'acidità gastrica

nello **stomaco** continua la preparazione del cibo, triturandolo e rimescolando il bolo con pepsina e acido. La pepsina inizia i processi digestivi, l'acido serve a sterilizzare la parte alta dell'intestino.

L'attività motoria dello stomaco è organizzata in modo da accogliere il bolo alimentare, da rimescolarlo ripetutamente, successivamente spingere il bolo nel duodeno. Dallo stomaco il bolo (ora chiamato «chimo» passa nel **piccolo intestino (duodeno, digiuno, ileo)** per essere digerito e assorbito; i residui indigeriti passano nel **grosso intestino (colon)** per essere disidratati, resi più solidi, finché arrivano nel **retto** per esser eliminati

bocca : i principali muscoli masticatori

- **elevatori della mandibola** (e spostamenti antero-posteriori)
- muscolo massetere, temporale
- **abbassatori della mandibola** (e movimenti laterali)
- m. pterigoideo laterale, pterigoideo mediale, digastrico
- **funzione masticatoria: movimento rotatorio della mandibola, triturazione del cibo**
- La forza sviluppata dalla contrazione della mandibola è stimabile tra 10 e 50 Kg (anche fino a 100 Kg)
- **una volta avviata, la masticazione prosegue automaticamente (controllo SNC)**



cavo orale: lingua

Grosso muscolo striato, a controllo volontario, ricoperto da membrana mucosa

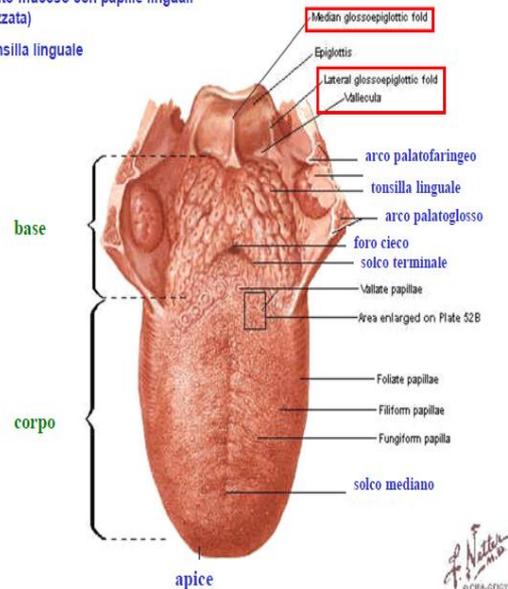
I muscoli della lingua manipolano il cibo per la masticazione, lo compattano e lo spingono sul retro della bocca per la deglutizione

Il rivestimento della lingua, la mucosa, è dotata di PAPILLE GUSTATIVE, organi di senso, che discriminano i sapori dolce, amaro, acido, salato, aspro

Superficie dorsale della lingua

Corpo: rivestimento mucoso con papille linguali (mucosa specializzata)

Base o radice: tonsilla linguale



funzione meccanica
funzione gustativa
funzione fonatoria

denti, palato, faringe

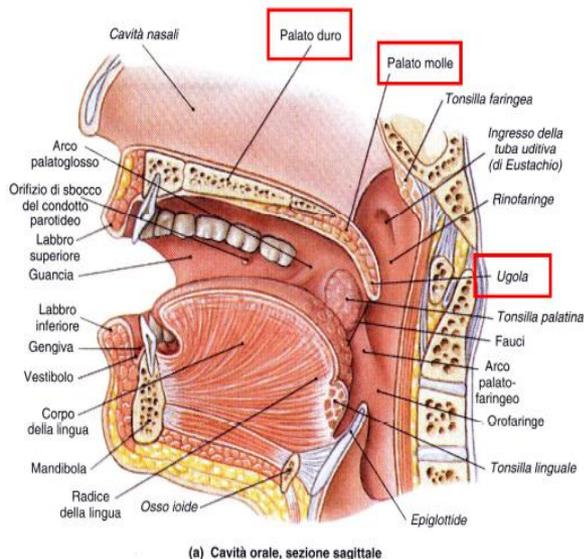
denti: organo accessorio
triturazione del cibo
(premolari e molari)
taglio e strappo (incisivi e
canini)

palato duro e molle:
permettono il contatto del
cibo con i denti, la lingua, i
secreti ghiandolari

Cavità orale propriamente detta

Volta: Palato

- duro (osseo)
- molle (muscolare)



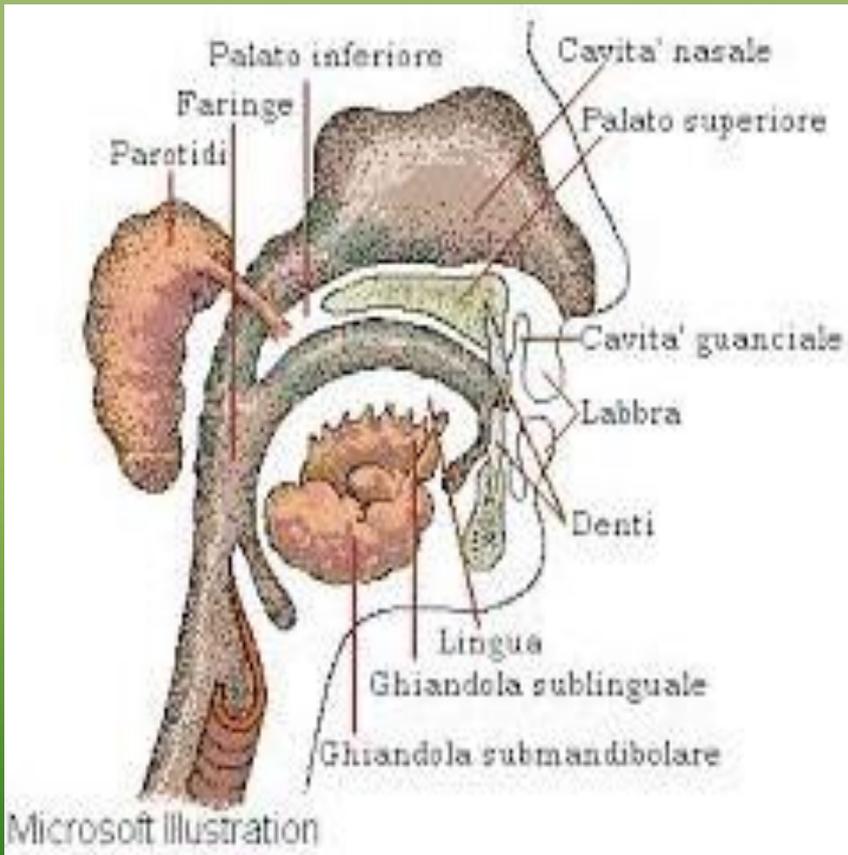
(a) Cavità orale, sezione sagittale

FIGURA 25-5
Cavità orale. (a) Sezione sagittale. (b) Veduta anteriore.

ghiandole salivari

**parotide, sublinguale,
sottomandibolare**
bilaterali

producono **SALIVA** (1-2 litri al giorno); rilasciano le secrezioni in bocca tramite canali (dotti) che sboccano nella guancia o nel pavimento della bocca



stimolazione della salivazione

introduzione di cibo in bocca (effetto meccanico)

stimoli sensoriali (visivi, acustici, olfattivi)

stimoli psichici associati al cibo

Il centro regolatore dei riflessi di salivazione è nel cervello (tronco encefalico)

innervazione con effetto inibitorio (paura, stress) o eccitatorio (stimolazione sensoriale o psichica)

saliva, composizione e funzioni

- **99,5% ACQUA** essenziale per la sensazione del gusto , in quanto le particelle di cibo vengono umidificate
- **ENZIMI amilasi** (iniziale digestione dei carboidrati complessi) **proteasi** (iniziale digestione delle proteine) **ptialina, peptidi ad attività antimicrobica**
- **LISOZIMA** attività antibatterica, antilieviti, antiprotozoi
- **MUCO:** legano una grande quantità di acqua e pertanto mantengono il bolo umido e soffice
- **SALI MINERALI, BICARBONATO (pH neutro o alcalino) IMMUNOGLOBULINE** impediscono ai batteri di stabilirsi nella cavità orale

Nella saliva possono venire secrete sostanze (alcool, morfina, antibiotici, mercurio , piombo, composti aromatici)

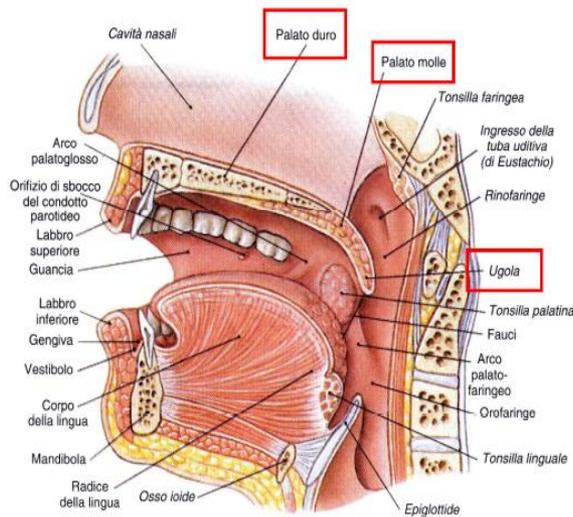
- **FUNZIONI**
- **idratante e lubrificante del bolo alimentare (deglutizione atraumatica)**
- **digestione iniziale dei carboidrati**
- **antibatterica, disinfettante e immunitaria**
- **protezione dei denti grazie al contenuto in minerali e al pH**
- **neutralizzazione della acidità del cibo o di eventuale rigurgito di succo gastrico**
- **controllo assunzione di liquidi**

digestione meccanica

Cavità orale propriamente detta

Volta: Palato

- duro (osseo)
- molle (muscolare)



(a) Cavità orale, sezione sagittale

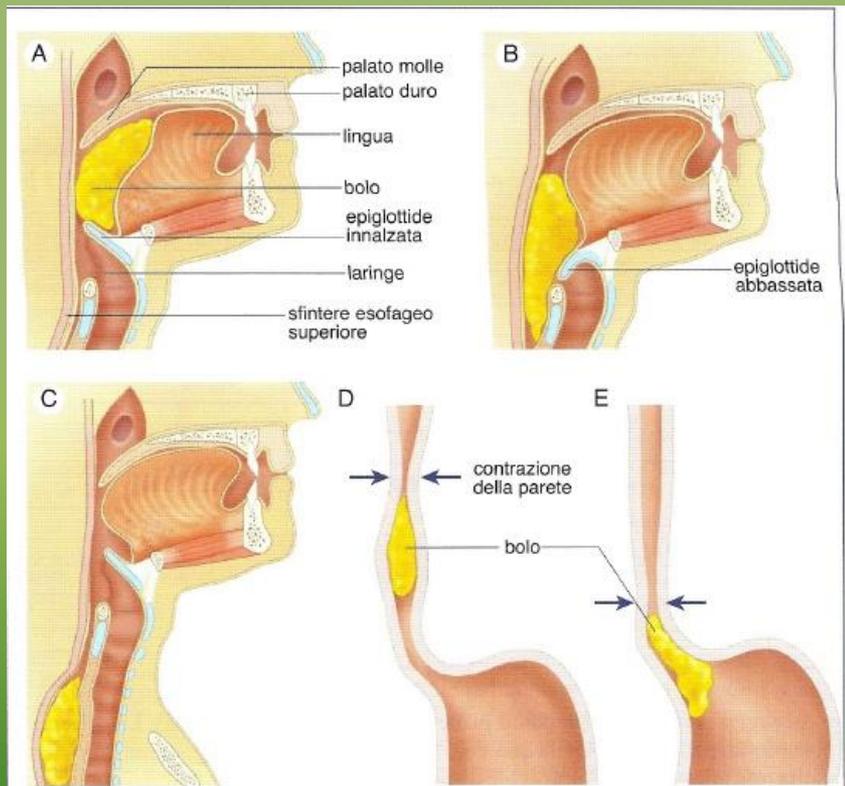
FIGURA 25-5

Cavità orale. (a) Sezione sagittale. (b) Veduta anteriore.

Il cibo, **triturato** dai denti, **impastato** dalla lingua con la saliva, forma il **BOLO**, **spinto** dalla lingua in **FARINGE** (condotto che va dalle coane nasali fino alla laringe) e passa poi in **ESOFAGO**

deglutizione

<https://www.youtube.com/watch?v=wcMVA4z4QkI>



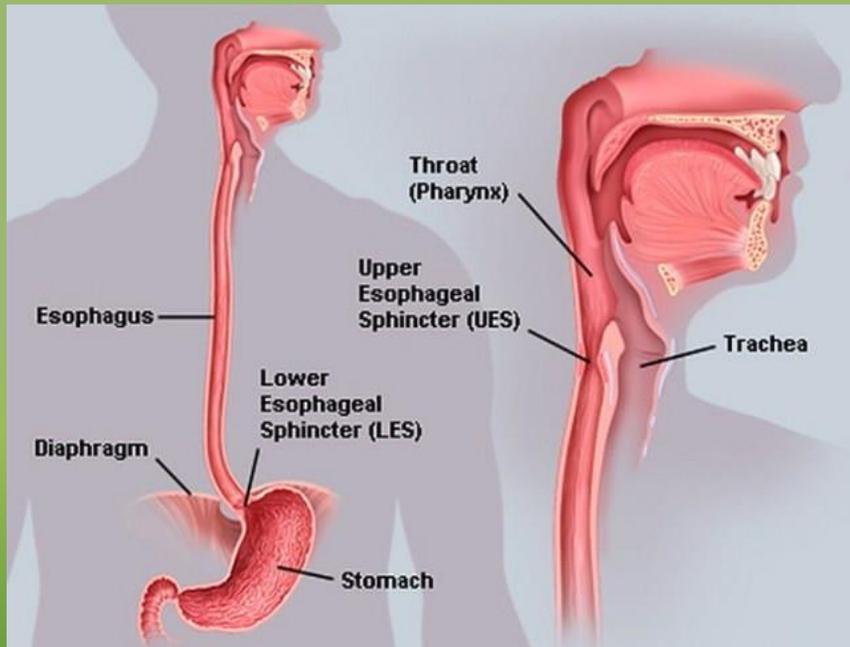
FASE ORALE: VOLONTARIA

il bolo è spinto sul retro della cavità orale dal movimento della lingua e del palato

FASE FARINGEA: il palato molle e l'ugola si sollevano per chiudere il nasofaringe; il bolo passa attraverso l'orofaringe

FASE ESOFAGEA: il cibo è spinto lungo l'esofago tramite la peristalsi

esofago



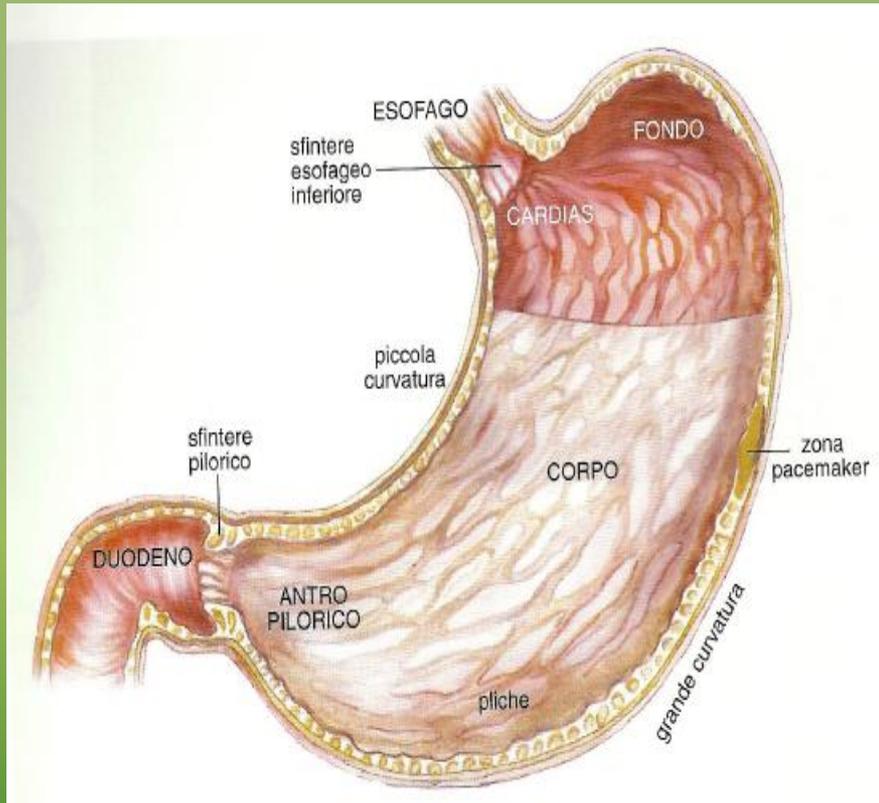
Il bolo scende lungo l'esofago, spinto da contrazioni muscolari, coordinate con l'attività dei due sfinteri , superiore ed inferiore

il LES previene il reflusso del liquido gastrico dallo stomaco all'esofago

la mucosa dell'esofago non è implicata nella digestione

L'esofago svolge una funzione di trasferimento del bolo dalla bocca allo stomaco

stomaco



sacca a parete distensibile per la presenza di “pieghe” che si appianano quando vi arriva il bolo) Suddiviso in tre zone:
” **fondo**” serve come “deposito” del bolo
” **corpo**” sede dei processi digestivi
” **antro**” per la propulsione del bolo verso il duodeno

il bolo, arrivato dall’esofago, si dispone uniformemente in tutto lo stomaco, stratificandosi in modo verticale e concentrico; ciò permette la digestione del contenuto più esterno prima di quello più centrale

Volume
50 ml a digiuno
1500 ml dopo il pasto

stomaco

cellule con funzioni diverse

Ghiandole parietali, producono acido cloridrico

Ghiandole principali, producono pepsinogeno

Ghiandole secernenti muco

Ghiandole secernenti gastrina, ormone che stimola le cellule produttrici di acido

produzione di succo gastrico: circa 3 litri al giorno

A riposo la secrezione acida è quasi nulla, durante la digestione aumenta fino a 10 volte

NELLO STOMACO AVVIENE PRINCIPALMENTE DIGESTIONE DELLE PROTEINE

alcol e caffè sono in grado di stimolare la secrezione gastrica

farmaci sono in grado di danneggiare la mucosa

stomaco

- Il bolo permane nello stomaco per un periodo variabile, da 1 ora a oltre 4
- **la permanenza del cibo dipende da:**
- **tipo di alimento** (tempi maggiori per carni e verdure)
- **volume del cibo** ingerito
- **capacità dell'intestino “a valle” di processare il bolo già presente**
- 90 minuti circa è il tempo necessario per ottenere il contatto del bolo alimentare di un pasto con il succo gastrico

stomaco: digestione e assorbimento

DIGESTIONE

15-20% delle PROTEINE

digerite per azione di acido e PEPSINA

dalle proteine si arriva a piccole molecole di AA

acidità

tempo di permanenza del bolo nello stomaco

dimensioni delle proteine

GRASSI : Inizia la digestione per opera dell'enzima LIPASI

ASSORBIMENTO

vengono assorbite piccole quantità di

- **zuccheri semplici**
- **acqua**
- **sali**
- **alcool**
- **farmaci**

succo gastrico, composizione

- **acqua**
- **acido cloridrico** permette di creare un ambiente acido, necessario a:
 - attivare il pepsinogeno
 - agire direttamente sul contenuto alimentare
 - azione battericida, che rende sterile il chimo
- **pepsinogeno** precursore di enzima che digerisce le proteine
- **muco**: gel molto viscoso, ricco di carboidrati e di bicarbonato, protegge le cellule della parete dello stomaco dall'acido e dagli enzimi digestivi
- **lipasi** enzima che inizia la digestione dei grassi
- **fattore intrinseco**: sostanza indispensabile per assorbire la vitamina B12

svuotamento gastrico

- **evento intermittente; permette il passaggio nel duodeno di piccole quantità di chimo**
- Lo svuotamento dipende da:
- **volume del contenuto gastrico**
- **dimensioni del contenuto** solo particelle molto piccole (< 2 mm) passano nel duodeno
- **acidità** del chimo (acido rallenta la motilità gastrica)
- **tipo e contenuto calorico degli alimenti nel tenue** (proteine e grassi nel duodeno rallentano svuotamento)
- **altri fattori:** paura stress ansia rallentano lo svuotamento; sostanze solide non digeribili (fibre di verdura e frutta) permangono a lungo nello stomaco e vengono poi espulse in duodeno con rapide contrazioni

regolazione della attività gastrica

- **meccanismi nervosi e ormonali regolano la secrezione gastrica:**
- **fase cefalica: stimoli visivi e olfattivi** stimolano la secrezione gastrica (nervo vago); **fattori psichici** (ansia, paura) possono ridurre la secrezione gastrica
- **fase gastrica: indotta dalla distensione della parete da parte del cibo**, ma anche dai prodotti della digestione iniziale (peptoni); meccanismi nervosi e riflessi locali
- **fase intestinale:** il chimo presente nel duodeno influisce sulla attività gastrica

tenue: digestione e assorbimento

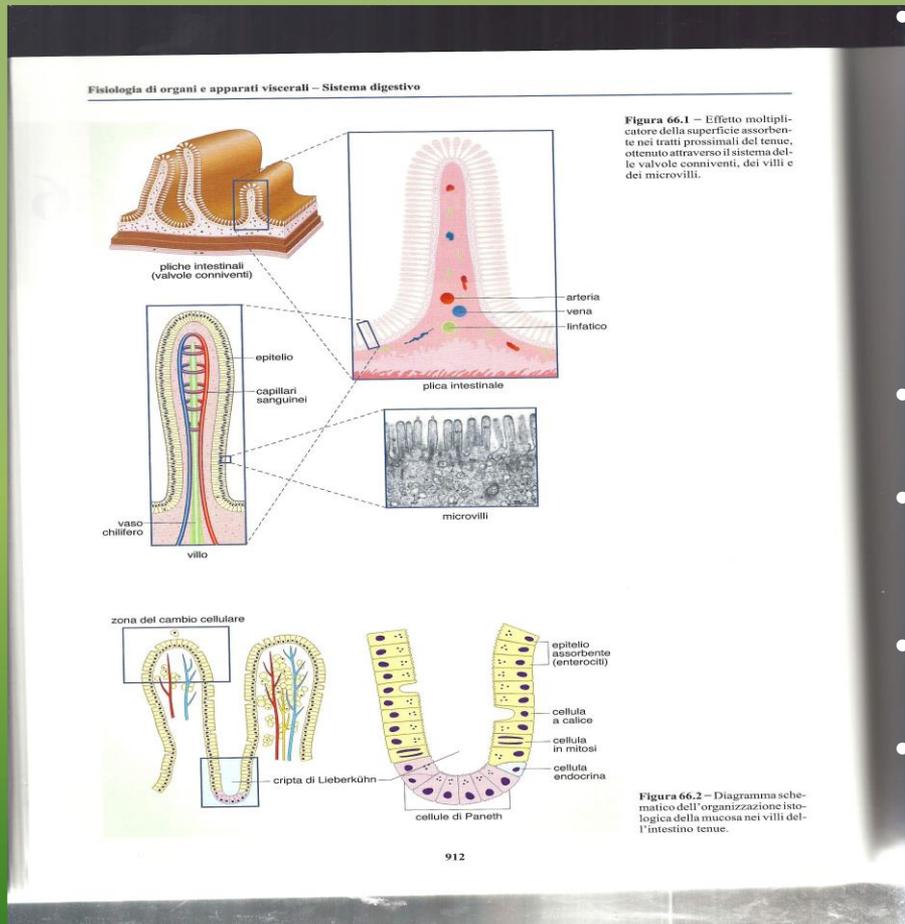
- **3 metri nel soggetto vivo, 6 metri postmortem**
- **diviso in duodeno, digiuno, ileo**
- **superficie 300 mq circa (un campo da tennis)**
- **stessa struttura muscolare e mucosa del TD**
- **intenso ricambio (turn-over) delle cellule dei villi:** in 72 ore si rigenerano tutte (circa 250 grammi di tessuto rinnovato giornalmente)
- **PLICHE e VILLI** (1 mm altezza) aumentano la superficie assorbente (se non ci fossero i villi dovremmo avere un intestino lungo 18 metri)
- alla base dei villi ci sono cellule secernenti muco

- ogni cellula, nella sua parte rivolta verso il lume, è rivestita da **MICROVILLI** (circa 1000) che aumentano ulteriormente la superficie assorbente, e da **FILAMENTI**; nella membrana cellulare sono presenti proteine con attività enzimatiche e di trasporto

- le cellule della mucosa servono alle funzioni di:
 - **secrezione di succo enterico** (ricco di muco acqua, elettroliti , enzimi)
 - **assorbimento**

- tempo di transito del chimo nel tenue: 2-4 ore

villi e muscolaris mucosae



- nel piccolo intestino (tenue) cellule muscolari lisce sono situate più profondamente nella parete, alla base di ripiegature chiamate VILLI; questo strato si chiama **MUSCOLARIS MUCOSAE**, la sua contrazione serve a ridurre l'altezza dei villi, agendo per
- **assorbire delle sostanze nutritive**
- **spingere le sostanze assorbite dalla mucosa verso i vasi sanguigni e il sistema linfatico**
- **formare e distendere le pieghe della mucosa**
- **spremere le ghiandole contenute nella parete intestinale**

intestino tenue: specializzato per la digestione e l'assorbimento dei nutrienti (proteine, carboidrati, grassi) e della maggior parte dei minerali e vitamine contenuti nel cibo

duodeno, digiuno, ileo

qui agiscono gli **enzimi provenienti dal pancreas**

qui si svolgono la maggior parte delle funzioni di **assorbimento** del chimo
sulle cellule vi sono **sistemi di trasporto per assorbire i prodotti della digestione**

Il pasto attiva la **secrezione di**

-SUCCO PANCREATICO, che contiene **enzimi inattivi e bicarbonato**

-BILE

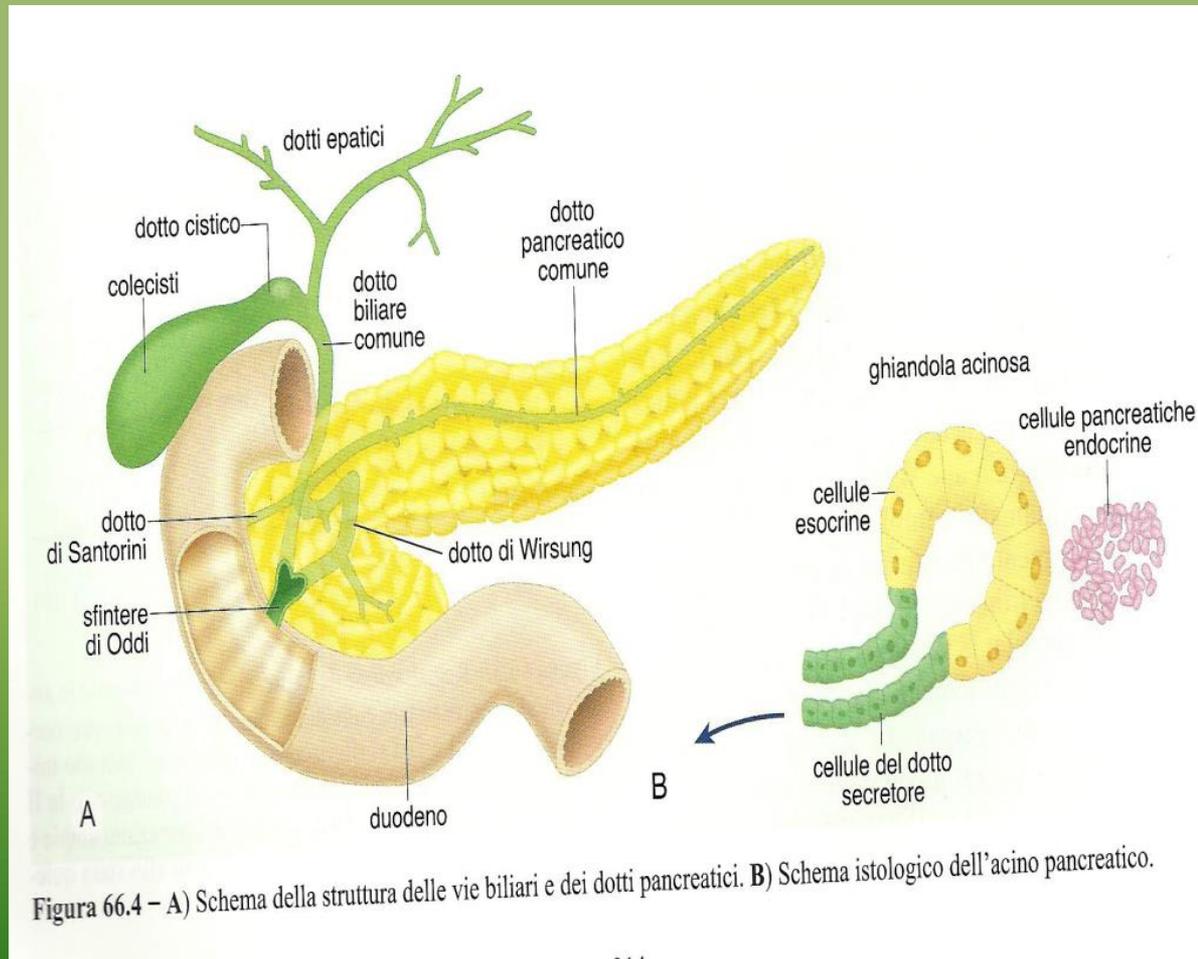
che si riversano nel duodeno

duodeno: sede principale della digestione di proteine e grassi, termina la digestione dei carboidrati

digiuno : assorbimento dei nutrienti

ileo: specializzato nell'assorbimento della vitamina B12 e degli acidi biliari che devono essere recuperati

Intestino tenue: duodeno



duodeno

il chimo proveniente dallo stomaco viene mescolato con i succhi pancreatici e con la bile

gli enzimi vengono attivati e “frammentano chimicamente i nutrienti

principali enzimi: amilasi, maltasi, tripsina, lipasi

il bicarbonato inattiva l'acidità del succo gastrico e attiva gli enzimi

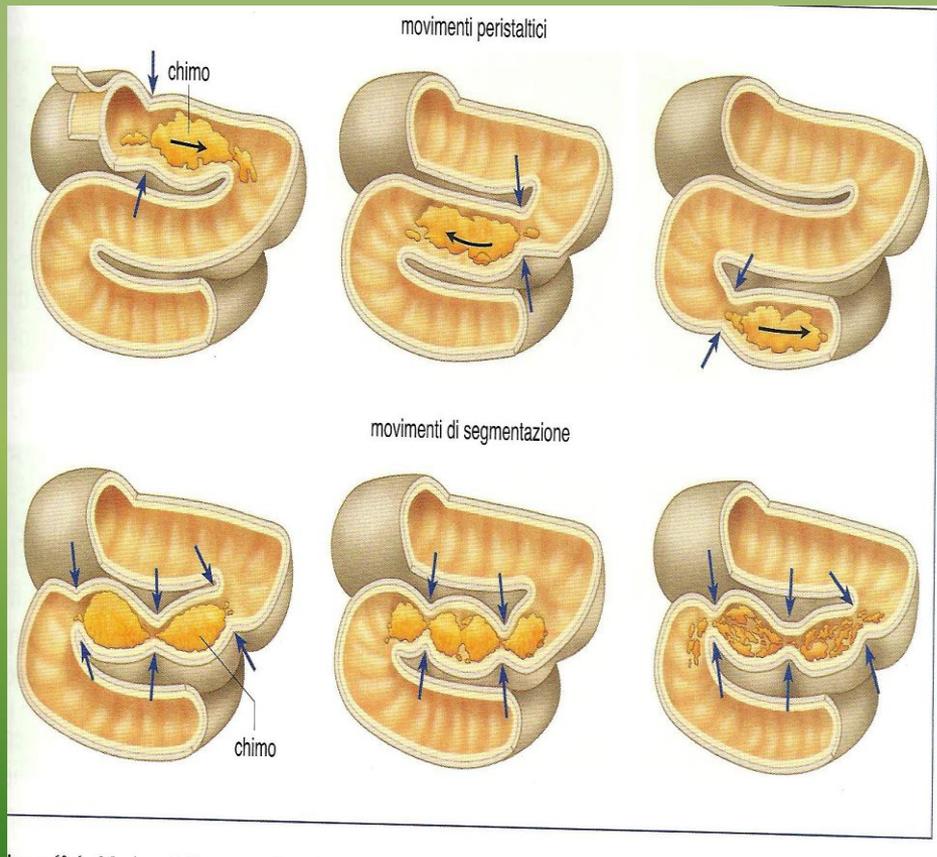
nel duodeno vengono secrete sostanze ad azione regolatrice della motilità e della secrezioni gastrica, pancreatica, biliare

assorbimento dei nutrienti

- nel tenue avviene l'assorbimento dei nutrienti
- le cellule sono dotate di sistemi di trasporto attivo (carriers, pompe)
- vi sono anche meccanismi di trasporto passivo (tra le cellule)

- vengono assorbiti: zuccheri semplici, (monosaccaridi) aminoacidi, monogliceridi, acqua, elettroliti, minerali, vitamine

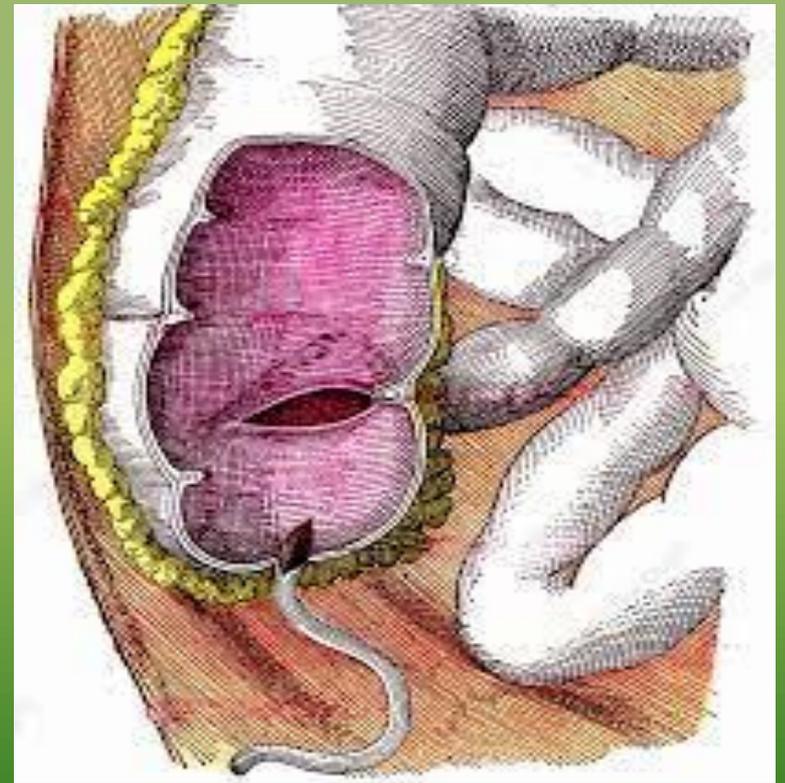
peristalsi, segmentazione, rimescolamento



movimenti di propulsione
determinano spostamento
“aborale” del contenuto

movimenti di rimescolamento
mescolano e frammentano il
contenuto

La valvola ileo-cecale è il punto di passaggio al tratto successivo, il colon; è una **struttura sfinterica** che impedisce il reflusso dei liquidi dal colon all'indietro, mantenendo anche la sterilità del contenuto del piccolo intestino



Intestino crasso (o grosso intestino)

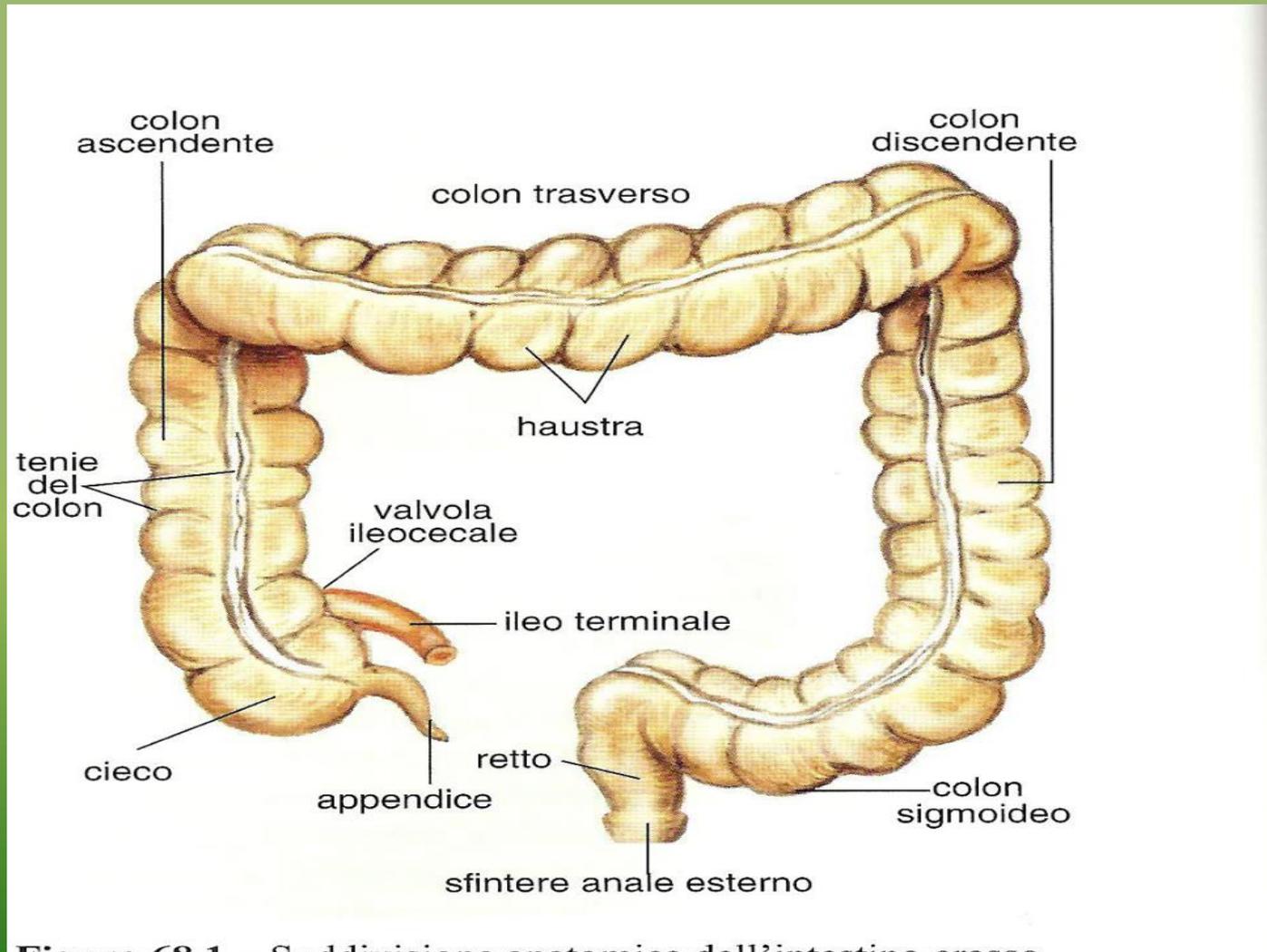


Figure 68.1. Suddivisione anatomica dell'intestino crasso.

intestino crasso

colon ascendente, trasverso, discendente, retto

Circa 1.5 metri di lunghezza

due valvole alle estremità: valvola ileocecale e anale

struttura: simile a quella del resto del TD, non ci sono villi; ricco di cellule secernenti muco

il chimo vi arriva in quantità di 1500-2000 ml/die

il materiale intestinale può restare nel colon per 24-48 ore (e oltre) ed essere il risultato di più pasti

funzione:

riassorbimento di acqua ed elettroliti

Sintesi di alcune vitamine (gruppo B, vitamina K)

formazione di alcune vitamine da parte della flora batterica

formazione delle feci (300-500 g/die)

colon: elabora ulteriormente il materiale ricevuto, quasi pronto per essere eliminato (defecazione”) riassorbendo acqua e rendendolo più solido nel tratto terminale (da 1000-1500 ml all’inizio del colon, a 100-200 ml nel retto)
I movimenti del colon sono del tipo “avanti e indietro” per ottimizzare l’assorbimento dell’acqua, consentendo una lenta disidratazione delle feci
nel lume del colon è presente una grande quantità di batteri diversi, “saprofiti”, in grado di convivere con l’uomo senza arrecare danno, anzi contribuendo al benessere

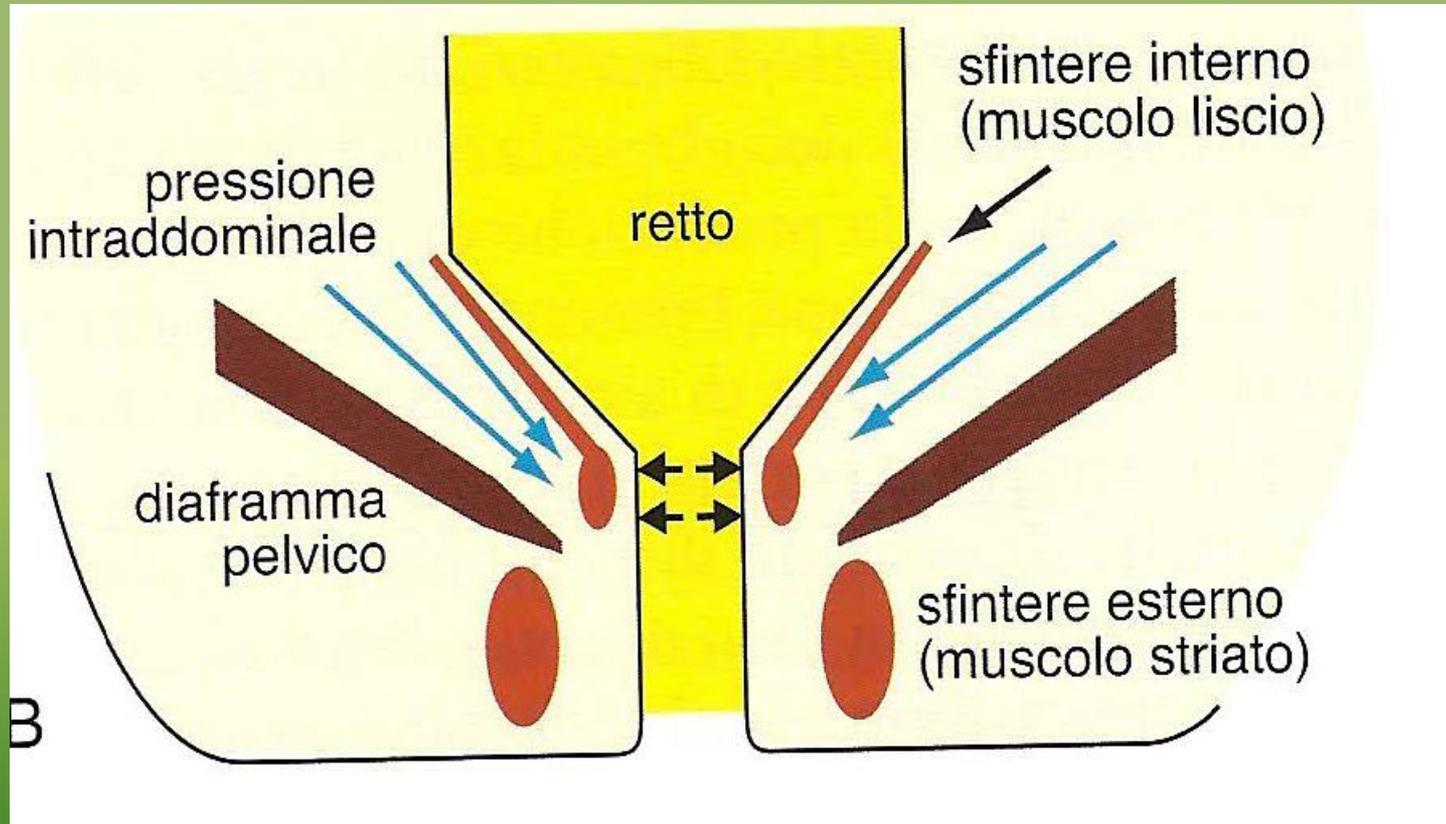
colon prossimale: rimescola ed assorbe i liquidi

colon distale, sigma e retto: contrazioni peristaltiche sempre più forti, spingono distalmente le feci quasi formate

le feci creano un effetto “massa” sulla parete del retto-sigma, che innesca il meccanismo di defecazione

ano: sfintere terminale del tubo digerente; la funzione dello sfintere è posta sotto il controllo volontario, ma lo stimolo per la evacuazione, determinato dalla distensione del retto da parte del materiale fecale, è involontario; la abituale chiusura dello sfintere permette la ritenzione del materiale fecale, fino a che questo possa essere evacuato in situazione conveniente

retto e sigma: defecazione



defecazione

meccanocettori e nocicettori nella parete

sfintere anale interno, muscolatura liscia, **involontaria**

sfintere anale esterno, muscolatura striata, **volontaria**

la distensione del retto attiva muscolatura del pavimento pelvico

azione combinata della muscolatura involontaria della parete del retto e di quella volontaria dello sfintere anale esterno

importante anche l'azione della muscolatura della parete addominale ed il diaframma

è possibile sopprimere lo stimolo mantenendo chiuso lo sfintere esterno, rinviando l'evacuazione

feci e gas

- **feci**

- acqua
- sostanze indigerite: fibre
- flora batterica
- cellule desquamate
- muco in quantità variabile
- pigmenti di derivazione dalla bile

- peso: 300-500 g/24 ore

- stipsi
- diarrea

- **gas intestinali**

- 50 ml nello stomaco
- 100 ml nel colon
- ingeriti, generati da processi digestivi, dalla fermentazione batterica, per diffusione dal sangue
- eliminazione
- adsorbimento ed eliminazione con aria espirata

- eruttazioni o flatulenze

FLORA BATTERICA INTESTINALE

circa 100 trillioni di batteri, più di 1000 specie

ogni persona ha una composizione distinta e altamente variabile di microrganismi intestinali

la composizione dei microrganismi intestinali viene chiamata 'microbiota'

l'esposizione ai microrganismi inizia con la nascita, durante il passaggio attraverso il canale del parto e successivamente con l'esposizione ai microbi presenti nell'ambiente

può modificarsi (età, dieta, localizzazione geografica, integratori alimentari, Farmaci)

colon irritabile, obesità) vengono associate ad un microbiota intestinale alterato

alcune funzioni della flora batterica

- **sintesi di vitamine (K e gruppo B)**
- **produzione di acidi grassi** utili per il nutrimento della mucosa
- **produzione di gas** (CO₂ idrogeno, idrogeno soforato, metano) e di **sostanze potenzialmente tossiche** (istamina, tirosina) e **maleodoranti** (putrescina, cadaverina), produzione di **ammoniaca**

pancreas

- **attività enzimatica**
- **proenzimi:** sostanze inattive; si attivano solo dopo essere giunte nel duodeno; servono a digerire le componenti
- **PROTEICHE, CARBOIDRATICHE E**
- **LIPIDICHE** del cibo
- ne risultano aminoacidi, monosaccaridi, acidi grassi e monogliceridi, finalmente pronti per essere assorbiti dalla mucosa

- **attività secretiva**
- **bicarbonato ed elettroliti**
- neutralizzare l'acidità del chimo proveniente dallo stomaco e ad attivare gli enzimi

- **attività endocrina**
- secrezione di insulina e glucagone

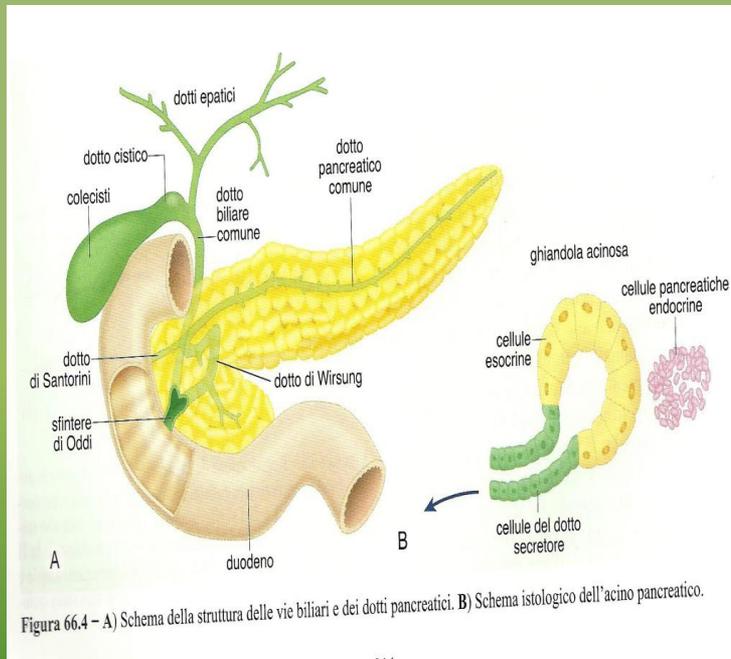
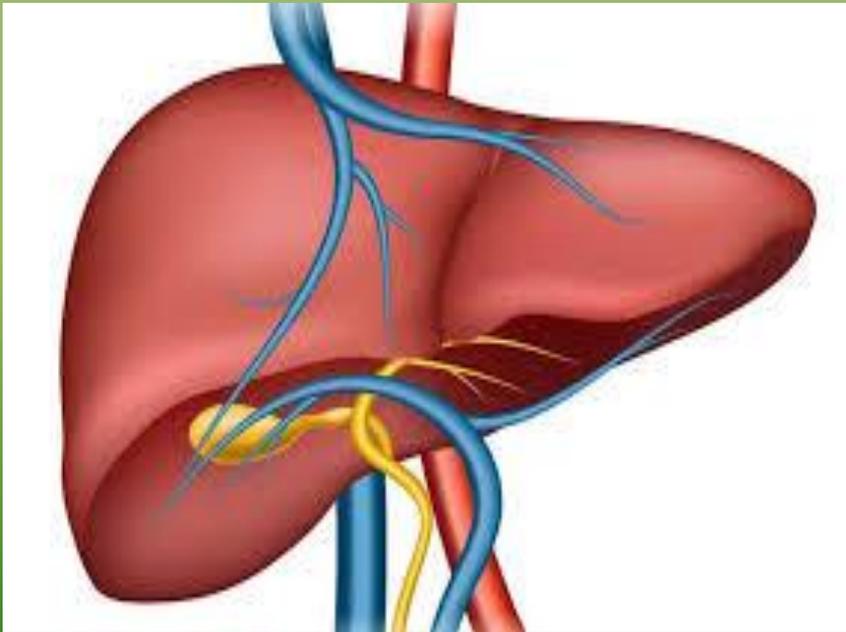


Figura 66.4 – A) Schema della struttura delle vie biliari e dei dotti pancreatici. B) Schema istologico dell'acino pancreatico.

fegato

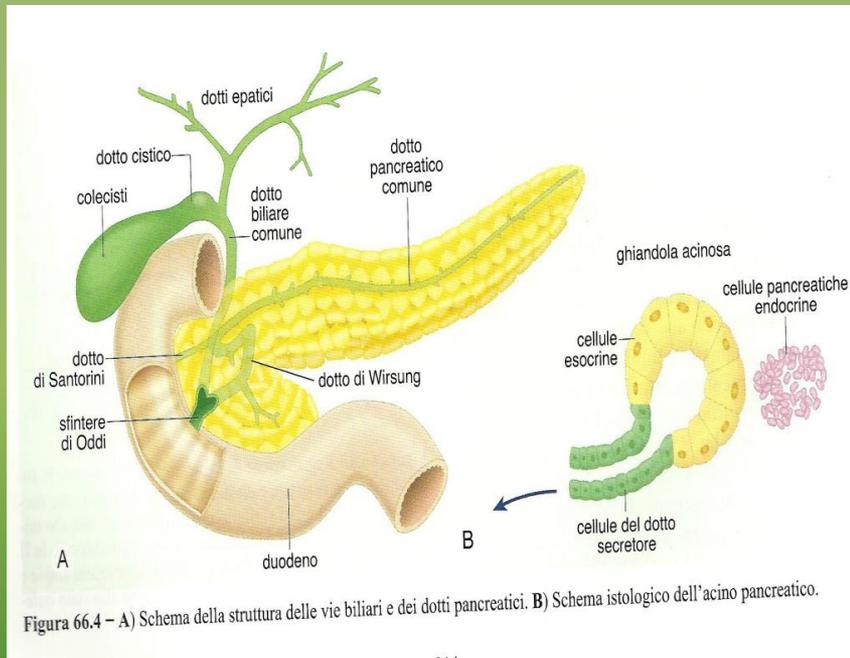
posto tra la circolazione sistemica (diretta a tutti gli organi) e quella intestinale
prima stazione di transito e trasformazione (metabolismo) delle sostanze
assorbite dal tubo digerente e immesse nei vasi sanguigni intestinali (vena porta)
le vie biliari e la colecisti sono in stretta connessione con il fegato



- **metabolismo dei nutrienti**
- **sintesi proteine, vitamine**
- **biotrasformazione**
(farmaci, alcool, ormoni)
- **sintesi della bile**
- **sintesi e metabolismo del colesterolo**
- **deposito di metalli indispensabili**

bile

- **secreta dalle cellule del fegato** e riversata in canalicoli, sempre più grandi, poi in dotti, poi nel coledoco e quindi nel duodeno; viene immagazzinata nella colecisti (piccola vescicola) uno sfintere ne regola l'immissione nel lume del duodeno
- **contiene:** acqua, elettroliti, sali biliari, colesterolo, lecitina, pigmenti biliari
- **volume secreto:** 300-1200 ml al giorno



ormoni

ORMONI GASTROINTESTINALI

Nel TD ci sono **numerosissime cellule o gruppi di cellule**, sparse nella mucosa, dallo stomaco al piccolo Intestino che sintetizzano e secernono nel lume molecole con **effetti locali o a distanza** regolano attività motorie, enzimatiche, controllo dell'appetito, controllo Della attività di organi distanti (fegato, tessuto adiposo, muscolo, SNC)

INSULINA E GLUCAGONE

ormoni prodotti dal pancreas, organo accessorio del TD, e rilasciati direttamente nel sangue

fondamentali per il metabolismo dei nutrienti (ne parleremo in altra lezione) e per la sopravvivenza

cose che succedono....

- l'acquolina in bocca
- l'alitosi
- i crampi allo stomaco
- la stipsi
- la diarrea
- l'indigestione
- il colore delle feci

un po' di numeri

Lunghezza totale del tubo: 7-9 metri

- Esofago lunghezza 25 cm
(circonferenza 2-3 cm)
- Stomaco lunghezza 25 cm circa
(volume massimo 1500 ml)
- Intestino tenue lunghezza 3-6 metri
- Colon lunghezza 1.5 metri circa

grazie
per l'attenzione

Serafina Fassina