



Apparato digerente

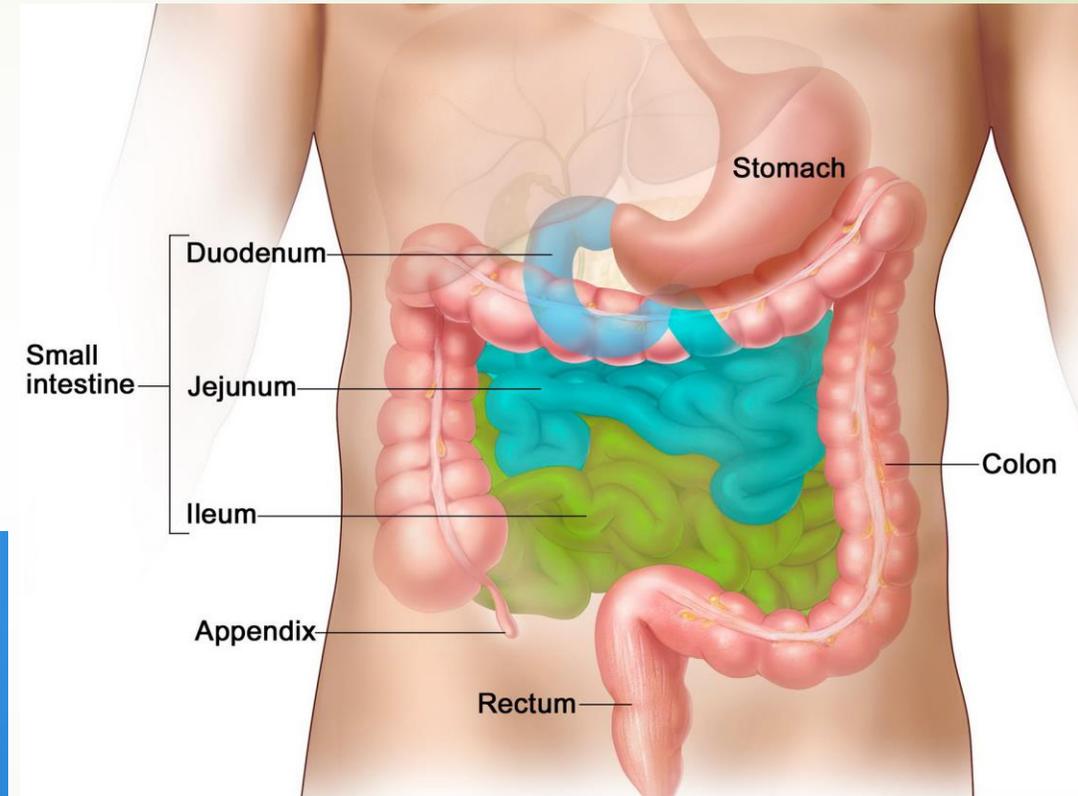
Intestino – Pancreas – Fegato

a cura di Antonio Incandela

Intestino

L'intestino è l'ultimo tratto dell'apparato digerente. Esso si presenta come un tubo di diametro variabile con pareti flessibili, ripiegato più volte su sé stesso in cui continua la digestione e si svolge l'assorbimento dei principi nutritivi

L'intestino è distinto in due parti principali, **intestino tenue** (a sua volta diviso in duodeno, digiuno, ileo) e **intestino crasso** (a sua volta diviso in cieco, colon, retto)

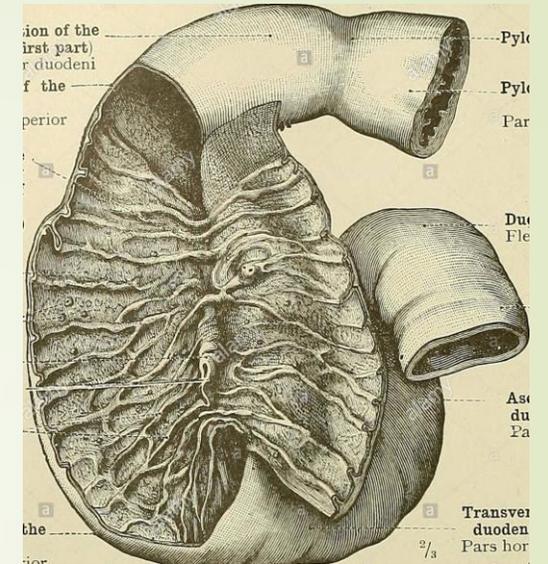


Intestino tenue

L'**intestino tenue** è un organo cavo di forma tubulare, con una lunghezza media di 6 metri, ma con una certa variabilità, che nella femmina è generalmente compresa tra 3 e 7,2 m, mentre nel maschio è generalmente compreso tra 4,8 e 7,8 m, in cui avvengono i principali processi della digestione e dell'assorbimento.

Come già detto, esso risulta distinto in tre porzioni:

- ✓ **duodeno**, che è collegato al piloro
- ✓ **digiuno**, lungo 1 m
- ✓ **ileo**, che si collega all'intestino crasso attraverso lo **sfintere ileocecale**



Tale primo tratto dell'intestino, risulta caratterizzato da tre tipi di strutture : **pieghe circolari** ,**villi** e **microvilli**

Intestino tenue

❖ **Pieghe circolari**

- Creste permanenti della mucosa e della sottomucosa che aumentano l'assorbimento ampliando l'area superficiale e facendo in modo che il chimo proceda seguendo un percorso a spirale

❖ **Villi intestinali**

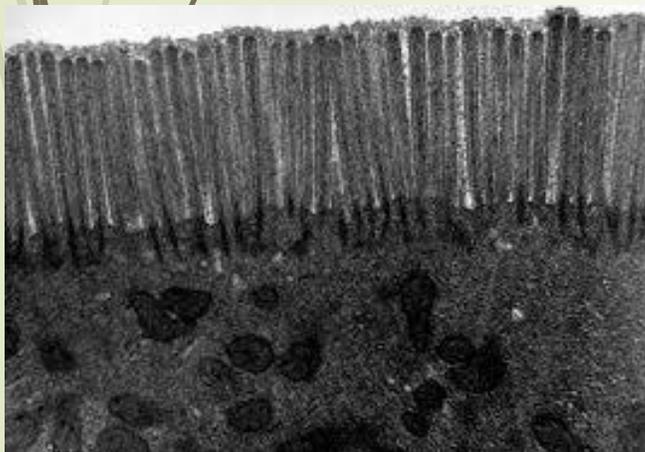
- Proiezioni digitiformi della mucosa che aumentano la superficie di assorbimento dell'epitelio intestinale
- Ogni villo è costituito da uno strato di epitelio che circonda un asse di lamina propria al cui interno vi sono un'arteriola, una venula, una rete di capillari sanguigni e un capillare chilifero
- I nutrienti assorbiti dalle cellule epiteliali passano attraverso la parete di un capillare o di un vaso linfatico per entrare nel sangue o nella linfa



❖ **Microvilli**

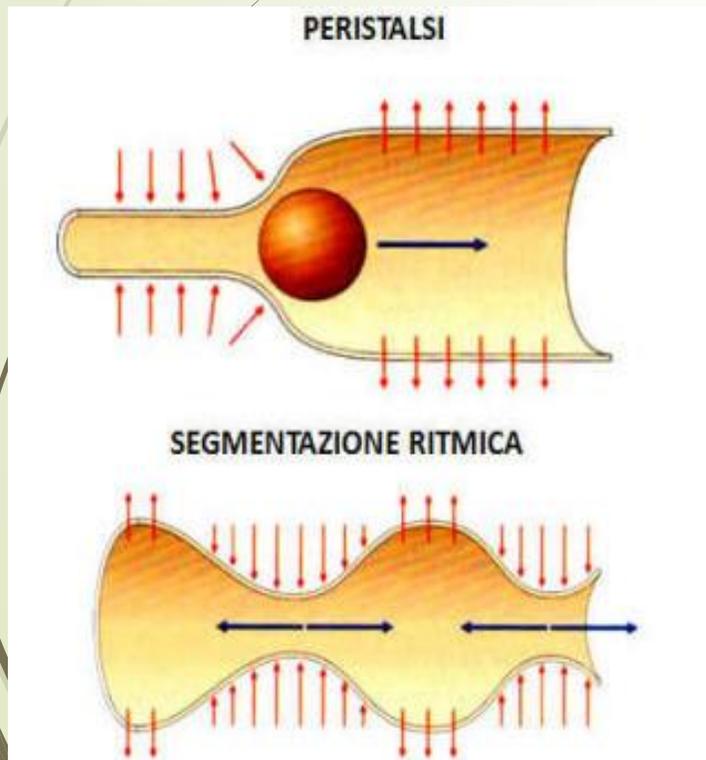
- Proiezioni della membrana plasmatica presenti sulla superficie degli **enterociti** che aumentano la capacità di assorbimento dei nutrienti

Grazie alla presenza delle pieghe intestinali, dei villi e dei microvilli, l'intestino tenue presenta una superficie assorbente di circa 300 metri quadri!!



La motilità dell'intestino tenue è assicurata da:

- ✓ **Segmentazioni** contrazioni localizzate che rimescolano il chimo con il succo enterico ma non lo fanno avanzare
- ✓ **Peristalsi** propulsione in avanti del chimo per un breve tratto dell'intestino tenue.



I citotipi intestinali

Enterociti cellule caratterizzate dalla presenza dei microvilli

Cellule caliciformi mucipare che secernono muco nella mucosa

Cellule delle ghiandole intestinali, nello spessore della mucosa, che secernono il **succo enterico** liquido acquoso, limpido e giallognolo, leggermente alcalino

• Esistono tre tipi di cellule ghiandolari:

- **cellule S** che secernono secretina
- **cellule CCK** che secernono colecistochinina
- **cellule K** che secernono il peptide inibitore gastrico

Cellule delle ghiandole duodenali che, nella sottomucosa del duodeno, secernono muco alcalino per neutralizzare l'acidità del chimo

Cellule del tessuto linfoide presenti nella lamina propria della mucosa dell'intestino che sono attive nella difesa contro eventuali patogeni presenti nel cibo.

L'ileo presenta abbondanti **placche di Peyer**

I processi digestivi nell'intestino tenue

Il chimo che entra nel tenue contiene carboidrati e proteine parzialmente digeriti.

Il completamento della digestione avviene per l'azione sinergica del **succo pancreatico**, della **bile** e del **succo enterico**

La **digestione dei carboidrati** avviene da parte dell'amilasi pancreatico su amidi e destrine mentre maltasi, saccarasi e lattasi degradano rispettivamente maltosio, saccarosio e lattosio

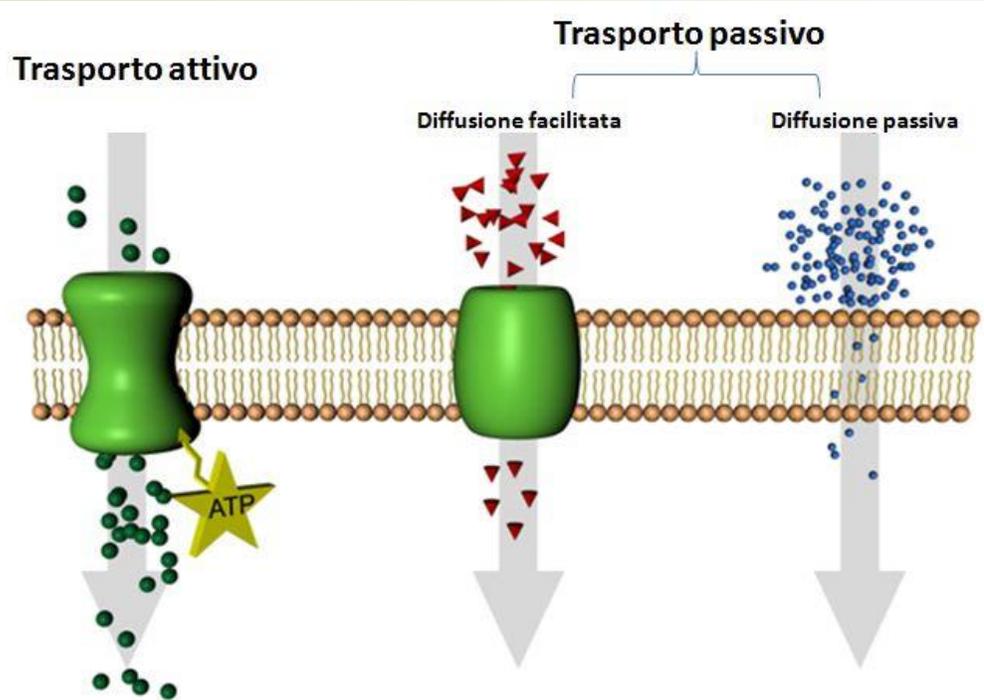
La **digestione delle proteine** è effettuata ad opera degli enzimi contenuti nel succo pancreatico (tripsina, chimotripsina, elastasi e carbossipeptidasi), ognuno dei quali scinde uno specifico legame peptidico fra amminoacidi diversi.

La digestione proteica è completata dalle peptidasi prodotte dagli enterociti che ricoprono i villi. I prodotti finali sono: aminoacidi, dipeptidi e tripeptidi

La **digestione dei lipidi** è svolta dai sali biliari che emulsionano i trigliceridi, attaccati poi dalla lipasi pancreatico per ottenere due molecole di acidi grassi e una di glicerolo

La **digestione degli acidi nucleici** è attuata dalla ribonucleasi sull'RNA e dalla deossiribonucleasi sul DNA: i nucleotidi vengono ulteriormente scissi in zuccheri pentosi, fosfati e basi azotate

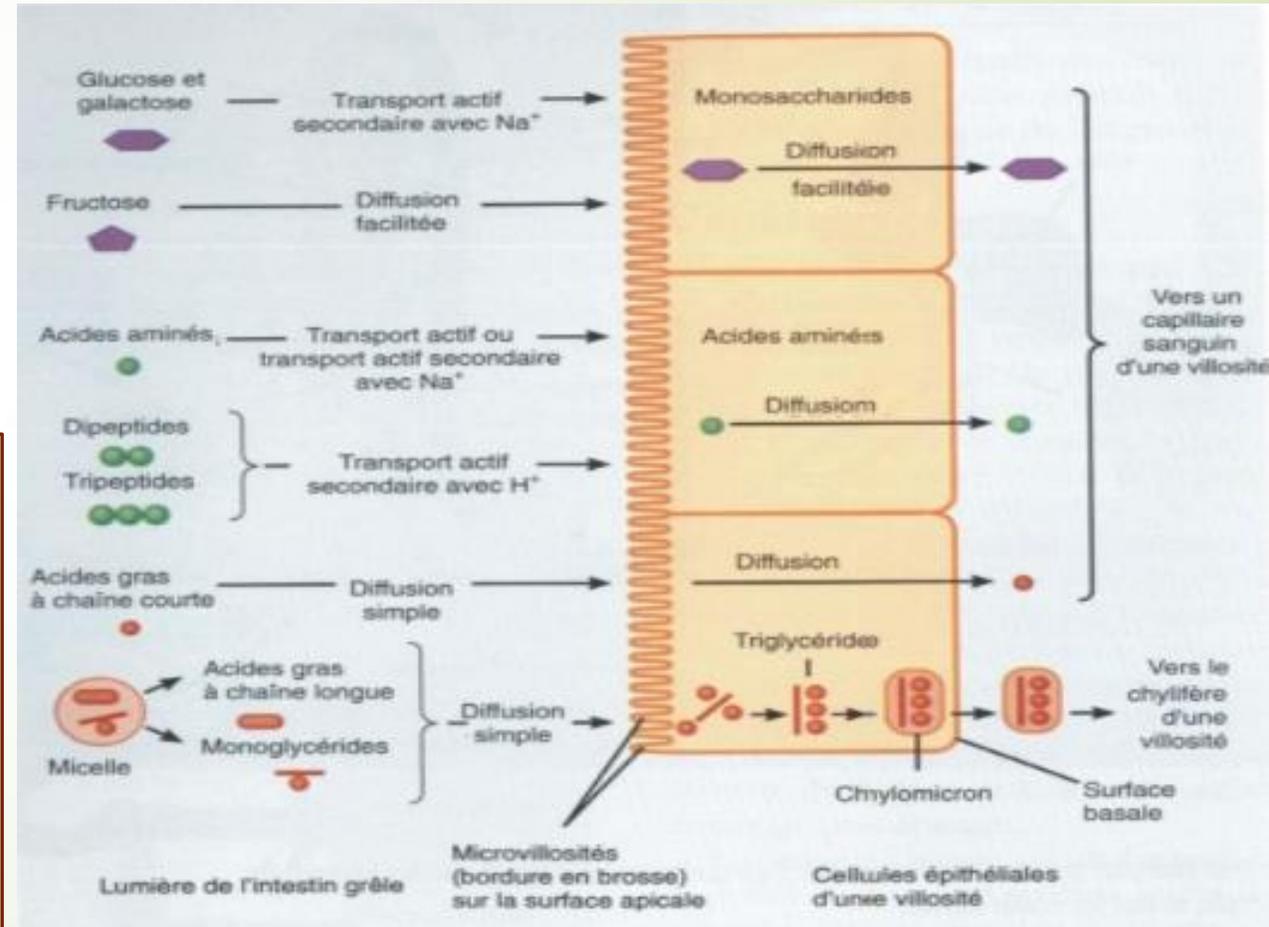
Assorbimento nell'intestino tenue



Tale processo consiste nel trasferimento di molecole di nutrienti nel sangue e nei vasi linfatici attraverso le cellule epiteliali della mucosa

Esso avviene per **diffusione semplice**, ma anche per **diffusione facilitata**, per **osmosi** e per **trasporto attivo**

L'assorbimento dei lipidi e dei sali biliari è possibile grazie all'emulsione delle molecole lipidiche di maggiori dimensioni in **micelle**, goccioline composte da molecole di sali biliari, acidi grassi a catena lunga, monogliceridi, colesterolo, da cui i lipidi diffondono negli enterociti dei villi. Qui vengono impacchettati in **chilomicroni**, grandi particelle sferiche di lipidi ricoperte da uno strato proteico di **apolipoproteine**, che entrano nel circolo linfatico attraverso un capillare chilifero



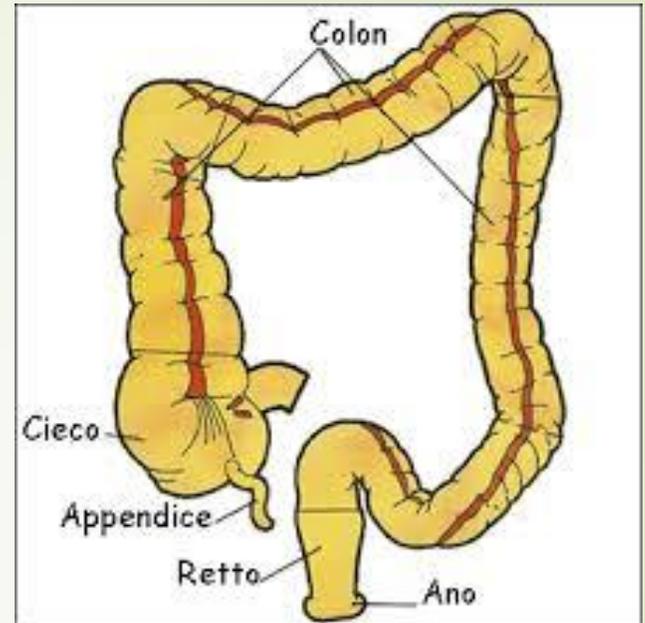
Rappresenta l'ultimo tratto del tubo digerente, largo circa 6,5 cm e lungo circa 1,5 m.

Esso presenta quattro regioni principali:

cieco - **colon** - **retto** - **canale anale** o **ano**

Le sue funzioni sono:

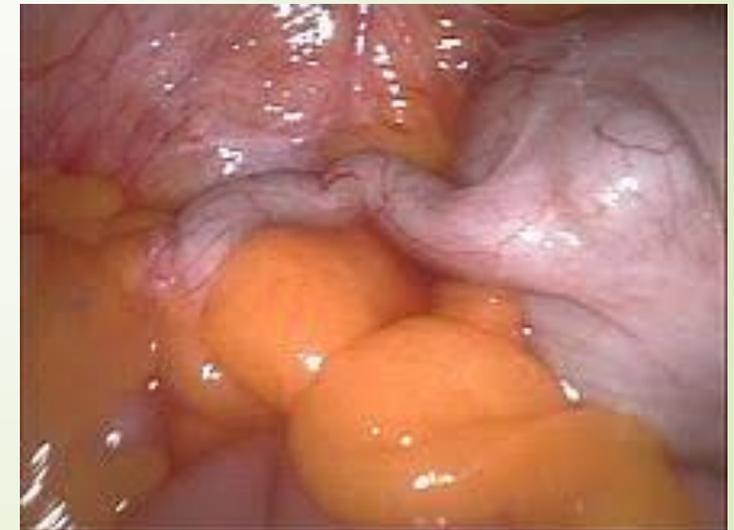
- completare l'assorbimento dei nutrienti dell'acqua e dei sali minerali
- produrre alcune vitamine grazie alla presenza della flora batterica simbiotica
- aggregare le feci per poi espellerle



Cieco

A valle dello sfintere ileo-ciecale, inizia il primo segmento dell'intestino crasso detto cieco, mentre l'altra estremità è fusa con il colon.

Ad una estremità di questo tratto si osserva una corta struttura tubulare detta **appendice vermiforme** lunga circa 5-9cm e larga 1cm, costituita da tessuto linfatico con funzione di filtro

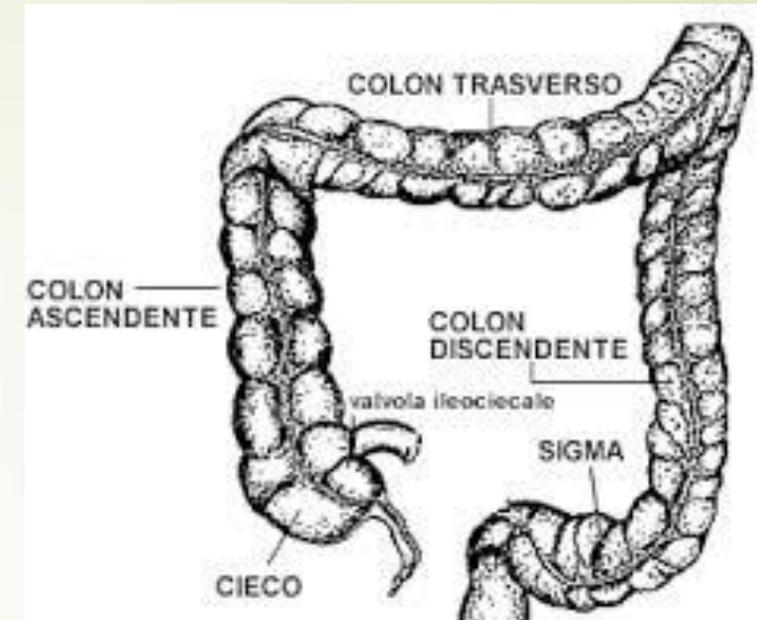


Colon

Il colon è diviso in: **ascendente** – **trasverso** - **discendente**

Il **colon ascendente** sale sul lato **destro** dell'addome, raggiunge la superficie inferiore del fegato e gira a sinistra, da qui continua attraverso l'addome prendendo il nome di **colon trasverso** fino al lato sinistro dove si incurva sotto il bordo inferiore della milza e scende come **colon discendente**

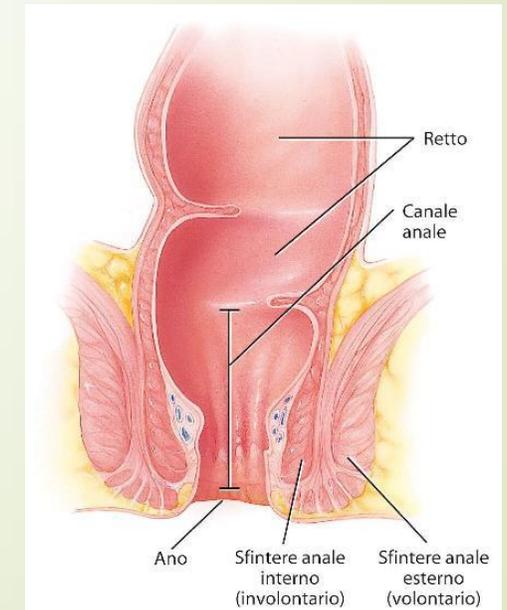
Il tratto a forma di S detto **colon sigmoideo** comincia presso la cresta iliaca dell'anca sinistra e termina con il retto



Retto

Il **retto**, il cui tratto terminale prende il nome di **canale anale**, provvisto di un orifizio, l'**ano**, circondato da uno sfintere interno di muscolatura liscia (involontaria) e da uno esterno di muscolatura scheletrica (volontaria), riceve il materiale fecale dal colon.

Le sue pareti, distendendosi, stimolano i recettori dello stiramento che innescano il riflesso di defecazione finalizzato al suo svuotamento.



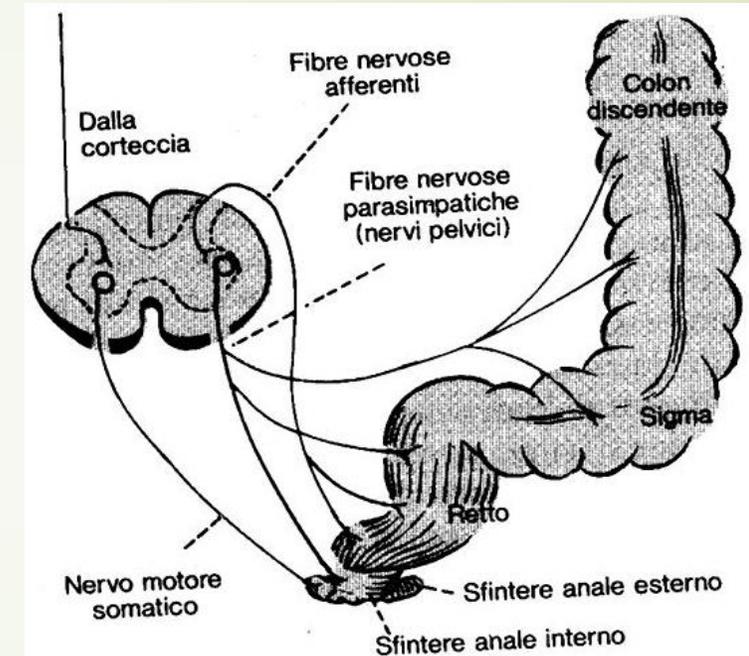
Il riflesso della defecazione

Si tratta di un riflesso fisiologico innescato dalla distensione del retto.

Il riflesso si origina a livello del midollo spinale e viaggia attraverso i nervi parasimpatici fino a raggiungere il colon discendente, il sigmoideo, il retto e l'ano

La conseguente contrazione dei muscoli rettali accorcia il retto aumentando al suo interno la pressione. Viene rilasciato lo sfintere anale interno, mentre lo sfintere anale esterno è controllato volontariamente

L'intero processo è favorito dalle contrazioni addominali volontarie e dall'espirazione forzata a glottide chiusa (**manovra di Valsalva**). Tutto ciò ha lo scopo di aumentare la pressione intraddominale e favorire la defecazione.



Nei bambini la defecazione avviene solo attraverso il riflesso in quanto non sono capaci di controllare lo sfintere anale esterno

Il **fegato** è la ghiandola più grande del corpo umano, una **ghiandola di tipo anficrina** (a secrezione endocrina ed esocrina) posizionata al di sotto del diaframma e localizzata sul lato destro tra questo, il colon trasverso e lo stomaco.

Il fegato gioca un ruolo fondamentale nel metabolismo e svolge una serie di processi tra cui l'immagazzinamento del glicogeno, la sintesi delle proteine del plasma, la rimozione di sostanze tossiche dal sangue. Produce la bile, importante nei processi della digestione ed è, fino al 6° mese di vita intrauterina il più importante organo emopoietico.

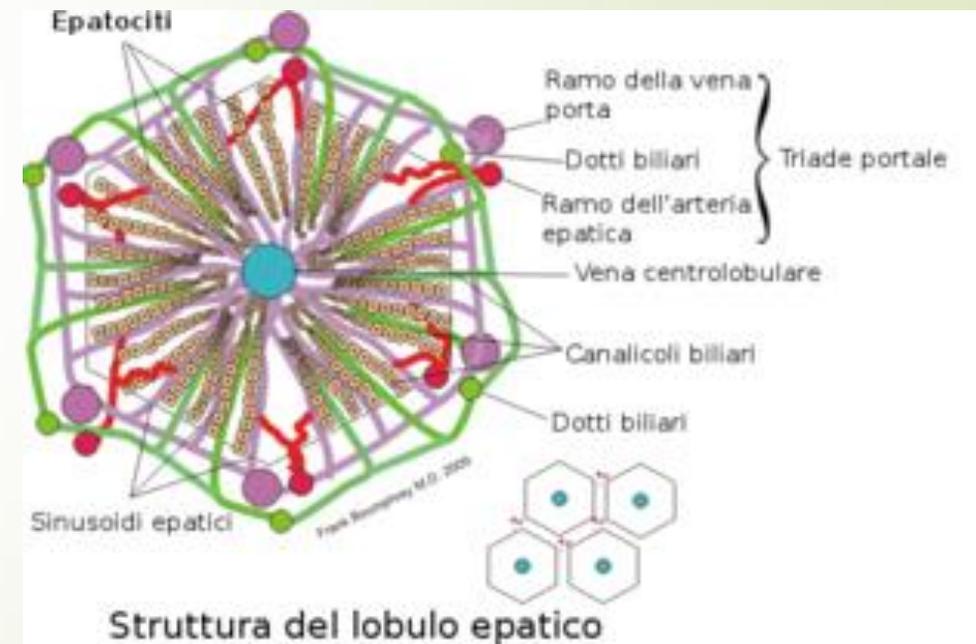
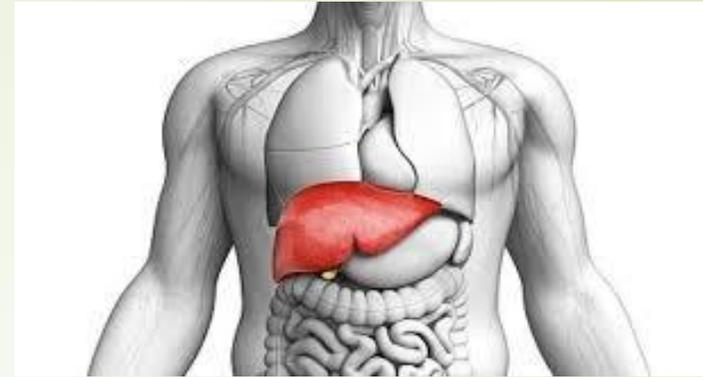
In esso si individuano quattro lobi: **destro, sinistro, quadrato e caudato**

Tali lobi risultano costituiti da molte unità funzionali chiamate **lobuli**, ognuno dei quali è composto da cellule epiteliali specializzate chiamate **epatociti**, disposte attorno a una vena centrale.

Tali cellule producono la bile che entra nei **canalicoli biliari** che si riversano, alla periferia, nei **dotti biliari**

Nel fegato troviamo dei capillari detti **sinusoidi** al cui centro si trovano le **cellule di Kupffer** che hanno il compito di distruggere globuli rossi senescenti, batteri e materiali estranei convogliati dal sangue venoso proveniente dal tratto gastrointestinale

Fegato

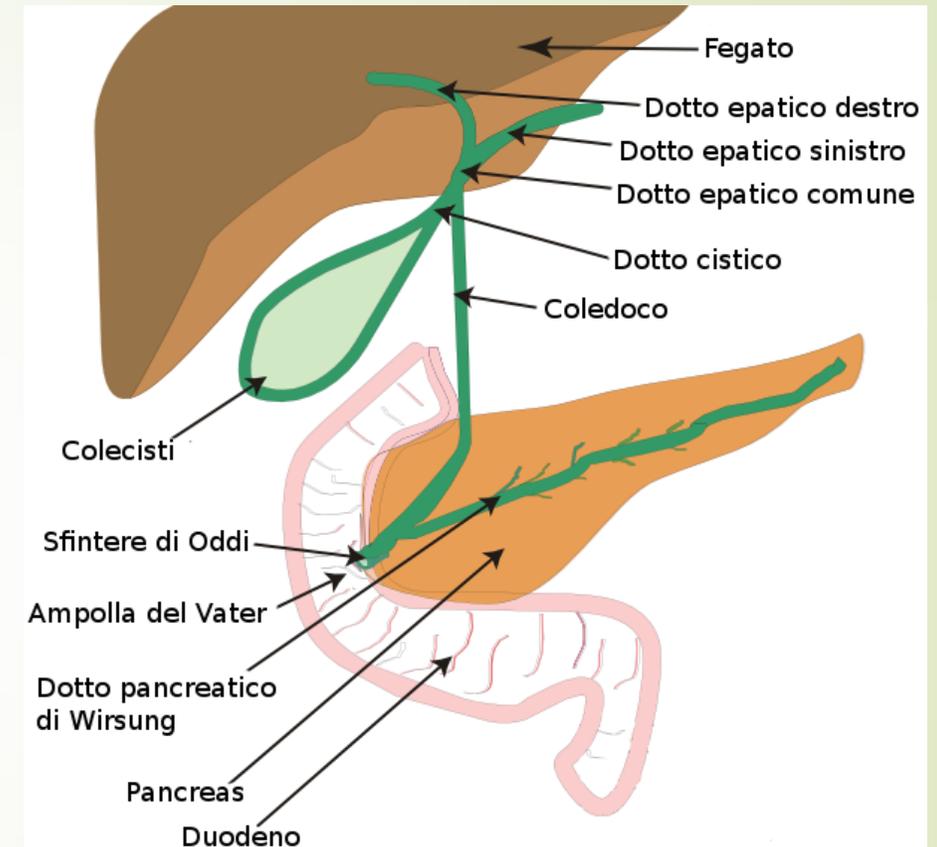


Dotti biliari e colecisti

I dotti biliari si fondono e formano il **dotto epatico destro** e **sinistro**, che si uniscono e fuoriescono nel **dotto epatico comune**; più avanti questo si unisce al **dotto cistico** che proviene dalla colecisti per formare il **coledoco** o **dotto biliare comune** che nell'**ampolla di Vater** si unisce al **dotto pancreatico**

Lo **sfintere di Oddi** attorno al dotto comune allo sbocco del duodeno si chiude quando l'intestino tenue è vuoto e la bile refluisce nel dotto cistico verso la **colecisti**, dove viene immagazzinata

La **colecisti** è un piccolo organo cavo che ha lo scopo di immagazzinare la bile prodotta dal fegato per poi rilasciarla nell'intestino tenue durante la digestione. Negli esseri umani ha una forma a pera e si trova addossata alla superficie inferiore del fegato. La bile conservata nella colecisti non ha la stessa composizione di quella che viene prodotta dal fegato. Infatti, durante il suo immagazzinamento essa si concentra mediante il riassorbimento di acqua ed elettroliti e viene arricchita di mucina.



La **bile** è un liquido basico di colore giallo-verde secreto dal fegato.

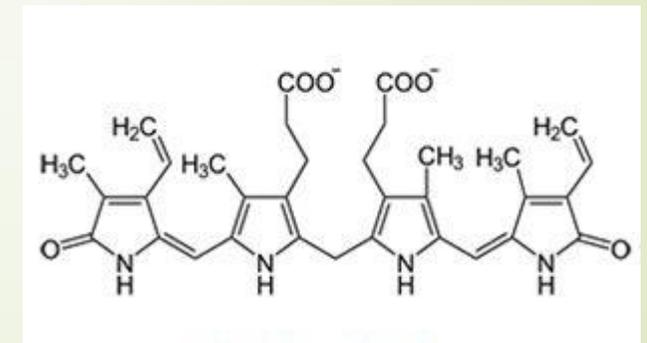
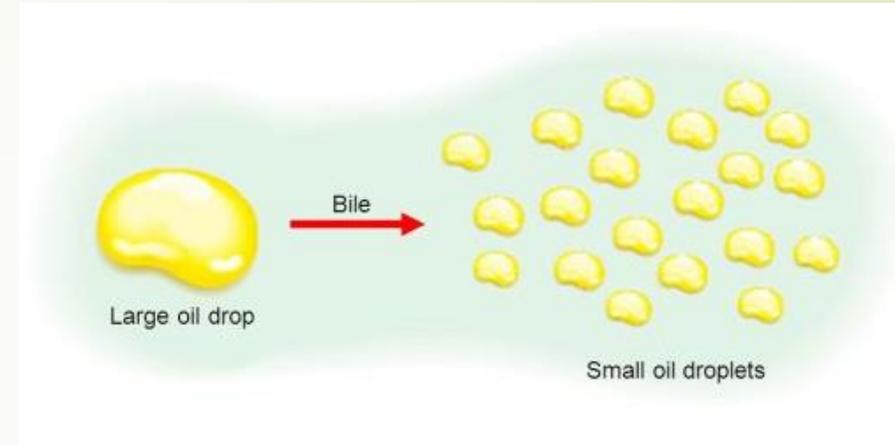
La bile svolge due funzioni principali: collabora ai processi della digestione e dell'assorbimento dei grassi alimentari e consente l'eliminazione dall'organismo di prodotti indesiderati (bilirubina, colesterolo, sostanze tossiche e metaboliti di farmaci).

Essa contiene sali biliari e pigmenti biliari

- I **sali biliari** favoriscono l'emulsione dei grassi
- I **pigmenti biliari** derivano dalla demolizione dell'eme dell'emoglobina dei globuli rossi invecchiati.

Dal processo di demolizione dei g. rossi invecchiati, si ottengono **ferro**, **globina** e **bilirubina**: il ferro e la globina vengono riciclati, mentre parte della bilirubina viene legata all'acido glucuronico e secreta con la bile

Quando la bilirubina passa nell'intestino, viene degradata dalla flora batterica e uno dei prodotti finali è la **stercobilina** che conferisce il colore alle feci



Pancreas

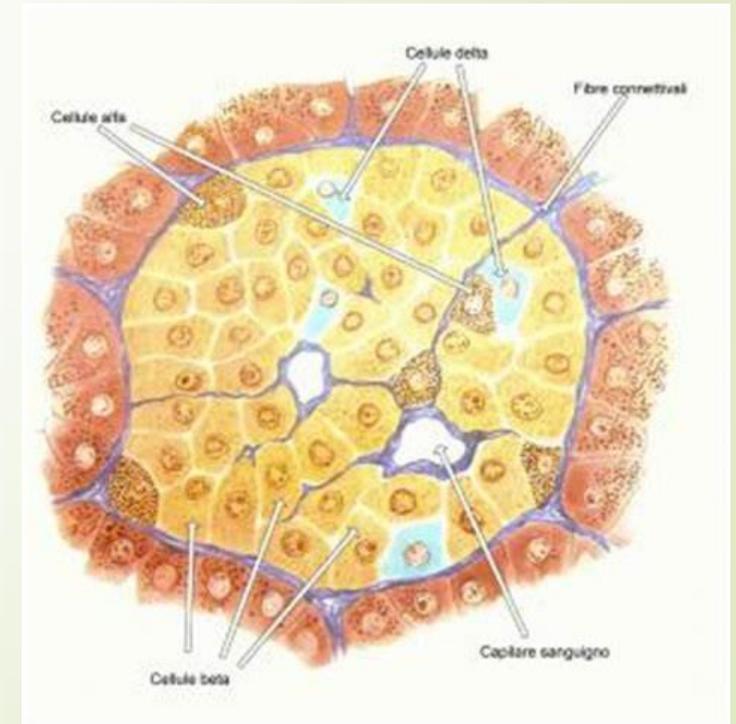
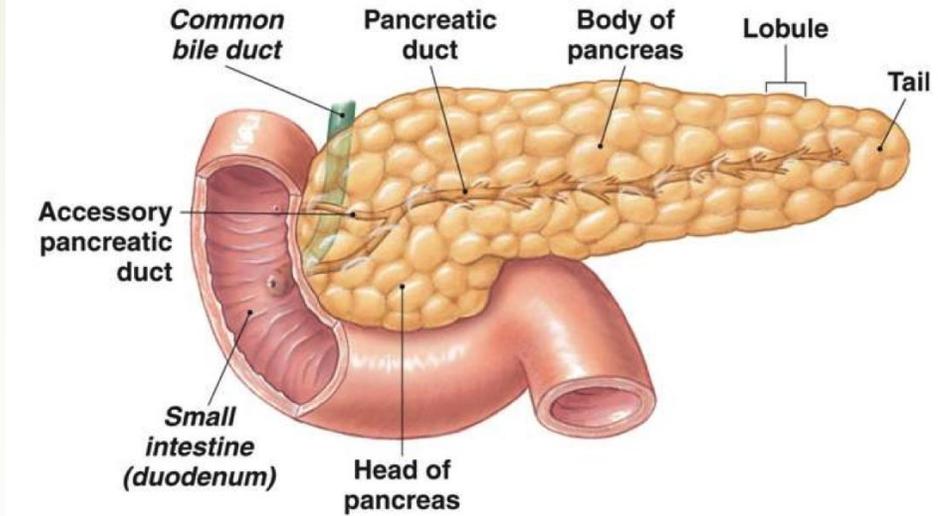
Il **pancreas** è una voluminosa ghiandola formata da una componente esocrina e da una endocrina.

La sua principale funzione è quella di produrre succo pancreatico (prodotto dalla parte esocrina) e importanti ormoni (prodotti dalla componente endocrina).

La parte esocrina è costituita dagli **acini** le cui cellule epiteliali ghiandolari all'interno secernono il succo pancreatico immesso nel duodeno attraverso il **dotto pancreatico maggiore di Wirsung**

La componente endocrina è organizzata in circa 1 milione di **isolotti del Langerhans**.

Sono stati identificati cinque tipi cellulari all'interno di ciascuna isola di Langerhans. Le cellule α secernono glucagone, le cellule β secernono insulina, le cellule δ secernono somatostatina, le cellule PP secernono il polipeptide pancreatico ed infine le cellule ϵ secernono grelina e obestatina.



Il succo pancreatico

Il succo pancreatico si presenta come un liquido incolore, con un pH leggermente alcalino che neutralizza l'acidità del chimo.

Esso risulta composto di acqua, sali, bicarbonato di sodio ed enzimi, tra cui:

- **amilasi pancreatica** che digerisce l'amido
- **tripsina, chimotripsina e carbossipeptidasi** che agiscono sulle proteine; tali enzimi sono prodotti in forma inattiva, il che impedisce l'attacco dell'organo stesso
- **enterochinasi** che permette alla tripsina di passare dalla forma inattiva alla forma attiva
- **lipasi pancreatica** che digerisce i trigliceridi
- **ribonucleasi e desossiribonucleasi** che digeriscono gli acidi nucleici



Le **attività digestive** avvengono in tre fasi:

1. **fase encefalica**: prepara bocca e stomaco all'arrivo del cibo. L'odore, la vista, il suono o il pensiero del cibo attivano i centri nervosi nel cervello che tramite i nervi stimolano le ghiandole salivari a secernere la saliva e le ghiandole gastriche a secernere succhi gastrici

2. **fase gastrica**: comincia con l'arrivo del cibo nello stomaco. Ha lo scopo di continuare la secrezione gastrica e stimolare la motilità intestinale

3. **fase intestinale**: inizia quando il cibo raggiunge l'intestino tenue. I processi sono di tipo inibitorio, per rallentare l'uscita del chimo dallo stomaco e impedire così l'eccessivo riempimento del duodeno
Tali attività sono mediate dai due principali ormoni secreti dall'intestino tenue: la **secretina** e la **colecistochinina**

Secretina: ormone peptidico prodotto dalle **cellule S** del duodeno al contatto con il chimo acido che
1) stimola la secrezione nel pancreas di liquidi alcalini per tamponare l'acidità del chimo proveniente dallo stomaco e 2) diminuisce lo svuotamento gastrico inibendone la motilità

Colecistochinina (pancreozimina): ormone secreto dal duodeno (ed in minor quantità dal digiuno), dopo un pasto ricco soprattutto in proteine e grassi, che determina: 1) la secrezione di succo pancreatico ricco di enzimi digestivi 2) il rilascio di bile 3) la contrazione dello sfintere pilorico per rallentare lo svuotamento gastrico 4) il senso di sazietà, agendo sull'ipotalamo