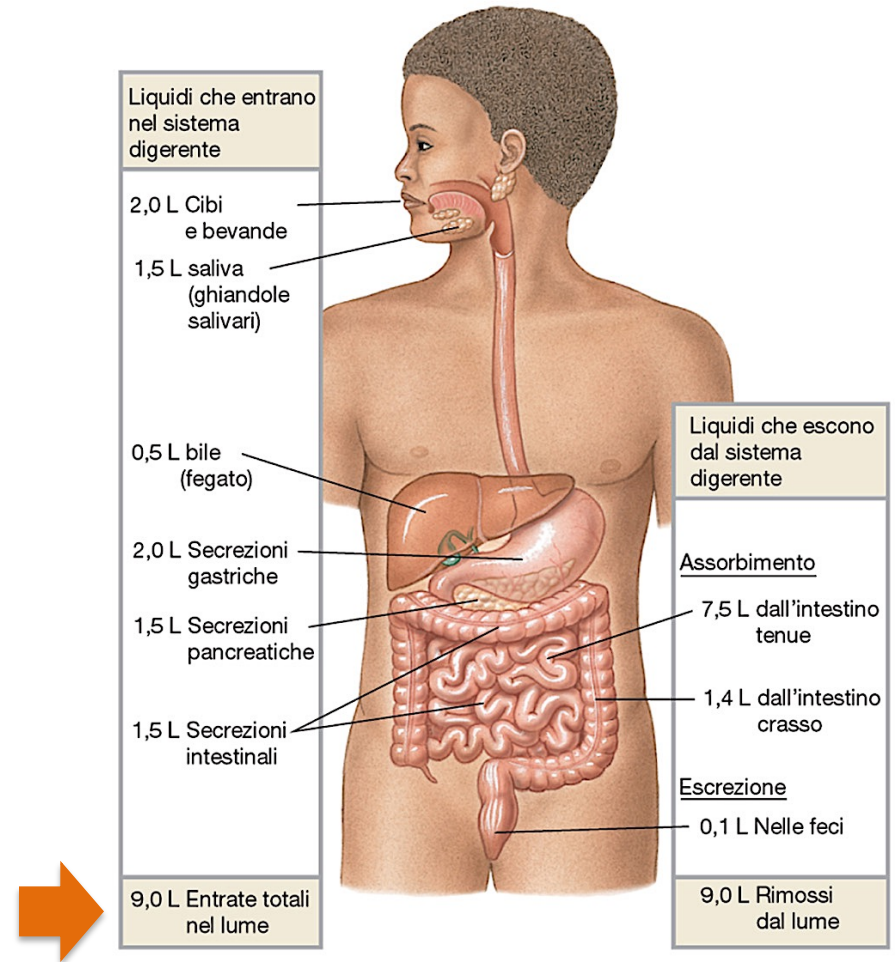


# Secrezione

Il sistema digerente secerne e riassorbe quotidianamente : acqua, ioni ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{H}^+$ )

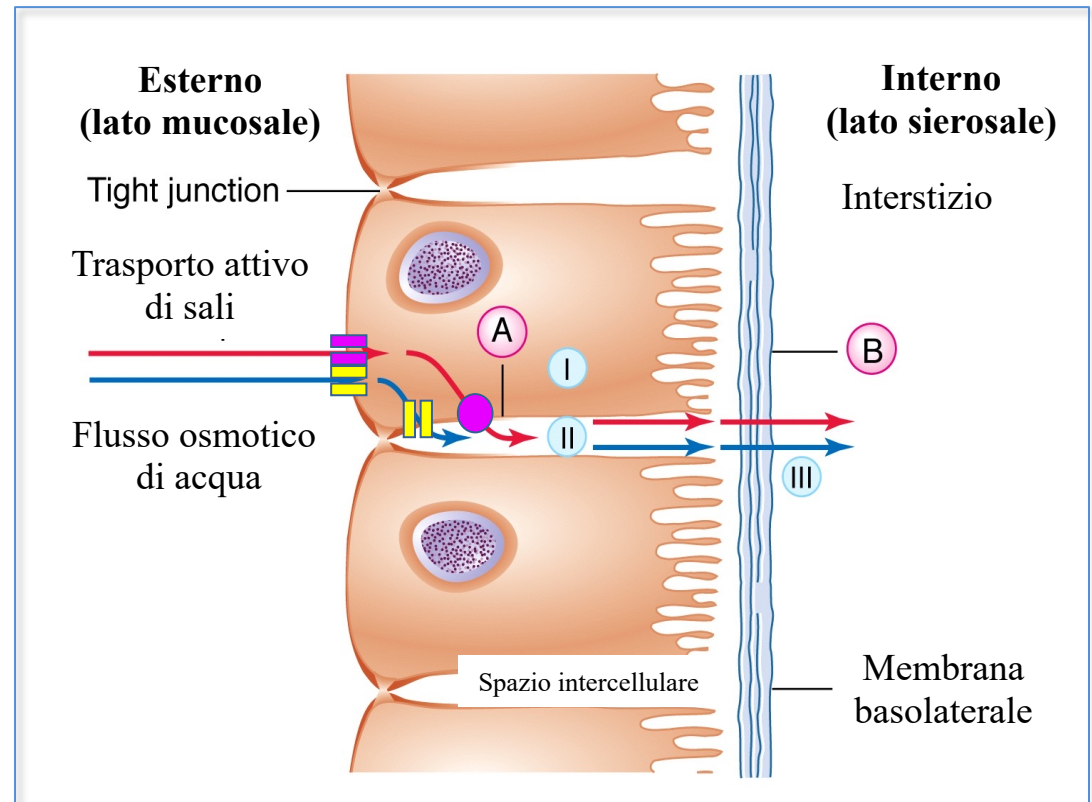
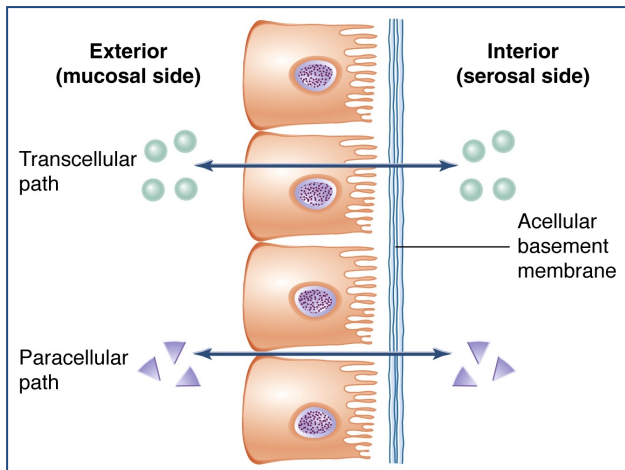


## •TIPI DI SECREZIONI

- Secrezione acida (stomaco)
- Secrezione di muco (stomaco, intestino tenue, intestino crasso)
- Secrezione di bicarbonato (da parte del pancreas e del duodeno)
- Secrezione di soluzione isotonica di  $\text{NaCl}$  (intestino)

# Classici meccanismi di trasporto epiteliale

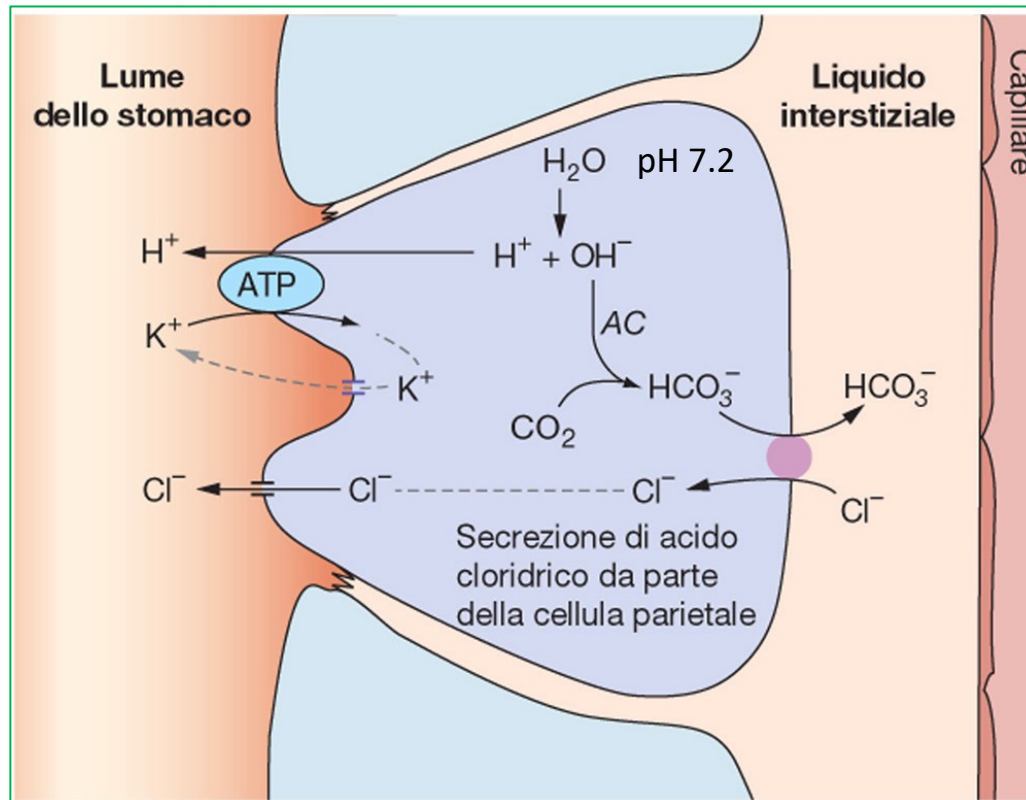
Epitelio gastrointestinale simile a quello dei tubuli renali per complessità di trasporti e polarizzazione



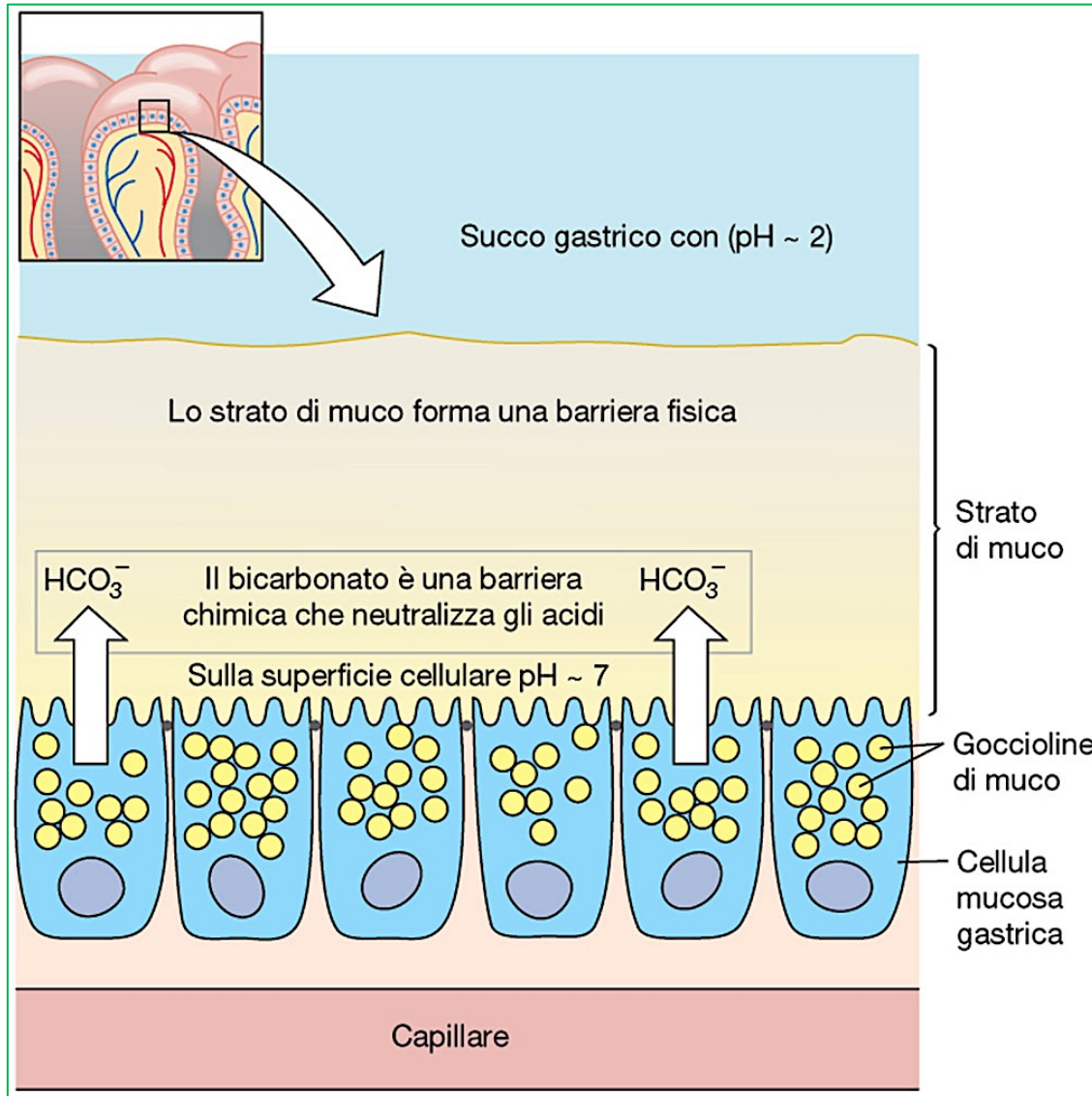
- **Cotrasportatori e pompe:**  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - 2\text{Cl}^-$ ; antiporto  $\text{Cl}^- - \text{HCO}_3^-$ ; antiporto  $\text{H}^+ - \text{K}^+$ ;  $\text{H}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPasi}$ ;  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPasi}$
- **Canali ionici:**  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$

# Secrezione acida

- **Cellule parietali** delle ghiandole gastriche secernono **acido cloridrico**
- Determina il **pH luminale** (1-2)

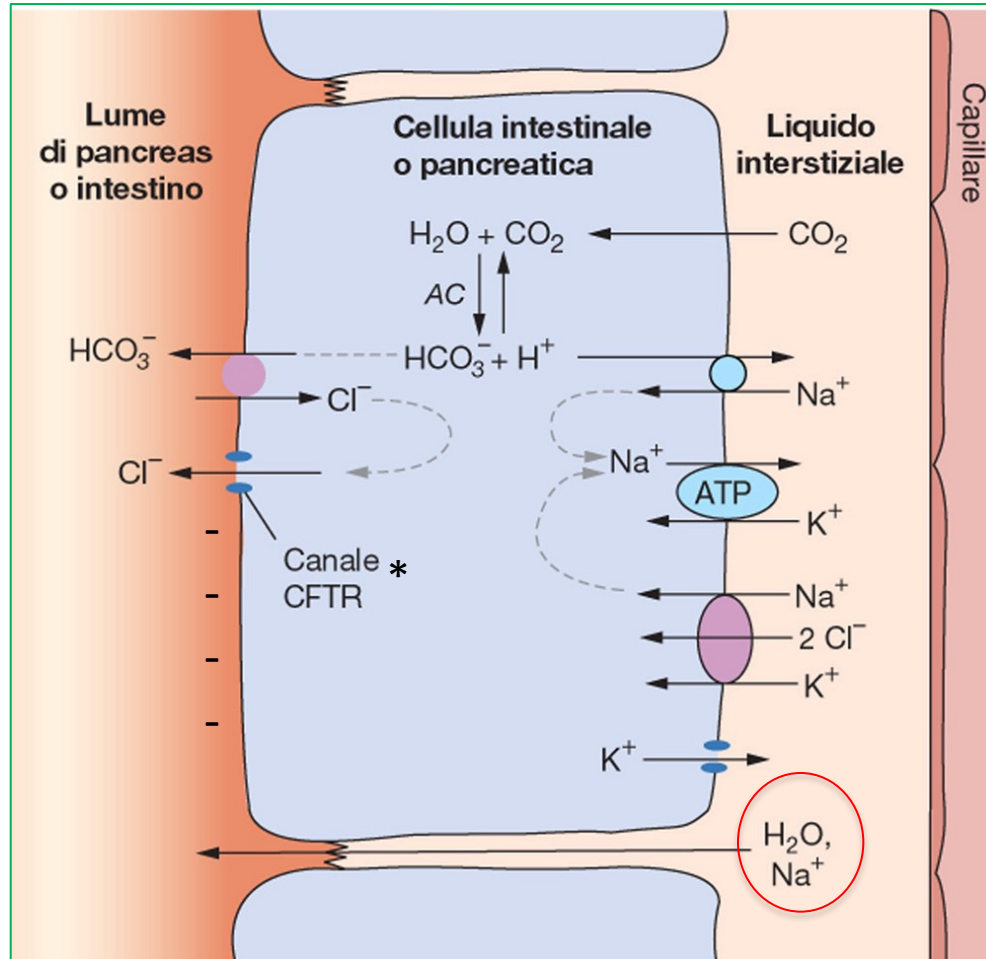


# Secrezione di muco



# Secrezione di bicarbonato

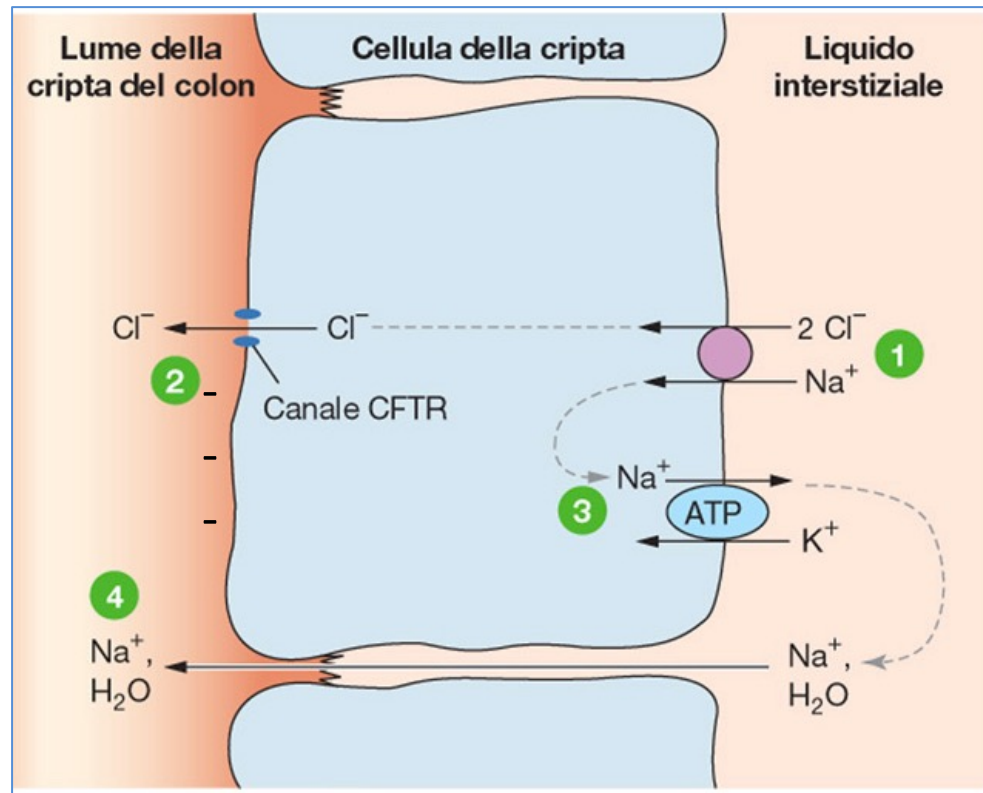
- Bicarbonato secreto nel duodeno neutralizza l'acidità del chimo
- Maggior parte deriva dalle cellule dei dotti del pancreas (soluzione acquosa di bicarbonato di sodio  $\text{NaHCO}_3$ )



\* Canale cloro della fibrosi cistica

# Secrezione di NaCl

- Cellule delle cripte dell'intestino tenue e crasso secernono una soluzione isotonica di NaCl
- Si mescola con il muco prodotto dalle cellule mucipare e lubrifica il contenuto intestinale

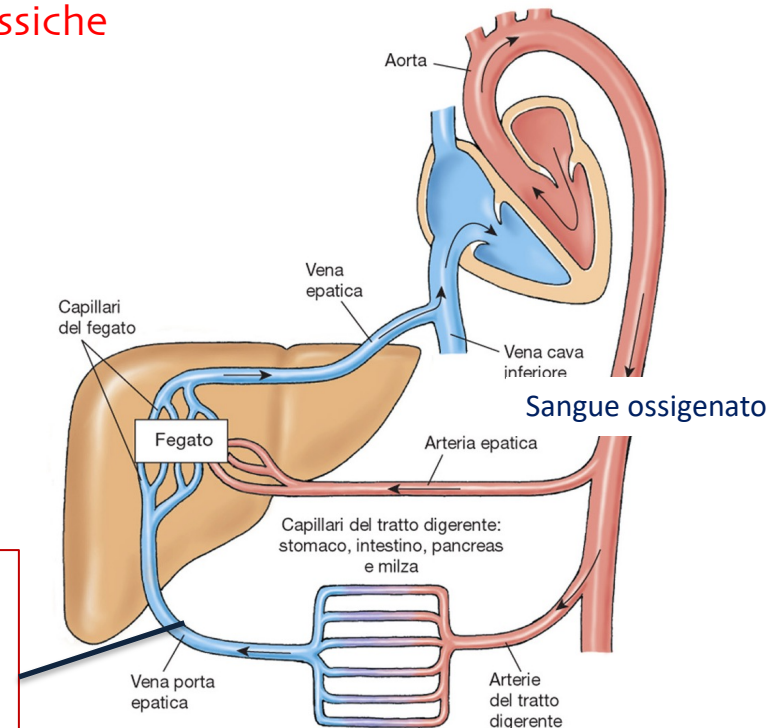




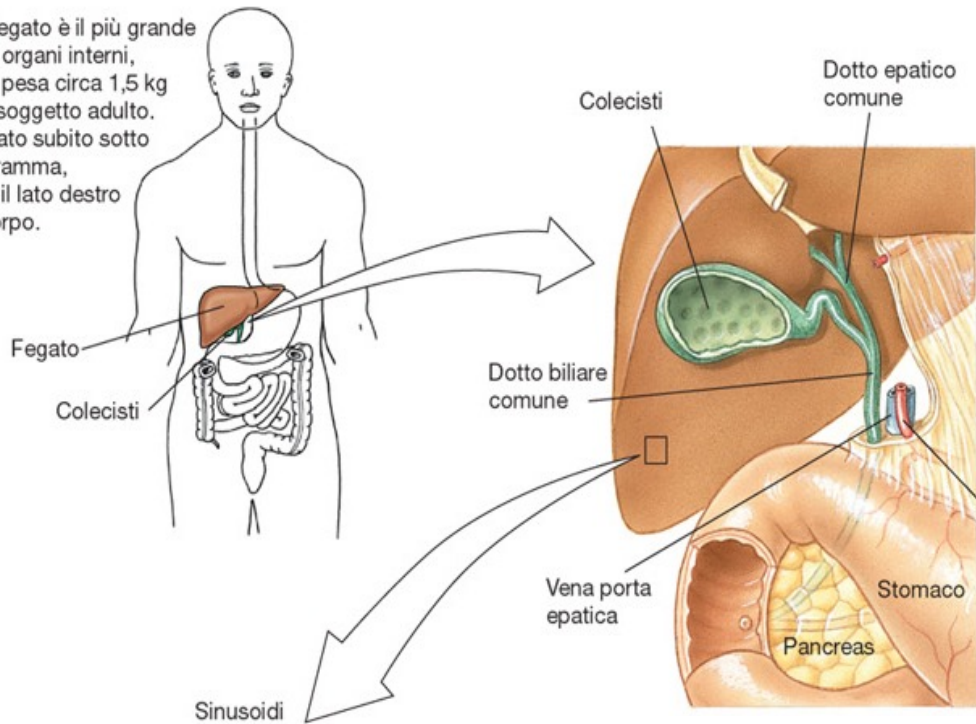
# Secrezione del fegato

- ✓ **Funzioni metaboliche:** produzione di bile e delle vitamine A, D, E e K
- ✓ **Regolazione dei livelli di zucchero e di corpi chetonici nel sangue:** il glicogeno immagazzinato nel fegato viene trasformato in glucosio plasmatico
- ✓ **Conservazione degli equilibri metabolici:** demolizione dell'insulina e altre trasformazioni delle proteine a scopi energetici
- ✓ **Fonte dei fattori di coagulazione** che permettono al sangue di restare fluido
- ✓ **Filtro anti-tossine:** epatociti producono numerosi enzimi (es. isoenzimi del citocromo P450) che metabolizzano farmaci e altre sostanze tossiche
- ✓ **Smaltimento dei globuli rossi danneggiati e sede delle cellule di Kupfer:** specializzate nel rimuovere le cellule del sangue danneggiate o invecchiate, a supporto dell'azione operata dalla milza
- ✓ **Funzione immunitaria:** stimola il sistema immunitario

-Sangue ricco di nutrienti.  
Contiene prodotti del catabolismo dell'emoglobina di origine splenica (milza)



(a) Il fegato è il più grande tra gli organi interni, infatti pesa circa 1,5 kg in un soggetto adulto. È situato subito sotto il diaframma, verso il lato destro del corpo.

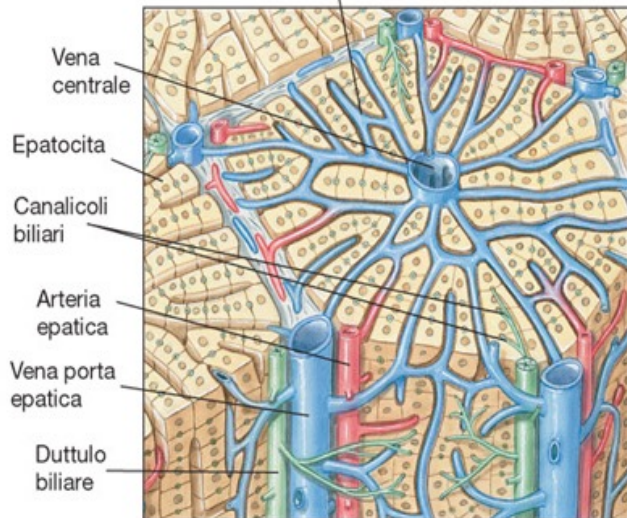


## Secrezione di bile

La bile contiene:

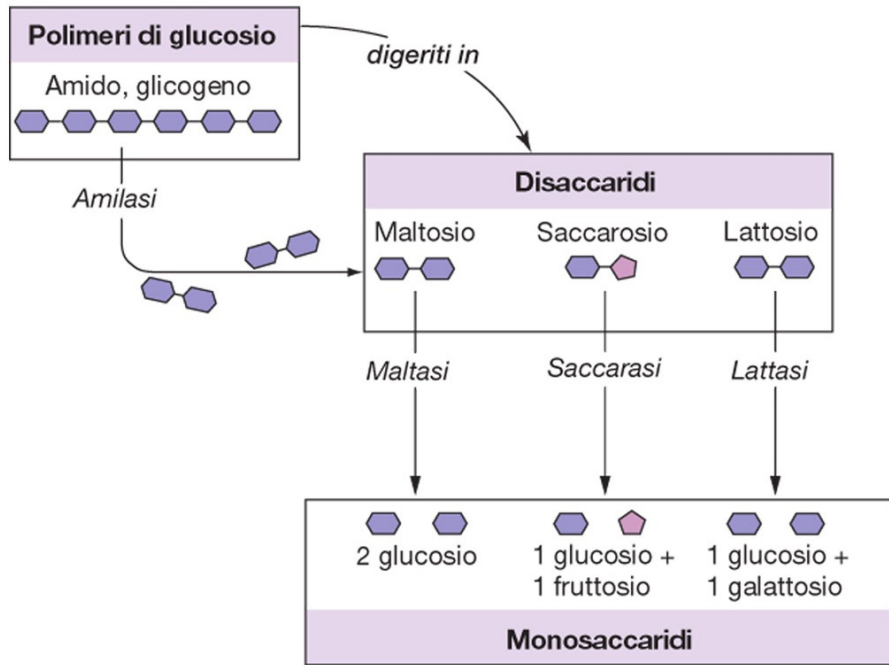
1. Sali biliari (facilita la digestione dei grassi)
2. Pigmenti biliari (es. bilirubina, prodotto degradazione dell'emoglobina)
3. Colesterolo
4. Farmaci e altre sostanze di scarto

La bile aiuta dispersione dei grassi

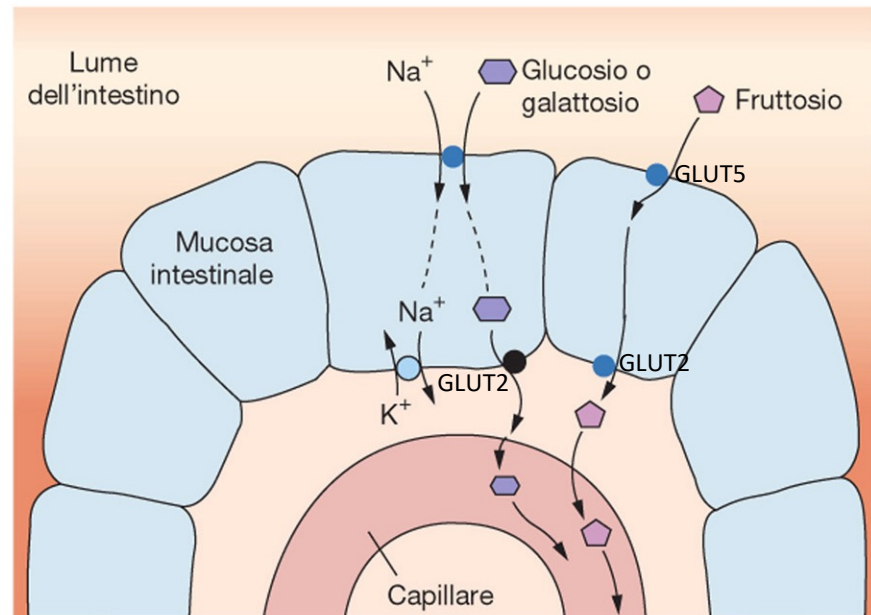




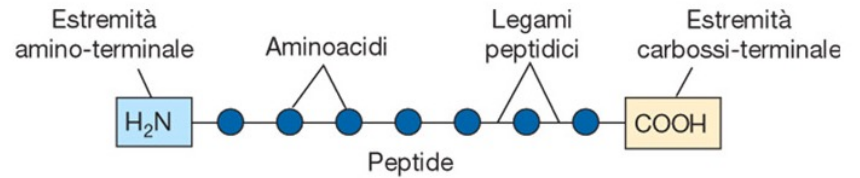
# Assorbimento carboidrati



Le cellule epiteliali intestinali utilizzano **glutamina** e non glucosio per il loro metabolismo energetico

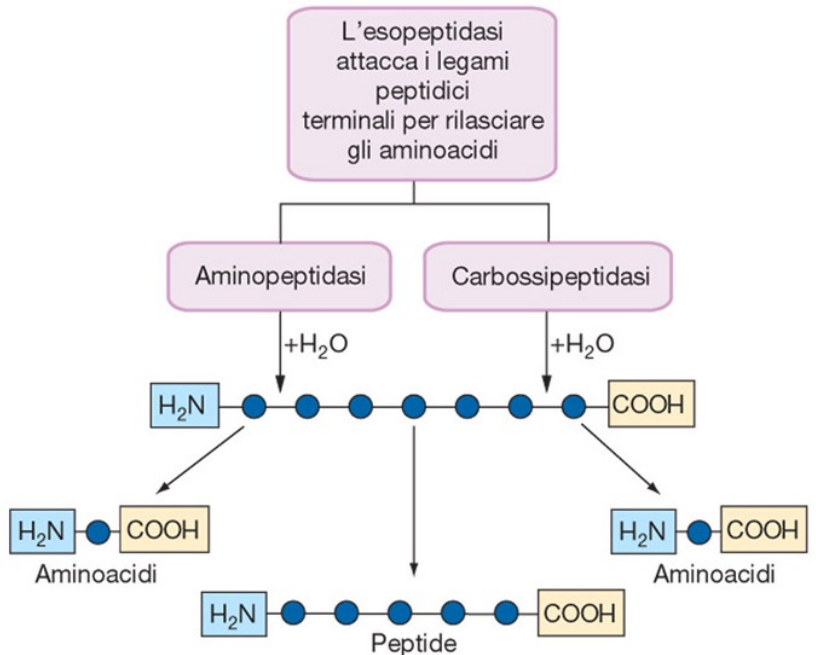
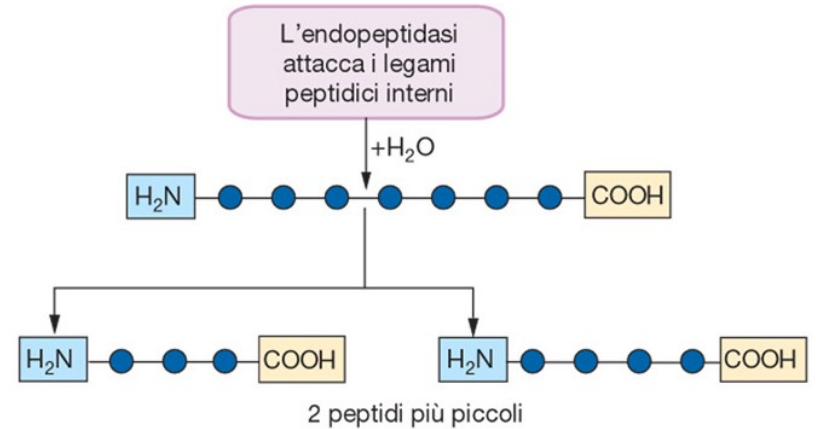


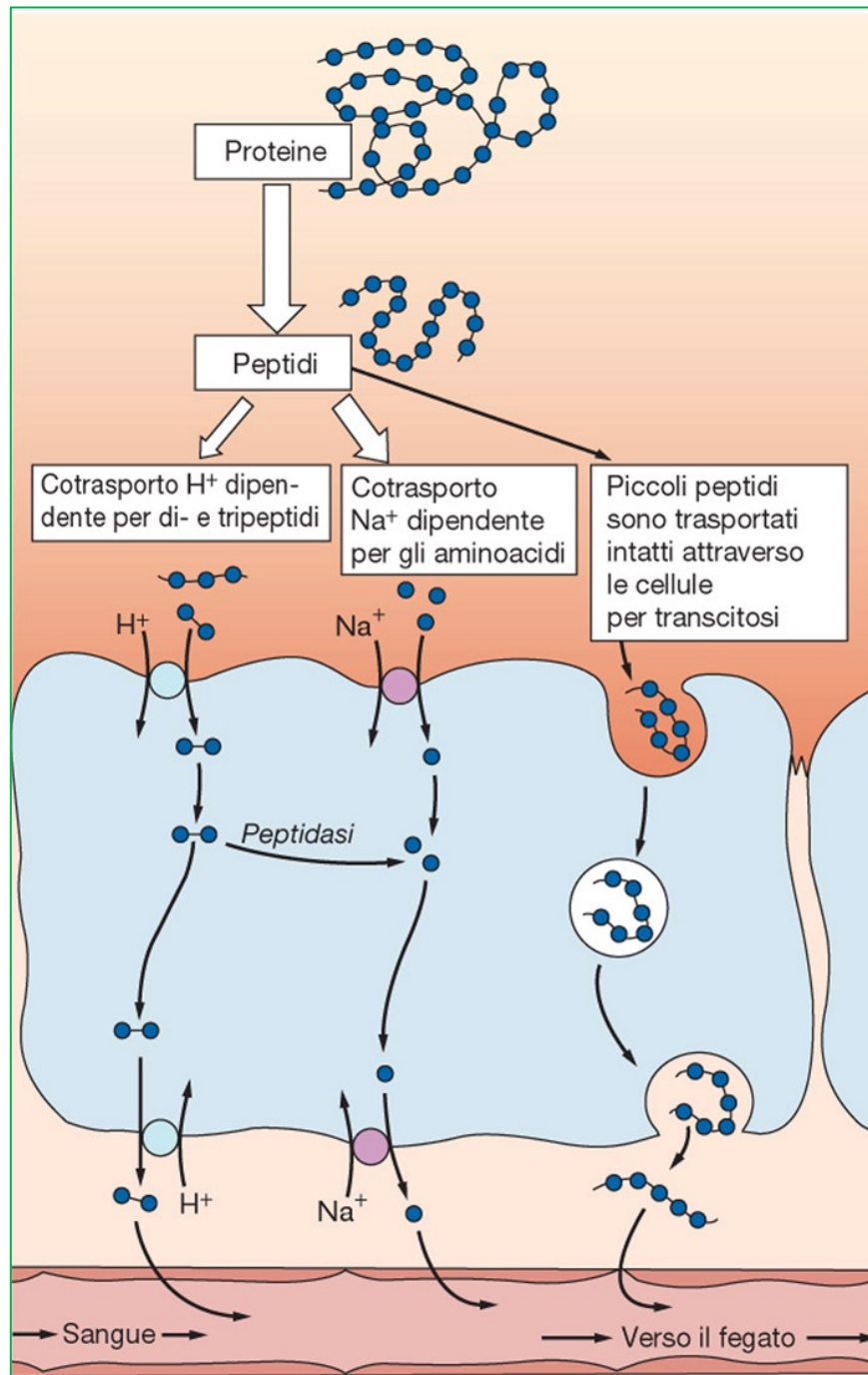
# Assorbimento proteine



**Endopeptidasi.** Attaccano i legami peptidici all'interno della catena aminoacidica e producono frammenti peptidici: **pepsina** (secreta nello stomaco), **tripsina** e **chimotripsina** (secreti dal pancreas)

**Esopeptidasi.** Rilasciano singoli aminoacidi staccandoli uno alla volta: **carbossipeptidasi** (secreta dal pancreas), **aminopeptidasi**





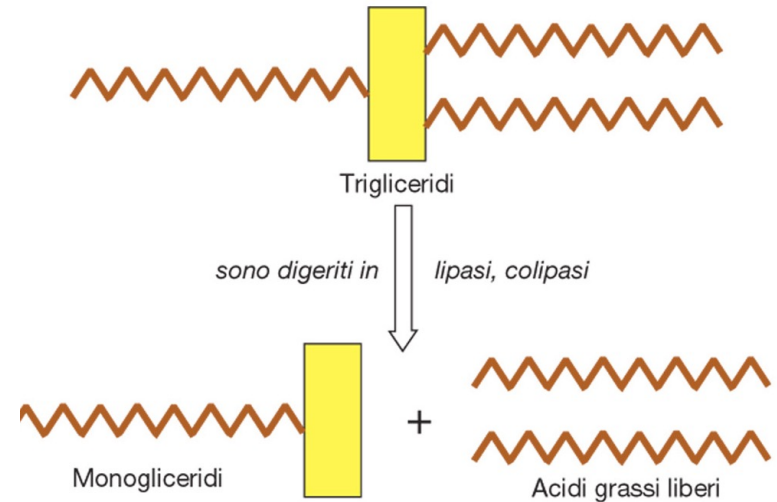
# Assorbimento lipidi

**Grassi presenti nella dieta:** trigliceridi (90%), colesterolo, fosfolipidi, acidi grassi a catena lunga e vitamine liposolubili

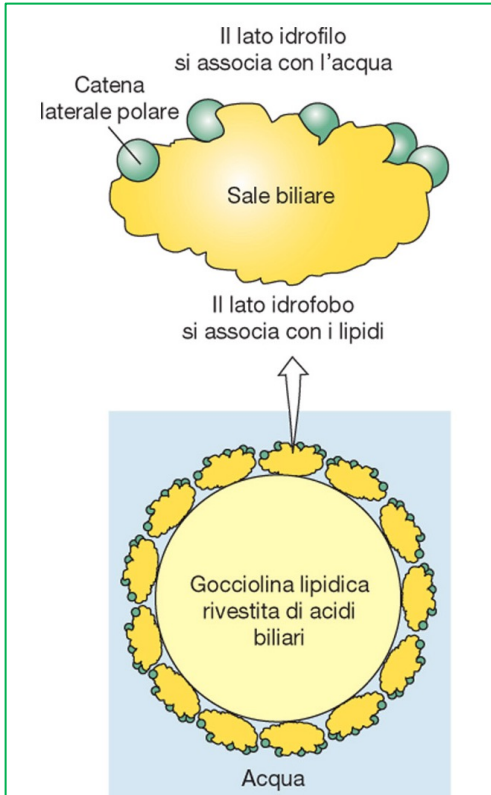
Digestione enzimatica compiuta dalle **lipasi** (rimuovono due acidi grassi dai trigliceridi).

**Fosfolipasi pancreatica.** Digerisce i fosfolipidi.

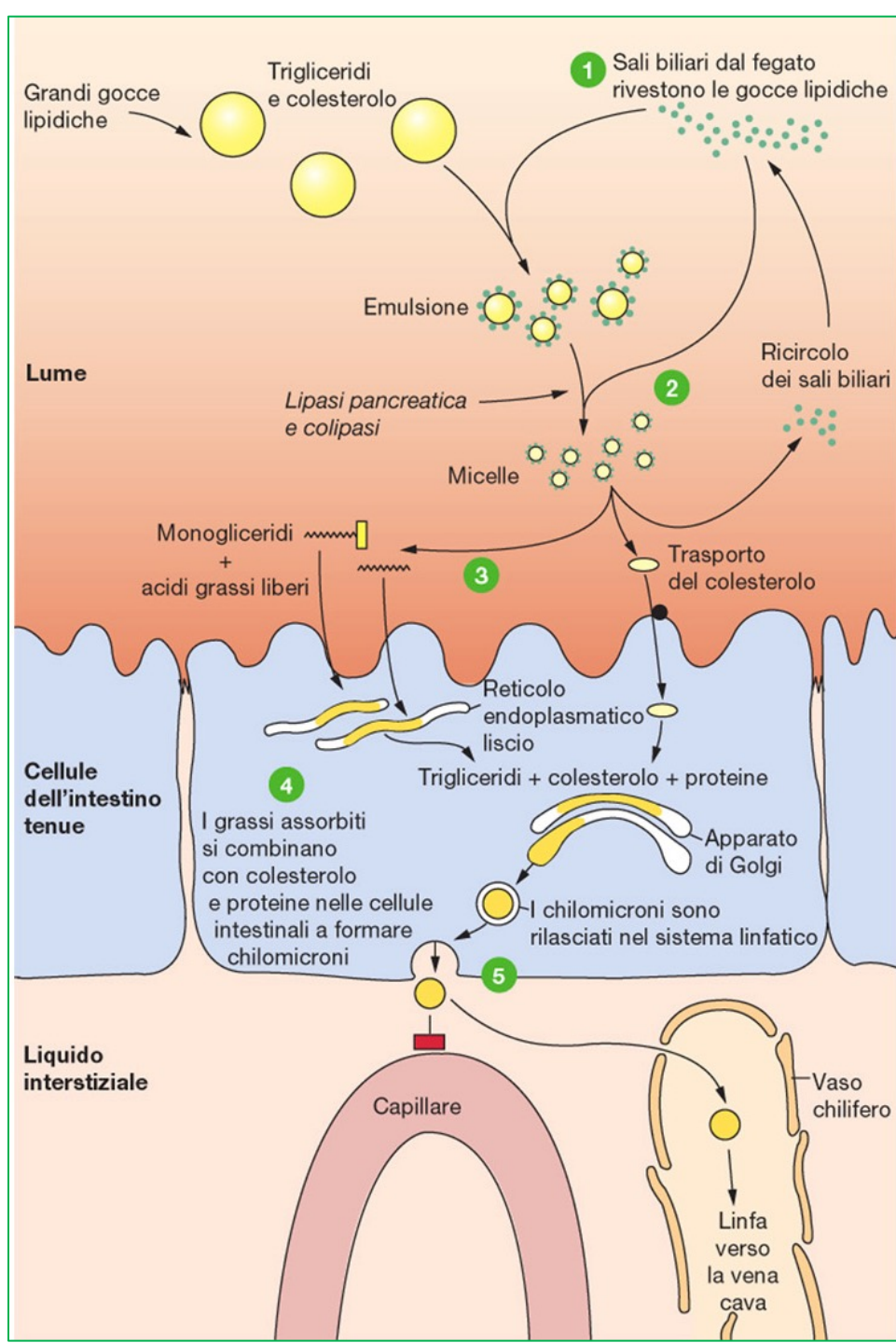
Il colesterolo non ha bisogno di essere digerito



**Sali biliari:** interagiscono con i lipidi e spezzano grosse gocce in gocce più piccole e più stabili

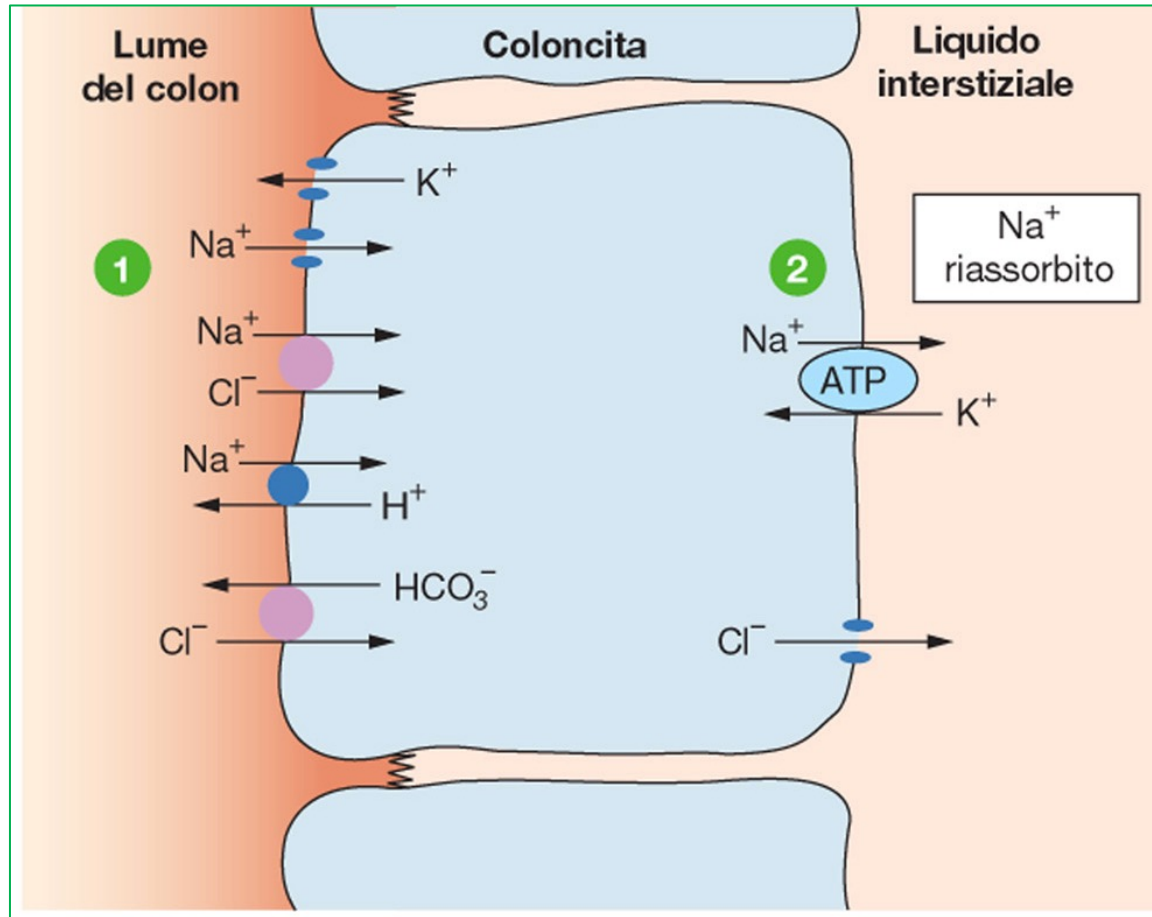


**Lipoproteine.** Raggiunto il circolo sanguigno attraverso quello linfatico, passano nei tessuti che sfruttano il colesterolo e i trigliceridi (tessuto adiposo e muscolare) Vengono eliminati a livello epatico





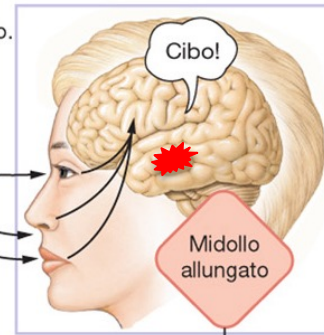
# Assorbimento ioni e acqua



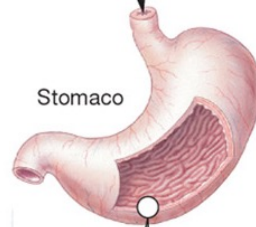
# Regolazione funzione gastrointestinale

La vista, l'odore e il gusto del cibo innescano i riflessi cefalici lunghi che preparano lo stomaco a ricevere il cibo.

*Riflessi anticipatori*

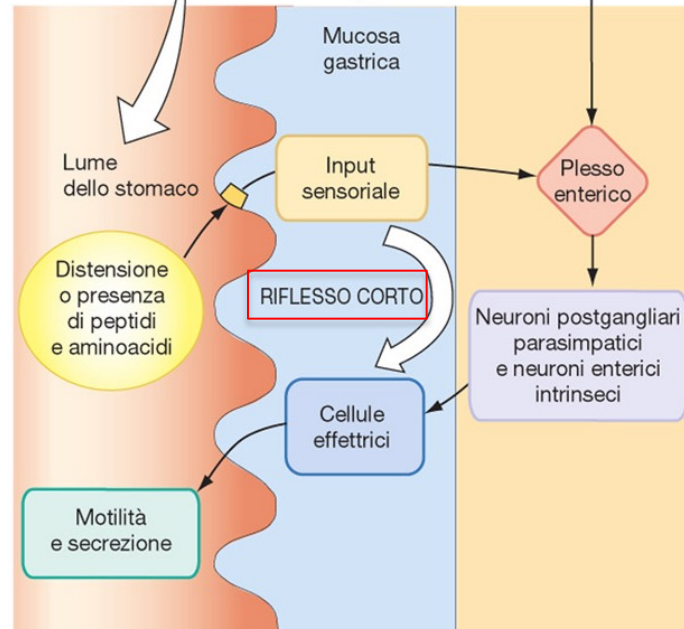


*Riflessi emozionali*



RIFLESSO LUNGO

Neuroni pregangliari parasimpatici del nervo vago



## Caratteristiche del sistema nervoso enterico, il piccolo cervello: similitudini con il SNC

**Neuroni intrinseci.** risiedono nei due plessi inseriti completamente nel sistema gastrointestinale. I neuroni autonomi che portano le informazioni dal SNC al sistema digerente sono detti *neuroni estrinseci*

**Neurotrasmettitori e neuromodulatori.** I neuroni del SNE rilasciano più di 30 neurotrasmettitori e neuropeptidi, molti dei quali identici a quelli rilasciati da neuroni del SNC.

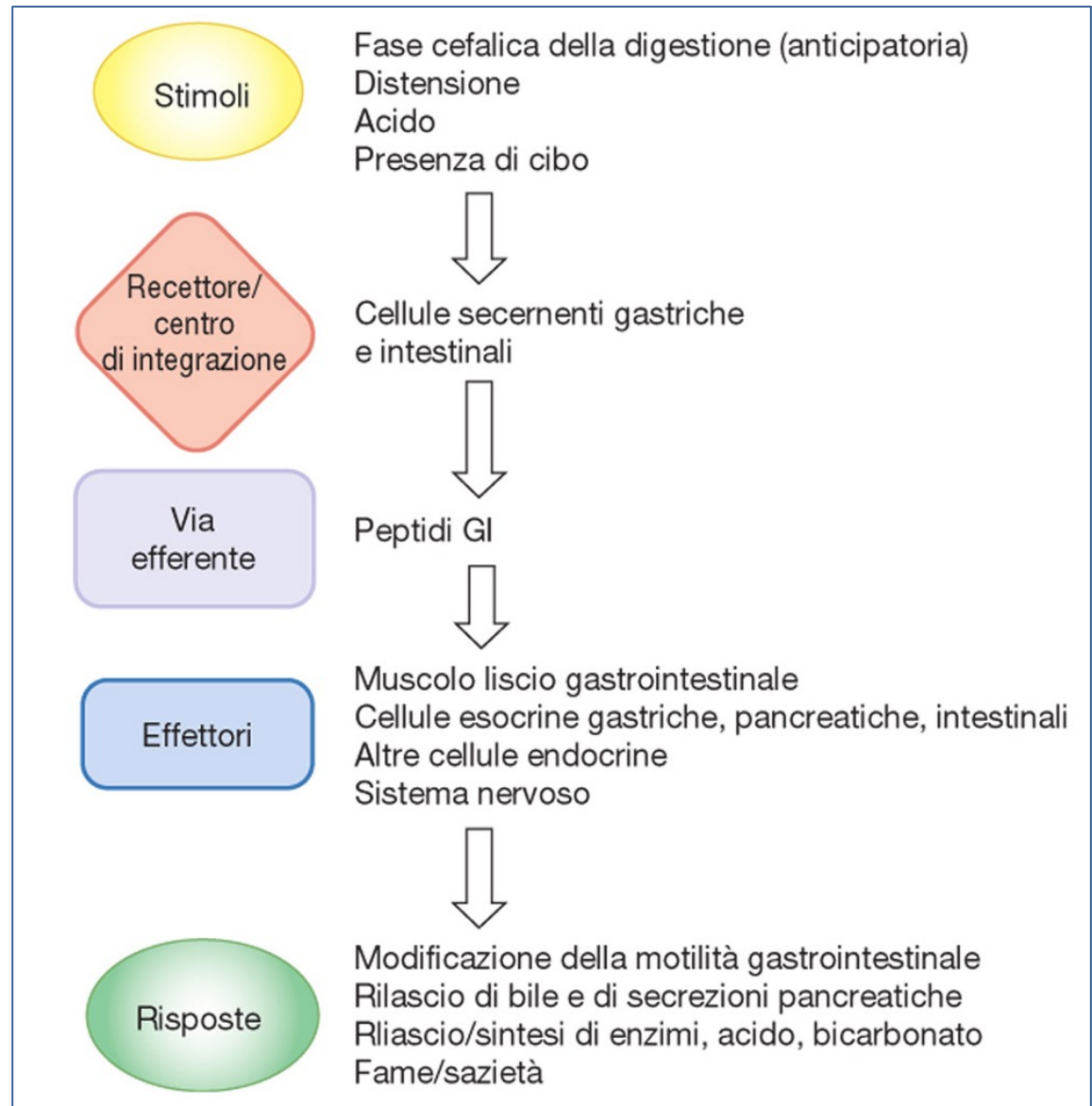
**Cellule di sostegno.** Simili più agli astrociti del SNC che alle cellule satelliti del SNP

**Barriera di diffusione.** I capillari che circondano i gangli (plessi) SNE non sono molto permeabili. Creano una barriera alla diffusione libera simile alla barriera ematoencefalica.

**Centro integrativo.** I segnali intrinseci possono attivare i neuroni del SNE direttamente (riflessi corti). Pertanto i plessi del SNE sono essi stessi un centro di integrazione

# Riflessi che coinvolgono peptidi gastrointestinali

- I peptidi secreti dalle cellule del canale digerente possono agire come ormoni o come sostanze paracrine
- Vengono immessi nel circolo sanguigno; agiscono sul tubo digerente, o su organi accessori come il pancreas, o su bersagli distanti (es. sistema nervoso)
- Altre sostanze immesse nel lume del tratto gastrointestinale o nel liquido extracellulare



## I peptidi gastrointestinali: ormoni, neuropeptidi, citochine

1902: scoperto l'ormone *secretina*, rilasciato da cellule endocrine nel duodeno con azione sul pancreas

1964: si scopre l'esistenza della *gastrina*, un ormone che stimola la secrezione acida nello stomaco

1. *Famiglia della gastrina*: *gastrina* (agisce su cellule parietali) e *colecistochinina* (CCK) (agisce su colecisti, pancreas, muscolo liscio gastrico)

2. *Famiglia della secretina*: *secretina* (agisce sul pancreas e sullo stomaco), peptide vasoattivo intestinale, peptide insulinotropico glucosio-dipendente e il peptide glucagone-simile 1 (agiscono sul pancreas)

3. Tutti gli altri peptidi, come l'ormone *motilina* (agisce sul muscolo liscio dell'antro e del duodeno)



## CHIAVE DI LETTURA

M: motilità  
S: secrezione  
D: digestione  
A: assorbimento

Ghiandola salivare

Sfintere esofageo superiore

Esofago

Sfintere esofageo inferiore

Fegato

Colecisti

Valvola pilorica

Pancreas

Valvola ileocecale

Retto

Sfintere anale

## CAVITÀ ORALE ED ESOFAGO

M: deglutizione, masticazione  
S: saliva (ghiandole salivari), lipasi  
D: carboidrati, lipidi (minima)  
A: nullo

## STOMACO

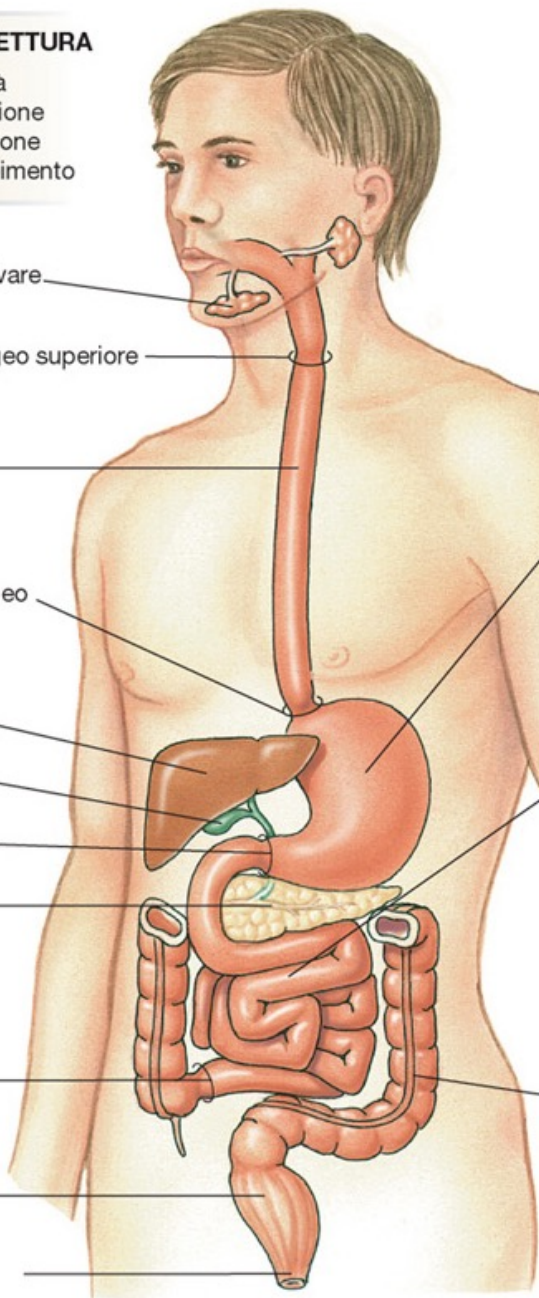
M: mescolamento peristaltico e propulsione  
S: HCl (cellule parietali); pepsinogeno e lipasi gastrica (cellule principali); muco e  $\text{HCO}_3^-$  (cellule mucose superficiali); ormoni: gastrina (cellule G), istamina (cellule ECL)  
D: proteine, lipidi  
A: sostanze liposolubili come alcol e aspirina

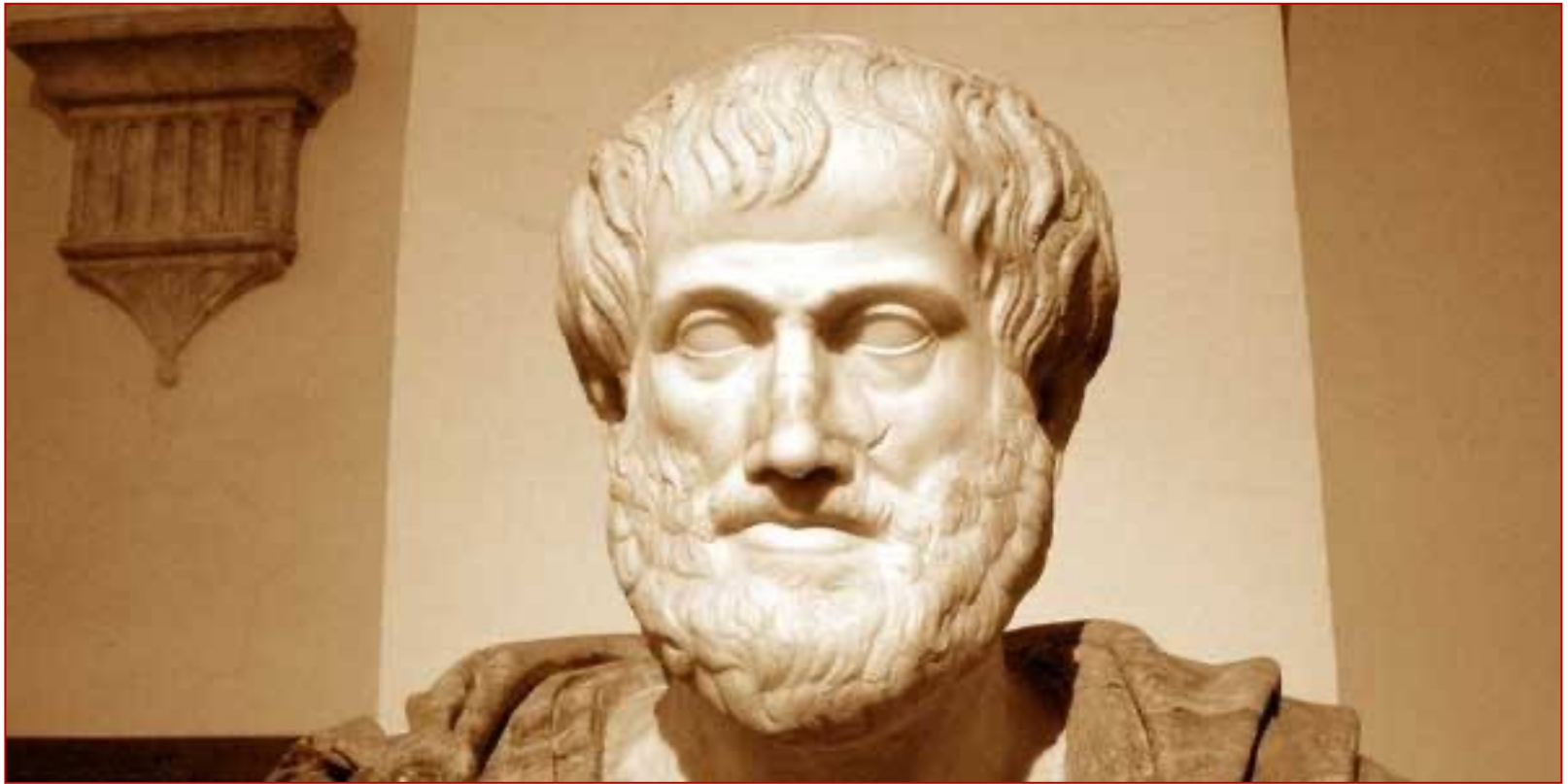
## INTESTINO TENUE

M: mescolamento per segmentazione; propulsione per peristalsi  
S: enzimi;  $\text{HCO}_3^-$  ed enzimi (pancreas); bile (fegato); muco (cellule caliciformi); ormoni: CCK, secretina, GIP, e altri ormoni  
D: carboidrati, lipidi, polipeptidi, acidi nucleici  
A: peptidi tramite trasporto attivo; aminoacidi, glucosio e fruttosio tramite trasporto attivo secondario; lipidi per diffusione semplice; acqua per osmosi; ioni, minerali e vitamine tramite il trasporto attivo

## INTESTINO CRASSO

M: mescolamento segmentale; movimento di massa per propulsione  
S: muco (cellule caliciformi)  
D: nessuna (eccetto quella compiuta dai batteri)  
A: ioni, acqua, minerali, vitamine prodotte dai batteri





Educare la mente senza educare il cuore non è affatto educare

*Aristotele*