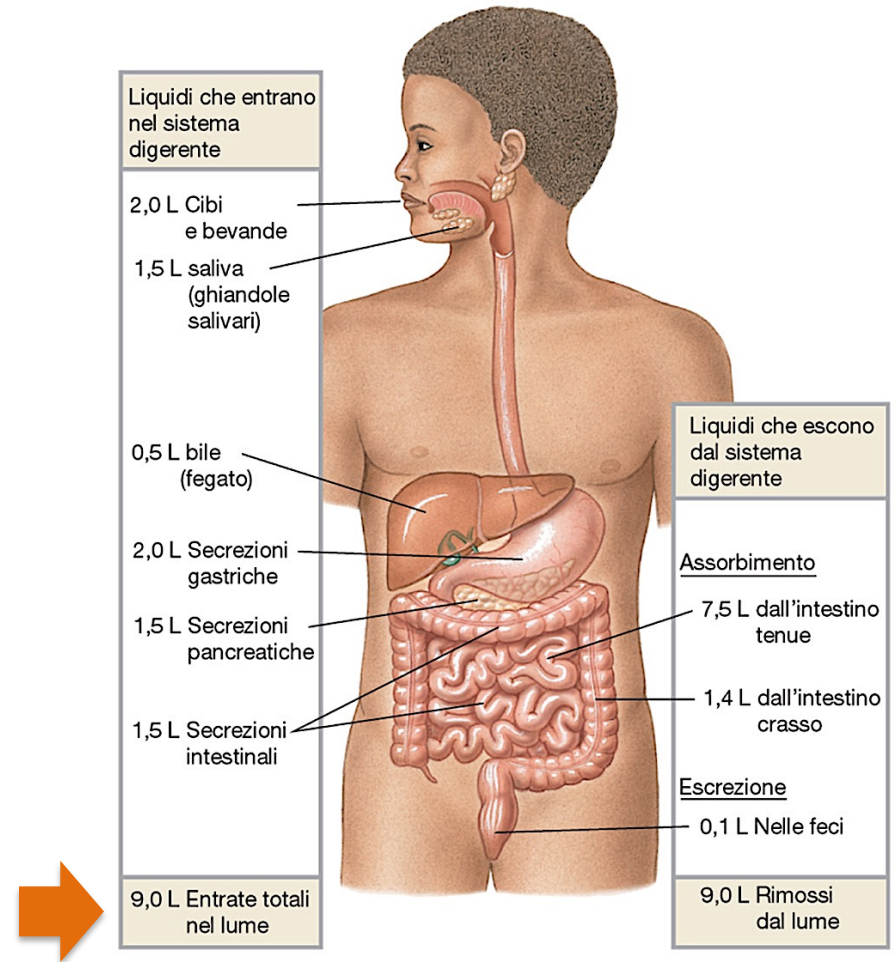


Secrezione

Il sistema digerente secerne e riassorbe quotidianamente : acqua, ioni (Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- e H^+)

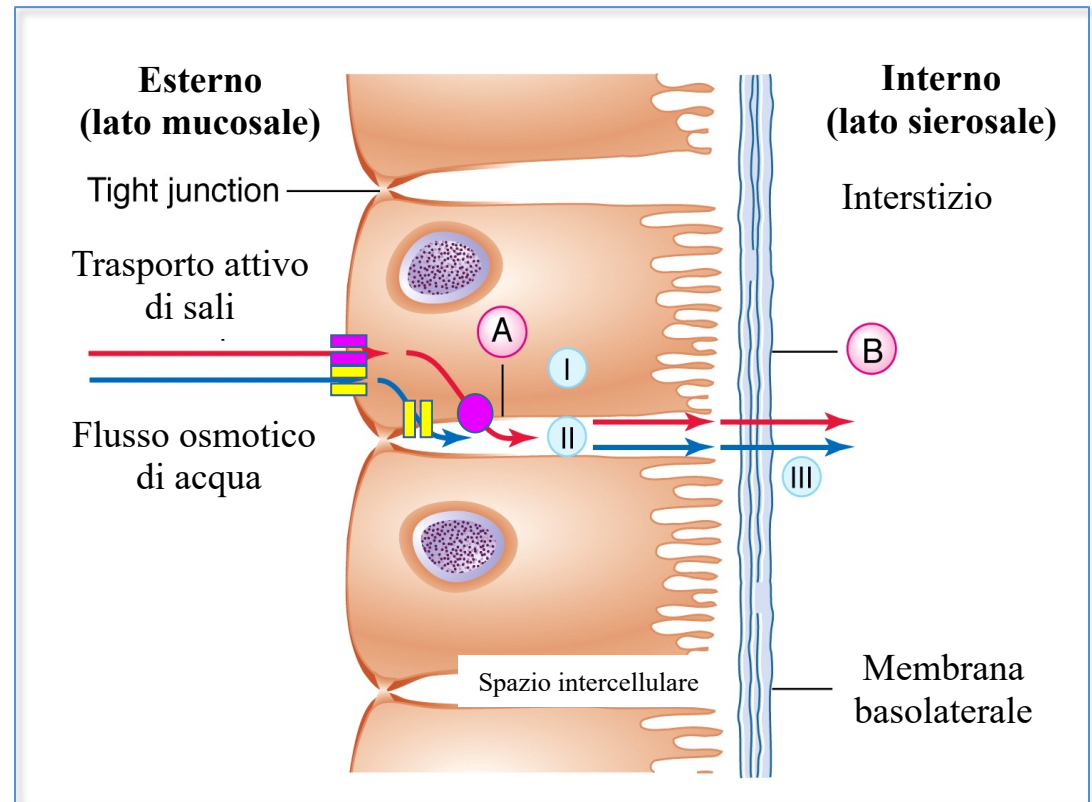
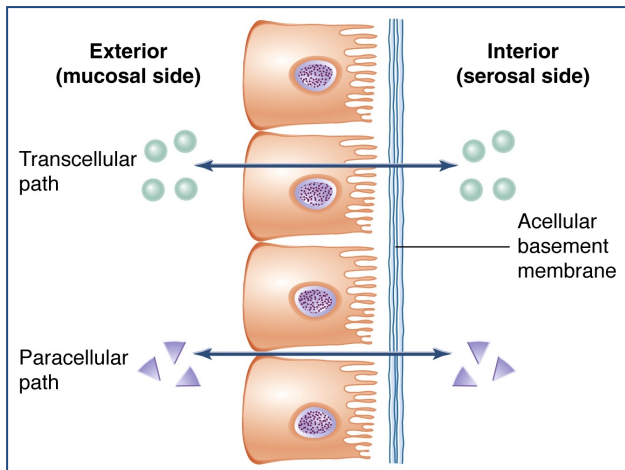


•TIPI DI SECREZIONI

- 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 NaCl (intestino)

Classici meccanismi di trasporto epiteliale

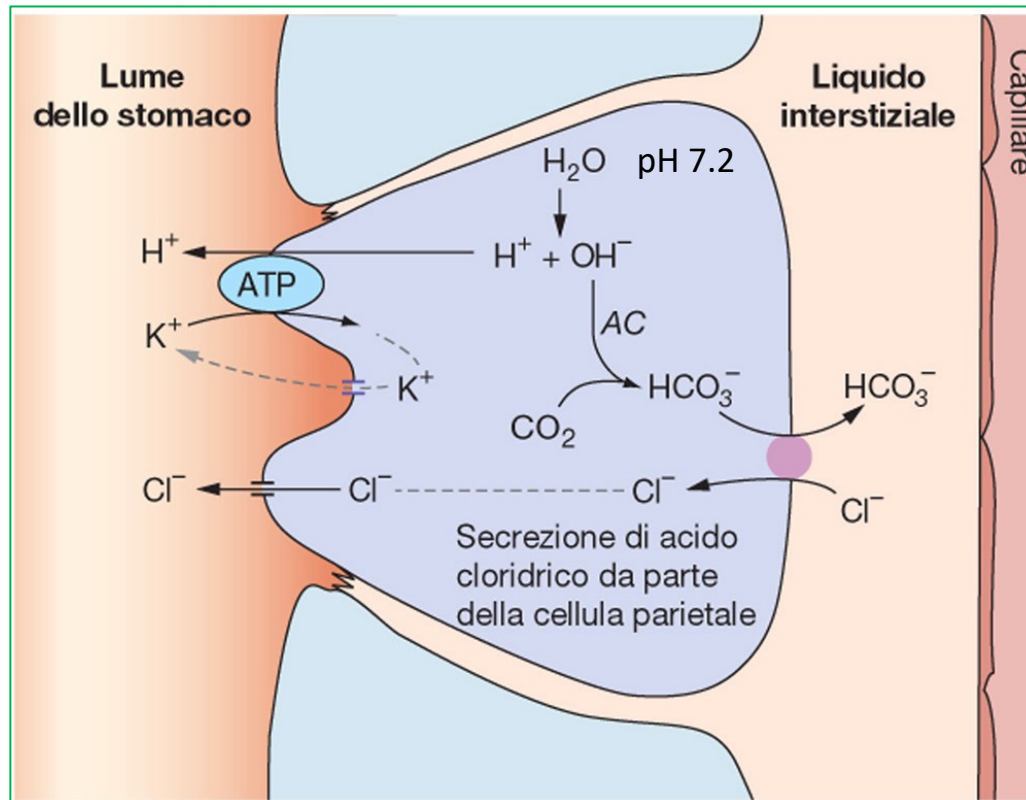
Epitelio gastrointestinale simile a quello dei tubuli renali per complessità di trasporti e polarizzazione



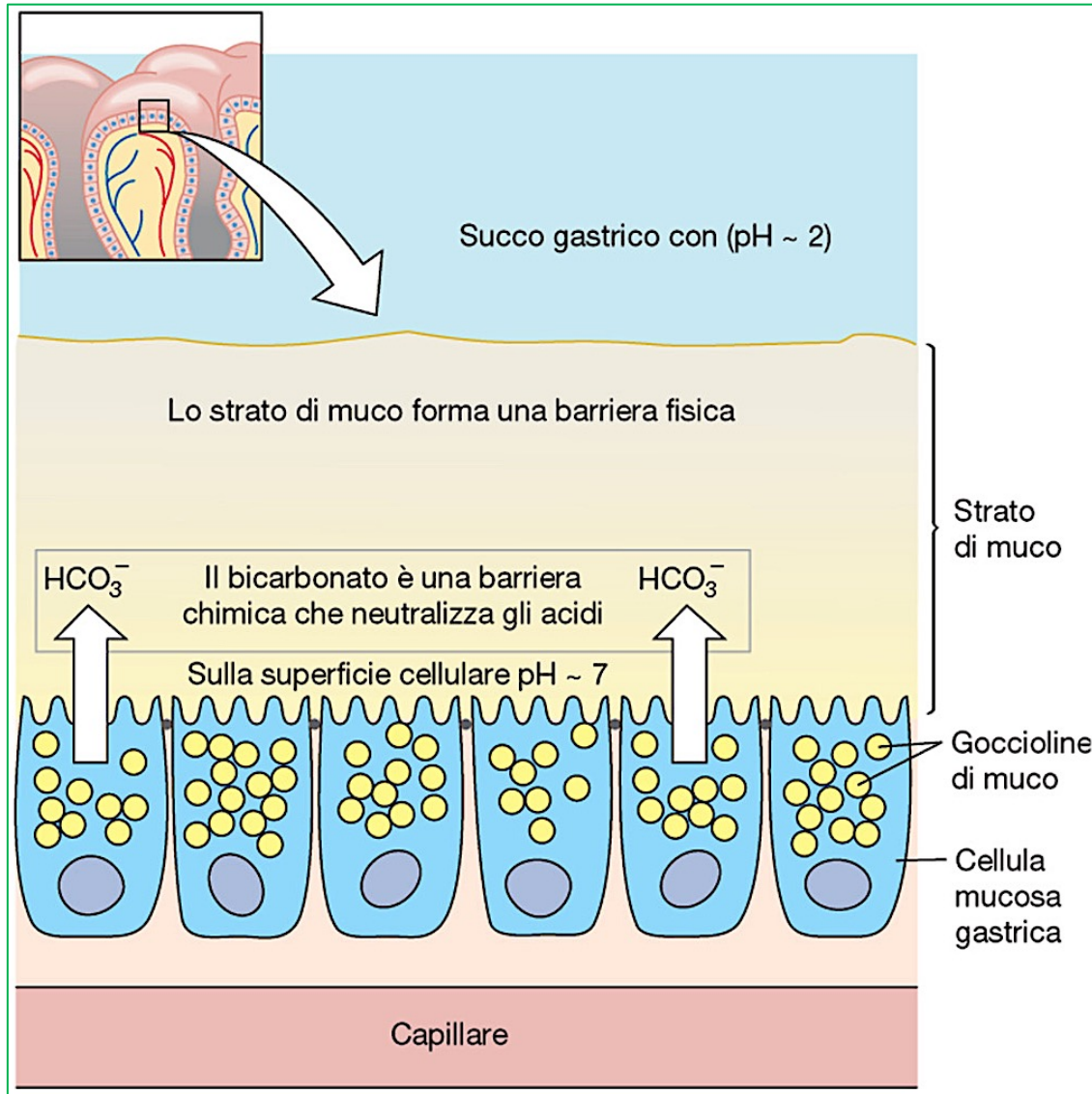
- **Cotrasportatori e pompe:** $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - 2\text{Cl}^-$; antiporto $\text{Cl}^- - \text{HCO}_3^-$; antiporto $\text{H}^+ - \text{K}^+$; $\text{H}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPasi}$; $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPasi}$
- **Canali ionici:** Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+}

Secrezione acida

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

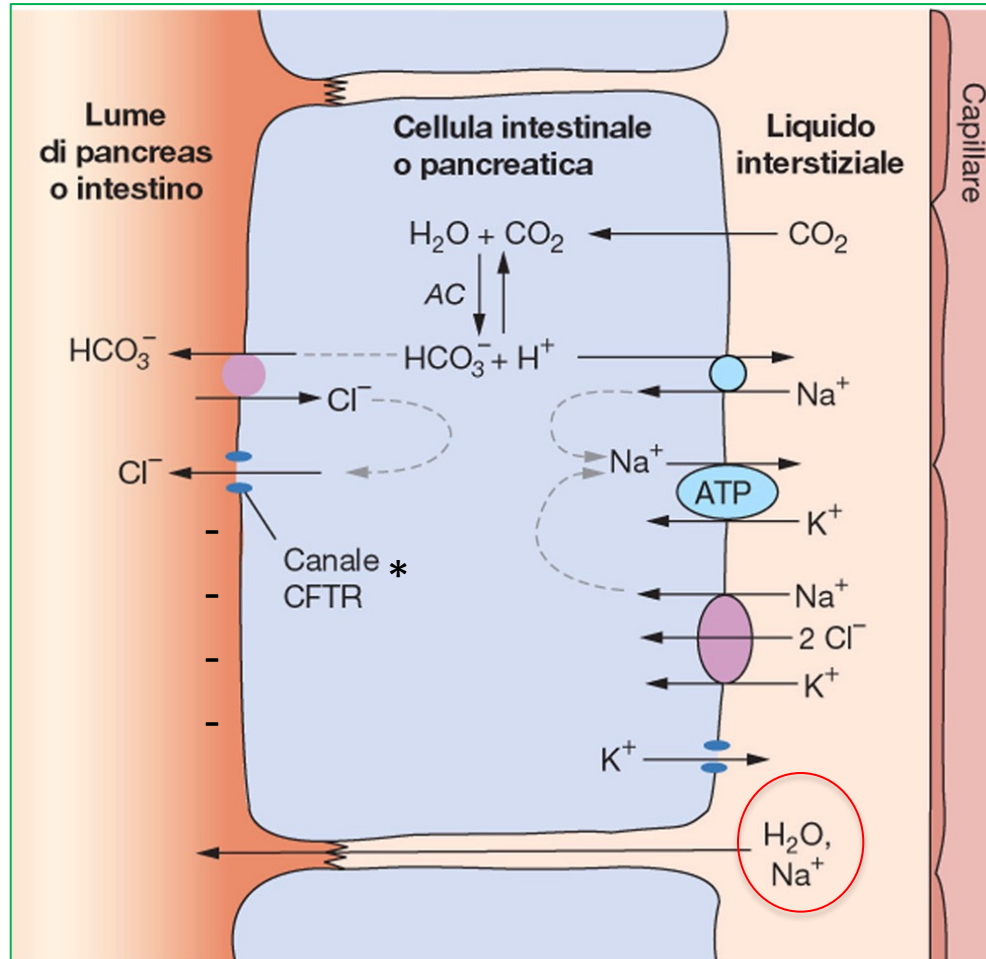


Secrezione di muco



Secrezione di bicarbonato

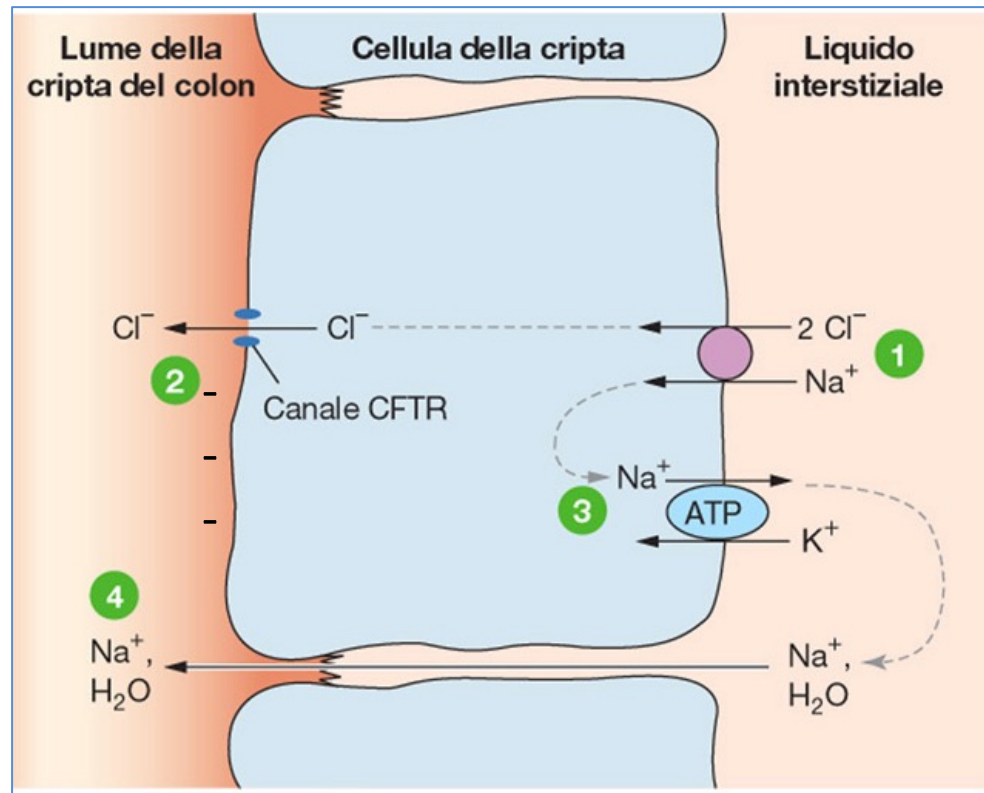
- Bicarbonato secreto nel duodeno neutralizza l'acidità del chimo
- Maggior parte deriva dalle cellule dei dotti del pancreas (soluzione acquosa di bicarbonato di sodio NaHCO_3)



* Canale cloro della fibrosi cistica

Secrezione di NaCl

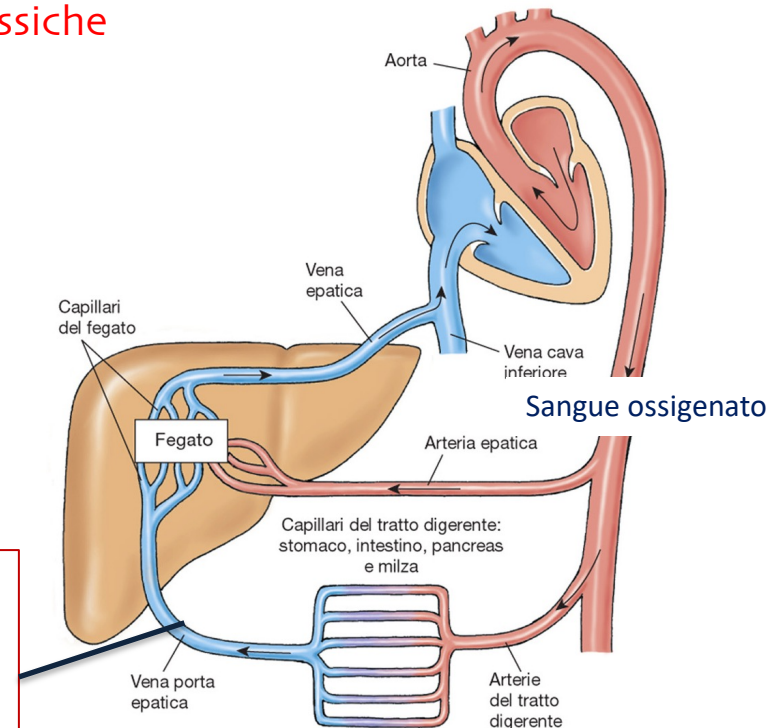
- Cellule delle cripte dell'intestino tenue e crasso secernono una soluzione isotonica di NaCl
- Si mescola con il muco prodotto dalle cellule mucipare e lubrifica il contenuto intestinale



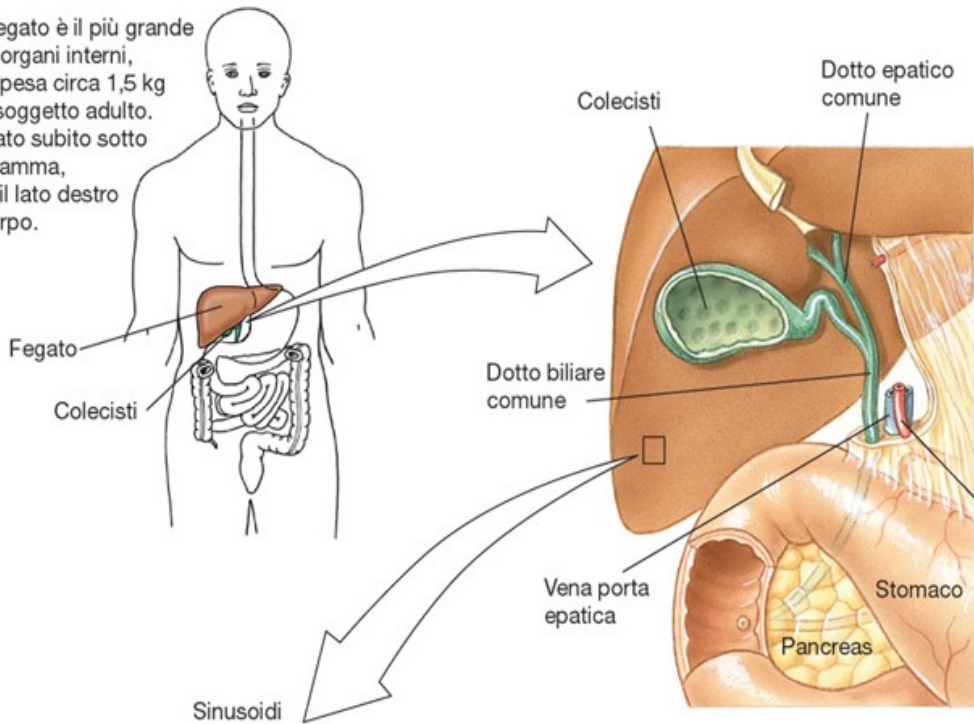
Secrezione del fegato

- ✓ **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.

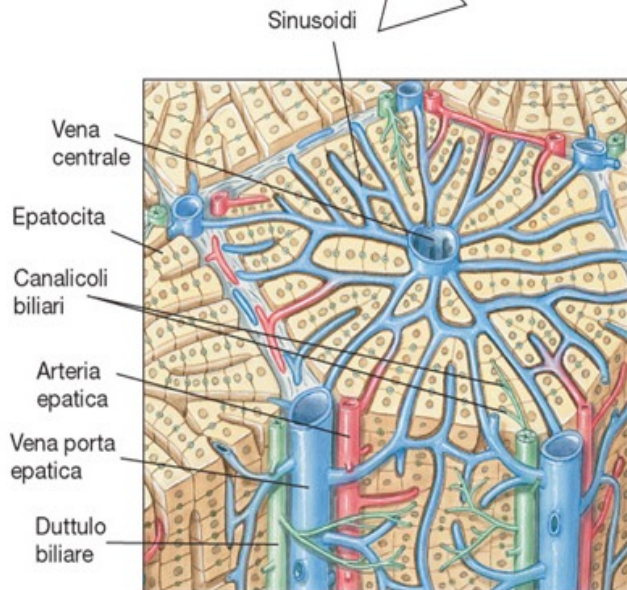


Secrezione di bile

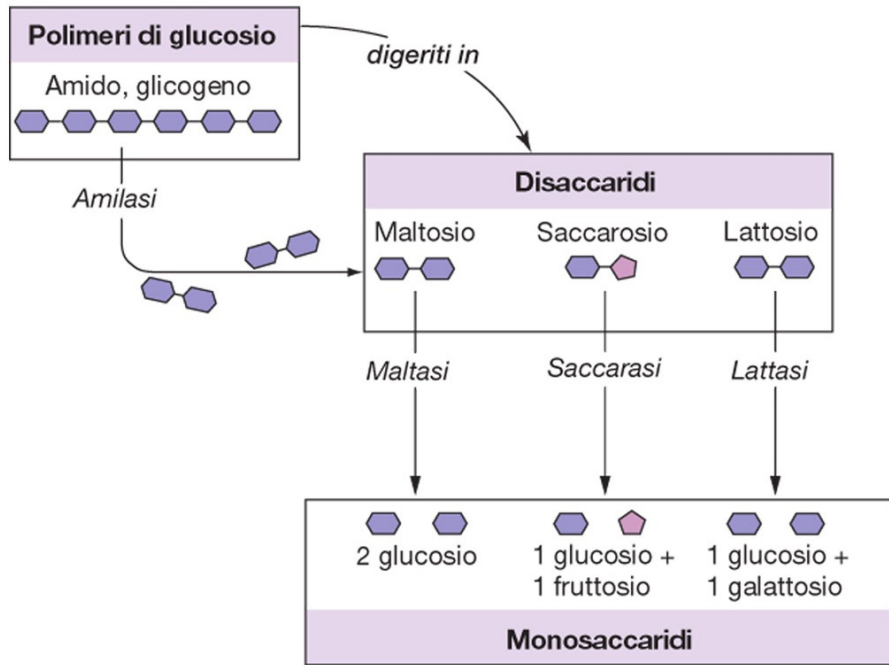
La bile contiene:

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

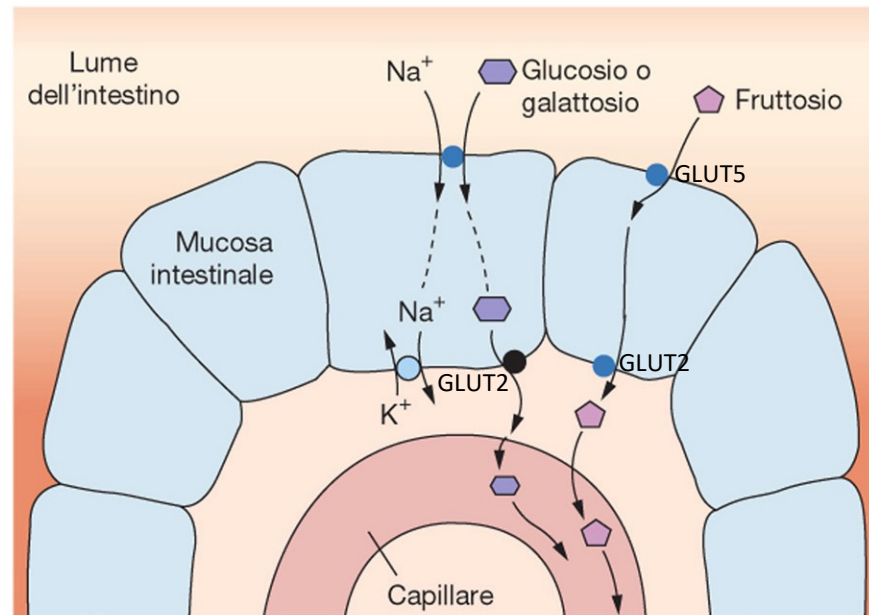
La bile aiuta dispersione dei grassi



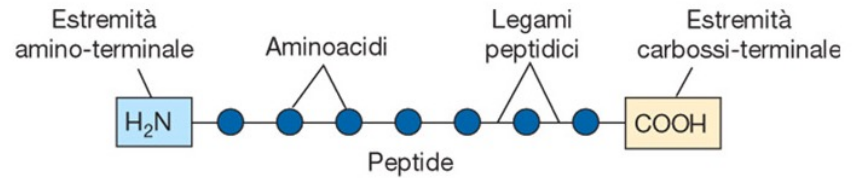
Assorbimento carboidrati



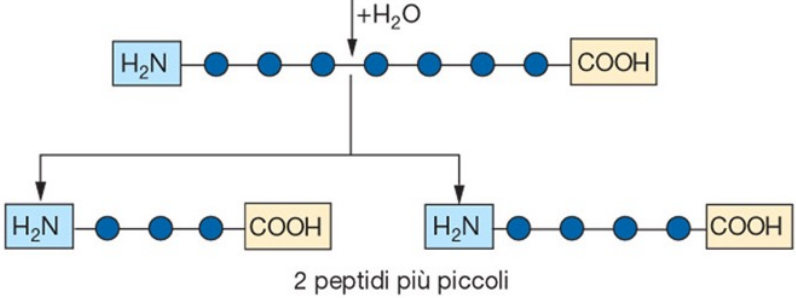
Le cellule epiteliali intestinali utilizzano **glutammina** e non glucosio per il loro metabolismo energetico



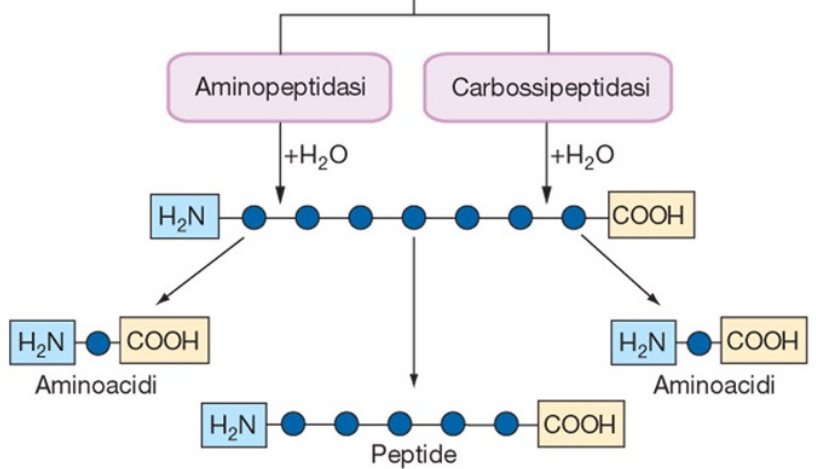
Assorbimento proteine



L'endopeptidasi attacca i legami peptidici interni

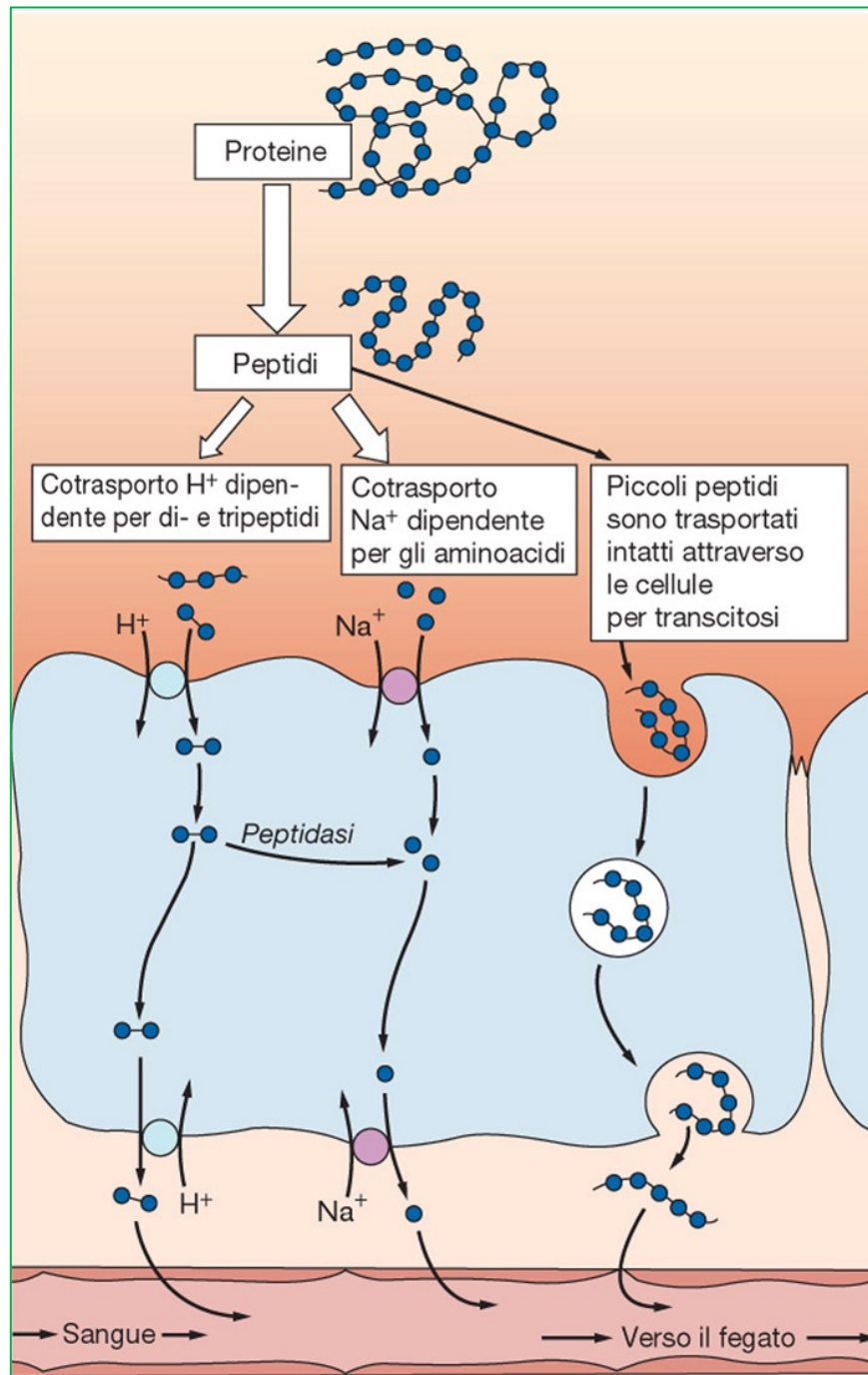


L'esopeptidasi attacca i legami peptidici terminali per rilasciare gli aminoacidi



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**



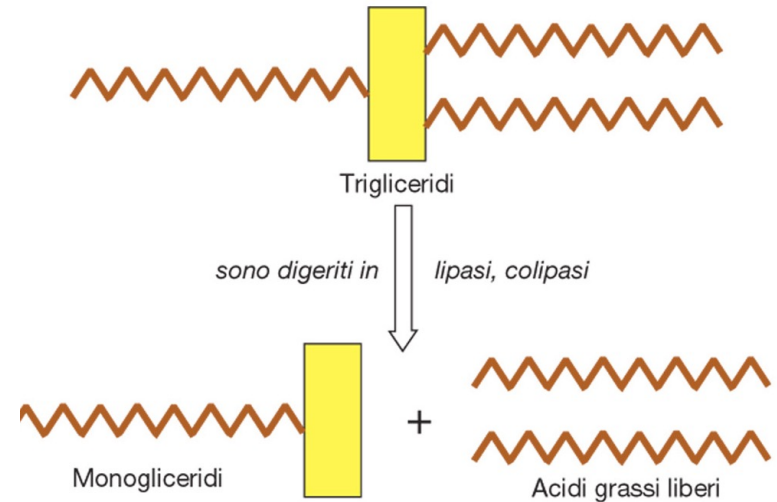
Assorbimento lipidi

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

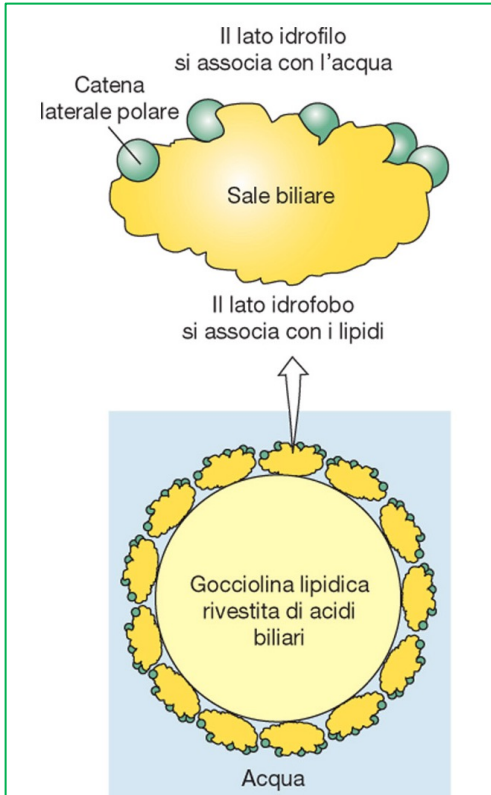
Digestione enzimatica compiuta dalle **lipasi** (rimuovono due acidi grassi dai trigliceridi).

Fosfolipasi pancreatica. Digerisce i fosfolipidi.

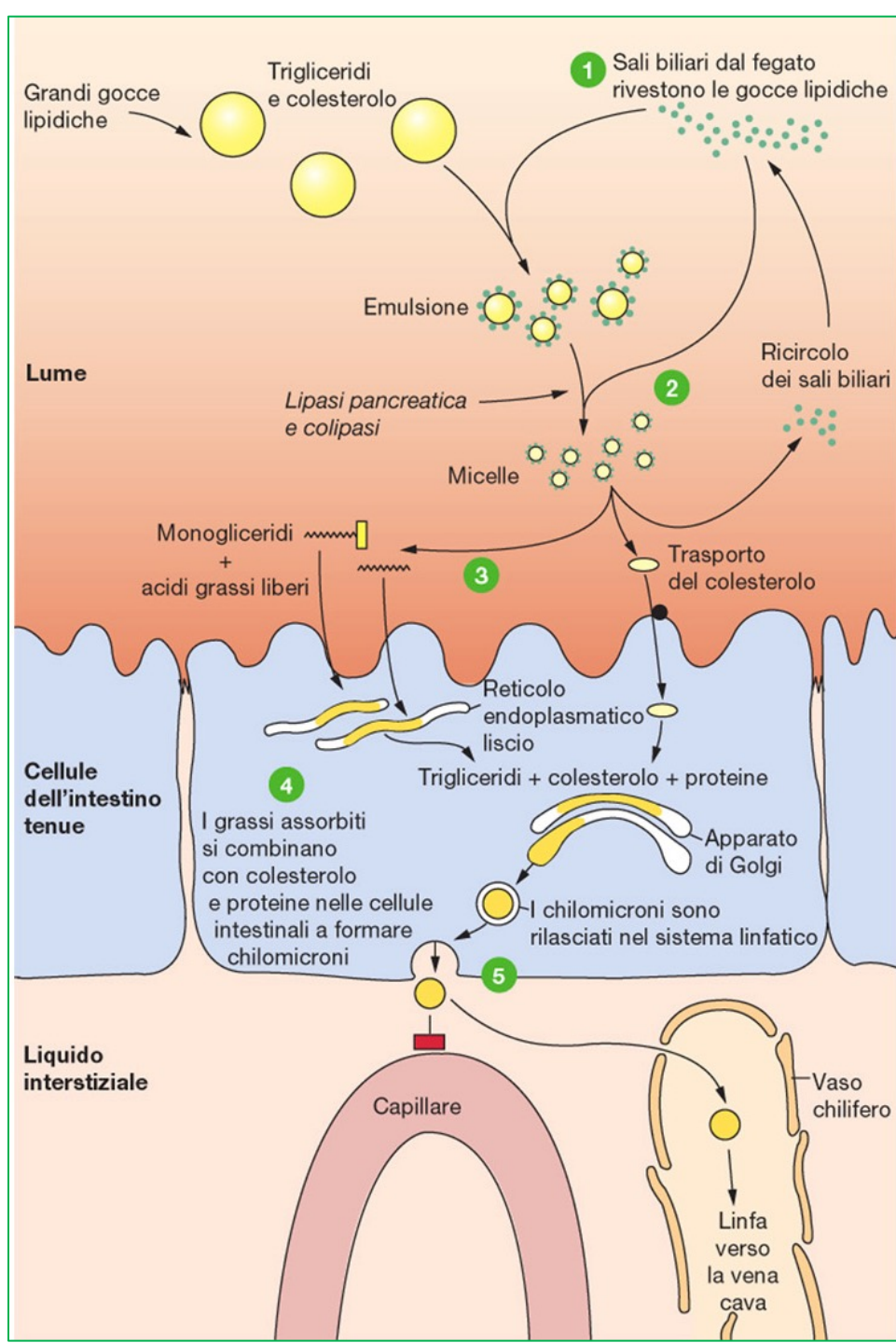
Il colesterolo non ha bisogno di essere digerito



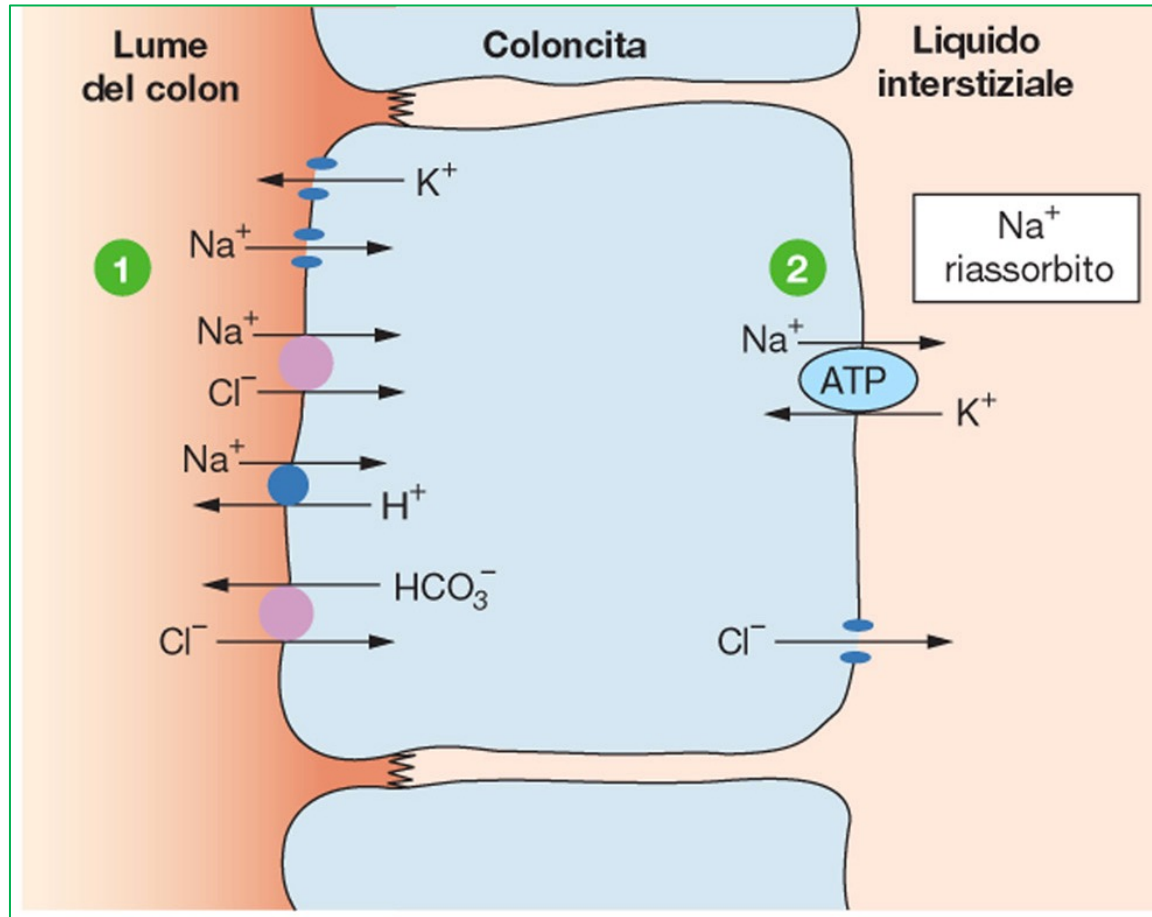
Sali biliari: interagiscono con i lipidi e spezzano grosse gocce in gocce più piccole e più stabili



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



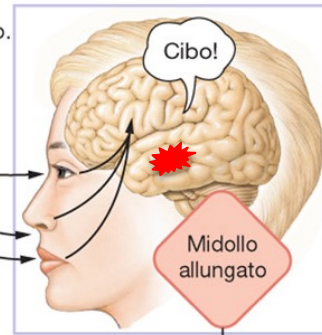
Assorbimento ioni e acqua



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.

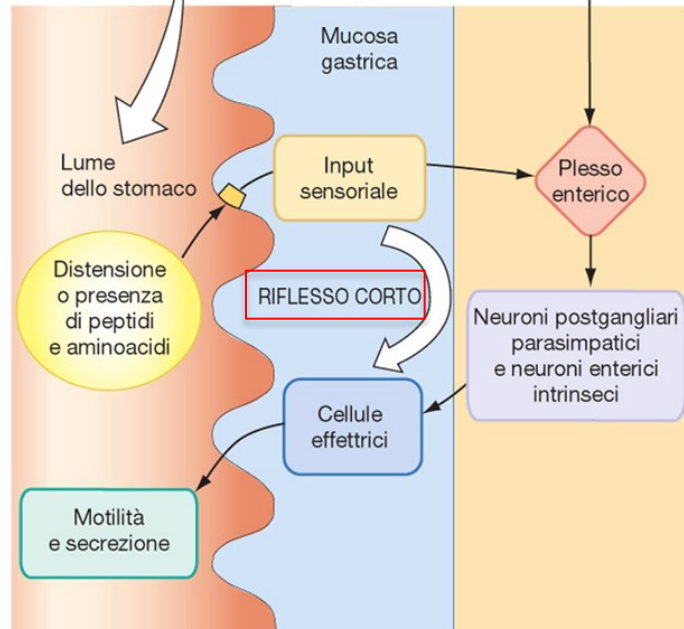
Riflessi anticipatori



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.

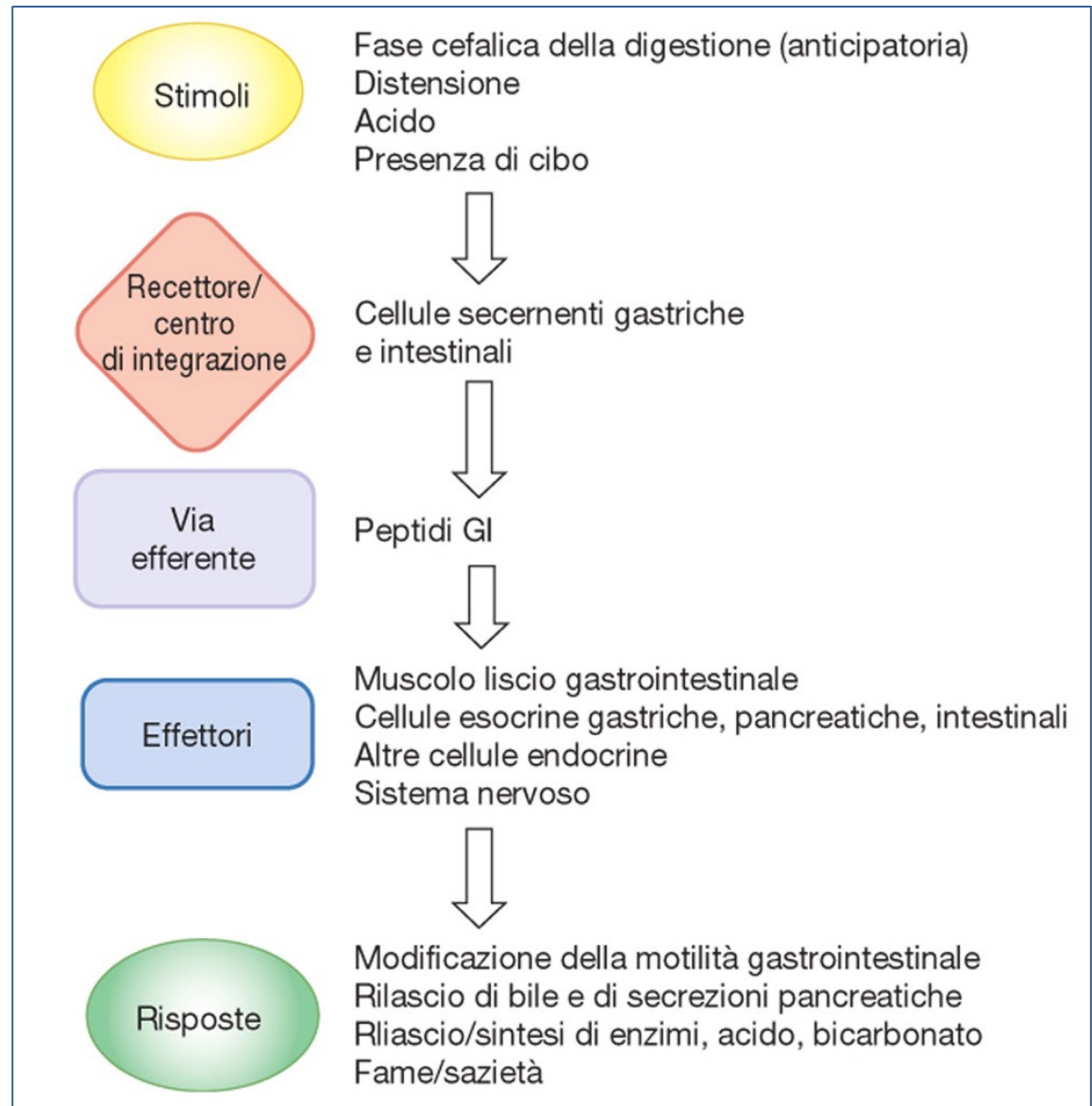
Cellule di sostegno. Simili più agli astrociti del SNC che alle cellule satelliti del SNP

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 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; 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