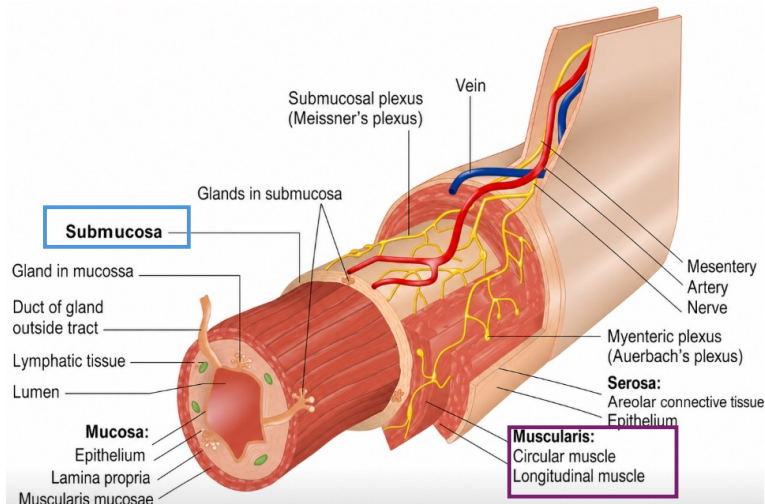


# **Sistema Gastrointestinale**

## La parete gastrointestinale



La parete del tratto gastrointestinale è formata da quattro strati principali.

Lo strato più interno è la **mucosa**: è a diretto contatto con il lume, cioè lo spazio interno in cui transita il cibo.

Attorno alla mucosa troviamo la **sottomucosa**.

Al di fuori della sottomucosa c'è lo strato muscolare, chiamato **muscolare** o **muscularis**.

Infine, lo strato più esterno è la **sierosa**, uno strato di tessuto connettivo che riveste esternamente la parete gastrointestinale.

Quindi, dall'interno verso l'esterno abbiamo:

mucosa

sottomucosa

muscularis (strato muscolare)

sierosa

La mucosa è ulteriormente suddivisa in:

**epitelio**

**lamina propria**

**muscularis mucosae**

È importante non confondere la **muscularis mucosae** con la **muscularis** vera e propria.

La **muscularis** è il principale strato muscolare e partecipa alla peristalsi e alla motilità gastrointestinale.

La **muscularis mucosae**, invece, fa parte della mucosa e non ha un ruolo importante nella motilità gastrointestinale.

Nella sottomucosa e nella muscularis sono presenti dei plessi nervosi, che sono reti locali di neuroni.

Il plesso situato nella sottomucosa è chiamato **plesso sottomucoso** o **plesso di Meissner**: innerva soprattutto le ghiandole della sottomucosa e regola le secrezioni gastrointestinali.

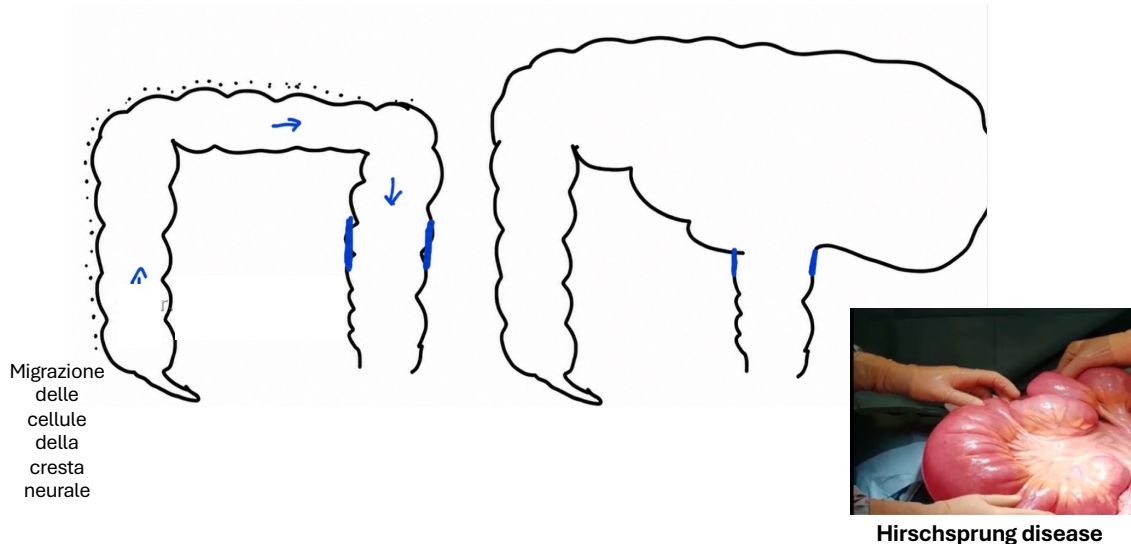
Il plesso che innerva lo strato muscolare è chiamato **plesso mioenterico** o **plesso di Auerbach** e regola la motilità gastrointestinale e la peristalsi.

In sintesi, i due concetti chiave sono:

il **plesso di Meissner** controlla principalmente le secrezioni gastrointestinali;

il **plesso di Auerbach** controlla principalmente la motilità gastrointestinale.

## Migrazione delle cellule della cresta neurale nel tratto gastrointestinale



Il plesso di Meissner e il plesso di Auerbach costituiscono il sistema nervoso enterico.

È formato da gangli nervosi autonomi localizzati all'interno del tubo digerente ed è in parte indipendente dal sistema nervoso centrale (SNC).

In questa sede si trovano circa 100 milioni di neuroni, motivo per cui viene talvolta definito un "piccolo cervello".

Da dove originano questi gangli?

Durante lo sviluppo embrionale, alcune cellule chiamate **cellule della cresta neurale** migrano dal sistema nervoso centrale verso il tratto gastrointestinale.

Qui si insediano e danno origine al sistema nervoso enterico.

Il sistema nervoso enterico è essenziale per la peristalsi e la motilità gastrointestinale.

Se durante lo sviluppo si verifica un difetto nella migrazione delle cellule della cresta neurale, alcune porzioni del tratto gastrointestinale possono rimanere prive di cellule gangliari.

Una zona priva di gangli viene definita **segmento aganglionico**.

Se un tratto del colon manca di innervazione enterica, in quella regione non può avvenire una peristalsi normale.

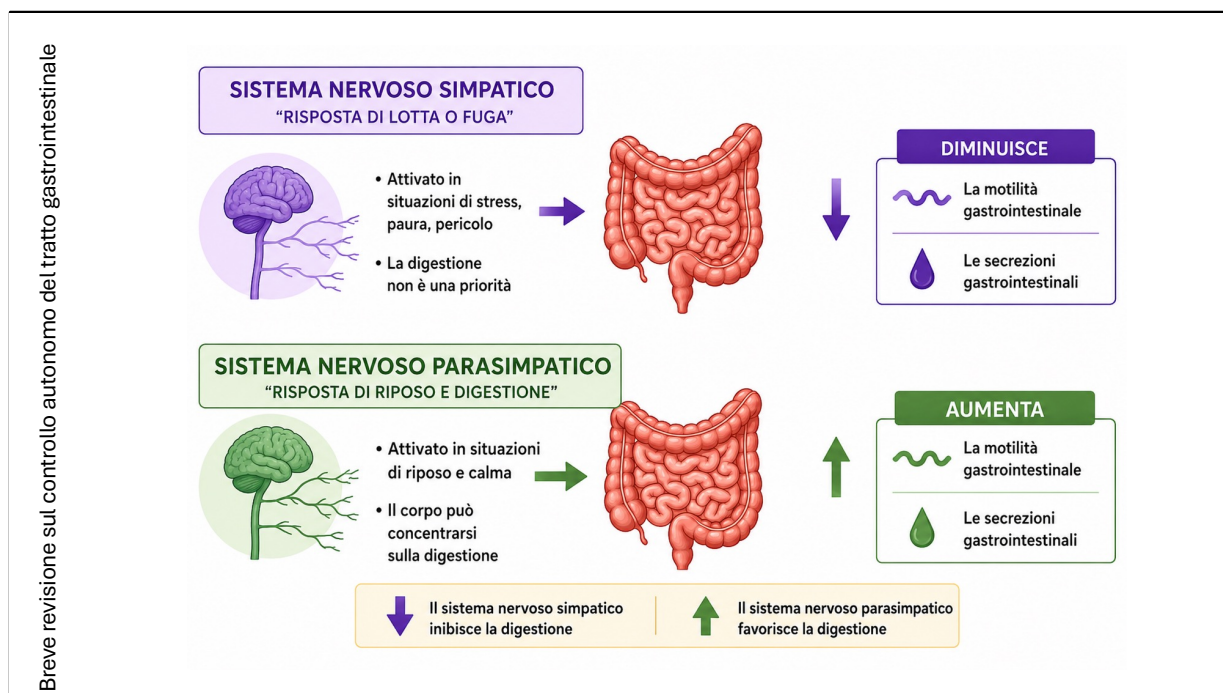
Di conseguenza, il contenuto intestinale non riesce a progredire correttamente.

Il materiale si accumula nella parte prossimale, cioè prima del segmento aganglionico.

Per spingere avanti il contenuto, i tratti prossimali si contraggono più vigorosamente e possono diventare ipertrofici e dilatati.

Questa condizione è chiamata **malattia di Hirschsprung**.

La malattia di Hirschsprung è quindi causata da un difetto nella migrazione delle cellule della cresta neurale nel tratto gastrointestinale, che comporta l'assenza del sistema nervoso enterico in un segmento dell'intestino.



Il sistema nervoso enterico funziona in modo autonomo, ma è anche modulato dal sistema nervoso autonomo, che comprende il sistema simpatico e il sistema parasimpatico. Quando il sistema nervoso simpatico viene attivato, ad esempio in condizioni di paura, stress o pericolo, l'organismo si prepara alla risposta di "attacco o fuga".

In queste situazioni la digestione non è una priorità. Per questo motivo il sistema simpatico riduce: la motilità gastrointestinale;

le secrezioni gastrointestinali.

Al contrario, il sistema nervoso parasimpatico è attivo soprattutto nelle condizioni di riposo, quando il corpo può dedicarsi alla digestione.

Il sistema parasimpatico aumenta:

la motilità gastrointestinale;

le secrezioni gastrointestinali.

In sintesi:

il sistema nervoso simpatico **inibisce** la digestione;

il sistema nervoso parasimpatico **favorisce** la digestione.

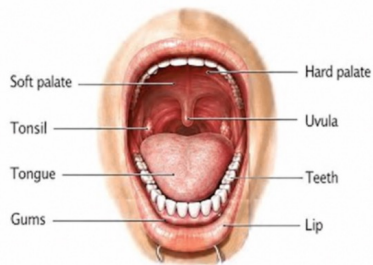
## Digestione



Nel tratto gastrointestinale vengono prodotte molte secrezioni. Per comprenderle meglio, possiamo seguire il viaggio del cibo lungo il tratto GI e quindi descrivere il processo digestivo. La digestione può essere suddivisa in due meccanismi: digestione meccanica, che comprende tutti i movimenti che frammentano, mescolano e trasportano il cibo; digestione chimica, che comprende i processi e le reazioni chimiche svolte da molecole chiamate enzimi, che trasformano i nutrienti in sostanze che l'organismo può assorbire e utilizzare.

## La prima digestione avviene nella bocca

Mouth Diagrams



**Digestione meccanica** → **denti**

**Digestione chimica** → **Ptialina o amilasi salivare**  
Avvia la digestione dei carboidrati

Il primo passo della digestione avviene nella bocca.

La digestione inizia come digestione meccanica svolta dai denti: spezzettare il cibo in parti più piccole e masticarlo bene permette agli enzimi di agire più facilmente e quindi migliora la digestione.

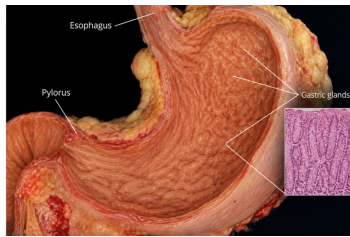
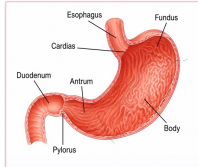
Nella bocca ha inizio anche una prima digestione chimica. Per questo è importante trattenere il cibo in bocca per un po' e masticarlo accuratamente.

La saliva contiene diverse sostanze: alcune aiutano a disinfettare il cibo introdotto nella bocca, altre partecipano alla digestione.

Tra queste sostanze vi è un enzima chiamato ptialina o amilasi salivare, che avvia la digestione dei carboidrati, in particolare dell'amido.

Una volta completata la masticazione, il bolo alimentare passa attraverso l'esofago, viene deglutito e raggiunge lo stomaco.

## La digestione procede nello stomaco



**Digestione meccanica** ⇒ **Peristalsi**

**Digestione chimica** ⇒ **Succhi gastrici contenenti enzimi digestivi e acido cloridrico**

Prodotti dalle ghiandole gastriche

**Enzymes:**  
Pepsina  
Chimosina  
Lipasi gastriche

**Il pH acido ha due funzioni:**  
Ostilità ai patogeni  
Attivazione degli enzimi gastrici

All'interno dello stomaco troviamo anch'essi entrambi i tipi di digestione: meccanica e chimica.

La digestione meccanica avviene attraverso i movimenti peristaltici. Abbiamo già visto questi movimenti nell'esofago e continuano anche nello stomaco. Queste contrazioni, prodotte dai muscoli gastrici, spostano e rimescolano il cibo in modo che possa essere attaccato dagli enzimi presenti nel succo gastrico.

La digestione chimica è dovuta alla produzione del succo gastrico secreto dalle ghiandole gastriche situate nella parete dello stomaco. Tra gli enzimi più importanti troviamo:

pepsina (proteasi), che avvia la digestione delle proteine;

chimosina (idrolasi), coinvolta nella digestione del latte;

lipasi gastrica (idrolasi), che inizia la digestione dei grassi.

Tutte queste sostanze sono mescolate con l'acido cloridrico. L'acido cloridrico è prodotto dalle ghiandole gastriche e crea il pH acido dello stomaco.

Questo pH acido ha due funzioni principali:

rendere l'ambiente gastrico ostile ai patogeni;

attivare gli enzimi digestivi.

Come tutti gli acidi, l'acido cloridrico è corrosivo. Tuttavia, la parete dello stomaco è protetta da uno strato di muco. Se il cardias o il piloro, le valvole che chiudono lo stomaco in alto e in basso, non funzionano correttamente, l'acido cloridrico può fuoriuscire e danneggiare i tessuti vicini, in particolare l'esofago. La cosiddetta "pirosi" o "bruciore di stomaco" è causata dal reflusso di sostanze acide nell'esofago.

### PEPSINA

**Bersaglio:** Proteine  
**Azione:** Spezza le proteine in peptidi più piccoli  
**Attivazione:** Pepsinogeno → attivato dall'HCl  
**Ruolo principale:** Digestione delle proteine

### CHIMIOSINA

**Bersaglio:** Proteine del latte (caseina)  
**Azione:** Coagula il latte nello stomaco  
**Ruolo principale:** Rallenta lo svuotamento gastrico e favorisce la digestione del latte  
**Importante in:** Lattanti e neonati

### LIPASI GASTRICO

**Bersaglio:** Lipidi (trigliceridi)  
**Azione:** Avvia la digestione dei grassi producendo acidi grassi  
**Ruolo principale:** Digestione iniziale dei lipidi nello stomaco

### HCl

**Azione:**

- Crea un ambiente fortemente acido (pH ~1,5-2)
- Attiva la pepsina a partire dal pepsinogeno
- Denatura le proteine, rendendo la digestione più facile
- Aiuta a distruggere patogeni e microrganismi introdotti con il cibo

*Nota:*  
La parete dello stomaco è protetta dall'HCl da uno strato di muco.

**Tutti prodotti da:** Ghiandole gastriche dello stomaco

### Pepsina

La pepsina è il principale enzima coinvolto nella digestione gastrica. Viene secreta come pepsinogeno (forma inattiva); l'acido cloridrico (HCl) lo attiva convertendo il pepsinogeno in pepsina; la pepsina spezza le proteine in catene più piccole chiamate peptidi. Quindi:

Proteine → peptidi

### Chimosina

La chimosina (o renina gastrica) è particolarmente importante nei lattanti. Agisce sulle proteine del latte, in particolare sulla caseina; provoca la coagulazione del latte nello stomaco; questo rallenta lo svuotamento gastrico e facilita la digestione del latte.

### Lipasi gastrica

La lipasi gastrica avvia la digestione dei grassi.

Agisce sui trigliceridi;

li scinde in:

acidi grassi;

digliceridi o monogliceridi.

Tuttavia, la digestione dei grassi nello stomaco è ancora limitata e continua principalmente nel duodeno grazie alla lipasi pancreatico e alla bile.

Ruolo dell'acido cloridrico (HCl)

### L'HCl:

crea un ambiente fortemente acido (pH ~1,5-2);

attiva la pepsina;

denatura le proteine, rendendole più facili da digerire;

aiuta a distruggere i microrganismi introdotti con il cibo.

*Nota:*

*Il pepsinogeno è la forma inattiva della pepsina.*

*È prodotto dalle cellule principali delle ghiandole gastriche per evitare che l'enzima digerisca le cellule dello stomaco.*

*Quando il pepsinogeno entra nel lume gastrico, incontra l'acido cloridrico (HCl), che abbassa il pH a circa 1,5–2.*

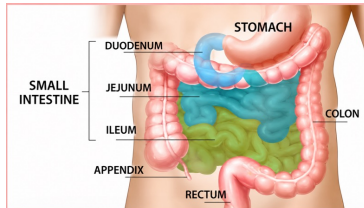
*L'ambiente fortemente acido provoca un cambiamento nella struttura del pepsinogeno e la rimozione di un piccolo frammento inibitore della proteina.*

*In questo modo il pepsinogeno viene convertito nella sua forma attiva, la pepsina:*

*Pepsinogeno —(pH basso, HCl)→ Pepsina*

*Una volta formata, la pepsina stessa può attivare altre molecole di pepsinogeno. Questo processo è chiamato autocatalisi.*

## Digestione nel duodeno



Digestione meccanica



Peristalsi

Digestione chimica



- **Succo pancreatico**
- **Succo intestinale**
- **bile**

Una volta completata la digestione nello stomaco, i nutrienti passano nel duodeno.

Il duodeno è la prima parte dell'intestino tenue e inizia dal piloro, l'uscita dello stomaco.

Qui continuano i movimenti peristaltici, che permettono la progressione dei nutrienti lungo l'intestino.

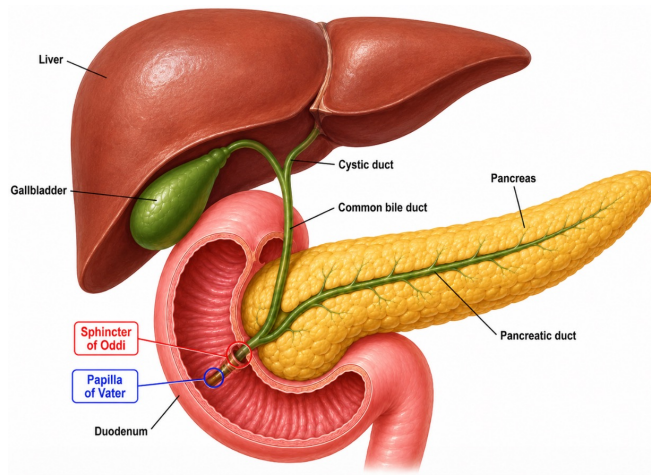
Nel duodeno il cibo viene attaccato da nuovi succhi digestivi contenenti ulteriori enzimi:

succo pancreatico, prodotto dal pancreas;

succo intestinale, prodotto nel duodeno;

bile, prodotta dal fegato e rilasciata nel duodeno per la digestione dei grassi.

## Produzione del succo pancreatico



Le **cellule acinose** producono il succo pancreatico, che contiene:

- Enzimi digestivi
- Bicarbonato  
(per neutralizzare l'HCl proveniente dallo stomaco)

I succhi pancreatici sono prodotti dalla porzione esocrina del pancreas, in particolare dalle cellule acinose.

Questi succhi contengono:

enzimi digestivi;

bicarbonato, che aiuta a neutralizzare l'acidità proveniente dallo stomaco.

Una volta prodotti, i succhi pancreatici entrano in piccoli dotti all'interno del pancreas, che confluiscono nel dotto pancreatico principale.

Il dotto pancreatico raggiunge il duodeno e, nella maggior parte dei casi, si unisce al dotto biliare comune proveniente da fegato e cistifellea.

Insieme, sboccano nel duodeno attraverso una piccola apertura chiamata:

papilla duodenale maggiore (papilla di Vater).

L'ingresso dei succhi pancreatici nel duodeno è controllato dallo:

sfintere di Oddi (anello di muscolatura liscia che controlla l'apertura dei dotti).

La sua attività è regolata dal sistema nervoso autonomo e dagli ormoni gastrointestinali, tra cui la CCK.

Nello specifico, quando il cibo raggiunge il duodeno, ormoni come secretina e CCK (colecistochinina) stimolano il pancreas a rilasciare il succo pancreatico nell'intestino.

## Ormoni rilasciati dal duodeno

### **Secretina**

La secretina è prodotta dalle cellule S del duodeno.

Viene rilasciata quando il contenuto altamente acido proveniente dallo stomaco entra nel duodeno.

Le sue principali funzioni sono:  
stimolare il pancreas a produrre bicarbonato;  
neutralizzare l'acidità gastrica.

### **CCK (Colecistochinina)**

La CCK è prodotta dalle cellule I del duodeno e del digiuno.

Viene rilasciata principalmente quando i grassi e le proteine raggiungono l'intestino.

Le sue principali funzioni sono:

- stimolare il pancreas a rilasciare enzimi digestivi;
- causare la contrazione della colecisti;
- rilassare lo sfintere di Oddi;
- rallentare lo svuotamento gastrico.

## Enzimi digestivi del succo pancreatico

### 1. Enzimi per i carboidrati

#### **Pancreatic Amylase**

- digerisce amido e glicogeno;
- produce zuccheri più piccoli (maltosio, destrine).

### 2. Enzimi per le proteine

Vengono secreti come zimogeni inattivi per evitare autodigestione del pancreas.

#### **Trypsin**

- deriva dal tripsinogeno;
- taglia proteine in peptidi.

#### **Chymotrypsin**

- deriva dal chimotripsinogeno.

#### **Carboxypeptidase**

- rimuove aminoacidi dalle estremità dei peptidi.

#### **Elastase**

- digerisce proteine elastiche.

### 3. Enzimi per i lipidi

#### **Pancreatic Lipase**

- principale enzima per i trigliceridi;
- produce acidi grassi e monogliceridi.

#### **Phospholipase A2**

- digerisce fosfolipidi.

#### **Cholesterol Esterase**

- idrolizza esteri del colesterolo.

### 4. Enzimi per gli acidi nucleici

#### **Ribonuclease**

- digerisce RNA.

#### **Deoxyribonuclease**

- digerisce DNA.

# Bile

**Prodotta da:** fegato

**Conservata in:** cistifellea

Rilasciata dalla contrazione della cistifellea nel duodeno quando grassi e lipidi arrivano nel duodeno.

**Contiene:**

sali biliari  
fosfolipidi  
colesterolo  
Bicarbonato

**Funzione dei sali biliari:**

emulsificazione dei grassi per favorire successivamente l'azione delle lipasi pancreatiche.



La bile è prodotta dal fegato e conservata nella cistifellea.

Quando grassi e lipidi raggiungono il duodeno, la cistifellea si contrae e rilascia la bile nell'intestino.

La bile non contiene enzimi digestivi, ma contiene:

sali biliari;  
fosfolipidi;  
colesterolo;  
bicarbonato.

La principale funzione dei sali biliari è l'emulsificazione dei grassi.

In pratica:

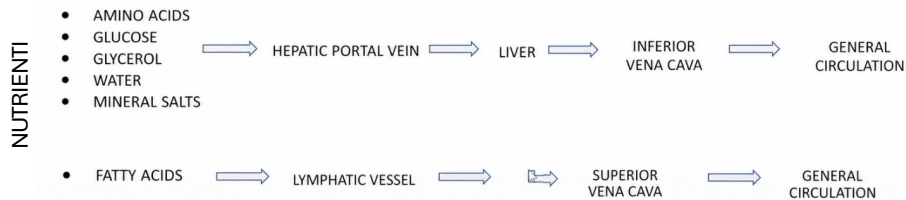
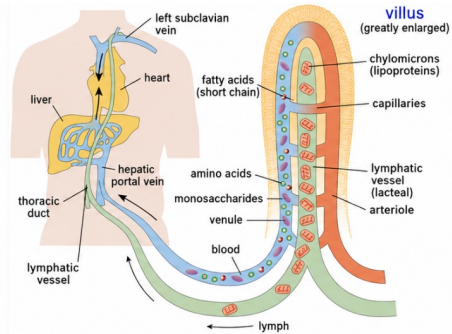
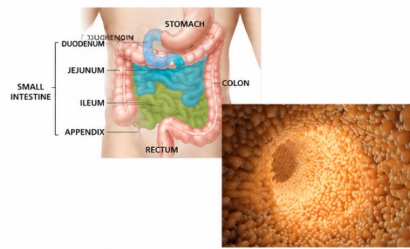
le grandi gocce lipidiche vengono suddivise in gocce più piccole;  
questo aumenta la superficie disponibile per l'azione della lipasi pancreatiche.

Pertanto, la bile facilita la digestione e l'assorbimento dei grassi e delle vitamine liposolubili (A, D, E, K).

# Assorbimento

## Prima fase: Villi intestinali del digiuno

THE INTESTINAL VILLI (in the jejunum)



Dopo che la digestione è completata, inizia l'assorbimento nel secondo tratto intestinale, il digiuno (Jejunum)

I nutrienti sono stati scomposti in molecole più piccole:

- i carboidrati diventano glucosio;
- le proteine diventano aminoacidi;
- i grassi diventano acidi grassi.

Queste sostanze devono ora lasciare l'intestino ed essere trasportate alle cellule del corpo.

Nella seconda parte dell'intestino tenue, il digiuno, sono presenti strutture chiamate villi intestinali, che aumentano enormemente la superficie di assorbimento.

All'interno di ciascun villo troviamo due sistemi di trasporto:

- i capillari sanguigni;
- un vaso linfatico centrale chiamato vaso chilifero.

I capillari sanguigni assorbono principalmente sostanze idrosolubili, come:

- amminoacidi;
- glucosio;
- acqua;
- sali minerali;
- glicerolo;
- vitamine idrosolubili.

Queste sostanze entrano nel circolo sanguigno e viaggiano attraverso la vena porta epatica fino al fegato, dove vengono ulteriormente elaborate e depurate. Successivamente, attraverso la vena cava inferiore, raggiungono il cuore e vengono distribuite in tutto il corpo.

I grassi sono diversi perché sono poco solubili in acqua e non possono entrare facilmente nei capillari sanguigni.

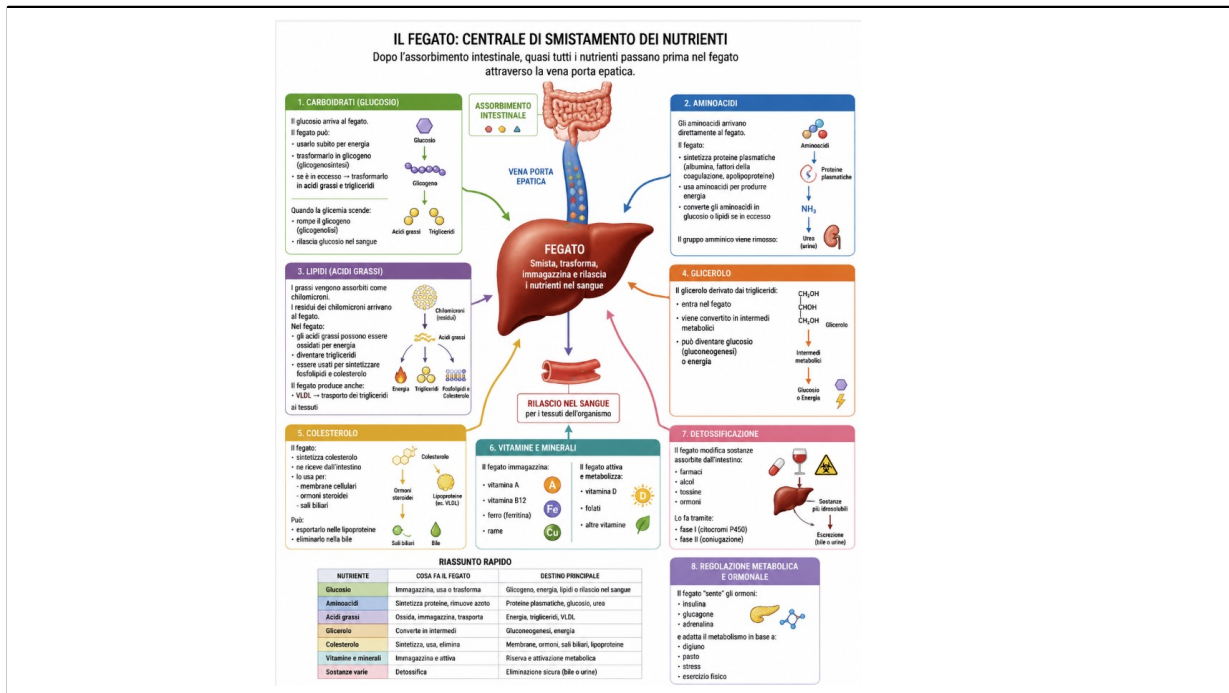
All'interno delle cellule intestinali (enterociti), gli acidi grassi e i monogliceridi vengono riassemblati in particelle chiamate chilomicroni. Questi chilomicroni entrano nel capillare linfatico del villo, il vaso chilifero.

Successivamente seguono la circolazione linfatica:

vaso chilifero → vasi linfatici → dotto toracico → vena succlavia → cuore

Pertanto, i lipidi entrano principalmente nel sistema linfatico e raggiungono il cuore senza passare prima attraverso il fegato.

Quindi, all'interno dei villi intestinali:  
il sistema sanguigno trasporta principalmente nutrienti idrosolubili;  
il sistema linfatico trasporta principalmente i grassi.



## Il fegato: centrale di smistamento dei nutrienti

Dopo l'assorbimento intestinale, quasi tutti i nutrienti assorbiti nell'intestino tenue raggiungono prima il fegato attraverso la vena porta epatica.

Per questo motivo il fegato può essere considerato una vera e propria centrale di smistamento metabolico: controlla, trasforma, immagazzina e distribuisce le sostanze nutritive in base alle necessità dell'organismo.

Il fegato svolge quindi una funzione essenziale nel mantenimento dell'omeostasi metabolica, cioè dell'equilibrio interno del corpo.

### 1. Metabolismo dei carboidrati

Il glucosio assorbito dall'intestino arriva rapidamente al fegato.

Qui il fegato decide quale destino dare a questo nutriente in base ai bisogni energetici dell'organismo.

Se il corpo necessita energia immediata, il glucosio viene utilizzato direttamente nelle reazioni metaboliche cellulari.

Quando invece il glucosio è presente in eccesso, il fegato lo converte in glicogeno attraverso il processo di glicogenosintesi. Il glicogeno rappresenta una riserva energetica rapidamente disponibile.

Se le riserve di glicogeno sono già sufficienti, il glucosio in eccesso può essere trasformato in acidi grassi e trigliceridi, che verranno accumulati nel tessuto adiposo.

Quando la glicemia diminuisce, ad esempio durante il digiuno, il fegato degrada il glicogeno tramite glicogenolisi e rilascia nuovamente glucosio nel sangue, contribuendo a mantenere stabile la concentrazione glicemica.

### 2. Metabolismo degli amminoacidi

Gli amminoacidi derivanti dalla digestione delle proteine arrivano anch'essi al fegato attraverso la vena porta.

Il fegato utilizza questi amminoacidi per:

- sintetizzare proteine plasmatiche, come albumina e fattori della coagulazione;
- produrre apolipoproteine;
- fornire energia quando necessario;
- convertire gli amminoacidi in glucosio in condizioni di digiuno o carenza energetica.

Durante il metabolismo degli amminoacidi viene rimosso il gruppo amminico contenente azoto. Questo processo produce ammoniaca, una sostanza tossica che il fegato converte in urea tramite il ciclo dell'urea. L'urea viene poi eliminata dai reni con le urine.

### **3. Metabolismo dei lipidi**

I grassi seguono una via diversa rispetto agli altri nutrienti.

Dopo l'assorbimento intestinale, vengono trasportati sotto forma di chilomicroni attraverso il sistema linfatico e successivamente raggiungono il sangue.

I residui dei chilomicroni arrivano poi al fegato, dove i lipidi possono:

- essere ossidati per produrre energia;
- essere trasformati in trigliceridi;
- essere utilizzati per sintetizzare fosfolipidi e colesterolo.

Il fegato produce inoltre lipoproteine, come le VLDL, che trasportano trigliceridi ai tessuti periferici.

Il metabolismo lipidico epatico è quindi fondamentale sia per la produzione energetica sia per il trasporto dei grassi nell'organismo.

### **4. Metabolismo del glicerolo**

Il glicerolo deriva principalmente dalla degradazione dei trigliceridi.

Nel fegato viene convertito in intermedi metabolici che possono:

- entrare nella glicolisi per produrre energia;
- partecipare alla gluconeogenesi per formare nuovo glucosio.

In questo modo il fegato può utilizzare anche i prodotti del metabolismo lipidico per sostenere il metabolismo energetico generale.

### **5. Metabolismo del colesterolo**

Il fegato ha un ruolo centrale nella regolazione del colesterolo.

Può:

- sintetizzare colesterolo;
  - recuperarlo dall'intestino;
  - utilizzarlo per produrre membrane cellulari, ormoni steroidei e sali biliari.
- I sali biliari sono fondamentali per l'emulsione dei grassi durante la digestione.

Il fegato può inoltre:

- esportare il colesterolo tramite le lipoproteine;
- eliminarlo attraverso la bile.

### **6. Vitamine e minerali**

Il fegato rappresenta un importante organo di deposito.

Può immagazzinare:

- vitamina A;
- vitamina B12;
- ferro sotto forma di ferritina;
- rame.

Inoltre il fegato partecipa all'attivazione metabolica di diverse vitamine, come la vitamina D e i folati.

Questa funzione è fondamentale per garantire una disponibilità costante di micronutrienti anche quando l'apporto alimentare varia.

### **7. Detossificazione**

Una delle funzioni più importanti del fegato è la detossificazione.

Il fegato modifica sostanze potenzialmente dannose assorbite dall'intestino o presenti nel sangue, come:

- farmaci;
- alcol;
- tossine;
- ormoni.

La detossificazione avviene in due fasi:

- fase I, mediata principalmente dai citocromi P450;
- fase II, detta coniugazione.

Questi processi rendono le sostanze più idrosolubili, facilitandone l'eliminazione attraverso bile o urine.

### **8. Regolazione metabolica e ormonale**

Il fegato risponde continuamente ai segnali ormonali provenienti dall'organismo.

Tra gli ormoni principali troviamo:

insulina;

glucagone;

adrenalina.

Grazie a questi segnali il fegato adatta il metabolismo alle diverse condizioni fisiologiche:

dopo il pasto favorisce accumulo e sintesi;

durante il digiuno mobilizza le riserve energetiche;

durante stress o esercizio fisico aumenta la disponibilità di glucosio ed energia.

### **Conclusione**

Il fegato non è soltanto un organo digestivo, ma un vero centro di controllo metabolico.

Riceve nutrienti dall'intestino, li analizza, li trasforma, li immagazzina oppure li distribuisce ai tessuti in base alle esigenze dell'organismo.

Grazie a queste attività il fegato mantiene l'equilibrio energetico, metabolico e chimico del corpo, contribuendo in modo essenziale alla sopravvivenza dell'organismo.

# Chilomicroni

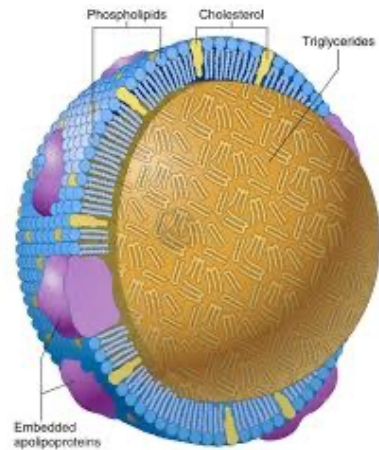
Gli acidi grassi e i monogliceridi entrano negli enterociti.

1. Gli acidi grassi e i monogliceridi vengono trasportati nel reticolo endoplasmatico liscio.

2. Qui vengono nuovamente assemblati per formare trigliceridi.  
*Acidi grassi + Monogliceridi → Trigliceridi*

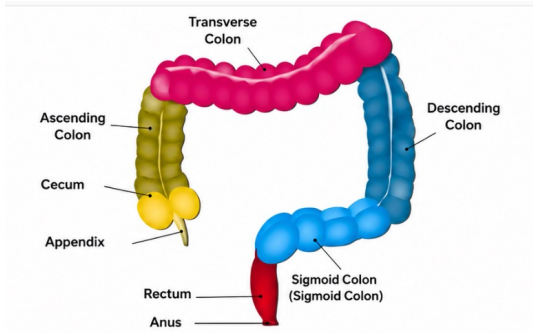
3. I trigliceridi vengono poi combinati con:  
• fosfolipidi;  
• colesterolo;  
• proteine speciali chiamate apolipoproteine.

Il risultato finale è una grande particella lipidica chiamata chilomicrone.



# Assorbimento

## Seconda fase: Intestino crasso



- WATER
- MINERAL SALTS
- VITAMINS

- **INTESTINAL FLORA**

1. help complete digestion
2. produce vitamins that our body cannot synthesize on its own



Le sostanze che rimangono nell'intestino continuano il processo di assorbimento nell'intestino crasso.

L'intestino crasso comprende:

cieco;  
colon ascendente;  
colon trasverso;  
colon discendente;  
colon sigmoideo;  
retto;

canale anale.

Qui vengono riassorbiti:

acqua;  
sali minerali;  
vitamine.

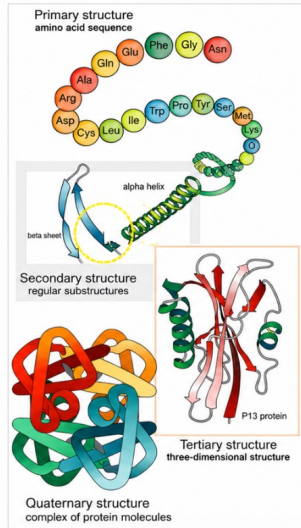
Anche la flora intestinale, o microbiota, svolge un ruolo molto importante. È costituita da batteri che vivono in simbiosi con il nostro organismo.

Questi batteri:

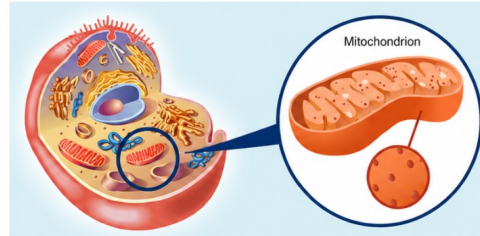
si nutrono dei residui della digestione;  
aiutano a completare la digestione;  
producono vitamine che il nostro corpo non è in grado di sintetizzare autonomamente.

## Assimilazione dei nutrienti

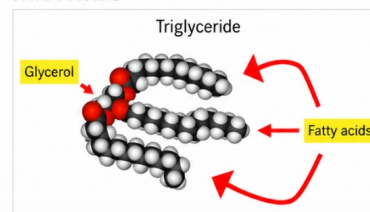
AMINO ACIDS → PROTEINS



GLUCOSE → CELLULAR RESPIRATION - ATP



GLYCEROL AND FATTY ACIDS → FAT (STORAGE)



A questo punto, i nutrienti sono entrati nella circolazione e hanno raggiunto tutte le cellule del corpo.

Gli amminoacidi vengono utilizzati per costruire proteine.

Il glucosio entra nelle cellule ed è utilizzato nei mitocondri durante la respirazione cellulare per produrre ATP, che è energia chimica.

Il glicerolo e gli acidi grassi vengono utilizzati per costruire riserve di grasso.

L'utilizzo cellulare delle sostanze ottenute dagli alimenti è chiamato assimilazione.