

Alberto Porro

*INTEGRAZIONE
BIOENERGETICA*

IL LIVELLO INTEGRATO

colon

intestino tenue

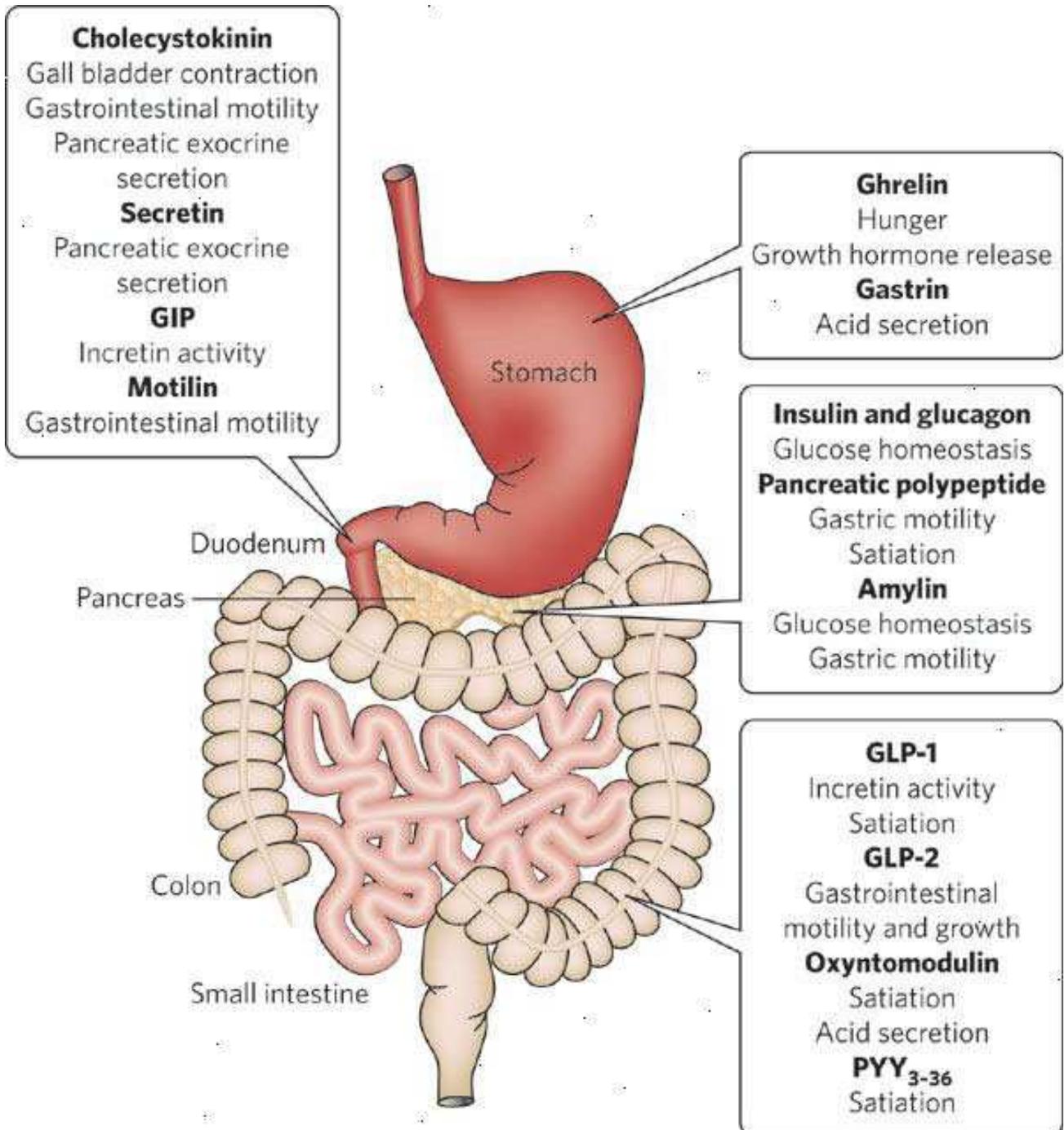
cervello enterico

vol. V

APPARATO DIGERENTE IN GENERALE



ORMONI PRODOTTI DALL'APPARATO DIGERENTE



LE FUNZIONI DEL CERVELLO ENTERICO

L'ORIGINE DELL'INTESTINO

Nel medioevo Dante lo chiamava “il lubrico sacco ove si tramuta in merda quel che si trangugia”.

Molto tempo è passato da allora e gli scienziati moderni dicono che possediamo un secondo cervello distribuito sull'intestino (un secondo cervello lo avevano anche i dinosauri ma lo usavano per controllare la coda). Lo chiamano "cervello enterico" perché qui vengono utilizzate e prodotte molte delle sostanze tipiche del cervello, a partire dai neurotrasmettitori.

Esiste quindi un asse privilegiato di collegamento pancia – testa, che fa sì che le nostre azioni, istintive e razionali, abbiano sempre una profonda componente viscerale. È una delle chiare prove che il cervello, grande regolatore di tutte le nostre funzioni, è a sua volta profondamente influenzato e governato da tutti gli altri processi fisiologici.

L'intestino è anche il luogo dove si ha la massima concentrazione delle cellule del sistema immunitario, il che è facilmente comprensibile, se si pensa che deve difenderci da tutti gli antigeni che ingeriamo.

Ancora, nell'intestino c'è un importante collegamento tra le cellule del sistema immunitario e quelle del sistema nervoso, ed è talmente stretto, che la distanza tra neurone e linfocita è molto minore di quella tra due neuroni.

In pratica la pancia svolge un ruolo fondamentale nell'armonizzare i processi metabolici, immunitari e nervosi.

RAZIONALE E VISCERALE

Quello, purtroppo ormai profondamente radicato, della supremazia dell'intelletto; dell'evoluzione dell'umanità vista come il superamento dell'istintualità animale a favore della pura razionalità.

Consideriamo adesso i collegamenti tra le aree corticali (comportamenti razionali) e quelle profonde (legate alle risposte automatiche ed ai comportamenti istintivi). Ci sono più neuroni che portano dalle aree profonde a quella corticale che viceversa.

In realtà non è assolutamente vero che la scelta migliore sia sempre quella razionale, anzi, forse non lo è quasi mai. Il comportamento migliore è quello che nasce dal giusto equilibrio delle componenti, razionale, emozionale ed intuitiva.

STRUTTURA E FUNZIONI

Il **sistema nervoso enterico** (o **sistema metasimpatico**) è una delle tre branche del sistema nervoso autonomo, insieme al

- sistema nervoso ortosimpatico
- sistema nervoso parasimpatico.

Le funzioni fondamentali dell'apparato digerente sono governate dal sistema nervoso enterico, situato nella compagine stessa degli organi del tubo digerente.

ANATOMIA E PLESSI

Il sistema nervoso enterico è costituito da circa 100 milioni di neuroni (numero paragonabile a quelli che costituiscono il midollo spinale); è per lo più indipendente dal sistema nervoso simpatico e parasimpatico. Il **metasimpatico** gode di un'autonomia unica in tutto il sistema nervoso periferico: si è infatti visto in animali da laboratorio che sezionando le efferenze vagali, ortosimpatiche e parasimpatiche a livello del tubo digerente la funzionalità dello stesso rimane garantita e pressoché inalterata; i soggetti perdono soltanto la possibilità di salivare, dato che il metasimpatico non innerva strutture poste superiormente all'esofago, quali le ghiandole salivari innervate dai nervi cranici.

Nonostante questa potenziale autonomia del sistema nervoso enterico nei confronti del centrale, quest'ultimo è perfettamente in grado di modulare l'attività del primo con le sue efferenze parasimpatiche (vagali) e ortosimpatiche (dalle catene ortosimpatiche).

I neuroni del sistema nervoso enterico si raggruppano in due plexi:

- **plesso di Meissner** o *sottomucoso* (regola soprattutto l'attività secretoria del tubo digerente)
- **plesso di Auerbach** o *mioenterico* (controlla l'attività motoria gastrointestinale lungo tutta la sua lunghezza)

ATTIVITÀ NERVOSA E RIFLESSI

I due citati plessi costituiscono un'ampia popolazione di interneuroni (circuiti interneuronali come a livello spinale) ed entrambi ricevono informazioni da diversi neuroni sensoriali (chemocettori, meccanocettori e termocettori) all'interno del lume o nella tonaca mucosa. A questi livelli si sviluppano riflessi locali isolati dagli altri controlli: stimoli meccanici e chimici provenienti dalla parete del tubo sono elaborati da questo centro integratore enterico e possono dare origine a risposta

- ghiandolare (secretiva),
- muscolare (motilità)
- epiteliale (sensibilità)
- vasale (circolatoria)¹

I riflessi così generati possono essere di tre tipi, a seconda del circuito attraverso il quale si estrinsecano:

- riflessi che si sviluppano nei confini del sistema nervoso enterico, per controllare le funzionalità locali di uno specifico tratto.
- riflessi che dal sistema nervoso enterico vanno alle colonne ortosimpatiche paravertebrali e tornano indietro, generando impulsi che da un determinato segmento vanno a interferire con l'attività di altre porzioni del sistema digerente: normalmente la presenza di materiale in un tratto del tubo promuove l'attività dei segmenti successivi (che lavorando si svuoteranno per accogliere nuova sostanza) e inibisce quella dei segmenti precedenti (in maniera tale da evitare sovraccarichi in determinati settori dell'apparato gastrointestinale finché non si siano liberati). Riflessi *gastrocolici* favoriranno quindi l'evacuazione del colon quando lo stomaco accoglie nuovo cibo, mentre riflessi *enterogastrici* andranno a inibire l'attività e lo svuotamento dello stomaco in un intestino già occupato.

¹ Hamer parla di 4 proprietà dell'intestino: sensoria, secretoria, assorbente e motoria o peristaltica.

- riflessi che dal tratto gastrointestinale giungono fino al nevrasso² per rimbalzare indietro, che possono intervenire nella trasmissione di impulsi dolorosi o nell'elaborazione di riflessi della defecazione.

CONTROLLO DELLA MUSCOLATURA LISCIA

La funzione dei motoneuroni del sistema nervoso enterico è di controllare i muscoli lisci; a differenza del sistema somatico (nel quale la muscolatura è striata), qui esistono sia motoneuroni eccitatori, sia inibitori. Nel muscolo striato infatti non c'è bisogno di inibizione, perché in assenza di eccitazione è privo di attività contrattile, mentre la muscolatura liscia ha invece una propria attività contrattile che deriva dalla presenza nel sistema nervoso enterico di cellule pacemaker (le **cellule interstiziali di Cajal**) che presentano oscillazioni spontanee del potenziale di membrana ritmiche e in grado di contribuire al controllo della motilità intestinale.

Le **fibre simpatiche e parasimpatiche** hanno come già detto un effetto indiretto sulla muscolatura liscia, poiché vanno ad innervare i neuroni del plesso enterico stesso: *i centri superiori vegetativi controllano l'attività del sistema enterico*, che a sua volta controlla muscoli lisci, ghiandole e via dicendo con l'eccezione della muscolatura liscia dei vasi (vedi vasocostrizione).

Le **cellule di Cajal** presentano un'attività elettrica propria, costante e lenta, che va a stimolare delle oscillazioni periodiche del potenziale di membrana (da 3 a 12 al minuto) chiamate *onde lente*; queste onde lente non sono altro che variazioni di circa 10 mV del potenziale in grado di facilitare l'insorgenza di veri e propri potenziali d'azione (*potenziali a punta*) nella muscolatura liscia della parete gastrointestinale.

Fattori come lo stiramento delle pareti (per l'ingresso di cibo), irritazioni meccaniche o impulsi dal SNA possono modulare ulteriormente l'insorgenza e la crescita breve di potenziali nervosi, avendo quindi un importante ruolo nell'attività motoria dell'apparato digerente.

ORMONI USATI E LORO AZIONI

Il sistema nervoso enterico fa anche uso di più di 30 neurotrasmettitori, molti dei quali sono identici a quelli presenti nel sistema nervoso centrale, come l'**acetilcolina, dopamina e serotonina**. Più del 90% della serotonina del corpo si trova nello stomaco, così come circa il 50% della dopamina del corpo.

Il sistema nervoso enterico ha la capacità di modificare la sua risposta in base a fattori come la composizione di massa e dei nutrienti. Inoltre, il Sistema Nervoso Enterico contiene cellule di supporto che sono simili a **astroglia** del cervello e una barriera attorno ai capillari che circonda i gangli in modo del tutto simile alla **barriera emato-encefalica** del cervello.

Le azioni note dei neurotrasmettitori ed ormoni sono:

- *inibizione*, grazie a adrenalina, peptide intestinale vasoattivo, monossido di azoto e ATP;
- *eccitazione*, grazie a acetilcolina e sostanza P;
- *modulazione* a lungo termine dell'attività di membrana, grazie a peptidi oppioidi (la maggior parte dei quali si trova anche a livello del cervello), tra cui le encefaline.

Inoltre è nota l'attività di regolazione della frequenza delle onde lente e l'ampiezza delle attività elettromotore del piccolo intestino mediata dalla trasmissione serotoninergica. La densità della Serotonina cellulare è ridotta nelle cellule del colon di pazienti con Sindrome da Colon Irritabile.

² Insieme degli organi che costituiscono il sistema nervoso centrale, ossia l'encefalo e il midollo spinale.

LA SEROTONINA

Date simili responsabilità, è chiaro che serve un sistema complesso ed elaborato. Le giunzioni neurali attraverso le sinapsi consentono una comunicazione evoluta. Le sinapsi, si sa, permettono il passaggio dello stimolo elettrico da un neurone all'altro attraverso il rilascio di sostanze chimiche, i neurotrasmettitori.

Nel sistema enterico si sono rilevate sicuramente due di queste sostanze, molto importanti per il funzionamento del sistema oltre che per tutto il resto del corpo. Il più diffuso di tutti è la **serotonina**. Pare che più del 90% della serotonina disponibile in un corpo umano sia prodotto proprio dal sistema enterico. Si ritiene attualmente che la serotonina svolga nel corpo funzioni inibitorie; è importante per la

- regolazione del ritmo sonno/veglia,
- meccanismi di attivazione attenzionale,
- percezione del dolore,
- termoregolazione.

Recettori serotoninergici sono presenti nella ghiandola pineale (di cartesiana memoria), nel sistema reticolare (regolazione dell'attivazione), nel midollo spinale (motricità), nell'ippocampo (memoria, tra le altre cose), nell'ipotalamo (regolazione sonno-veglia e termoregolazione), nella corteccia cerebrale (molte delle cosiddette "funzioni superiori": il linguaggio, il controllo delle emozioni, le mappe sensoriali e molto altro) e nei nuclei della base (cui vengono attribuite varie funzioni, soprattutto la regolazione motoria: il loro danneggiamento provoca malattie quali il morbo di Parkinson o la corea di Huntington).

Inoltre, fin dagli anni '50 del secolo scorso viene posta una relazione molto stretta tra serotonina e disturbi psichiatrici molto gravi quali la schizofrenia e la depressione. Nel 1958, infatti, si scopre che un farmaco, l'ipronazide, usato contro la tubercolosi, in realtà ha effetti positivi come antidepressivo, proprio perché bloccherebbe la degradazione della serotonina. Da qui la teoria tuttora in voga che la depressione sia provocata da un malfunzionamento della serotonina. Il che ci porta immediatamente e fin troppo facilmente alle considerazioni più semplicistiche ma a questo punto assolutamente logiche: sembra assai importante per la nostra salute mentale (e anche più semplicemente per il nostro buonumore) un corretto funzionamento delle funzioni intestinali. La serotonina, che ci permette di contrastare la depressione, è la stessa sostanza che consente al nostro intestino di effettuare il movimento peristaltico, ovvero quelle contrazioni che portano all'espulsione delle feci.

I DUE CERVELLI SEPARATI: RELAZIONI TRA CERVELLO ENTERICO E CERVELLO CRANICO

Il *Cervello Enterico*, detto *addominale* o *viscerale* è un vero e proprio **cervello autonomo** che soppianta alle funzioni vitali quali ricerca del cibo ed elaborazione delle sostanze necessarie alla sopravvivenza. Inoltre ha una funzione connessa con il mondo emozionale di base, in quanto produce neurotrasmettitori e secerne delle sostanze psico-attive che influenzano direttamente gli stati d'animo, come la serotonina (il 95% della serotonina è prodotta in questa sede), la dopamina, sostanze oppiacee e antidolorifiche e proteine che collaborano e contribuiscono al buon funzionamento del *Sistema Nervoso Centrale* (SNC). La serotonina regola anche il riflesso peristaltico.

I due cervelli, quello enterico e quello del Sistema Nervoso Centrale, benché autonomi, non sono totalmente separati: c'è il **nervo vago** che collega il *cervello encefalico* a quello *enterico*. Attraverso questo nervo, il secondo cervello comunica al primo, ad esempio, il senso di nausea, che consente al primo di effettuare eventualmente l'ordine di non introdurre cibo finché la situazione non si sia stabilizzata. Peraltro, una delle prime cure dell'ulcera è stata la resezione del nervo vago, dovuta alla convinzione che la causa dell'ulcera fosse da ricercare nelle turbe del cervello encefalico (ansia, stress). Attualmente si pensa che così non sia: la maggior parte delle ulcere è provocata da un batterio. Peraltro si è scoperto, grazie a questa cura piuttosto invasiva, che il secondo cervello se la cava benissimo anche senza la comunicazione con il primo (anzi, comunque, pare stare meglio, lui e il corpo che lo contiene, in generale).

Si può pensare che forse non è il primo cervello, il cervello encefalico, quello che determina le nostre scelte e le nostre funzioni fisiche ed emotive. In realtà si può più correttamente pensare ad una "intelligenza distribuita", diffusa, più vicina ai nostri bisogni materiali, magari più "basica", con meno fronzoli. Una risorsa molto più vicina alla materia, alla natura e a ciò che ci sostiene. Considerare con attenzione la possibile integrazione dei due cervelli potrebbe riservare qualche buona novità. Ad esempio, all'aumentare delle complessità della situazione nutrizionale, quando il problema non è più procurarsi qualcosa da mangiare, ma piuttosto scegliere tra le innumerevoli cose che si rendono disponibili, forse ci farebbero più comodo due cervelli meglio integrati. La cultura potrebbe provare a fare questo passo in attesa che la lenta evoluzione biologica si inventi una opportuna mutazione.

La digestione avviene in maniera autonoma ed intelligente perché le cellule endocrine³ sono state definite di recente come **paraneuroni**, essendo molto simili alle cellule nervose, le quali inviano gli appositi segnali a fegato, pancreas, cuore, polmoni, cioè a tutti gli organi del corpo, per far sì che la digestione e le funzioni vitali avvengano in modo adatto alla situazione.

Questi paraneuroni non assicurano solamente questo tipo di funzioni, ma assolvono anche ad altre che sono quelle di essere una rete neuronica che agisce a livello inconscio. L'attività coordinata di questi paraneuroni con i neuroni della rete nervosa intestinale, colloquiano incessantemente con il cervello encefalico soprattutto attraverso la rete del Sistema Nervoso Autonomo. Infatti stress e ansia ne alterano il funzionamento.

IL MOVIMENTO PERISTALTICO E L'UMORE

C'è un interessante esperimento nel quale un pezzo di intestino, immerso in una preparazione che ne consente la sopravvivenza pur separato da un vero organismo, viene sottoposto a scariche di serotonina applicate alla mucosa intestinale: in questo caso, senza bisogno di altri elementi, si verifica il movimento peristaltico (ovvero l'intestino si contrae ed espelle una pallina precedentemente posta al suo interno). In assenza di serotonina, oppure se la serotonina viene applicata a parti di intestino non ricettive, il movimento di espulsione non si verifica.

Il *Prozac*, ad esempio, un forte farmaco antidepressivo, nella maggior parte dei casi, dopo un certo periodo da assunzione continua deve essere sospeso in quanto provoca notevolissimi problemi

³ Sono generalmente chiamate sistema APUD (*Amine Precursor Uptake Decarboxylation*), come ad esempio le cellule di Kultschitzky nella mucosa bronchiale, le cellule cromaffini nell'apparato digerente, altre nella prostata e nel cuore. L'insieme delle AUPD rappresentano una terza componente del sistema nervoso, dotate di attività più lenta ma più duratura rispetto ai neuroni viscerali. Il loro secreto (trasmettitori neuro-endocrini) agisce sulle cellule adiacenti e su quelle distanti. Quindi avrebbero una funzione di coordinamento tra sistema nervoso ed endocrino.

intestinali. Pare, infatti, che, come molti farmaci antidepressivi, inibisca la ricaptazione della serotonina⁴, provocando una desensibilizzazione delle cellule.

Quando il cibo, ormai divenuto bolo intestinale, passa nel tubo digerente a contatto con la mucosa intestinale, i neuroni situati nella sede interessata al passaggio del bolo, si stirano e stimolano di conseguenza le *cellule enterocromaffini* a liberare la **serotonina** che a sua volta agisce su altri neuroni che sono situati sotto la mucosa stessa, che comandano a loro volta le cellule muscolari, all'interno dell'epitelio della mucosa del tubo digerente a dilatarsi e/o di contrarsi creando un flusso di "contrazione" a monte e "dilatazione" a valle (come i movimenti di un bruco) per far avanzare in una unica direzione (verso l'ano) il cibo ingerito e digerito dallo stomaco (chimo) e dal duodeno (chilo).

Se per caso la serotonina è eccessiva lo stato di eccitazione prevale e si producono scariche di feci acquose, perché la peristalsi troppo veloce impedisce la disidratazione delle feci. Se al contrario, vi è una scarsa produzione di serotonina, la stitichezza compare, le feci divengono dure perché stazionano troppo nell'intestino crasso e si disidratano per l'assorbimento dei liquidi entro contenuti.

Vi sono vari problemi legati alla peristalsi:

1. mancata produzione di sufficiente serotonina per attivare la peristalsi.
2. troppo stress al quale è sottoposto l'individuo, che investe i due cervelli (enterico e encefalico) e impedisce il rilassamento della parete del tubo digerente. L'eccesso di stress va a lavorare sulle valvole intestinali attraverso l'adrenalina / noradrenalina, comportandone l'apertura. Se invece le condizioni sono tranquille le valvole sono gestite, come tutto l'intestino, dal sistema nervoso vago e dall'acetilcolina.
3. elevata temperatura nel tubo digerente (oltre 36,5°), soprattutto intestino tenue dal duodeno alla valvola ileo cecale, per effetto di fermentazioni e/o putrefazioni esagerate, che richiedono liquidi in loco (sangue e linfa) per ridurre l'infiammazione. I liquidi vengono sottratti alle altre parti del corpo, ma e soprattutto dalla pelle che si secca. Con il tempo le parti del tubo digerente interessate dal cronico aumento di temperatura si ingrossano e tendono a prolapsare premendo sulle parti basse del ventre (vescica e prostata, utero, ampolla anale), che a loro volta si infiammano e favoriscono la formazione di altre patologie (prostatiti, dolori mestruali, candida, cistiti, ecc.), richiamando in un giro vizioso parassiti, funghi, ecc.
4. infiammazione della mucosa del tubo digerente che impedisce, per troppo afflusso di sangue ai muscoli, di fare funzionare correttamente il movimento peristaltico.
5. alle volte avviene per l'insieme di questi ultimi 3 punti, l'inversione della peristalsi intestinale che tende a far risalire lungo il tubo digerente il chimo/chilo provocando intossicazione. Le sostanze non digerite risalgono e vengono riassorbite e riveicolate nel sangue. Fortunatamente a volte il fenomeno è transitorio.
6. mancanza di movimento fisico, immobilità del soggetto (stare troppo a letto, seduti, e/o inattivi).
7. un altro fatto risulta dall'utilizzo improprio di determinati farmaci. I farmaci gastroenterici tendono a produrre alterazioni cerebrali/mentali del cervello encefalico, mentre gli psicofarmaci tendono a produrre alterazioni importanti nell'intestino.

Così ad esempio la *sindrome del colon irritabile* è dovuta ad una irregolare comunicazione fra il cervello enterico e encefalico, con la netta prevalenza del primo. Quando i livelli di ansia o depressione superano una certa soglia il cervello encefalico non riesce più a controllare l'enterico. I bambini che soffrono di colon irritabile da piccoli, hanno quasi la certezza di soffrire da grandi di ansia e/o depressione.

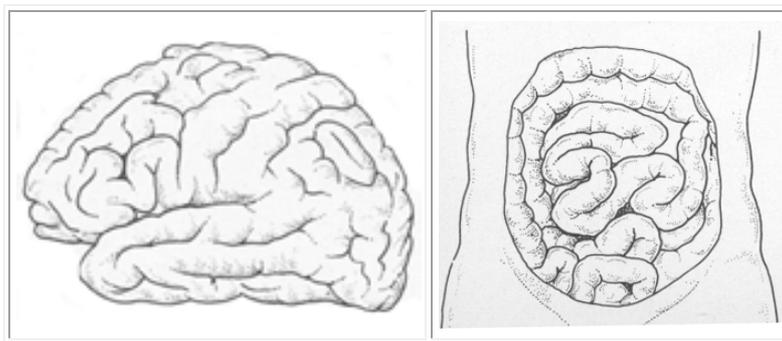
⁴ Un eccesso di serotonina è considerato causa di depressione.

Il cervello enterico è in grado di recepire e riconoscere non soltanto i vari cibi adatti introdotti nella bocca, ma anche le sostanze velenose. In quest'ultimo caso suscita reazioni immediate per eliminarle: il vomito, se il riconoscimento è comunque precoce e veloce, l'accelerazione della peristalsi e la diarrea se il riconoscimento è più tardivo.

Quindi è chiaro che ogni introduzione di emozioni e/o di cibo, così come di farmaci e vaccini, non adatti, generano delle reazioni.

Un altro compito del cervello enterico, è quello di organizzare l'insieme dei batteri che convivono in noi per aiutarci a vivere ogni giorno. Essi sono in prevalenza anaerobi e vivono in 8 metri di intestino (400m²). Hanno il compito di mantenere attive le difese immunitarie e le funzioni intestinali (eliminano le proteine tossiche dei microrganismi virali e batterici, i vaccini, le sostanze tossiche dei farmaci, le sostanze tossiche dei cibi, i batteri e microrganismi inadatti ingeriti con i cibi e/ acque malsane). Ma possono facilmente mutare quando le condizioni di salute intestinale (pH) variano per motivazioni fisiche o emotive o alimentari o tossiche. L'alterazione della flora batterica provoca infiammazione e gonfiore della mucosa intestinale, generando qualsiasi tipo di malattie per produzione di tossine e parassiti patogeni, che vengono assorbiti e circolano attraverso il sangue nell'organismo intero alterando le funzioni cellulari, tissutali, organiche e sistemiche.

Circonvoluzioni cerebrali ed intestinali (similitudini)



La funzionalità del sistema digerente rimane scollegata dal cervello encefalico ad eccezione della salivazione che è invece collegata ai nervi cranici e quindi in qualche modo può essere volontaria.

Le proprietà del sistema digerente sono:

- **MOTORIA** peristalsi e riguarda tutto il sistema digerente
- **SECRETORIA** riguarda lo stomaco, duodeno, pancreas e fegato
- **SENSORIA** riguarda stomaco, duodeno e intestino tenue.
- **ASSIMILATORIA** riguarda intestino tenue

I principali neurotrasmettitori del sistema enterico sono:

- **SEROTONINA**
- **DOPAMINA**
- **ACETILCOLINA**

Come funziona il sistema nervoso enterico con il passaggio del cibo?

I neuroni a contatto con la mucosa intestinale si attivano quando passa il cibo. Ogni tipo di cibo attiverà determinati tipi di cellule nervose che cominceranno a produrre i neurotrasmettitori corrispondenti e agiranno anche sulle cellule muscolari lisce creando un meccanismo di contrazione e dilatazione (peristalsi) in modo da spingere avanti il cibo. I problemi di peristalsi dipendono da:

- mancata produzione di serotonina (manca la calma, il benessere)
- eccessivo stress e tensioni che impediscono il rilassamento del tubo digerente e l'azione sulle valvole. Se mantengo contrazione non c'è dilatazione e il cibo non passa. Le valvole rimangono aperte se c'è stress.
- Eccessiva temperatura causata da una eccessiva fermentazione o putrefazione che blocca la peristalsi e in più richiama liquidi in loco (sangue e linfa) attivando la risposta immunitaria.
- Infiammazione che richiama il flusso di sangue e quindi porta un'azione sul sistema immunitario, e blocca il sistema peristaltico
- antiperistalsi avviene quando questi 4 fenomeni si presentano contemporaneamente e il cibo torna indietro.
- Mancanza attività fisica
- l'uso di psicofarmaci
- vaccini per bocca

MICROBIOTA (FLORA BATTERICA)

Il microbiota umano è l'insieme di microorganismi simbiotici che si trovano nel tubo digerente dell'uomo. Esso si sviluppa nel corso dei primi giorni di vita e sopravvive, salvo in caso di malattie, sorprendentemente a lungo.

Ogni individuo possiede il suo proprio microbiota, ma esistono un piccolo numero di specie condivise da tutti che costituirebbero il nucleo filogenetico del microbiota intestinale umano.

Se il microbiota è l'insieme della popolazione di microrganismi che abita il corpo umano, il microbioma è la totalità del patrimonio genetico posseduto dal microbiota. Il concetto di microbioma si deve al grande genetista e microbiologo Joshua Lederberg, premio Nobel per la medicina nel 1958, che riteneva far parte del genoma umano non solo le informazioni del DNA, ma anche i microrganismi ospitati nella specie umana, che possono essere considerati a tutti gli effetti un organo supplementare, in grado di regolare le funzioni metaboliche ed immunitarie. In particolare ha evidenziato che:

1. L'ecologia del microbiota intestinale come una nuova opportunità di trattare i disordini metabolici
2. Il grado di complessità del microbiota influenza la risposta epiteliale alle infezioni

L'analisi del DNA dei microrganismi che vivono nel tratto intestinale umano ha identificato oltre 3 milioni di geni, 150 volte quelli della specie umana.

Negli esseri umani si trovano tra le 500 e 1000 specie differenti di microorganismi, i più numerosi dei quali sono batteri, ma anche in misura inferiore miceti e virus. Tra i batteri la maggioranza è anaerobia, più o meno stretta o facoltativa (molti sopravvivono in assenza di ossigeno e alcuni ne tollerano la presenza). Il batterio intestinale più conosciuto nell'uomo è l'*Escherichia coli*.

Il microbiota può essere considerato come un organo metabolico squisitamente convertito alla nostra fisiologia che svolge funzioni che non siamo in grado di svolgere altrimenti. Tali funzioni includono:

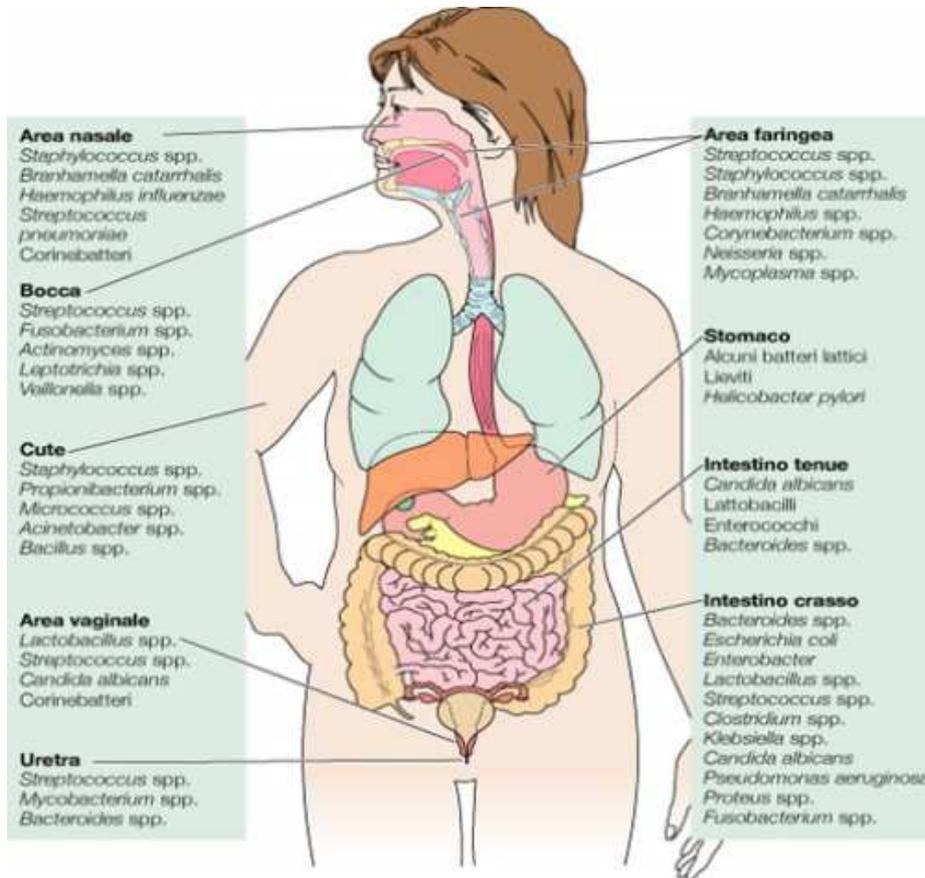
- la capacità di assimilare componenti altrimenti indigeribili della nostra dieta, come i polisaccaridi vegetali (cellulosa) e cartilagini.
- la sintesi di sostanze indispensabili, ad esempio la vitamina K e le vitamine del gruppo B.

Le feci umane sono composte in gran parte da batteri intestinali e secondariamente da materiale di scarto indigerito.

Alla nascita il tratto digerente dei neonati è completamente sterile e viene colonizzato immediatamente, a partire dal parto, dai microorganismi con cui viene in contatto provenienti dal tratto riproduttivo e fecale della madre; successivamente i batteri provengono dall'allattamento, dall'ambiente, ed in fine dai cibi che nel tempo ingerirà.

I tratti digerenti di neonati partoriti con cesareo vengono colonizzati inizialmente da batteri presenti nell'ambiente, non venendo in contatto con quelli della madre, e similmente i neonati non allattati naturalmente saranno maggiormente colonizzati da batteri ambientali piuttosto che di derivazione umana.

La differenza principale tra questi iter è che la stabilizzazione (100 miliardi di batteri per grammo di feci) del microbiota dei neonati *naturali* avviene dopo un mese e viene composto maggiormente da *Bifidobacteria*, mentre nelle altre circostanze non si stabilizza per almeno 6 mesi e viene composto prevalentemente da *Enterobacteriaceae* ed *Enterococchi*.

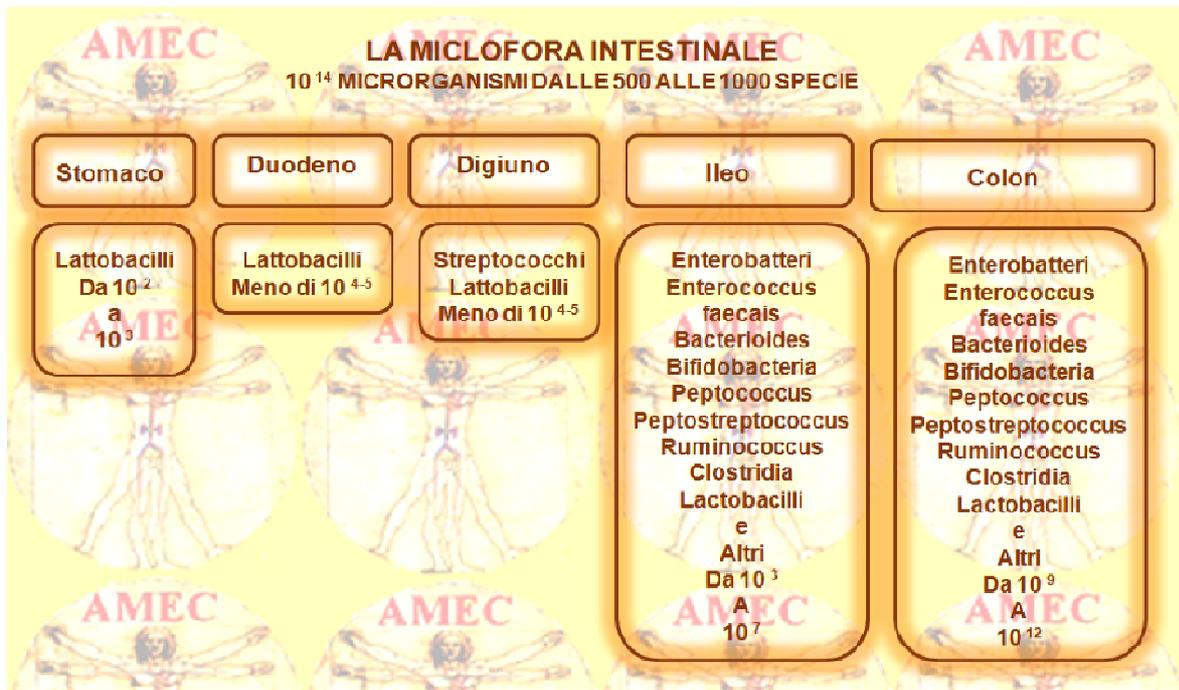


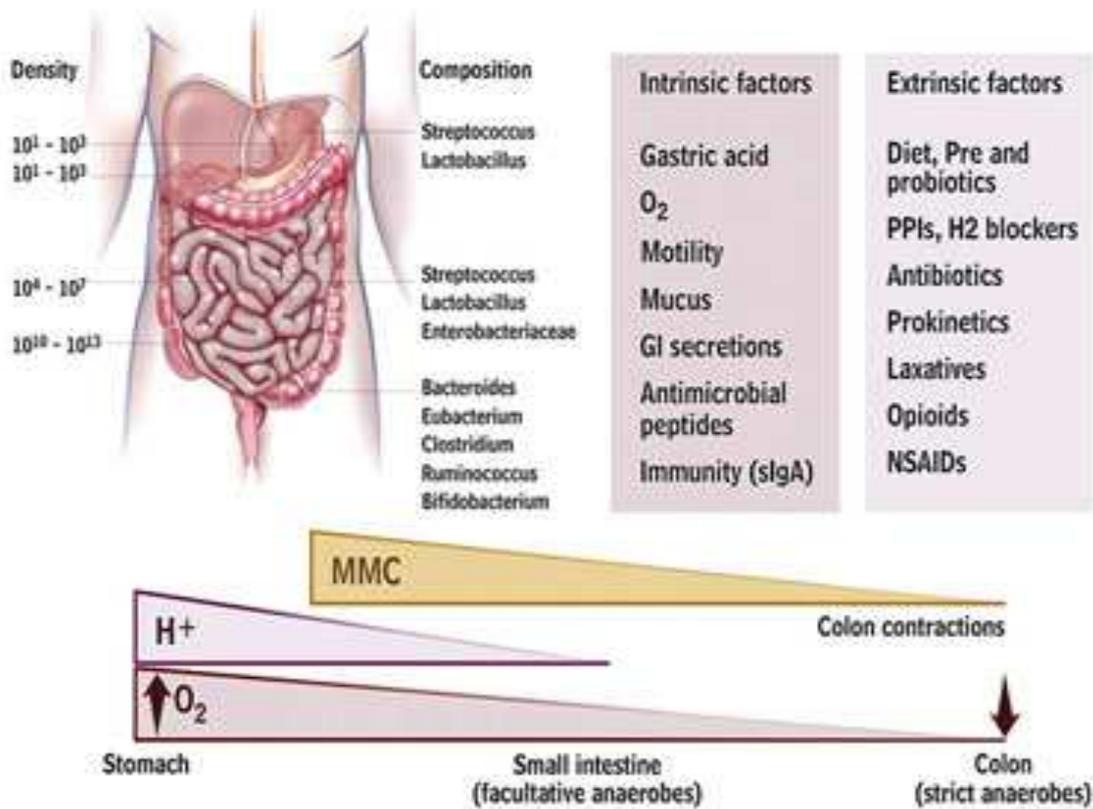
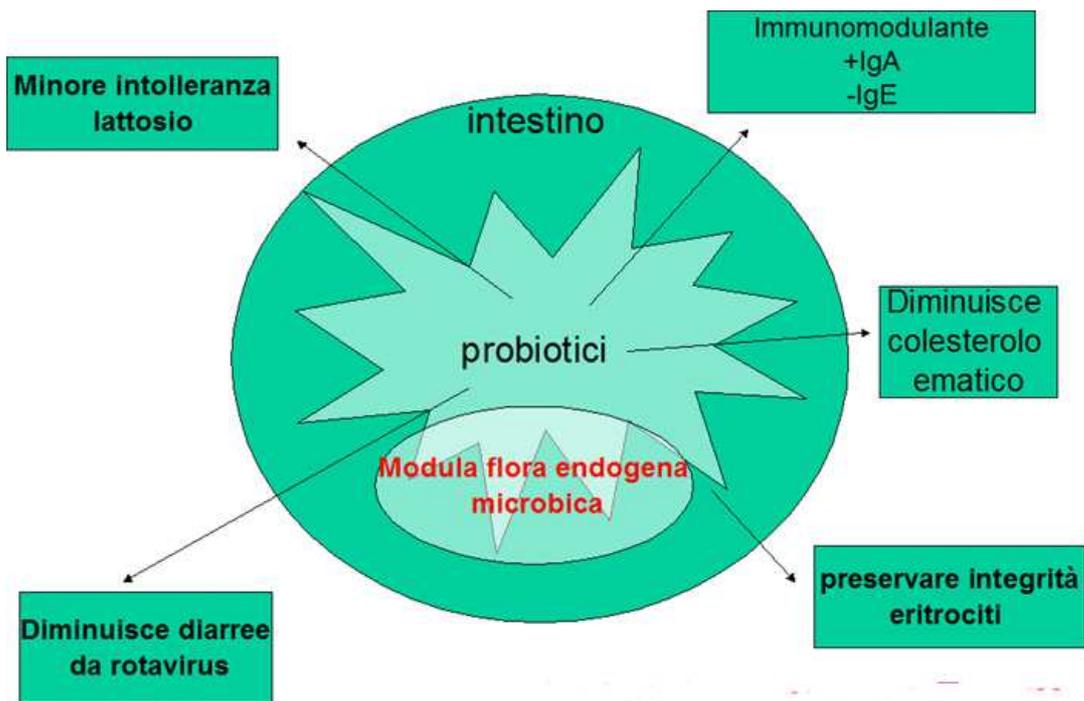
Delle parecchie centinaia di specie batteriche presenti nel microbiota, che sono variabili tra le popolazioni, ma anche tra gli individui delle stesse etnie a causa delle diverse abitudini alimentari e del diverso corredo genetico, alcuni *ceppi* batterici sono comuni alla maggioranza dell'umanità; l'80% dei batteri provoca la fermentazione (come *Lactobacillus* e *Bifidobacteria*) e il restante 20% provoca la putrefazione dei resti (come *Escherichia*, *Bacteroides*, *Eubacteria*, *Clostridium*); molti di questi batteri sono utili o innocui come costituenti del microbiota umano in equilibrio di eubiosi, ma presi singolarmente possono essere patogeni in altri ambiti.

Tra i componenti del *microbiota umano* si elencano:

- *Acinetobacter calcoaceticus* (commensale)
- *Alcaligenes faecalis* (commensale)
- *Anaerobiospirillum* (commensale)
- *Bacteroides fragilis* (patogenico)
- *Bifidobacteria breve* (probiotico)
- *Bifidobacteria infantis* (probiotico)
- *Bifidobacteria longum* (probiotico)
- *Candida albicans* (commensale/patogenico)
- *Clostridium* (patogenico)
- *Enterococcus faecium* (patogenico)
- *Enterococcus faecalis* (commensale)
- *Eubacterium nodatum* (patogenico)
- *Escherichia coli* Nissle 1917 (probiotico)
- *Fusobacterium* (patogenico)
- *Lactobacillus acidophilus* (probiotico)
- *Lactobacillus casei* (probiotico)
- *Lactobacillus delbrueckii* (probiotico)
- *Lactobacillus plantarum* (probiotico)
- *Peptococcus* (patogenico)
- *Peptostreptococcus* (patogenico)
- *Plesiomonas shigelloides* (patogenico)
- *Porphyromonas gingivalis* (patogenico)
- *Ruminococcus* (patogenico)
- *Staphylococcus faecium* (commensale)
- *Streptococcus salivarius thermophilus* (commensale)

FUNZIONI DELLA MICROFLORA INTESTINALE





MMC = complesso motorio migrante (motilità intestinale)

I PROBIOTICI

I probiotici sono dei microrganismi vivi che, se utilizzati come supplemento alimentare di natura microbica, influenzano in modo benefico l'ospite, modulando la risposta immunitaria locale e sistemica e migliorando anche l'equilibrio nutrizionale e microbico del tratto intestinale.

La maggior parte delle specie batteriche probiotiche in uso appartiene ai generi *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*. La loro presenza a livello intestinale, respiratorio, genitale e cutaneo rappresenta una prima linea difensiva contro i batteri patogeni, o crea un ambiente in cui la loro patogenicità non si può esprimere.

ALCUNE AZIONI BENEFICHE DEI PROBIOTICI

- Competizione per i nutrienti, prevenendo la colonizzazione dell'intestino da parte di batteri patogeni ostili e di lieviti;
- Riduzione e quindi acidificazione del pH intestinale (produzione di acido acetico e acido lattico), rendendo così l'ambiente inospitale per batteri patogeni;
- Modulazione (riduzione) assorbimento colesterolo probabilmente metabolizzando la bile a livello intestinale e impedendone quindi il riassorbimento ed il conseguente il passaggio di colesterolo dall'intestino al flusso sanguigno, e miglioramento dell'assorbimento di calcio a livello intestinale;
- Inibizione dei batteri capaci di trasformare i nitrati (presenti nel cibo e nell'acqua), in nitriti e quindi di nitrosammine, potenzialmente cancerogene;
- Legare ed espellere sostanze tossiche come i metalli pesanti;
- Sintesi delle vitamine del Gruppo B, e la vitamina K essenziali per il nostro organismo;
- Miglioramento della funzionalità intestinali ed epatica. Vi sarebbero enzimi di origine batterica simili al citocromo P450, che permettono una migliore espressione del citocromo a livello epatico, migliorando il suo potere disintossicante. Questo sembra possibile attraverso particolari vie di comunicazione tra le cellule procariotiche (batteri) e quelle eucariotiche (umane).
- Regolazione dell'infiammazione e risposta immune. Il precoce dialogo tra flora batterica e cellule dendritiche della mucosa intestinale regola la soglia di tolleranza o di attivazione di risposta immune agli antigeni introdotti con la nutrizione o inalati e, quindi, rappresenta un elemento determinante dell'equilibrio tra le popolazioni linfocitarie.
- L'attività anti-neoplastica dei microrganismi probiotici si esplicherebbe attraverso:
 - Binding e Degradazione dei composti mutageni (ad esempio il *Lactobacillus bulgaricus* avrebbe un effetto anti-mutageno, dovuto alla capacità di legarsi alle ammine eterocicliche che vengono prodotte durante il processo di cottura dalle sostanze cancerogene contenute nella carne),
 - Diminuzione dell'attività di enzimi ad attività pro-carcinogena,

- Produzione di Butirrato, sostanza che si forma nel colon a seguito della fermentazione della fibra alimentare ad opera della flora batterica, ed è la principale fonte di energia delle cellule del colon (colonciti),
- Abbassamento del pH e alterazione qualitativa/quantitativa della microflora intestinale,
- Direttamente sopprimendo la crescita del tumore.

POSSIBILI INDICAZIONI TERAPEUTICHE ALL'UTILIZZO DEI PROBIOTICI

- **Trattamento eradicante dell'*Helicobacter pylori*** Alcuni ceppi di lattobacilli sarebbero in grado di:
 - legarsi alla mucosa prevenendo l'attacco di microrganismi patogeni e sopravvivendo al pH acido dello stomaco e all'attacco degli enzimi digestivi,
 - di inibire la secrezione di ureasi, meccanismo che permette all'*Helicobacter* di aderire all'epitelio gastrico e di colonizzarlo, e
 - di ridurre i livelli di citochine proinfiammatorie e l'infiltrazione dei neutrofilo nella parete dello stomaco.

- **Trattamento dell'intolleranza al lattosio.** I probiotici presentano una elevata attività beta-galattosidasi, che permette la conversione del lattosio, presente nello yogurt e nel latte, in glucosio e galattosio.

- **Trattamento post-terapia antibiotica.** L'uso di antibiotici distrugge una parte della microflora tra cui i fermenti lattici; di conseguenza si crea la possibilità di crescita per patogeni, come il *Clostridium difficile*, che può causare infezioni gastrointestinali, coliti e diarrea. Un approccio innovativo è rappresentato dall'assunzione di probiotici. La loro azione terapeutica è da attribuire sia alla capacità di rilasciare sostanze antibiotiche (batteriocine), acido lattico e perossido di idrogeno, sia alla capacità di colonizzare il colon e di rafforzare così la funzione di barriera della mucosa intestinale.

- **Trattamento della diarrea.** Studi controllati hanno dimostrato che *Lactobacillus* può abbreviare il decorso della diarrea infettiva nei neonati e nei bambini (ma non adulti). Anche se gli studi sono limitati ed i dati non sono coerenti, due recensioni di grandi dimensioni, nel loro insieme, suggeriscono che i probiotici riducono la diarrea da antibiotici del 60% rispetto a un placebo.

- **Stimolo delle difese immunitarie.** La stimolazione del sistema di difesa naturale è legato alla capacità dei probiotici di sintetizzare sostanze antimicrobiche che proteggono la mucosa intestinale da germi patogeni.
 - Sulle pareti intestinali, inoltre, esistono numerose stazioni linfatiche (**Placche di Peyer**) che fanno sì che l'intestino risulti collegato al sistema immunitario. Infatti si parla di "tessuto linfoide associato all'intestino", noto anche come **GALT** (acronimo dell'inglese

Gut-Associated Lymphoid Tissue), termine con il quale si indica quella parte del sistema immunitario presente a livello del tratto digerente.

- I probiotici, del tipo *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus acidophilus*, sarebbero in grado di stimolare risposte immunitarie non specifiche oltre che di migliorare la capacità dell'intestino di funzionare da barriera.

- **Prevenzione neoplasie.** Sull'utilità dei probiotici nella prevenzione di patologie neoplastiche sono necessarie ancora molte ricerche. Pur in assenza di evidenze sperimentali dirette e certe nell'uomo, la somministrazione di *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus acidophilus* e di *Bifidobacterium bifidus* ha in molti casi evidenziato la diminuzione di markers specifici. I lattobacilli a livello intestinale degradano, infatti, sostanze mutagene e sostanze carcinogenetiche, prima che queste siano assorbite, ed inibiscono enzimi carcinogenici.

- **Trattamento delle M.I.C.I. (Malattie Infiammatorie Croniche Intestinali).** Alcuni studi suggeriscono che i probiotici possono aiutare a mantenere la remissione della colite ulcerosa e prevenire le ricadute della malattia di Crohn e la reiterazione della pouchite (ovvero l'infiammazione della tasca ileale, *pouch*, simile all'ampolla rettale, che viene creata per fungere da serbatoio per il materiale fecale, a seguito di intervento chirurgico di asportazione di tutto il colon e del retto, intervento chirurgico eseguito per il trattamento di colite ulcerosa). I probiotici interverrebbero migliorando, in tali pazienti, l'alterata permeabilità intestinale e l'alterato equilibrio citochinico (legato ad maggiore espressione delle citochine ad azione pro-infiammatoria).

- **Trattamento della S.I.I. o I.B.S. (Sindrome dell'Intestino Irritabile o Irritable Bowel Syndrome).** La patogenesi dell'IBS è multifattoriale, molti di questi fattori, per vie differenti, possono influenzare la composizione e la funzione del microbiota intestinale, con disbiosi intestinale, iperfermentazione e produzione di gas e attivazione del sistema immune del GALT. Nell'IBS le feci contengono concentrazioni significativamente minori di bifidobatteri e di lattobacilli. I probiotici impedirebbero la colonizzazione dell'intestino e la successiva produzione di gas da parte di alcuni batteri, come ad esempio quelli appartenenti al genere *Clostridium*.

- **Trattamento delle allergie alimentari.** La disbiosi e la prevalenza di batteri "cattivi", provocando la riduzione del biofilm protettivo dei probiotici, induce assottigliamento della mucosa intestinale, aumento della permeabilità e passaggio nel sangue di antigeni che inducono fenomeni di sensibilizzazione con reazioni allergiche ed infiammatorie. Batteri come il *Lactobacillus* associato al *Bifidobacterium*, in forte concentrazione, migliorano e stabilizzano la funzione di barriera intestinale, ricostituendo il biofilm protettivo sulle pareti intestinali.

- **Trattamento delle infezioni del tratto genito-urinario.** Come il tratto intestinale, anche la vagina possiede un ecosistema finemente equilibrato. I Lattobacilli ivi presenti normalmente rendono l'ambiente troppo acido perchè i microrganismi patogeni vi possano sopravvivere. Ma una serie di fattori, tra cui antibiotici, spermicidi e pillole anticoncezionali, possono alterare tale equilibrio. Il trattamento probiotico ristabilisce l'equilibrio della microflora, tornando utile per problemi molto comuni dell'apparato urogenitale femminile come le

vaginosi batteriche, le infezioni da lieviti e le infezioni del tratto urinario. Sono tuttavia necessari studi ulteriori per valutare la sicurezza e l'efficacia di questi trattamenti.

- **Trattamento delle atopie (predisposizione genetica a sviluppare alcune reazioni anafilattiche).** La flora batterica di bambini allergici vede la prevalenza di clostridi, mentre nei bimbi non allergici prevalgono i bifidobatteri. E' quindi importante supplementare questi pazienti con probiotici, quotidianamente, a lungo termine, per modulare il sistema immunitario in senso anti-atopico.

- **Trattamento delle infezioni respiratorie.** I Probiotici, come il *Lactobacillus GG*, hanno un ruolo benefico nelle infezioni respiratorie, soprattutto nei bambini atopici, da un lato per azione sinergica di stimolazione immunitaria e dall'altro per una ridotta adesione intestinale degli agenti patogeni. In particolare il *Lactobacillus acidophilus* ha effetti positivi sull'asma di bambini atopici. Sembra che nei soggetti atopici l'incidenza percentuale del *Clostridium* nella flora intestinale sia molto elevata.

- **Trattamento della ipercolesterolemia.** La microflora batterica svolge l'azione di **deconiugazione** degli acidi biliari, tale processo contribuisce a ridurre l'ammontare globale del colesterolo circolante, realizzando così una prevenzione dell'obesità e dell'aterosclerosi.

- **Trattamento delle malattie autoimmunitarie.** E' stato ipotizzato che la disbiosi intestinale possa indurre in errore il sistema immunitario, che identificherebbe come "nemici" tessuti umani aventi alcune caratteristiche molecolari simili a batteri patogeni. Ciò avverrebbe in alcune malattie autoimmunitarie. Ad esempio, alcuni studi inglesi hanno rilevato che, nei pazienti affetti da spondiloartrite anchilosante, i livelli di *Klebsiella* erano molto più alti del normale, e che i tessuti che venivano attaccati dal sistema immunitario avevano caratteristiche molto simili a quelle della stessa *Klebsiella*. Come anche si è visto che in pazienti affetti da artrite reumatoide, l'HLA (Human leukocyte antigen) denominato HLA-DR4 sia molto simile molecolarmente al batterio *Proteus*, che è causa soprattutto di infezioni urinarie; esse colpiscono prevalentemente donne, le quali sono anche le più colpite da artrite reumatoide. L'uso di probiotici, sia *Acidophilus* che *Bifidus*, avrebbe capacità preventive.

- **Trattamento dermatoprotettivo.** Anche alcune patologie della pelle (acne giovanile, dermatite atopica, psoriasi) rispondono positivamente all'utilizzo di probiotici (*Lactobacillus GG*, *Bifidobacterium bifidus*, *Lactobacillus planctarum*).

I PREBIOTICI

Si tratta di sostanze presenti naturalmente negli alimenti (oligosaccardi) che non vengono digerite durante il transito nel canale gastro-intestinale e che, resistendo alla digestione nel tratto gastrointestinale alto, giungono integre nel colon, stimolano lo sviluppo di ceppi utili come i Bifidobatteri e i Probiotici.

Essi sono stati chiamati *colonic food* (alimenti per il colon), ovvero alimenti che a livello del colon fungono da substrato per i batteri endogeni, e cedono all'organismo ospite, energia e substrati metabolici.

Fibre prebiotiche scientificamente documentate, e quindi impiegabili in sicurezza, per uso umano sono: l'**inulina**, i galatto-oligosaccaridi (**GOS**), i frutto-oligosaccaridi (**FOS**), il lattosaccarosio, le pirodestrine, i soia-oligosaccaridi, i trans-galatto-oligosaccaridi, gli **isomalto-oligosaccaridi**, il lattilolo, il **lattulosio**, gli xilo-oligosaccaridi e il **polidestrosio**.

INTESTINO E IMMUNITA'

Il tratto intestinale è l'area più estesa dell'organismo sottoposta a costante stimolo antigenico (quello degli alimenti ingeriti) ed è il fronte immunitario più importante del corpo. È un vero e proprio ecosistema che presenta tre componenti maggiori:

- Cellule dell'ospite
- Batteri
- Nutrienti

La superficie interna del tratto intestinale è rivestita da una mucosa formata da cellule epiteliali.

L'epitelio intestinale è rivestito da un gel mucoso di cui si possono riconoscere:

1. Strato interno: formato da un gel idrosolubile ed è a diretto contatto con le cellule dell'epitelio intestinale
2. Strato esterno: più vischioso, è sovrapposto a quello interno ed è contaminato da batteri ed altre sostanze. Il suo spessore è variabile nelle diverse parti dell'intestino

IL MUCO "ZUCCHERINO" E IL "REPERTORIO DI CARBOIDRATI"

Il muco è formato in continuazione dalle cellule globose per proteggere l'epitelio ed è costituito da **polimeri di mucina** (lunghe catene peptidiche glicosilate). Nell'uomo la glicosilazione avviene con 2 tipi diversi di oligosaccaridi, che interagiscono poi tra di loro determinando la formazione di un gel.

Questi carboidrati che si trovano sulla superficie mucosa, non solo rappresentano dei nutrienti per la microflora, ma sono anche il sito di legame per le **adesine batteriche**. Poi, a seconda del tipo di carboidrati presenti, il muco avrà diversa attività antigenica.

Quindi il repertorio di carboidrati di ciascuno di noi (che è geneticamente controllato) determina la resistenza dell'ospite alle infezioni.

MALT = MUCOSA ASSOCIATED LYMPHATIC TISSUE

È tessuto linfatico che si trova in varie parti del corpo. MALT è formato da linfociti T, cellule B, plasmacellule, macrofagi ciascuno dei quali è pronto per incontrare gli antigeni che vengono in contatto con la mucosa epiteliale.

Nel caso del MALT intestinale sono presenti anche speciali cellule dette cellule M, che legano l'antigene nel lume intestinale e lo portano nel tessuto linfoide.

In base alla localizzazione il MALT si suddivide in:

- GALT (gut-associated lymphoid tissue)
- BALT (bronchus-associated lymphoid tissue)
- NALT (nasal-associated lymphoid tissue)
- CALT (conjunctival-associated lymphoid tissue)
- D-MALT (diffuse mucosa-associated lymphatic tissue)

IL GALT: IL SISTEMA IMMUNITARIO INTESTINALE

È essenzialmente formato dalle **placche del Peyer** e da **follicoli linfoidi isolati** (ILFs). Entrambe sono composte da cellule M, cellule dendritiche (DCs) e cellule B.

La lamina propria contiene un gran numero di IgA, plasmacellule, cellule B e T, macrofagi, cellule dendritiche (DCs) e cellule stromali (SCs), follicoli linfoidi isolati

La lamina propria è un sottile strato di tessuto connettivo lasso che si trova sotto l'epitelio e insieme all'epitelio costituisce la mucosa anche detta membrana mucosa.

CERVELLO ENTERICO (ED ENCEFALICO) E IMMUNITA'

Tra **CERVELLO E SISTEMA IMMUNITARIO** ci sono **connessioni** di tipo

- ✓ adrenergico (adrenalina)
- ✓ peptidergico (neuropeptidi)

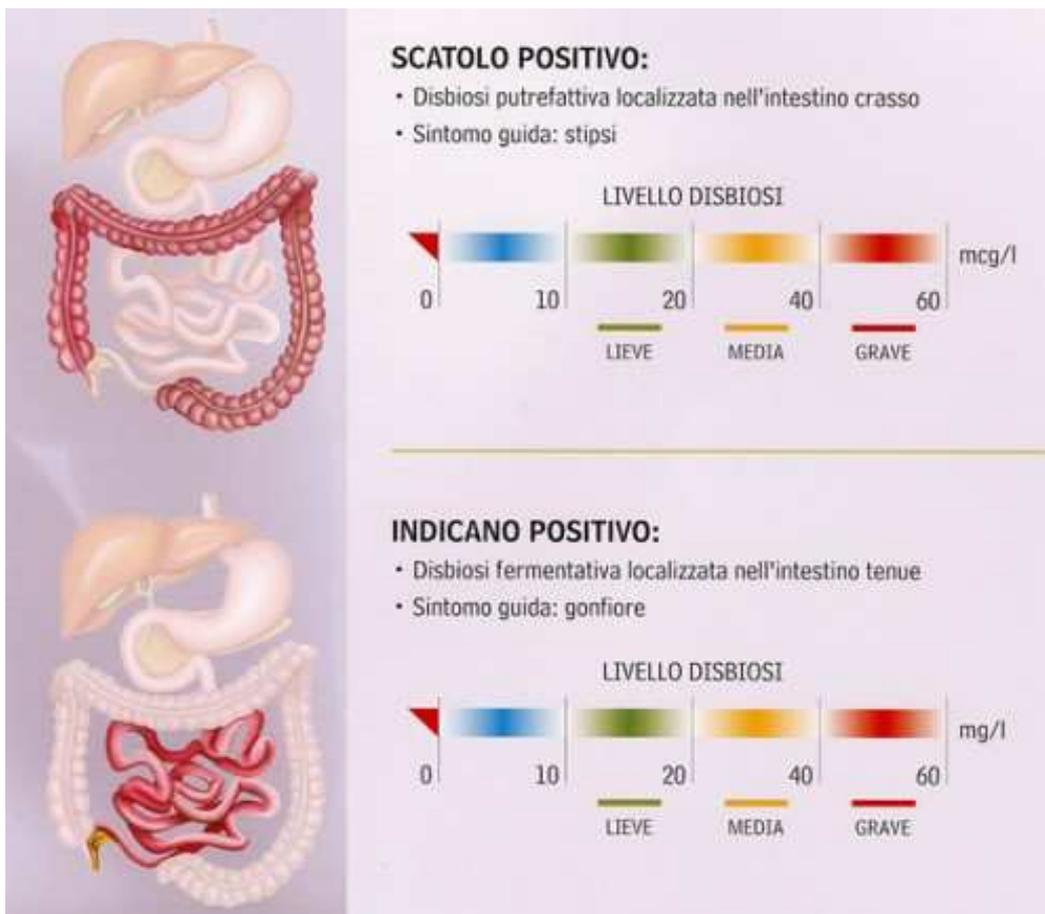
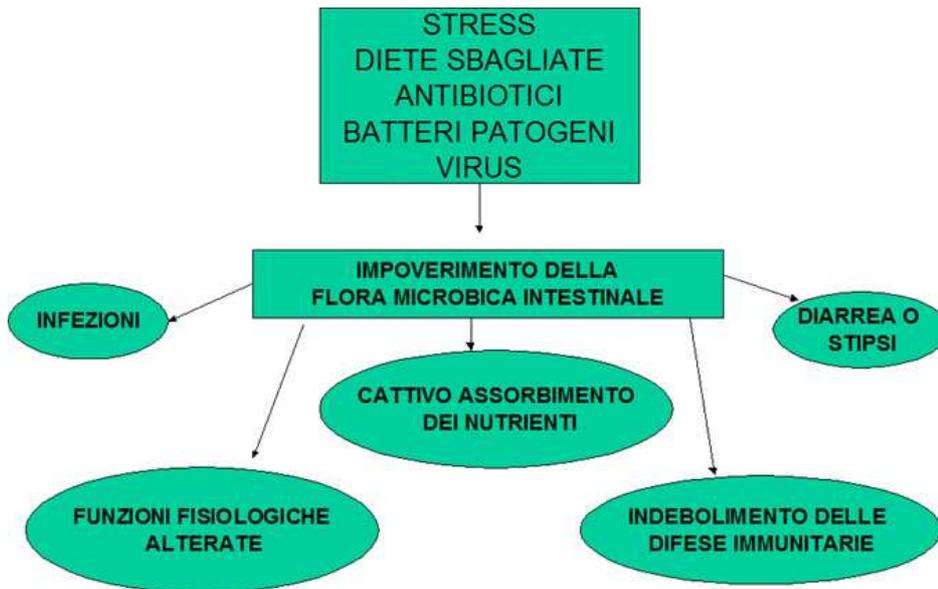
tramite fibre che fuoriescono dal midollo spinale e, tramite il Sistema Nervoso Simpatico (SNS), vanno ad innervare timo, midollo osseo, milza, linfonodi e tessuto linfoide dell'intestino. Una volta entrate negli organi le fibre si allargano e vanno ad unirsi direttamente ai linfociti.

Queste fibre sono in grado di secernere *adrenalina, noradrenalina, acetilcolina, sostanza P, VIP (peptide vasoattivo intestinale), neuropeptide Y, bombesina, colecistochinina, encefalina, dimorfina, neurotensina, somatostatina, ormone rilasciante LH, ecc.*

Le cellule immunitarie comprendono i messaggi che provengono dal Sistema Nervoso e per suo tramite dal cervello.

Uno stesso neurotrasmettitore può dare segnali eccitatori o inibitori a seconda del tipo di recettore sulla cellula immunitaria.

La seconda via di comunicazione tra cervello e Sistema immunitario è **ORMONALE**. Le cellule immunitarie presentano recettori per **ormoni ipotalamici**.



Neurotrasmettitori (NT) e neuropeptidi (NP) e loro caratteristiche peculiari.

Benché la linea di demarcazione fra queste due classi di messaggeri sinaptici sia divenuta sempre più sfumata, esistono tuttavia ancora elementi di distinzione. Un importante punto di differenziazione fra NT monoaminergici e aminoacidici e i NP è rappresentato dalle caratteristiche con cui la cellula nervosa li sintetizza e li conserva.

I NT convenzionali sono formati in seguito a una breve serie di reazioni da aminoacidi precursori, contenuti nella dieta. Come già accennato, ogni cellula nervosa, in genere, contiene gli enzimi che sintetizzano un singolo NT. Quest'ultimo dopo la sintesi, che avviene sia a livello del soma cellulare che delle terminazioni nervose, si accumula nelle vescicole sinaptiche dalle quali viene mobilizzato per l'arrivo di un potenziale di azione. I livelli del NT sono mantenuti costanti dalla sintesi di nuovo NT nella terminazione nervosa, cattura del NT dallo spazio sinaptico, apporto di NT o del suo precursore nelle vescicole sinaptiche dal corpo cellulare mediante trasporto assonale.

I NP sono invece sintetizzati come parte di un *pre-pro-ormone* a livello ribosomale della cellula; il pre-pro-ormone entra nel reticolo endoplasmico rugoso, dove la sequenza *leader* viene rapidamente rimossa; il pre-ormone si accumula nei granuli secretori dell'apparato di Golgi che migrano poi lungo gli assoni per flusso assoplasmico sino all'estremità della terminazione nervosa dove avviene la liberazione a opera di un potenziale di azione propagato. Enzimi proteolitici svolgono un ruolo chiave nel terminare l'azione dei peptidi attivi dopo la liberazione, un'altra caratteristica che li differenzia dai NT, la cui attività è invece principalmente terminata da una attiva captazione nella terminazione nervosa.

Le concentrazioni cerebrali dei NP sono generalmente dell'ordine di $10^{-12} \div 10^{-15} \text{M/mg}$ proteina, a fronte di $10^{-9} \div 10^{-10} \text{M}$ per i NT monoaminergici e di $10^{-6} \div 10^{-8} \text{M}$ per i NT aminoacidi.

INTESTINO TENUE

L'**intestino tenue** è quella parte del canale alimentare che va dallo stomaco all'intestino crasso; in esso continua e si completa la digestione degli alimenti iniziata nello stomaco e ha luogo l'assorbimento dei prodotti della digestione. La digestione è determinata:

- da enzimi e altre sostanze secrete dalla mucosa intestinale stessa (in particolare dalla mucosa duodenale),
- soprattutto ad opera degli enzimi pancreatici
- dalla bile.

Inizia in corrispondenza dello *sfintere pilorico* e termina alla *valvola ileocecale*. In forma di tubo cilindrico si estende, compiendo numerose inflessioni, dall'epigastrio alla fossa iliaca destra e occupa pertanto gran parte della cavità addominale discendendo anche nella piccola pelvi. Ha una lunghezza media di 7 metri con grandi variazioni individuali potendosi ridurre a 2,30 metri o salire a 11 metri. Rappresenta i 4/5 di tutto l'intestino. Ha calibro variabile, decrescente dall'origine alla terminazione, misurando all'inizio 47 mm e nella porzione terminale 27 mm. La sua capacità media è di circa 6000 ml. Vi si distinguono, in seguito al comportamento del peritoneo e alla conseguente diversa mobilità che ne deriva, due parti principali:

- il *duodeno* (o parte fissa)
- l'intestino tenue mesenteriale (o parte mobile), diviso a sua volta in *digiuno* e *ileo*.

L'intestino tenue ha la funzione di secernere enzimi e assorbire il cibo, si muove per i movimenti peristaltici ed è sostenuto da una membrana trasparente chiamata **mesentere**. La superficie interna non è liscia, ma è formata da tante espansioni, dette **villi** (superficie totale: 300m² circa).

- Nel tenue mesenteriale, così come nel *duodeno*, hanno luogo processi di digestione e di assorbimento.
- Il *digiuno* (così denominato in quanto nel cadavere si trova ordinariamente vuoto) che corrisponde ai 2/5 prossimali
- l'*ileo* corrisponde ai 3/5 distali.

In effetti non vi è alcun limite reale tra questi due segmenti anche se il digiuno possiede un lume relativamente più ampio, parete più spessa ed è più riccamente provvisto di villi e di ghiandole.

Un primo gruppo di anse, che comprende il tratto iniziale dell'intestino tenue mesenteriale, è posto nell'ipocondrio sinistro e si spinge fino a raggiungere la flessura colica sinistra.

Un secondo gruppo di anse occupa la regione mesogastrica e si porta verso destra fino alla flessura destra del colon.

Un terzo gruppo di anse risiede nella fossa iliaca sinistra.

Infine, un ultimo gruppo di anse è situato in posizione mediana, tra i due muscoli psoas destro e sinistro e scende in parte nella piccola pelvi.

Le anse del tenue sono coperte:

- in avanti e lateralmente dal *grande omento* (struttura peritoneale) e, attraverso questo, sono in rapporto con il **peritoneo** vero e proprio.

- Posteriormente, attraverso il peritoneo ha rapporti con la porzione inferiore del duodeno e con il processo uncinato del pancreas, con i corpi delle ultime vertebre lombari, con l'aorta, la vena cava e i loro rami, con i reni, con gli ureteri, con i muscoli grande psoas e quadrato dei lombi.
- Superiormente il colon trasverso separa le anse del tenue dallo stomaco e dagli altri visceri (fegato e milza)
- Lateralmente, le anse intestinali hanno rapporto a destra con il cieco e con il colon ascendente, a sinistra con il colon discendente e con il colon iliaco.
- Inferiormente, le anse del tenue scendono sulla superficie delle fosse iliache; qui contraggono rapporti con l'anello inguinale addominale e con l'anello femorale e attraverso questi possono eventualmente fare ernia rispettivamente nella regione inguinale, oppure nella regione femorale.

Nel 2% dei casi, nel tratto terminale dell'ileo, a distanza variabile da 2 a 60 cm dalla valvola ileocecale, esiste un diverticolo a fondo cieco dell'intestino tenue che si distacca solitamente dal margine convesso di un'ansa. Esso prende il nome di **diverticolo ileale (di Meckel)** e possiede forma conica o cilindroconica, lunghezza variabile da 2 a 25 cm e calibro pressapoco eguale a quello dell'ansa dalla quale origina. È regolarmente rivestito dal peritoneo e può terminare libero nella cavità addominale oppure essere congiunto all'ombelico mediante un sottile cordone fibroso. È una struttura delle prime fasi della vita embrionale che collega l'ansa ombelicale (o ansa intestinale primitiva) al sacco vitellino (o vescicola ombelicale) e che normalmente si oblitera, si atrofizza e scompare.

DUODENO

È un'ansa che parte dal *piloro*, facendo solo una piega sul lato destro; nell'ansa vera e propria sbocca lo **sfintere di Oddi**, da qui fuoriescono il succo pancreatico e la bile.

Il duodeno è l'unica parte dell'intestino tenue dove non c'è assorbimento, ma secrezione di enzimi (dal fegato, dal pancreas e dalla stessa mucosa del duodeno).

Quando nello stomaco il chimo (nome del cibo, dopo essere passato dallo stomaco) raggiunge pH 3-4, si apre automaticamente il piloro; il cibo acido raggiunge il duodeno, il quale stimola la cistifellea e il pancreas: la prima produce la bile, il secondo gli ioni bicarbonato, entrambi cambiano il pH, rendendo il cibo basico, non più acido.

Contemporaneamente il pancreas produce 4 tipi di enzimi:

1. **lipasi** - digerisce i grassi
2. **amilasi** - digerisce gli amidi
3. **ribonucleasi** - digerisce gli acidi nucleici
4. **tripsinogeno** - digerisce le proteine, diventa attivo solo quando raggiunge il duodeno e viene a contatto con un ormone prodotto dalle mucose dello stesso, detto **enterochimasi**.

Il duodeno è applicato alla parete posteriore dell'addome dal peritoneo. Si differenzia dall'intestino tenue mesenteriale (digiuno e ileo) per la situazione profonda, per il calibro maggiore, per la scarsa mobilità e per alcuni peculiari caratteri strutturali. Riceve lo sbocco dei condotti escretori del fegato e del pancreas.

Ecco cosa accade:

- Proteine e carboidrati vengono distrutti da enzimi pancreatici prodotto dalle cellule acinose del pancreas.
- L'ormone **enterogastrone** presente nell'intestino tenue conclude il lavoro della **gastrina** dello stomaco, interrompendo il processo digestivo dello stomaco stesso (utile per ulcera gastrica).
- Importante digestione dei grassi (con assorbimento vitamine liposolubili A,D,E,F,K). La lipasi pancreatico scinde i grassi in monogliceridi + acidi grassi. Questi si combinano con la bile coniugata del fegato e il bicarbonato prodotto dalle cellule duttali del pancreas.
- L'ormone **secretina**, rilasciato dall'intestino tenue, agisce sulle cellule che producono bicarbonati e sulle cellule che producono bile.

In caso di mancato riassorbimento della bile il sintomo sarà la diarrea e la velocizzazione del transito intestinale.

Gli **ioni calcio** si combinano con la bile, il bicarbonato, i grassi, gli enzimi pancreatici e le vitamine liposolubili formando le **micelle**, che permettono agli acidi grassi e monogliceridi di venire a contatto con la mucosa intestinale ed essere assorbiti principalmente attraverso il vaso chilifero che li porterà direttamente al sangue, ed in parte attraverso i vasi sanguigni che portano la bile di nuovo al fegato dove verrà riassorbita.

Le micelle contengono **idrogenioni** prodotti dalla lipolisi gastrica e duodenale e servono a regolare il pH intestinale (le bile ha pH 6-8, i bicarbonati del pancreas che attivano la lipasi pH 8-9). L'ambiente deve essere basico. Se gli idrogenioni vengono rilasciati perché la formazione delle micelle non è buona, si crea un ambiente più acido che inibisce le funzioni di lipolisi e l'assorbimento dei grassi.

Squilibrio micellare può essere provocato da patologia pancreatica (riduzione enzimi lipolitici e/o bicarbonati) o squilibrio nella composizione ed escrezione della bile. Esso provoca:

- perdita di peso
- distruzione muscolare
- astenia per bilanciamento calorico negativo
- dolori addominali crampiformi
- diminuito transito intestinale
- diarrea con perdita di sodio, potassio, calcio, magnesio, ferro, rame, acqua
- feci soffici emaleodoranti
- scarso assorbimento vitamine liposolubili con conseguenza:
 - aumento sanguinamento per riduzione vit.K
 - ipocalcemia con perdite di calcio e conseguente carenza vit.D
 - carenza di vitamina E con possibile creatinuria, depositi ceroidi tissutali e miopatia

DIGIUNO E ILEO

Hanno la funzione di assorbire i nutrienti già digeriti, attraverso i villi.

Tutta la superficie interna dell'intestino tenue presenta una quantità notevolissima di minute rilevatezze della mucosa, i *villi intestinali*, strettamente ravvicinati e addossati gli uni agli altri e

presenti tanto sulle facce che sul margine libero delle pieghe circolari, quanto negli intervalli fra queste.

I villi intestinali si presentano:

- nel duodeno come rilievi lamellari fra loro anastomizzati per formare un dispositivo retiforme;
- nel digiuno appaiono come lamine più rilevate, ripetutamente suddivise e interdigitate fra loro;
- nell'ileo, infine, appaiono come proiezioni conoidi (estroflessioni a dito di guanto).

I villi sono alti da 0,4 a 0,6 mm, se ne possono contare fino a 1000 per cm², sono presenti per tutta l'estensione dell'intestino tenue (dal piloro fino alla valvola ileocecale) e sono formazioni specificamente organizzate per l'assorbimento dei materiali nutritizi. La presenza delle pieghe circolari e dei villi realizza un aumento notevolissimo della superficie di contatto tra la parete dell'intestino e il suo contenuto.

Sulla superficie interna della mucosa si notano anche piccole sporgenze biancastre e rotondeggianti, della grossezza di un capo di spillo, talvolta circondate da un cercine più o meno rilevato. Sono i **noduli linfatici solitari** disseminati, in numero molto variabile nei diversi individui, per tutta l'estensione dell'intestino tenue, quantunque in genere più numerosi nel digiuno. Sulla loro superficie non si trovano villi.

Nel tratto più distale del digiuno, ma soprattutto nell'ileo, si osservano poi i **noduli linfatici aggregati (o placche di Peyer)** che appaiono come formazioni circolari o ellittiche allungate secondo l'asse maggiore dell'intestino, di dimensioni varie, da pochi millimetri a parecchi centimetri. Sono in genere 30-50, sono più frequenti nella porzione più distale dell'ileo e sempre situati lungo il margine libero (o convesso) dell'intestino.

Negli intervalli tra i singoli noduli della placca vi sono villi e orifizi ghiandolari.

Il **villo** è formato da uno strato di cellule che fungono da barriera selettiva tra l'ambiente intestinale e i vasi sanguigni e linfatici spesso 25 millesimi di millimetro. Attraverso queste cellule avviene l'assorbimento, per trasporto attivo o per diffusione:

- amminoacidi, zuccheri e vitamine idrosolubili assorbiti passano nei vasi sanguigni, che convogliano nella vena porta e raggiungono il fegato;
- sostanze grasse e vitamine liposolubili passano nei vasi linfatici (chiliferi) ed entrano direttamente nel sangue attraverso il **dotto toracico** (vaso linfatico che s'immette nel sangue all'altezza della vena succlavia sinistra, a sinistra, vicino alla clavicola).

La parte terminale dell'ileo finisce con la **valvola ileo-ciecale o ileocecale**, uno sfintere muscolare che divide la parte terminale dell'intestino tenue dalla prima parte del colon (il cieco), impedendo al chilo, una volta entrato nel cieco, di rifluire nel tenue.

Circa due litri di fluido entrano ogni giorno nel colon attraverso la valvola ileo-ciecale.

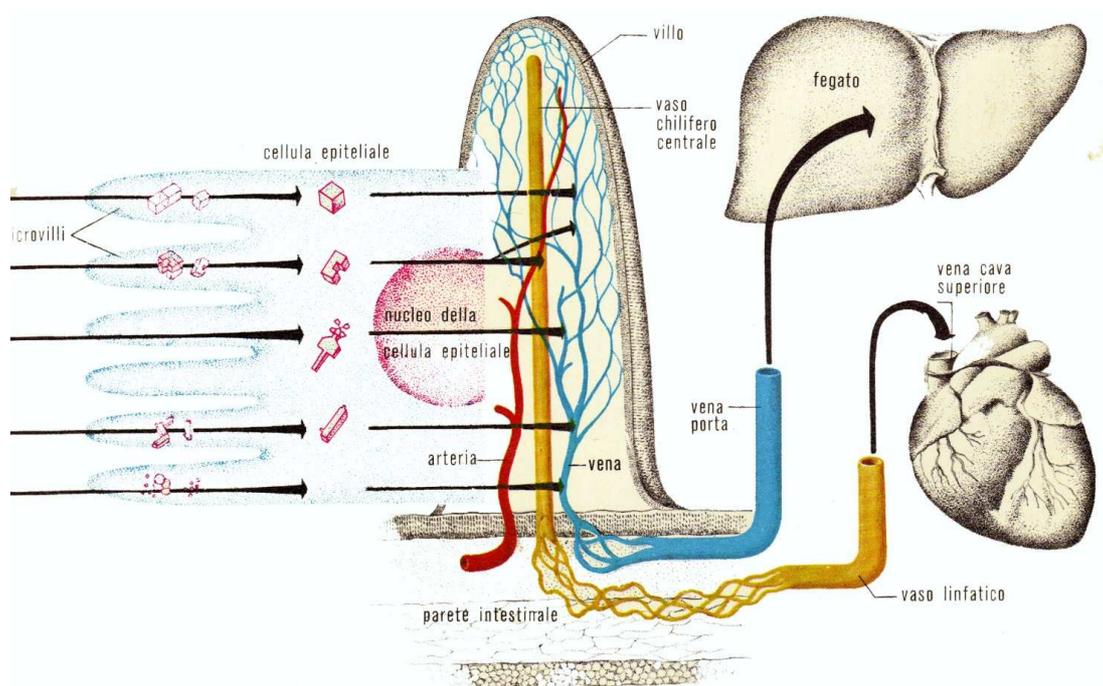
Situazioni di stress (simpaticotonia) possono impedire alla valvola di chiudersi correttamente. I sintomi da valvola ileocecale incontinente sono numerosi, tra cui:

- algie alle spalle
- precordialgie
- pseudo borsite

- nausea
- pseudo ipocloridria
- sete improvvisa
- occhiaie
- improvvisa lombalgia acuta (colpo della strega)
- vertigini
- tinnitus auricolare
- cefalee
- pseudo infezioni sinusali
- pallore
- ipoglicemia

L'incontinenza valvolare può essere provocata anche da :

- natura neurologica: sublussazione vertebre 11- 12 o anche D12
- emotivo (eccesso di tensione, ansia, simpaticotonia)
- cattive abitudini alimentari:
 - eccesso di alcol
 - eccesso di fibra con verdure e frutta crude (meglio cotte)
 - eccesso di spezie, cioccolato, caffeina



INTESTINO TENUE E REGOLAZIONE IMMUNITARIA

L'intestino è continuamente sottoposto a stimoli antigenici, provocati dal contatto con frammenti di cibo, spesso non ben digerito. Le sequenze proteiche o glicoproteiche possono essere ottimi antigeni che attivano una risposta immunitaria, soprattutto innescata da un processo infiammatorio della mucosa.

Anche se l'intestino tenue ospita una minor quantità batterica rispetto al colon, è qui che la risposta immunitaria viene attivata, sia per la presenza di frammenti di cibo, sia per la sottigliezza della mucosa che deve assorbire il cibo. Sulla mucosa aderiscono i batteri che controllano la reattività immunitaria. Se non c'è infiammazione svolgono le funzioni corrette e la popolazione batterica rispecchia uno stato di equilibrio. In caso contrario si ha una alterazione della popolazione batterica che attiva ulteriormente la risposta immunitaria, già in allarme per effetto dell'infiammazione.

Il colon invece ha una maggior quantità di batteri, ma è meno importante rispetto alla risposta immunitaria, perchè qui vengono solo più assorbiti acqua e sali minerali.

L'intestino è composto da:

- 1) una **mucosa** formata da tanti piccoli strati di cellule che nel tenue sono sottilissimi (25 micron) e da qui si può comprendere quanto sia un punto delicato e fragile.
- 2) al di sopra di questa mucosa c'è uno strato di gel composto da **mucina** (sostanza zuccherina) diviso in due parti:
 - a) una parte interna e idrosolubile
 - b) una parte esterna più vischiosa dove aderiscono i batteri (il gel è sia un nutriente sia una base di aggancio).

La mucina regola la risposta antigenica ed è regolata dal DNA. Se la mucina si altera allora possono aderirvi anche i patogeni.

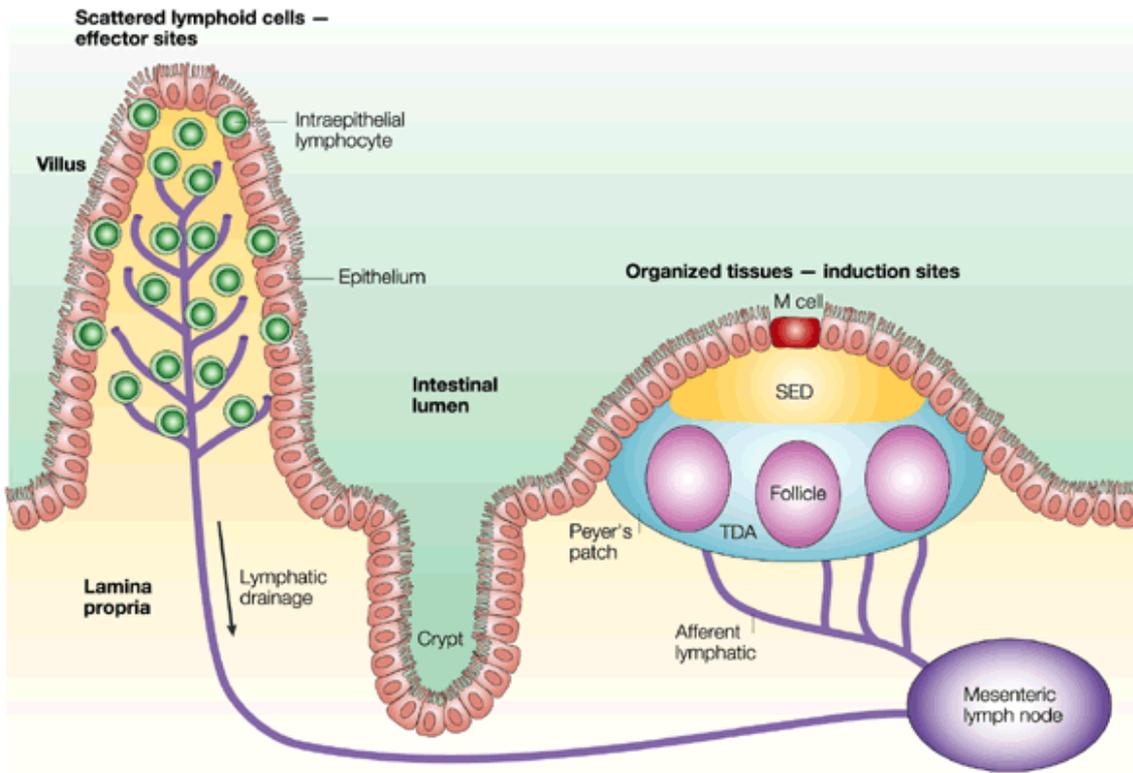
L'epitelio dell'intestino tenue è ricco di linfociti (**placche di Peyer**) ossia cellule del sistema immunitario e **follicoli isolati**.

Il tenue è diviso in tre ambienti (tutti di origine endodermale):

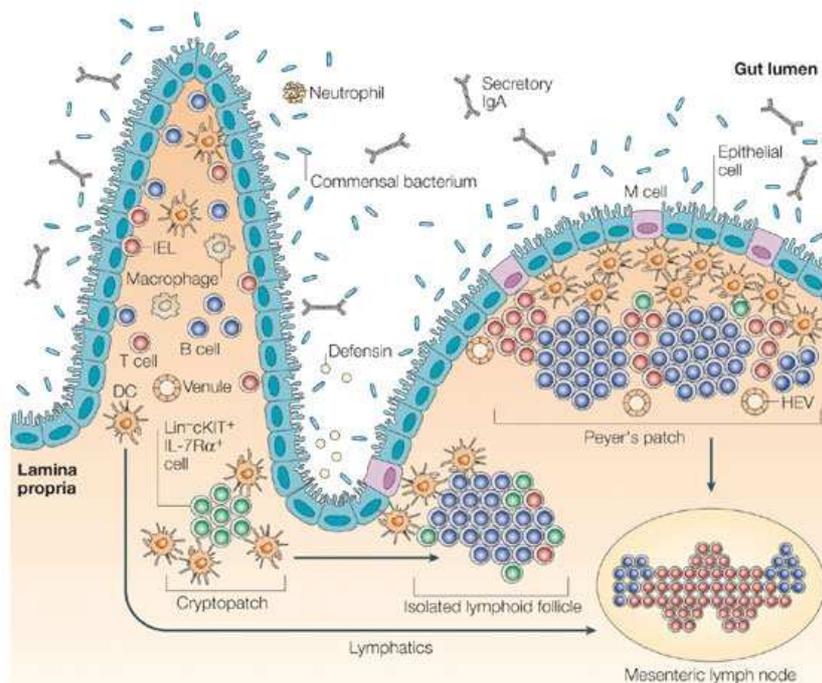
1. DUODENO che serve a digerire, produce enzimi digestivi e accoglie la bile e succo pancreatico. Ha quindi affinità con il fegato (simbolicamente il padre), con il pancreas (simbolicamente la madre) e con lo stomaco (simbolicamente la famiglia). Come lo stomaco, il duodeno è endoderma (ha i conflitti del Tronco cerebrale), ma anche ectoderma (conflitti della corteccia). In quest'ultimo caso, in conflitto attivo, il duodeno può ulcerarsi.
2. DIGIUNO assorbe.
3. ILEO assorbe.

Problematiche di malassorbimento, celiachia, morbo di Crohn, malattia infiammatoria cronica dell'intestino, ecc. sono in relazione alle porzioni del Digiuno e dell'Ileo.

Nel Duodeno invece possono manifestarsi i sintomi di infiammazione e ulcerazione (come nello stomaco, ma provocati da sostanze fortemente alcaline e non acide).



Nature Reviews | Immunology



Nature Reviews | Immunology

IL MALT

Il sistema immunitario intestinale è attivato da nuclei chiamati **follicoli isolati o solitari** e dalle **Placche di Peyer**, che ospitano macrofagi (risposta primaria primitiva e sito di riconoscimento antigenico), linfociti T e linfociti B (risposta recente evoluta e produzione anticorpale), cellule M e cellule APT (*Antigen Presenting Cell*).

L'associazione di tutto il tessuto linfoide delle mucose intestinali, di quelle respiratorie e genitali prende il nome di MALT (*Mucose Associated Lymphoid Tissue*)

In tutte le mucose si trova tessuto linfoide che risulta peraltro particolarmente abbondante:

- ✓ nel canale alimentare (prende il nome di GALT, dove G deriva da “gut” = intestino in inglese)
- ✓ nelle vie respiratorie (prende il nome di BALT, dove B deriva da “bronchus”)
- ✓ Si assegna al MALT anche il tessuto linfoide che si trova nell’interstizio di alcuni organi pieni annessi al canale alimentare, per esempio delle ghiandole salivari e, in particolare, della ghiandola parotide
- ✓ Anche la ghiandola mammaria durante l’allattamento presenta un territorio del MALT.
- ✓ Dato che cellule stimulate a livello di una mucosa possono raggiungere un altro territorio mucoso dove svolgono funzioni effettrici, è opportuno considerare, nell’ambito del MALT, anche i linfonodi satelliti delle principali localizzazioni linfoide a livello delle mucose, per esempio i linfonodi mesenterici e mediastinici. Si tratta, infatti, di stazioni obbligatorie di arresto per le cellule che migrano da un territorio mucoso ad un altro.

Il livello organizzativo del MALT varia da quello di cellule linfoide disperse e di piccoli noduli linfoide solitari o aggregati (placche di Peyer dell’intestino), fino a quello di veri e propri organi (tonsille palatine). Il MALT tende inoltre a concentrarsi in determinate regioni mucose: l’anello di Waldayer, l’appendice, l’ileo e i bronchi interlobulari a parete muscolare.

Nel MALT si distinguono due distretti: uno ricognitivo e uno effettore.

- Il *distretto ricognitivo*, organizzato in tonsille, placche di Peyer, noduli linfoide solitari e aggregati presenti nella parete degli organi cavi, ha la funzione di assumere patogeni e antigeni presentandoli al fine di organizzare risposte immunitarie efficienti. A tal fine sono rilevanti le *cellule M* (M = micropliche), cellule epiteliali che internalizzano antigeni e patogeni, anche multicellulari (come larve di parassiti) degradandoli fino a livello di peptidi che possono così essere riconosciuti dal sistema immunitario.
- Il *distretto effettore* è costituito essenzialmente da linfociti e plasmacellule distribuite nella lamina propria e all’interno degli epitelii che rivestono le vie digestive, respiratorie e urogenitali. Questi linfociti, che derivano da progenitori che hanno già avuto contatto con antigeni a livello del distretto ricognitivo, danno inizio a risposte immunitarie contro questi antigeni garantendo così una protezione delle superfici interne degli organi rivestiti da mucose.

INTESTINO TENUE	COLON
Ha una popolazione minima di batteri	Ha una popolazione abbondante di batteri
ci sono le placche di Peyer e follicoli isolati	ci sono i follicoli isolati
funzione : filtraggio dei nutrienti	funzione : assorbimento di acqua e sali minerali

il sistema immunitario è attivo	il sistema immunitario è meno attivo
il sistema antigenico è dato dagli alimenti	il sistema antigenico è dato da microorganismi e batteri
Disbiosi provocata da alterazione della mucina	disbiosi fermentative disbiosi putrefattiva
ambiente alcalino	ambiente acido

Con l'introduzione degli alimenti e la contaminazione batterica, molti ceppi vengono distrutti dall'ambiente acido dello stomaco. Tuttavia molti possono formare delle *spore* e quindi sopravvivere fino a trovare un ambiente adatto al loro proliferare.

INTESTINO CRASSO

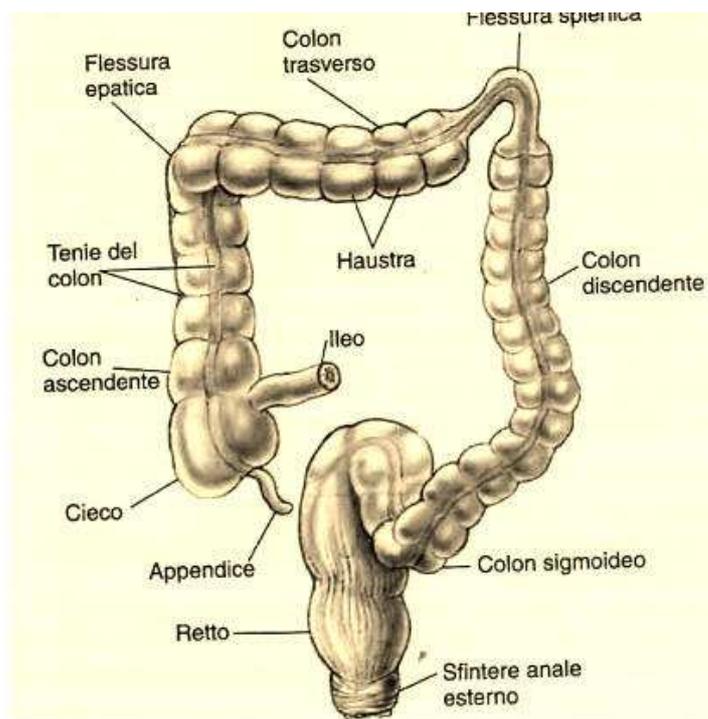
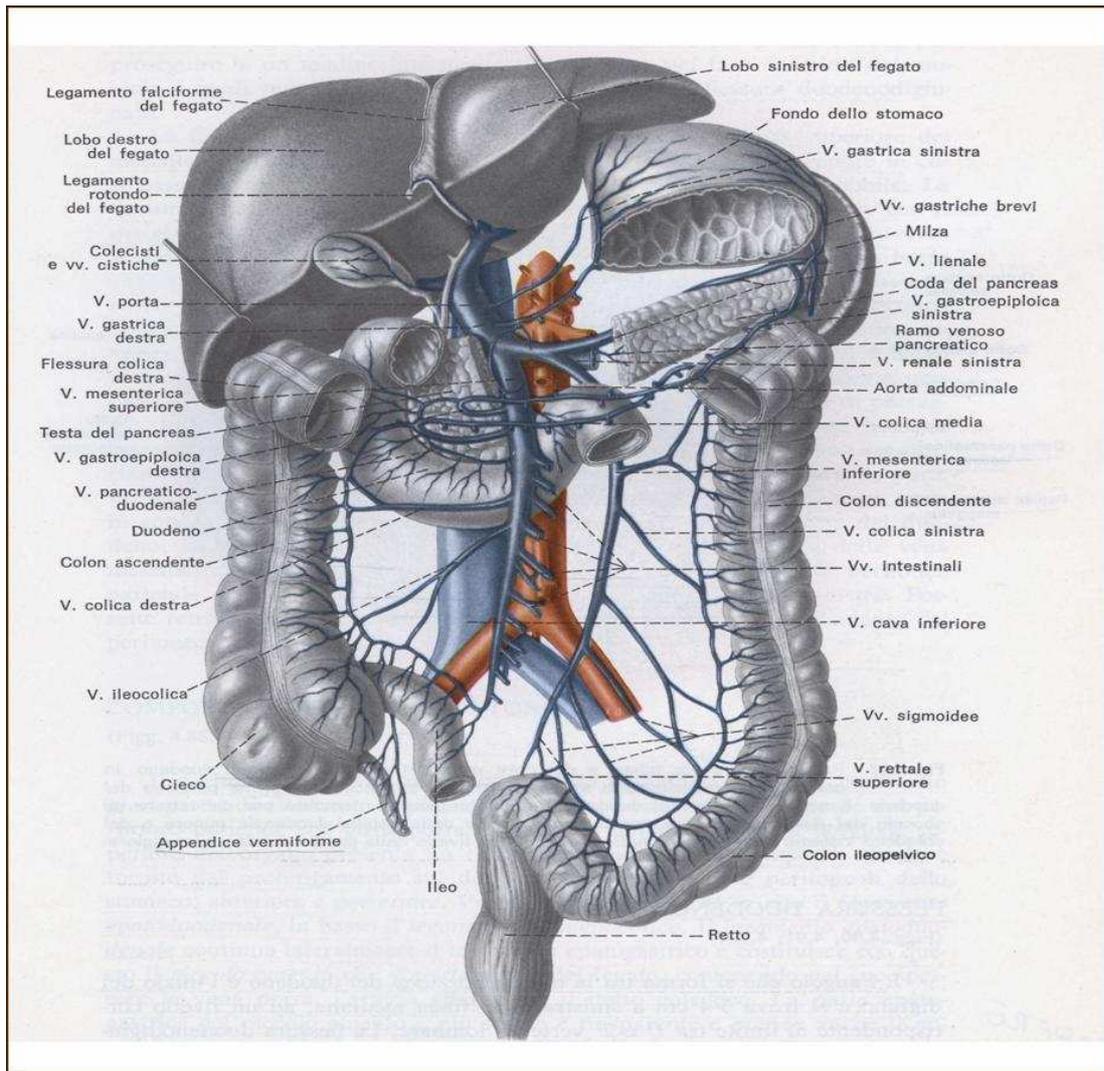
L'**intestino crasso** fa seguito al tenue, a livello della fossa iliaca destra, dove inizia con una parte a fondo cieco che trovasi poco al di sotto dell'estremità inferiore dell'ileo; termina aprendosi all'esterno con l'orifizio anale. Ha una lunghezza complessiva di 1,8 m e viene diviso in tre porzioni che sono l'intestino cieco, il colon, e l'intestino retto.

Il **cieco**, cui è annessa l'**appendice vermiforme**, è posto nella fossa iliaca destra e prosegue in alto con il colon ascendente che raggiunge la faccia inferiore del fegato all'ipocondrio destro e ripiega quindi verso sinistra formando la flessura destra del colon per continuare nel **colon trasverso**; questo, raggiunto il polo inferiore della milza all'ipocondrio sinistro, ripiega verso il basso in corrispondenza della flessura sinistra del colon e continua nel colon discendente. Giunto nella fossa iliaca sinistra, l'intestino, con il nome di **colon iliaco**, passa dalla cavità addominale nella cavità pelvica, spostandosi verso la linea mediana, con il tratto che prende il nome di **colon pelvico**. Il colon ileopelvico, che viene anche denominato **sigma (o colon sigmoideo)**, all'altezza della 3^a vertebra sacrale prosegue nell'**intestino retto** che si apre all'esterno, nel perineo posteriore, tramite l'orifizio anale.

L'intestino crasso differisce dal tenue per calibro e lunghezza, mezzi di fissità, configurazione esterna e interna, struttura e funzioni.

Alla superficie esterna del crasso si notano gibbosità tra loro separate da solchi e inoltre lamine nastriformi a decorso longitudinale date da fasci di muscolatura liscia e denominate *tenie dell'intestino crasso*. Le tenie, in numero di tre a livello del cieco e della maggior parte del colon, si riducono a due in corrispondenza del tratto inferiore del colon pelvico. Lungo i margini delle tenie si trovano attaccate numerose frange peduncolate del **peritoneo** piene di materiale adiposo; sono le *appendici epiploiche*.

Alle gibbosità della superficie esterna fanno riscontro, nella superficie interna, ampie vaginazioni della parete denominate *tasche (o haustra)*, mentre ai solchi esterni corrispondono rilievi a forma di creste, le *pieghe semilunari*.



VALVOLA ILEOCECALE

Date le caratteristiche della sua costituzione, la valvola ileocecale consente il libero afflusso del contenuto intestinale dall'ileo al cieco e impedisce il reflusso. Quando la sua tenuta non è perfetta (soprattutto in caso di simpaticotonia, ansia, situazioni di tensioni e rabbia trattenute, si ha un mescolamento delle sostanze presenti nel colon (batteri di ambiente acido) e tenue (sostanze e batteri di ambiente basico), con conseguente infiammazione della mucosa ed attivazione dell'appendice, che può sfociare in appendicite.

Nel bambino piccolo la tenuta della valvola ileocecale, così come quella del piloro e del cardias nello stomaco, non è perfetta. Ecco perché molti bambini soffrono di rigurgiti, incontinenza alimentare e mal di pancia (le cosiddette "coliche gassose").

Se la valvola ileo-cecale non tiene, i batteri del colon vanno nel tenue e ci saranno problemi più gravi di una semplice disbiosi. Quali sintomi possiamo avere se questa valvola non si chiude correttamente?

- ✓ dolore alle spalle
- ✓ precordialgie (sensazione di "cuore pesante")
- ✓ borsite (dolore al gomito e braccio)
- ✓ nausea
- ✓ bruciori di stomaco
- ✓ sete improvvisa
- ✓ occhiaie
- ✓ colpo della strega
- ✓ vertigini
- ✓ tinnito auricolare, acufeni o rumori nelle orecchie
- ✓ cefalee
- ✓ sinusiti
- ✓ pallore
- ✓ ipoglicemia

Problemi analoghi si possono avere se non si chiudono bene il **cardias** e il **piloro** a livello dello stomaco. Se non si chiude bene il cardias si può avere:

- ✓ rigurgiti acidi
- ✓ ernia iatale
- ✓ tosse e asma
- ✓ tachicardia e precordialgie
- ✓ sensazione di nodo alla gola
- ✓ mancanza di fiato
- ✓ alterazioni funzionali della tiroide
- ✓ bruciori

Se non si chiude bene il piloro le sostanze basiche del duodeno e quelle acide dello stomaco si mescoleranno alterando le funzioni digestive.

I sintomi più caratteristici saranno i bruciori gastrici, che sono provocati da due fenomeni opposti:

1. se la sostanza basica del duodeno risale nello stomaco, quest'ultimo è costretto ad aumentare la secrezione di acido, ne aumenterà il volume e questo traboccherà oltre il cardias, provocando i sintomi descritti in precedenza.

2. se la sostanza acida dello stomaco va nel duodeno si altererà la funzione digestiva e la formazione delle micelle con una tendenza alle feci grasse e diarroiche. Inoltre l'acidità corroderà la mucosa duodenale facilitando le ulcere. In ogni caso la digestione non funzionerà più correttamente ed il pancreas sarà costretto a produrre più bicarbonato per compensare.

La pervietà della valvola possono essere provocate da:

- *problematiche emotive* e di *ansia / paura*, che portano in simpaticotonia (che agisce sulle valvole aprendole). Le valvole sono innervate dal vago e dal simpatico e risentono fortemente dello stato emotivo.
- *problemi neurologici*, a volte sublussazioni L1-L2-D12, che possono portare pervietà ma vale anche il contrario.
- *cattive abitudini alimentari* eccesso alcool, di fibre e di spezie, di caffè.

Nel caso della valvola ileo cecale la sua pervietà provoca diarrea e quindi le sostanze pronte per l'assimilazione vengono scaricate immediatamente.

Significato simbolico della diarrea è: "voglio liberarmi di ciò che mi costringono di assorbire o che ho dovuto ingoiare e lo faccio sapere a tutti" (è il contrario della stipsi, dove nessuno deve sapere le cose spiacevoli che penso o che avrei da dire).

COLON ASCENDENTE

Il **colon ascendente** decorre quasi verticalmente, dal basso verso l'alto e dall'avanti all'indietro, a partire dal cieco fino alla flessura destra. Al suo inizio è accolto, per breve tratto, nella fossa iliaca destra e passa quindi nella regione addominale laterale destra.

- La *faccia anteriore* del colon ascendente può giungere in contatto con la parete addominale anteriore ed è per varia estensione ricoperta da anse dell'intestino tenue.
- La *faccia posteriore* del colon ascendente entra in contatto con i muscoli iliaco, quadrato dei lombi, trasverso dell'addome e con la parte inferiore della faccia anteriore del rene destro.
- La *faccia laterale* del colon ascendente è in rapporto con la parete addominale laterale, insieme alla quale delimita uno *spazio parietocolico destro* e con la faccia inferiore del lobo destro del fegato.
- La *faccia mediale* del colon ascendente è in rapporto con il muscolo psoas, con le anse intestinali, con l'uretere, con i vasi genitali e chiude lo *spazio mesenterico destro*.

La **flessura destra del colon** (o flessura sottoepatica) è un segmento del colon compreso fra il tratto ascendente e quello trasverso e si configura come un angolo acuto o retto che si apre in avanti, in basso e medialmente. La flessura destra è situata nell'ipocondrio destro e si mette in rapporto: anteriormente, con la faccia inferiore del lobo destro del fegato sulla quale lascia l'impronta colica e con la cistifellea; posteriormente, con la parte inferiore della faccia anteriore del rene destro e con la porzione discendente del duodeno.

RETTO

L'intestino retto fa seguito al colon pelvico e si apre all'esterno con l'*ano*, dopo un decorso di circa 15 cm. Ha inizio nella piccola pelvi e prosegue quindi attraverso il perineo posteriore; vi si distinguono perciò una parte pelvica e una parte perineale.

- La *parte pelvica* è dilatata e prende anche il nome di *ampolla rettale*.
- La *parte perineale* è ristretta e si denomina *canale anale*.

Il limite anatomico tra le due parti è dato dall'inserzione, sulla parete rettale, del muscolo elevatore dell'ano. Pertanto, la parte pelvica del retto si trova al di sopra del muscolo elevatore dell'ano mentre la parte perineale è situata al di sotto.

Il retto corrisponde nel suo inizio alla 3^a vertebra sacrale.

Lateralmente e posteriormente al retto si trovano ancora le arterie sacrali laterali, rami dell'iliaca interna, il 4° e 5° nervo sacrale e la catena dell'ortosimpatico sacrale con i suoi gangli.

I rapporti del retto perineale differiscono anch'essi nel maschio e nella femmina. Il retto perineale è anteriormente in rapporto: nel maschio, con l'apice della prostata, con la parte membranosa e con il bulbo dell'uretra, con le ghiandole bulbouretrali; nella femmina, con la parete posteriore vaginale.

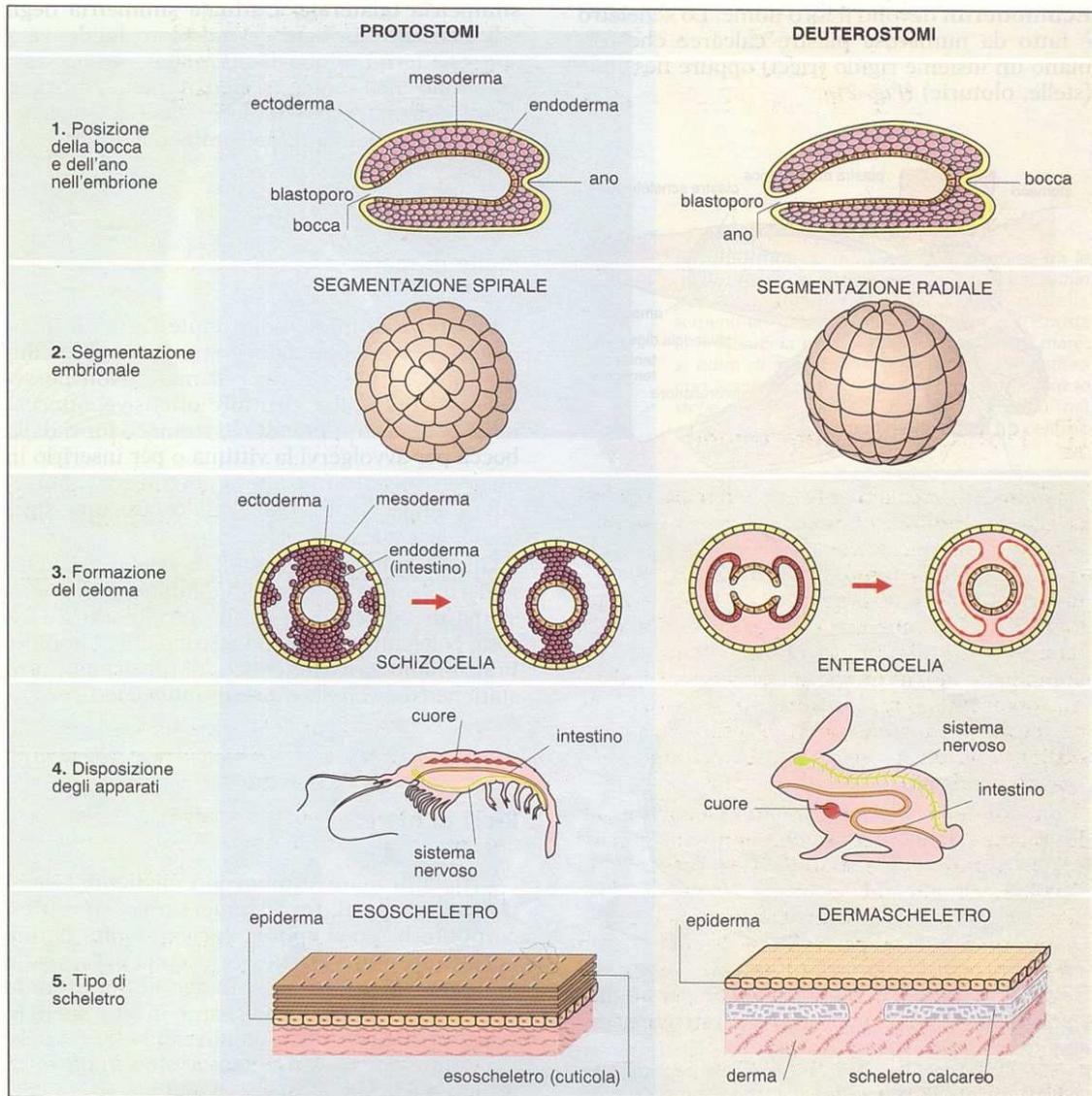
L'ano ha due sfinteri che in condizioni normali quello interno è chiuso mentre quello esterno rimane aperto. Quando la pressione delle feci tende a pesare su quello interno così questo si apre e contemporaneamente si chiude quello più esterno per non farle uscire.

Il retto, assieme alla laringe e faringe è di derivazione sia endodermica che ectodermica.

L'ampolla rettale è governata dal Sistema Nervoso Autonomo e dal Sistema Nervoso Centrale in quanto ectoderma (muscoli striati). La parte endodermica è in comune con faringe e laringe, in quanto embriologicamente e nell'evoluzione dei primi organismi, bocca ed ano coincidevano in una unica apertura (ingoiare ed espellere il boccone). Con l'evoluzione e lo sviluppo e la formazione di un canale digerente a "senso unico" si è differenziata l'apertura anale da quella buccale che risultano quindi di derivazione ectodermica.

A livello dello sviluppo embrionale la gastrula (che ha una forma a sacco con un'unica apertura) si modifica formando la seconda apertura, che in alcune specie (meno evolute) diventerà la bocca ed in quelle più evolute l'ano.

Fig. 1. Tavola sinottica semplificata delle differenze principali tra Protostomi e Deuterostomi.



PARASSITI INTESTINALI

Le principali specie parassitarie che si trovano nell'intestino comprendono i

- Nematodi (ascaridi, ossiuri, anchilostomi)
- i Cestodi (tenie e botriocefali).

I parassiti intestinali possono essere trasmessi ingerendone le uova, magari nutrendosi di carni crude o poco cotte, oppure entrando in contatto con animali che ne sono già affetti. Ma esistono anche altre condizioni che possono aumentare il rischio di contrarre parassiti intestinali, come visitare zone con uno scarso servizio igienico-sanitario, avere un sistema immunitario debole, vivere situazioni emotive molto stressanti.

I parassiti intestinali impediscono che il cibo venga assorbito correttamente dal corpo, oltre a impedire un corretto smaltimento delle tossine rilasciate nel flusso sanguigno. Infezioni gravi possono causare una occlusione intestinale. La presenza di parassiti mantiene attiva l'infiammazione e quindi la messa in funzione del sistema immunitario, che agisce particolarmente attraverso i granulociti e la liberazione di una grande quantità di IgE e quindi di istamina, determinando a volte risposte che possono essere confuse con manifestazioni allergiche o possono esserne gli attivatori.

Ecco alcuni sintomi da tenere sotto controllo che possono rivelare la presenza nell'organismo di parassiti intestinali (in realtà molti possono essere legati a tutt'altri fattori):

- Tosse secca
- Estrema irritabilità
- Prurito acuto in distretti cutanei ed eruzioni cutanee
- Prurito anale intenso
- Bava alla bocca che cola sul cuscino
- Ciglia arrotolate
- Occhiaie
- Voglia eccessiva di cibo o, al contrario, perdita di appetito
- Perdita di peso
- Ansia e depressione
- Disturbi del sonno
- Mal di stomaco, nausea o vomito
- Stipsi, diarrea, o altri sintomi della sindrome dell'intestino irritabile
- Sangue nelle feci
- Fatica e stanchezza, dolori muscolari o alle articolazioni
- Fluttuazioni di zucchero nel sangue
- Carenza di ferro o anemia
- Disturbi del sistema immunitario (infezioni batteriche, fungine o virali che si ripetono)
- Diminuzione del desiderio sessuale

