

Il microbiota intestinale e il suo linguaggio

*Dizionario per conoscere
il tuo microbiota intestinale*



Il microbiota intestinale è entrato, ormai da anni, a far parte della vita di tutti noi. C'è chi tuttora parla di “flora” (termine ormai largamente superato), chi di batteri “buoni” e “cattivi” o, ancora più semplicemente, di “germi”, eppure, volenti o nolenti, siamo diventati consapevoli che il nostro intestino ospita un'enorme massa di microrganismi che influenzano in vario modo la nostra salute, in maniera positiva o negativa. E non si parla solo di salute intestinale, ma di molteplici collegamenti tra il microbiota e gli organi e i sistemi del nostro corpo, quali quello immunitario, l'apparato cardiocircolatorio, l'apparato genitourinario, il fegato, la pelle e il cervello, solo per menzionarne alcuni. Il ruolo di primo piano di questo nostro partner microbico è dimostrato dal numero incredibile e in crescita esponenziale di pubblicazioni sul tema disponibili nel web (dal motore di ricerca scientifico “PubMed” alle piattaforme social), così come dalla sempre maggiore disponibilità di prodotti alimentari e farmaceutici che mirano proprio a correggere i disturbi del microbiota, la cosiddetta “disbiosi”, per migliorare il nostro stato di salute.

Nonostante l'acquisizione di tale consapevolezza, è indubbio che ci sia bisogno di saperne ancora di più e, non meno importante, che tali conoscenze diventino realmente patrimonio di tutti. Come spesso accade con fenomeni di vasta portata, è necessario fermarsi un attimo e fare chiarezza, per veicolare in maniera corretta le informazioni chiave sul tema. Questo dizionario ha proprio l'obiettivo di facilitare la diffusione su larga scala di quelli che sono i termini del microbiota intestinale, utilizzando un linguaggio scientifico aggiornato e preciso, ma capace di arrivare a tutti coloro che hanno voglia di essere più informati e consapevoli.

Buona lettura!

Prof.ssa Silvia Turrone,
Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie,
Università di Bologna

Microbiota intestinale: le nuove frontiere del benessere

Il microbiota intestinale - comunemente noto come flora intestinale - è un complesso ecosistema di batteri, virus e funghi che risiede nel nostro tratto gastrointestinale. Negli ultimi anni gli studi sulla salute umana hanno rivelato l'importanza cruciale di questo microcosmo per il nostro benessere generale.

La storia della scoperta e dell'importanza dei microrganismi risale a diversi secoli fa, ma solo recentemente è stata riconosciuta la sua straordinaria influenza sulla nostra salute. Già nel 1683, il pioniere della microbiologia Antonie van Leeuwenhoek osservò per la prima volta i batteri presenti nel tratto intestinale. Tuttavia, solo nel XXI secolo, grazie ai progressi tecnologici e alla microbiologia moderna, siamo stati in grado di esplorare approfonditamente questo mondo microscopico. Fino a qualche decennio fa, l'idea che dallo studio delle popolazioni di microrganismi viventi sulla superficie e all'interno del nostro corpo - in particolare nell'intestino - potessero emergere informazioni importanti per la nostra salute era lontana dal concretizzarsi. Mancavano gli strumenti per sviluppare la conoscenza. Solo con l'approccio consentito dalla biologia molecolare, che permette di sequenziare simultaneamente tutti i genomi (DNA) presenti all'interno di un campione, è stato possibile identificare e studiare l'intera comunità microbica in modo coltura-indipendente e quindi completo. Molto spesso, infatti, un microrganismo intestinale richiede condizioni di crescita estremamente difficili da replicare e mantenere in laboratorio come la co-presenza di altri microrganismi che forniscano nutrienti essenziali.

Con il superamento di questi limiti, la metagenomica permette di ricostruire l'intero microbiota in una sola analisi, piuttosto che coltivare singolarmente tutti i microrganismi.

Negli ultimi decenni i ricercatori hanno scoperto e pubblicato centinaia di studi che mettono in evidenza come il microbiota intestinale svolga un ruolo cruciale nel mantenimento dell'equilibrio del nostro sistema immunitario, nell'assorbimento dei nutrienti, nella sintesi di alcune vitamine e persino nella produzione di sostanze che influenzano il nostro umore. Questa comunità microbica è un vero e proprio partner per la salute, agendo come una sorta di "organo" metabolico aggiuntivo che svolge funzioni vitali.

Il rapporto tra microbiota intestinale e malattie è diventato oggetto di ricerche sempre più approfondite. Numerosi studi hanno evidenziato legami tra uno squilibrio del microbiota intestinale e patologie quali obesità, diabete, disturbi autoimmuni, ma anche mentali, come l'ansia e la depressione.

Comprendere il microbiota intestinale è fondamentale per promuovere il benessere dell'individuo e le conoscenze acquisite possono contribuire allo sviluppo di trattamenti personalizzati per diverse condizioni di salute. Ad esempio, la terapia con probiotici - cioè l'introduzione controllata di microrganismi benefici - può aiutare a ristabilire l'equilibrio del microbiota intestinale in caso di alterazioni. Una maggiore comprensione del microbiota intestinale può inoltre guidarci verso una dieta mirata e consapevole. Alcuni alimenti infatti, come i fermentati o quelli ricchi di fibre, favoriscono la crescita di batteri benefici per la nostra salute, mentre una dieta povera di nutrienti essenziali potrebbe favorire la prevalenza di microrganismi dannosi.

In conclusione, il microbiota intestinale è un elemento cruciale per la salute. I progressi nella ricerca ci stanno fornendo un quadro sempre più completo di come questo microcosmo influenzi ogni aspetto del funzionamento del nostro organismo. Investire in ulteriori studi sull'argomento permetterà di sviluppare terapie personalizzate e strategie preventive per un ampio numero di malattie, contribuendo a creare una società più sana e consapevole.

L'obiettivo che si pone questa pubblicazione è aiutare a conoscere meglio il microbiota intestinale, acquisendo familiarità con il linguaggio scientifico - spesso ostico e misterioso per i non esperti - attraverso il quale è descritto nella sua struttura e molteplici funzionalità.

Il microbiota intestinale e il suo linguaggio. Dizionario per conoscere il tuo microbiota intestinale offre una raccolta in ordine alfabetico del repertorio lessicale del microbiota intestinale al fine di essere più informati e consapevoli quando il medico e il farmacista ci proporranno di fare un'analisi del microbiota per mantenere e/o ristabilire il nostro stato di benessere. Ed è anche un manuale da consultare all'occorrenza, per semplice curiosità, quando si vorrà comprendere meglio uno dei tanti articoli dedicati all'argomento.



ANDREA CASTAGNETTI PhD

Microbiologo

Direttore Generale di Wellmicro®

Guida alla lettura

Il microbiota intestinale e il suo linguaggio. Dizionario per conoscere il tuo microbiota intestinale nasce con l'intento di offrire uno strumento in più per conoscere e comprendere il complesso e dinamico universo del microbiota intestinale. Il dizionario racchiude le parole chiave che ruotano intorno a questo elemento fondamentale per il benessere di ognuno di noi. Le parole sono elencate in ordine alfabetico. Se all'interno di una definizione compare un termine in *corsivo* ciò segnala che tale voce è presente all'interno del dizionario ed è consultabile direttamente con un clic. Anche nell'indice è possibile cliccare sul numero di pagina per risalire direttamente alla voce di interesse.



Abbondanza relativa (AR)

Unità di misura, espressa in %, utilizzata in *metagenomica* per indicare le proporzioni dei singoli *taxa* microbici “relativamente” al totale dei *taxa* rilevati nel campione. È una misura semi-quantitativa, ovvero non restituisce una conta assoluta delle cellule di un dato *taxon* nel campione, ma definisce la proporzione che esso rappresenta sul totale rilevato.

Acetato

Acido grasso a catena corta che partecipa al mantenimento dell'integrità della barriera intestinale, è coinvolto nei processi che favoriscono o contrastano l'instaurarsi di disturbi di tipo depressivo e partecipa alla regolazione dell'*omeostasi* energetica. Inoltre, può essere convertito in *butirrato* da alcune specie batteriche.

Acidi biliari secondari

Piccola quantità di acidi biliari primari che raggiunge il colon e viene trasformata dal *microbiota* in acidi biliari secondari. Nel colon essi esercitano una forte attività antimicrobica e citotossica influenzando anche l'*omeostasi del glucosio* e il *metabolismo lipidico*.

Acidi grassi a catena corta

Acidi carbossilici prodotti dal *microbiota* intestinale nel colon dalla *fermentazione* dei carboidrati, come *fibre insolubili* e *amido resistenti*, che giocano un ruolo chiave nella regolazione neuro-immuno-endocrina. È noto che gli acidi grassi a catena corta sono anche la principale fonte di nutrimento per le *cellule epiteliali* del colon (enterocita), in particolare il *butirrato*.

a

Acido indolacetico (IAA)

Derivato della degradazione batterica del *triptofano*, agisce come modulatore del sistema immunitario tramite i recettori AHR, che sono in grado di alterarne la risposta innata e adattiva.

Acido indolpropionico (IPA)

Derivato della degradazione batterica del *triptofano* coinvolto nell'omeostasi della mucosa intestinale, può essere assorbito dall'epitelio intestinale e riversato nel flusso sanguigno dove aiuta a prevenire lo stress ossidativo, inibire la sintesi di citochine pro-infiammatorie e influenzare l'asse intestino-cervello.

Acido solfidrico (H₂S)

Gas che può essere prodotto da microrganismi solfato-riduttori presenti nell'intestino. Se in eccesso può causare l'alterazione del muco favorendo la permeabilità intestinale e l'infiammazione. Al contrario, bassi livelli di H₂S stabilizzano direttamente gli strati di muco, prevengono l'adesione del *biofilm* del *microbiota* all'epitelio (che potrebbe rilasciare patogeni invasivi) e aiutano a risolvere l'infiammazione.

Actinobacteria

Phylum batterico comunemente presente nel *microbiota* intestinale in quantità solitamente limitata. Comprende il noto genere *Bifidobacterium* a cui appartengono diverse specie *probiotiche*. La maggioranza di Actinobacteria è composto da importanti *saprofiti* capaci di scomporre un'ampia gamma di composti vegetali e animali.

Amido

Unico polisaccaride di origine vegetale per cui il *genoma* umano detiene *enzimi* capaci di degradarlo per produrre energia.

Amido resistente

Tipologia di *amido* che non viene assorbito dall'apparato digerente. Arrivando pressoché intatto nell'intestino, l'amido resistente agisce come una *fibra solubile*, diventando *substrato* per la *fermentazione* batterica del *microbiota*. La fermentazione dell'amido resistente porta, infatti, alla produzione di *acidi grassi a catena corta*, in particolare di *butirrato*, utile per la salute intestinale e sistemica. L'amido resistente potrebbe, ad esempio, essere utile in caso di *malattie infiammatorie croniche intestinali*, come la rettocolite ulcerosa e la malattia di Crohn, di *stipsi* o diarrea oppure di diverticolite.

Ammine biogene

Composti azotati prodotti per decarbossilazione di alcuni amminoacidi, ad opera di *enzimi* sia batterici che umani. Le ammine biogene sono molecole che partecipano allo svolgimento di importanti funzioni fisiologiche del nostro organismo. Se la loro produzione va incontro a un disequilibrio, diversi distretti corporei possono risentirne negativamente, come l'apparato cardiovascolare o il sistema nervoso.

Asse intestino-cardiocircolatorio

Il complesso sistema di mutua interazione tra le componenti dell'intestino e l'apparato cardiocircolatorio. Alterazioni del *microbiota* intestinale sono state associate direttamente e indirettamente all'aumento di fattori di rischio cardiovascolari come, ad esempio, i livelli di *trimetilammina-N-ossido* (TMAO).

Asse intestino-cervello

Il complesso sistema di mutua interazione tra le componenti dell'intestino e del sistema nervoso centrale ed enterico. La comunicazione tra il sistema nervoso centrale, l'intestino e il *microbiota* sfrutta principalmente la via del nervo vago ma anche il sistema endocrino, l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene e il sistema immunitario.

Asse intestino-fegato

Il complesso sistema di mutua interazione tra le componenti dell'intestino e dell'apparato epatico. Il *microbiota* ne modula diversi aspetti tramite i metaboliti batterici che possono raggiungere il fegato attraverso la vena porta, dove vengono riconosciuti da specifici recettori, attivando il sistema immunitario e portando ad una risposta pro-infiammatoria. Inoltre, il microbiota intestinale è coinvolto nello sviluppo e nella progressione dell'infiammazione e della fibrosi della steatosi epatica non alcolica (NAFLD) nonché nel processo di epatocarcinogenesi.

Assegnazione tassonomica

Processo di *bioinformatica* che permette di analizzare i dati ottenuti dal *sequenziamento NGS* per ottenere un profilo di diversità *tassonomica* del campione. In altre parole, il percorso di analisi che permette di identificare i *taxa* microbici analizzati.

Attività anti-infiammatoria

La capacità del *microbiota* di produrre metaboliti con attività spiccatamente anti-infiammatoria, immunostimolante e di protezione della *mucosa intestinale*.

Attività antimicrobica

La capacità del *microbiota* intestinale di esercitare una funzione di barriera chimico fisica nei confronti della moltitudine di microrganismi che tentano di colonizzare il tratto intestinale. La funzione di barriera si espleta sia occupando fisicamente lo spazio, sia attraverso la produzione di sostanze che aiutano a proteggere dalla colonizzazione e proliferazione di patobionti.

Attività mucolitica

La capacità di degradare le glicoproteine presenti nel muco intestinale favorendone un opportuno rinnovamento, fondamentale per la salute della *mucosa intestinale*. Alcuni sottoprodotti della degradazione del muco vengono rilasciati nel *lume intestinale* e sono una possibile fonte di nutrimento per altri *batteri commensali*. Al contrario, un eccesso di tale attività potrebbe far avvicinare troppo il *microbiota* alla mucosa innescando una risposta immunitaria pro-infiammatoria.

Attività pro-infiammatoria

La capacità del *microbiota* di produrre *metaboliti* con attività spiccatamente pro-infiammatoria, immunostimolante e di alterazione della *mucosa intestinale*. Un suo eccesso può essere indicatore di un'elevata presenza di *proteobatteri* e/o di *batteri* resistenti alla bile e/o produttori di gas che favoriscono l'instaurarsi o consolidarsi di *malattie infiammatorie croniche intestinali*.

Attività proteolitica

La capacità del *microbiota* intestinale di degradare le proteine il cui eccesso può portare alla formazione di composti tossici e pro-infiammatori.

Bacteroidaceae

Famiglia del *phylum Bacteroidota* che contiene microrganismi molto diversificati e versatili, in grado di sopravvivere e proliferare anche in condizioni non ottimali o addirittura sfavorevoli, come la deprivazione di alcuni nutrienti chiave. Per questo motivo un'eccessiva proliferazione di questo gruppo batterico può essere un segnale di un ecosistema in condizioni di stress, dovuto ad una scarsa disponibilità di nutrienti, ad una terapia antibiotica o, in alcuni casi, ad una patologia in atto. Un'alterazione a carico di una di queste famiglie batteriche può essere indice di un ecosistema particolarmente destrutturato.

Bacteroidota (ex Bacteroidetes)

Uno dei principali *phyla* batterici che compongono il *microbiota* intestinale, rappresenta uno dei gruppi metabolicamente più eterogenei. Diversi *batteri* appartenenti a questo *phylum* sono alleati del nostro corpo poiché partecipano a metabolismi essenziali come la degradazione delle proteine o degli *zuccheri complessi*, portando alla produzione di composti benefici per la salute, come gli *acidi grassi a catena corta*. Al contrario, a questo *phylum* appartengono anche *patogeni opportunisti* capaci di produrre composti tossici. Lo squilibrio dei Bacteroidota è attribuito principalmente all'obesità e alle *malattie infiammatorie croniche intestinali* come il *morbo di Crohn* e la *colite ulcerosa*.

b

Barriera intestinale

La barriera chimico-fisica che separa il *lume intestinale* e il suo contenuto dalla *mucosa*. La barriera previene la colonizzazione da parte di microrganismi patogeni e non è da confondersi con il concetto di permeabilità intestinale che, invece, si riferisce alla capacità della mucosa intestinale di far passare selettivamente nel flusso sanguigno molecole e microrganismi del lume.

Batteri

Microrganismi unicellulari delle dimensioni di pochi micron (millesimi di millimetro), privi di nucleo ed *ubiquitari*. Spesso i batteri sono erroneamente associati a condizioni di sporcizia o malattie, in realtà, molti di essi non solo sono innocui ma addirittura essenziali alla sopravvivenza e contribuiscono positivamente allo stato di salute dell'*ospite*.

Batteri commensali

Batteri che traggono un vantaggio dall'associazione con un *ospite* senza però apportare a questo un effetto positivo o negativo.

Batteri patobionti (patogeni opportunisti)

Batteri commensali intestinali che in risposta a determinati stimoli cellulari o ambientali possono proliferare eccessivamente innescando cicli di virulenza e portare a infezioni e/o malattie anche gravi rilasciando tossine. Si ritiene abbiano un ruolo causale in una vasta gamma di patologie associate a uno stato di infiammazione, dalle *malattie infiammatorie croniche intestinali* alla sindrome metabolica.

Batteri saprofiti

Batteri che si nutrono di sostanza organica morta contribuendo al processo di decomposizione della stessa producendo specifici *enzimi* digestivi.

Batteri simbiotici

Batteri commensali che interagiscono con l'*ospite* instaurando un rapporto di mutuo beneficio.

Batteri ubiquitari

Batteri che è possibile trovare in tutti (o quasi) gli ambienti come il suolo, le acque, l'aria, l'interno degli organismi animali (intestino, mucose) e vegetali (apparato radicale) ma anche negli alimenti come il latte e i fermentati.

Bifidobacterium

Genere di batteri appartenenti al phylum *Actinobacteria* largamente studiato perché comprensivo di specie con attività probiotica che possono contribuire alla salute intestinale e sistemica. Tra gli effetti positivi dei Bifidobacterium si registrano la protezione da agenti patogeni, la regolazione del sistema immunitario, la produzione di vitamine e la conversione di composti immessi con la dieta in molecole bioattive. I bifidobatteri sono inoltre coinvolti nel miglioramento della riduzione della *colite ulcerosa* e della *sindrome del colon irritabile (IBS)*.

Biodiversità

Quella microbica è un importante parametro per la valutazione dello stato di salute del *microbiota* intestinale e si riferisce alla sua varietà qualitativa in termini *tassonomici*. In generale una bassa biodiversità è associata a condizioni infiammatorie o patologiche. La biodiversità è importante perché è anche una misura della resilienza del microbiota, ovvero della capacità di tornare a una condizione iniziale in seguito ad una perturbazione.

Biofilm

Forma di aggregazione batterica predominante in natura che può essere costituita da individui della stessa specie o da un consorzio di specie diverse che interagisce con l'ambiente, compreso il corpo umano (sano o malato). La popolazione batterica che vive nel biofilm è meno aggredibile dall'azione del nostro sistema immunitario e da parte degli antibiotici.

Bioinformatica

È la branca della biologia che sfrutta approcci informatici per l'analisi e lo studio di sistemi complessi, come il *microbiota*. Per rendere fruibile l'enorme quantità di dati generati dal *sequenziamento NGS*, infatti, sono necessarie sofisticate elaborazioni dei dati con appositi software statistici e database. La corretta esecuzione dell'analisi bioinformatica rappresenta, quindi, uno dei passaggi più critici per lo studio del microbiota.

Butirrato

Acido grasso a catena corta che svolge un'azione antinfiammatoria e *immunomodulante*. La maggior parte delle condizioni infiammatorie croniche dell'intestino, infatti - come *colite ulcerosa*, *morbo di Crohn* e *diverticolite* - sono caratterizzate da una scarsa abbondanza di *batteri* produttori di butirrato. Il butirrato partecipa anche al mantenimento dell'*omeostasi* energetica, riduce la permeabilità intestinale ed è nutrimento per l'epitelio.

Candida

Genere di funghi facenti parte del *micobiota intestinale*. Alcune specie di Candida in talune condizioni possono prendere il sopravvento, divenire dominanti e rappresentare un fattore di rischio per numerose patologie a carico dell'apparato gastrointestinale e/o sistemiche.

Cellula epiteliale (Enterocita)

Cellula di forma prismatica o cilindrica che costituisce l'epitelio di rivestimento dei villi intestinali. Grazie a una fitta e regolare serie di protuberanze chiamate microvilli determina un notevole aumento della superficie della *mucosa intestinale*, svolgendo un ruolo fondamentale nell'assorbimento dei fattori nutritivi.

Cellule di Goblet

Cellule specializzate dell'epitelio intestinale deputate alla produzione e rinnovamento del muco necessario a molte funzioni essenziali dell'intestino.

Cellule M

Cellule specializzate dell'epitelio intestinale con un'importante funzione immunitaria.

Clostridium

Importante genere del *phylum Firmicutes* costituito da specie probiotiche capaci sia di produrre *acidi grassi a catena corta* (es. *Clostridium butyricum*) sia di essere responsabili di gravi infezioni causate dalla produzione di tossine (es. *Clostridium difficile* – recentemente rinominato come *Clostridioides difficile*).

Colite

Infiammazione del colon che può avere un esordio e un decorso acuti o diventare cronica. Appartiene all'insieme delle malattie dell'apparato digerente e, quando la causa è determinata dall'autoimmunità, si può avere una *malattia infiammatoria cronica intestinale (MICI)* come la retto-colite ulcerosa, il morbo di Crohn e la colite microscopica.

Composti organici

Molecole costituite da atomi di carbonio legati chimicamente ad atomi di altri elementi (principalmente idrogeno, ossigeno, azoto). La maggior parte dei processi biologici si basa sull'utilizzo di composti organici.

Degradazione del glutine

Attività legata alla presenza di *specie* batteriche in grado di degradare le proteine del glutine. Una riduzione di questa attività può portare ad un accumulo di glutine, aumento dell'infiammazione e della permeabilità intestinale.

Disbiosi

Stato di squilibrio tra *microbiota* e *ospite* che può verificarsi per diverse ragioni come cattive abitudini alimentari, stile di vita irregolare, malattie, stress, fumo, abuso di farmaci o assunzione di antibiotici, ecc. Si parla di disbiosi microbica quando esiste una condizione di squilibrio quanti/qualitativo del microbiota che inibisce la crescita dei *batteri commensali* a favore della proliferazione di *patobionti* e/o bile tolleranti, instaurando un ambiente pro-infiammatorio.

d

Enterobacteriaceae

Famiglia di *Proteobacteria* molto importante dal punto di vista medico perché è spesso causa di setticemie, infezioni urinarie e infezioni gastro-intestinali. Sono microrganismi ubiquitari produttori di lipopolisaccaride (LPS) che fanno normalmente parte del *microbiota* intestinale. Alcuni sono sempre patogeni per l'uomo (es. *Salmonella* e *Yersinia*) mentre altri causano infezioni opportunistiche (es. *Escherichia*, *Proteus* e *Klebsiella*). Un terzo gruppo è composto da normali commensali che diventano patogeni in risposta a determinati stimoli. Tra i generi più noti: *Escherichia*, *Aerobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Salmonella*, *Shigella* e *Yersinia*.

Enterococcus

Genere di *batteri ubiquitari* comprensivo di alcune specie di rilevanza clinica, che sono tra le principali cause di infezioni correlate all'assistenza sanitaria, in particolare del tratto urinario, dei tessuti molli e delle infezioni associate ai dispositivi medici. Le *specie* clinicamente più rilevanti, che possono portare resistenze multifarmaco, sono *Enterococcus faecalis* ed *Enterococcus faecium*.

e

Enterotipo

Termine con il quale si può classificare un *microbiota* intestinale sulla base del genere batterico dominante, ovvero con la più alta *abbondanza relativa*. Si tratta di una semplificazione utilizzata per inquadrare grossolanamente le caratteristiche metaboliche del microbiota intestinale. Diversi studi, infatti, hanno evidenziato l'esistenza di due possibili enterotipi ben definiti. Il primo è l'Enterotipo *Bacteroides* (dominato dall'omonimo genere) ed è associato al consumo frequente di alimenti di origine animale, mentre il secondo è l'Enterotipo *Prevotella* (dominato dall'omonimo genere) associato al consumo frequente di alimenti di origine vegetale. In aggiunta ai precedenti, è possibile trovare altri Enterotipi definiti dalla dominanza di generi batterici che non sono *Bacteroides* né *Prevotella* e che sono da considerarsi come stadi intermedi in un processo di transizione da Enterotipo *Bacteroides* a *Prevotella*, o viceversa. Questo particolare enterotipo può prendere il nome del *genere* batterico dominante o più semplicemente Misto.

Enzima

Proteina che favorisce e accelera una reazione chimica.

Escherichia

Genere batterico della *famiglia* delle *Enterobacteriaceae* presente normalmente in piccole quantità nell'intestino. Particolarmente nota la specie *Escherichia coli*, che presenta sia ceppi patogeni, che causano disturbi di diversa gravità producendo anche tossine, sia ceppi *probiotici*.

Etanolo

Alcol che può essere prodotto da alcuni processi fermentativi del *microbiota* intestinale anche in quantità significative e in assenza di alcol nella dieta. Viene associato ad alterazioni del *metabolismo lipidico*, ad un aumento del rischio cardiovascolare e all'insorgenza di steatoepatiti non alcoliche.

Eubiosi

Corretta struttura e funzionalità del *microbiota* intestinale che favorisce lo stato di salute e di benessere dell'intero organismo. Si parla di eubiosi microbica quando tra microbiota e *ospite* esiste una condizione di equilibrio che porta all'esecuzione di funzioni complesse con vantaggio reciproco.

Fermentazione

Uno dei processi biochimici con cui i microrganismi intestinali possono produrre energia scomponendo i carboidrati o le proteine. La fermentazione produce come scarto diverse molecole che possono avere effetti più o meno benefici sulla fisiologia dell'*ospite*, tra i quali: *acidi grassi a catena corta*, idrogeno molecolare, anidride carbonica, ammoniaca, *ammine*, fenoli e altro.

Fibre insolubili

Carboidrati come cellulosa, emicellulosa e lignina che non si sciolgono in acqua e che fungono da spazzini rimuovendo fisicamente dalle anse intestinali gli scarti e le tossine lasciati durante la digestione e aumentando la velocità del *transito intestinale*. Come le *fibre solubili* alcune fibre insolubili hanno funzione *prebiotica* fornendo il *substrato* per la *fermentazione* di *batteri* produttori di *acidi grassi a catena corta*.



Fibre solubili

Carboidrati come betaglucani, mucillagini, gomme e pectine la cui caratteristica è di assorbire acqua. Nell'intestino si gonfiano, idratandosi durante il *transito intestinale* e assumendo una consistenza vischiosa che assorbe e intrappola sostanze tossiche come metalli pesanti e metaboliti di *batteri patogeni*. Riducono l'assorbimento di zuccheri e grassi, contribuendo alla sensazione di sazietà e riducendo l'appetito. Alcune fibre solubili hanno funzione *prebiotica* fornendo il *substrato* per la *fermentazione* di batteri produttori di *acidi grassi a catena corta*.

Firmicutes

Phylum batterico particolarmente abbondante che assieme a *Bacteroidota* può arrivare a costituire oltre l'80% dell'intero *microbiota* intestinale. Molti membri di questo phylum scompongono per *fermentazione* i carboidrati indigeribili per l'uomo, come alcune *fibre* e *amido resistenti*, producendo *acidi grassi a catena corta* utili per la salute. Il Firmicutes è coinvolto in molti altri processi metabolici e il suo equilibrio è considerato cruciale per il benessere dell'intestino. Tra i Firmicutes ci sono anche specie patogene, come il *Clostridioides difficile* e lo *Staphylococcus aureus* che sono causa comune di alcune infezioni gravi.

Fusobacterium

Genere di *batteri commensali* dell'intestino tra i quali si segnala la presenza del *patobionte* *Fusobacterium nucleatum*. Esso è stato associato in numerosi studi a importanti stati infiammatori e condizioni promuoventi il cancro al colon-retto, specie se in co-presenza di altri enterobatteri.

GABA (Acido Gamma-amminobutirrico)

Neurotrasmettitore importante nel comportamento, nella cognizione e nella risposta del corpo allo stress. Il GABA può essere direttamente sintetizzato dai *batteri* intestinali (principalmente *Bacteroides*) e avere un effetto su tutta la fisiologia dell'*ospite* tramite l'*asse intestino-cervello* mediato dal nervo vago.

Gastroenterite

Infiammazione dello stomaco e dell'intestino causata spesso da infezioni batteriche o virali.

Genoma

L'insieme del patrimonio genetico di un organismo vivente. Le informazioni genetiche risiedono nel DNA, in unità fondamentali chiamate "geni". Ogni gene contiene le istruzioni necessarie alla cellula per espletare una determinata funzione. L'insieme dei geni (e non solo) costituisce il genoma dell'organismo.



Helicobacter

Genere del phylum Proteobacteria le cui specie colonizzano lo stomaco (specie gastrica), il fegato (specie enteroepatica) e raramente l'intestino. La specie più nota - perché rilevante clinicamente - è l'*Helicobacter pylori* che causa malattie diarroiche, è associato all'*ulcera* peptica e viene considerato come un fattore di rischio per il cancro gastrico. *Helicobacter* fa naturalmente parte del tratto gastrointestinale, e qualora presente in elevata quantità può produrre adesine, *enzimi* citotossici ed enterotossine di natura infiammatoria.

h

Immunità intestinale

Attività di difesa verso la colonizzazione di agenti patogeni e di tolleranza verso gli alimenti e i microrganismi residenti, eseguita dalle componenti del sistema immunitario che abitano nell'intestino. Da notare che nell'intestino umano risiede la maggioranza del sistema immunitario.

Immunomodulante

Che regola alcune funzioni del sistema immunitario.

Indolo

Principale derivato della degradazione batterica del *triptofano* che contribuisce alla regolazione di numerose funzioni come l'*omeostasi della mucosa intestinale* riducendone la permeabilità, il *metabolismo lipidico* e l'*asse intestino-cervello*.

Inulina

Fibra solubile con elevato potenziale *prebiotico* presente in alcuni alimenti come cipolle, carciofi, banane, etc.

Istamina

Ammine biogene che può accumularsi a causa della degradazione enzimatica dell'istidina effettuata da alcuni microrganismi del *microbiota* intestinale. Il consumo di alimenti con elevate concentrazioni di istamina può causare una serie di effetti tossicologici di natura neurologica, gastrointestinale o respiratoria. Infatti, l'istamina è una delle ammine biogene che può risultare più tossica e quella che si trova più frequentemente negli alimenti. L'istamina svolge un ruolo importante nella risposta immunitaria, nella neurotrasmissione e nella risposta allergica. Alti livelli di istamina sono associati ad alto rischio di manifestazioni allergiche e *malattie infiammatorie croniche intestinali*.

Keystone species

Taxa microbici chiave che, individualmente o in consorzio, esercitano una notevole influenza sulla struttura e sul funzionamento del *microbiota* indipendentemente dalla loro abbondanza nello spazio e nel tempo. Svolgono un ruolo cruciale nelle comunità microbiche e la loro rimozione può causare un cambiamento drammatico nella struttura e funzionamento del microbiota. Alcune di queste comunità microbiche sono: *Faecalibacterium prausnitzii*, *Ruminococcus bromii*, *Roseburia intestinalis*, *Blautia hydrogenotrophica*, *Bacteroides thetaiotaomicron* e altre.

K

Lachnospiraceae

Importante *famiglia* di *Firmicutes* in grado di influenzare la salute umana attraverso la produzione di molecole come gli *acidi grassi a catena corta*. Nell'ambiente intestinale alcuni *taxa* batterici degradano fibre indigeribili aumentandone la biodisponibilità per l'assorbimento da parte dell'*ospite*. Le specie *Blautia* e *Roseburia*, spesso associate ad uno stato di salute, sono alcuni dei principali produttori di *acidi grassi a catena corta* e sono i generi maggiormente coinvolti nel controllo dei processi infiammatori intestinali, dell'aterosclerosi e della maturazione del sistema immunitario, dimostrando che i prodotti finali del *metabolismo* batterico mediano questi fenomeni. Tra i principali generi si segnalano, oltre alle già citate *Blautia* e *Roseburia*: *Anaerostipes*, *Butyrivibrio*, *Coprococcus*, *Dorea* e *Lachnospira*,

Lactobacillus

Genere batterico di *Firmicutes* a cui appartengono diverse *specie probiotiche*. I batteri appartenenti al genere *Lactobacillus* sono tutti produttori di *lattato*, con cui proteggono il proprio ambiente e di molecole antibatteriche (batteriocine) e H_2O_2 (acqua ossigenata). Se l'abbondanza di *batteri* lattici diminuisce, la loro funzione protettiva si riduce rendendo i tessuti epiteliali più suscettibili alle infezioni batteriche e fungine; un eccesso di *lattato*, invece, è stato riscontrato in soggetti con la *sindrome del colon irritabile*.

Lattato

Prodotto principalmente da batteri lattici, è importante per il mantenimento di un corretto pH del *lume intestinale* e può regolare diversi attori del sistema immunitario, modulando anche l'attivazione infiammatoria delle cellule epiteliali.

Lattulosio

Disaccaride noto soprattutto per le sue attività lassative, è in grado di ridurre l'iperammonemia, ovvero l'eccesso di ammoniaca nel sangue. Meno risaputo che svolga anche un'attività modulatoria sul *microbiota* intestinale in virtù delle sue proprietà *prebiotiche*.

Leaky gut syndrom o sindrome dell'intestino gocciolante

Aumento della permeabilità della parete intestinale che è indispensabile alla separazione tra l'organismo e il mondo esterno: il *lume intestinale*. La parete intestinale regola le dinamiche di *transito* e dunque garantisce il fisiologico assorbimento di acqua, elettroliti e nutrienti, svolgendo un ruolo determinante anche nei delicati meccanismi di difesa dell'organismo. Il rilassamento o la rottura dell'epitelio intestinale, infatti, possono determinare il passaggio di metaboliti e/o cellule batteriche nel flusso sanguigno portando ad un aumento dello stato infiammatorio sistemico e favorendo disturbi o patologie anche in altri compartimenti corporei.

Lipopolisaccaride (LPS)

Noto anche come endotossina, è un componente della membrana dei *batteri* Gram-negativi e un marcatore ben riconosciuto di infiammazione. Si ritiene che l'LPS microbico intestinale sia uno dei più potenti attivatori di segnalazione immunitaria innata e un importante mediatore del *microbiota* sulla fisiologia dell'*ospite*. L'LPS può favorire l'insorgenza di disturbi o patologie, in particolare quando è cronicamente presente anche a bassi livelli.

Lume intestinale

La cavità anatomicamente delimitata dal complesso dei tessuti epiteliali che costituiscono la parete intestinale e in cui avviene l'interazione con l'ambiente esterno.

Malattie infiammatorie croniche intestinali (MICI)

Comprendono il morbo di Crohn e la rettocolite ulcerosa (in inglese “IBD”). Sono malattie a genesi “multifattoriale” tuttora parzialmente conosciuta. L’ipotesi patogenetica prevalente è quella di una reazione immunologica abnorme da parte dell’intestino nei confronti di antigeni (per esempio i *batteri* costituenti il *microbiota* intestinale). Questo squilibrio immunologico può instaurarsi per un’alterata interazione tra fattori genetici propri dell’individuo e fattori ambientali, questi ultimi ancora non bene identificati. È noto che le MICI presentano una certa “familiarità”, ovvero la tendenza a presentarsi con maggior frequenza nei parenti delle persone affette, ma non sono malattie ereditarie in senso stretto.

Metabolismo

L’insieme delle trasformazioni biochimiche e di scambi energetici, regolati da reazioni enzimatiche, che avvengono nelle cellule assicurando le attività vitali degli organismi. Comprende i processi di sintesi (anabolismo), di trasformazione e di degradazione (catabolismo) delle sostanze biologiche, con lo scopo di ottenere energia e di mantenere un corretto equilibrio *omeostatico*. Le vie metaboliche sono strutturate in modo che il prodotto di una reazione sia il *substrato* di quella successiva. Ogni componente molecolare del metabolismo prende il nome di metabolita.

m

Metabolismo lipidico

Le vie metaboliche che coinvolgono la specifica classe biochimica dei lipidi (grassi). Il *microbiota* intestinale ha la capacità di elaborare i lipidi producendo metaboliti con impatti positivi e/o negativi sull'*omeostasi* dell'*ospite*. Studi sull'uomo hanno trovato associazioni tra composizioni microbiche del microbiota, profili lipidici e prevalenza di malattie metaboliche.

Metagenomica

Approccio di biologia molecolare che permette di sequenziare simultaneamente tutti i *genomi* (DNA) presenti all'interno di un campione. Questo approccio è di particolare rilevanza per lo studio del *microbiota* intestinale poiché è l'unico che permette di identificare e analizzare l'intera comunità microbica del campione in maniera coltura-indipendente e quindi completa. Prima della metagenomica, generalmente, un batterio poteva essere studiato solo "coltivandolo", ovvero fornendo artificialmente in laboratorio le giuste condizioni di crescita che, però, sono estremamente complesse da riprodurre. Molto spesso, infatti, un microrganismo intestinale richiede condizioni di crescita difficili da replicare e mantenere in laboratorio come la co-presenza di un consorzio di altri microrganismi che forniscono nutrienti essenziali. Grazie al superamento di questi limiti, la metagenomica permette di ricostruire l'intero microbiota in una singola analisi piuttosto che coltivare singolarmente tutti i microrganismi.

Metano

Gas che può essere prodotto dalla *fermentazione* microbica nel tratto gastrointestinale umano. Il metano è prodotto esclusivamente da una sottopopolazione di Archea del *microbiota* umano (es. *Methanobrevibacter*) e una produzione eccessiva è associata a dolore addominale, gonfiore, stitichezza, *malattie infiammatorie croniche intestinali* e non solo.

Miceti (funghi)

Organismi dotati di nucleo (eucarioti), unicellulari e pluricellulari che costituiscono un regno a sé stante. Nelle scienze biomediche solitamente ci si riferisce ai lieviti (organismi unicellulari sferoidali) o alle muffe che formano spore e comprendono specie a vita saprofitaria, mutualistica e parassitaria, e che dipendono perciò da altri organismi per sopravvivere. I miceti a vita parassitaria sono gli agenti patogeni delle numerose micosi sia dei vegetali sia degli animali.

Micobiota

Quello intestinale è l'insieme di *miceti* che sono presenti nel tratto intestinale. In individui sani il micobiota è caratterizzato da bassi valori di diversità e un elevato valore di individuo-specificità. Il micobiota sano è dominato da miceti di origine alimentare e/o ambientale, ciascuno dei quali è presente nell'ecosistema a valori di *abbondanza relativa* comparabile. Il micobiota e i *batteri* del *microbiota* intestinale interagiscono modulandosi a vicenda direttamente e indirettamente, anche attraverso l'interazione con il sistema immunitario dell'*ospite*.

Microbioma

L'insieme dei *genomi* (DNA, ndr) di tutti i microrganismi presenti in un dato ambiente. In altre parole, il microbioma è il patrimonio genetico complessivo del *microbiota*.

Microbiota

L'insieme dei microrganismi (le cellule, ndr) che popolano e interagiscono con un dato ambiente svolgendo numerose funzioni metaboliche che impattano sullo stesso. Nel caso del microbiota intestinale ci si riferisce all'ecosistema microbico presente nel tratto intestinale che interagisce con la controparte umana ed è costituito da *batteri*, *funghi*, *virus* e *parassiti*.

Microflora

Antica definizione di *microbiota*.

Modulazione immunitaria

Regolazione, diretta e indiretta, del sistema immunitario da parte del *microbiota* intestinale tramite la produzione di metaboliti e/o interazioni cellula-cellula.

Mucina

Glicoproteina che rappresenta il principale costituente del muco e che ricopre l'epitelio intestinale separando il contenuto luminale dall'epitelio. Può essere anche fonte di nutrimento per alcuni *batteri* (es. *Akkermansia muciniphila*).

Mucosa intestinale

Insieme di cellule specializzate e molecole che separa il *lume intestinale* e il suo contenuto dal resto dell'organismo con importanti funzioni di assorbimento, di regolazione metabolica, di barriera fisica contro le infezioni e di regolazione del sistema immunitario.

Neurotrasmettitori

Sostanze chimiche endogene che permettono alle cellule del sistema nervoso (neuroni) di comunicare tra loro e/o di stimolare cellule di tipo muscolare o ghiandolare.

Next generation probiotics (NGPs)

Nuovi microrganismi costituenti il *microbiota* intestinale con potenziale *probiotico* emersi dagli studi eseguiti con le più recenti tecnologie. Di solito non rientrano nelle tradizionali categorie tassonomiche di probiotici come, ad esempio, lattobacilli e bifidobatteri.

Next generation sequencing (NGS)

Innovativa tecnologia di sequenziamento del DNA che ha permesso la nascita della *metagenomica* ovviando ai limiti imposti dalle tecniche di coltura della microbiologia classica. Il sequenziamento NGS genera un'enorme quantità di dati grezzi inutilizzabili, che solo complesse analisi *bioinformatiche* rendono fruibili.

m

Oligosaccaridi

Composti organici appartenenti alla classe dei glucidi (zuccheri o carboidrati) che per idrolisi si scindono in piccole unità di monosaccaridi. Fanno parte di questa categoria i disaccaridi (maltosio, lattosio e saccarosio) e i trisaccaridi (ramnosio e raffinosisio). Negli organismi viventi sono spesso associati alle proteine (glicoproteine) e ai lipidi (glicolipidi) e possono essere presenti in alimenti *prebiotici*.

Olobionte

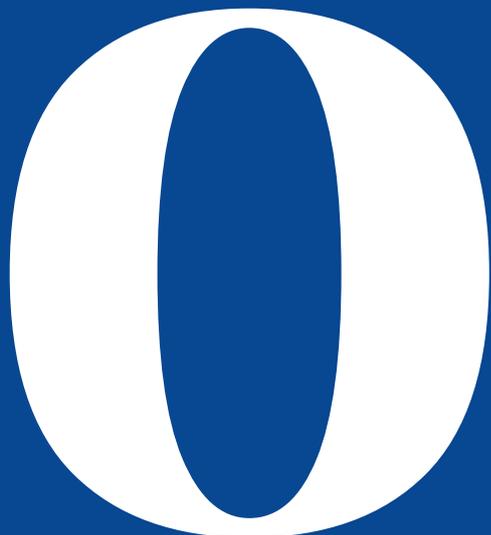
L'insieme delle cellule di un organismo vivente e dei microrganismi che lo colonizzano in un processo di mutua influenza dei reciproci stati di salute. L'individuo, con la totalità dei microrganismi che lo popolano, è un olobionte.

Omeostasi

La capacità di un organismo di autoregolarsi mantenendo costante l'ambiente interno pur nel variare delle condizioni che riguardano quello esterno.

Omeostasi del glucosio

Lo stato di equilibrio *microbiota-ospite* nella regolazione dei metabolismi coinvolti nel rilascio di insulina e nella regolazione della gluconeogenesi con possibile impatto in disturbi come il diabete di tipo 2, l'obesità e la sindrome metabolica. Una crescita eccessiva di *batteri* particolarmente efficienti nell'estrarre energia dal cibo può anche essere responsabile di produzione e accumulo di grasso.



Omeostasi della mucosa

Lo stato di equilibrio *microbiota-ospite* nella regolazione di processi come la protezione dalla colonizzazione di agenti patogeni, l'assorbimento dei nutrienti, la produzione di metaboliti essenziali e lo sviluppo del sistema immunitario.

Omeostasi immunitaria

Lo stato di equilibrio *microbiota-ospite* nella regolazione di funzioni necessarie allo sviluppo, alla maturazione e al regolare funzionamento del sistema immunitario. Il microbiota rappresenta un importante elemento anche nella prevenzione degli stati infiammatori di basso grado, anche cronici, che possono contribuire all'insorgenza o al consolidamento di autoimmunità.

Oscillospiraceae (ex Ruminococcaceae)

Importante *famiglia* di *Firmicutes* capace di *fermentare* le fibre e produrre *acidi grassi a catena corta*. È associata a marcatori di salute, come la ricchezza microbica (*biodiversità*) e la magrezza, e si ritiene che presenti effetti antinfiammatori. Tra i principali generi si segnalano: *Anaerostipes*, *Butyrivibrio*, *Faecalibacterium*, *Oscillospira*, *Ruminococcus*.

Ospite

Organismo al cui interno o superficie vive un *simbionte* che può essere un *commensale*, un *parassita* o un organismo in simbiosi mutualistica.

Parassiti intestinali

Organismi che penetrano nell'organismo *ospite* attraverso il cavo orale assumendo acqua o cibi contaminati, portando a malattie che prendono il nome di parassitosi. Queste, in genere, sono più comuni nei bambini, nelle persone affette da disturbi del sistema immunitario e in quelle che vivono in ambienti promiscui dove è più facile il contagio.

Peristalsi

Contrazioni muscolari che spingono il cibo attraverso l'intestino.

Polifenoli

Grande famiglia di *composti organici*, molto diffusi nel mondo vegetale, che vengono assunti con la dieta. Essi possono subire un'ampia metabolizzazione e trasformazione ad opera del *microbiota* intestinale producendo metaboliti con funzioni antiossidanti, antinfiammatorie e antimicrobiche.

Postbiotico

Preparazione costituita da microrganismi, o parti di essi, non vitali e/o di sostanze prodotte dal *metabolismo* microbico che conferisce benefici fisiologici all'*ospite*.

P

Prebiotici

Sostanze non digeribili dagli *enzimi* umani capaci di stimolare selettivamente la crescita e/o l'attività di specifici *batteri* intestinali benefici.

Prevotella

Genere di batteri appartenente al phylum *Bacteroidota* che rappresenta uno dei gruppi più abbondanti del microbiota intestinale. Un ecosistema dominato da questo genere è solitamente associato a un regime alimentare con un elevato apporto di fibre, in effetti, studi di profilazione condotti in popolazioni agricole e ad alto consumo di fibre in tutto il mondo hanno costantemente riportato che il genere *Prevotella* è più dominante che nelle società urbanizzate che tipicamente consumano diete a basso contenuto di fibre. Inoltre, esistono alcune specie di *Prevotella* che sono tipiche del microbiota orale e, se rilevate nell'intestino, possono essere indicatrici di un'alterazione della barriera gastrica.

Probiotici

Microrganismi vivi che, se somministrati in quantità sufficiente, sono in grado di conferire un beneficio alla salute dell'*ospite*.

Propionato

Acido grasso a catena corta prodotto dal *microbiota* intestinale importante per l'educazione, lo sviluppo e il mantenimento della funzionalità del sistema immunitario, soprattutto per quanto riguarda l'immunità innata. Inoltre è noto che il propionato può essere coinvolto nei meccanismi che influenzano il senso di sazietà e le funzioni emotive e cognitive.

Proteobacteria

Phylum di batteri ubiquitari Gram-negativi che presentano *lipopolisaccaride* (LPS) nella membrana esterna. I proteobacteria sono attualmente il phylum più grande nel dominio dei batteri che include alcuni dei più importanti *patogeni* umani appartenenti alla famiglia *Enterobacteriaceae*. Infatti, molti studi sul confronto della composizione del *microbiota* in condizioni di salute e in caso di malattie metaboliche e infiammatorie hanno evidenziato una maggiore abbondanza di Proteobacteria nei malati. Sulla base di queste evidenze si pensa che i Proteobacteria possano rappresentare una “firma microbica” della malattia, pertanto ridurre i Proteobacteria sovrarappresentati nelle malattie intestinali ed extraintestinali può essere un intervento efficace per il trattamento delle stesse.

Pseudomonas

Genere batterico diffuso in maniera ubiquitaria nel suolo e nelle acque. Di interesse clinico la specie *Pseudomonas aeruginosa* che, innocua nell'ambiente, può causare infezioni opportunistiche quando entra nel corpo umano, specialmente negli individui con un sistema immunitario indebolito dove modifica il proprio ciclo vitale producendo un *biofilm* che lo rende difficile da eradicare e resistente agli antibiotici.

Ritmo circadiano

Il ritmo circadiano è lo schema di 24 ore che regola il comportamento, i processi cellulari e il ciclo veglia/sonno di un organismo vivente. L'alterazione di questo ritmo può favorire disturbi come la sindrome metabolica e le malattie cardiovascolari. Il ritmo del *microbiota* è regolato dalla dieta e dall'ora del pasto, che possono alterarne sia la struttura, sia l'attività metabolica, influenzando in modo significativo la funzione immunitaria e, appunto, metabolica dell'*ospite*.

Ruminococcus

Genere di *batteri commensali* specializzati nella degradazione delle fibre complesse. Si tratta di un gruppo di importanti mutualisti intestinali in grado di digerire una vasta gamma di polisaccaridi complessi indigeribili per l'*ospite* producendo importanti metaboliti, tra cui gli *acidi grassi a catena corta*, con funzione trofica e di regolazione dei *metabolismi*.

r

Secrezione intestinale

Soluzione acquosa ricca di *enzimi* prodotta da cellule specializzate dell'epitelio intestinale. Svolge un ruolo importante, insieme al succo pancreatico, nella digestione e nell'assorbimento delle sostanze nutritive ingerite con la dieta.

Serotonina

Derivato della *triptamina*, è un importante neurotrasmettitore coinvolto nella regolazione di numerose funzioni come il *transito intestinale*, le funzioni emotive/cognitive, la pressione del sangue e il *ritmo circadiano*.

Simbiosi

Associazione intima e spesso obbligata tra organismi di specie diverse che porta a un reciproco beneficio per la sopravvivenza.

Simbiotico

Preparazione che associa sia la presenza di un *probiotico* sia di un *substrato prebiotico* che favorisca la proliferazione del primo.

Sindrome dell'intestino irritabile (IBS)

Definita come un disturbo cronico e ricorrente delle funzioni dell'apparato gastrointestinale. Interessa il colon e l'intestino tenue con alterazioni delle funzioni motorie, della sensibilità dolorosa e della secrezione di liquidi. Queste attività del tubo digerente (motilità, sensibilità e secrezione) sono regolate dal cervello che può interagire in modo improprio e anomalo con l'intestino, ed è per tale motivo che l'IBS viene spesso chiamata anche disturbo dell'*asse intestino-cervello*. Tali alterazioni possono produrre sintomi quali dolore e gonfiore addominale, discomfort e cambiamenti nelle funzioni intestinali come diarrea e/o stitichezza.

S

Stipsi o stitichezza

Difficoltosa o infrequente evacuazione con sensazione di incompleto svuotamento intestinale.

Streptococcus

Genere batterico del phylum *Firmicutes* comprensivo di oltre cento specie riconosciute sia come *commensali*, sia *patogene*.

Substrato

Molecola sulla quale agisce un *enzima* per avviare una reazione chimica.

Succinato

Acido organico conosciuto soprattutto perché coinvolto nel metabolismo energetico delle cellule (ciclo di Krebs) ma può essere anche un regolatore positivo di processi come la gluconeogenesi e termogenesi intestinale, nonché un mediatore chiave nella risoluzione dell'infiammazione associata all'obesità. Un eccesso di succinato di derivazione microbica nell'intestino è considerato una condizione pro-infiammatoria che può essere associata a obesità e *malattie infiammatorie croniche intestinali*.

Succo enterico

Soluzione acquosa ricca di *enzimi* prodotta da cellule specializzate dell'epitelio intestinale. Svolge un ruolo importante, insieme al succo pancreatico, nella digestione e nell'assorbimento delle sostanze nutritive ingerite con la dieta.

Superalimento probiotico

Alimento ricco di *probiotici* che favorisce un sano *microbiota* intestinale.

Tannino

Categoria di *polifenoli* che possono essere *substrato* di microrganismi intestinali con effetto *prebiotico*.

Tassonomia

La disciplina che si occupa della classificazione, nomenclatura e descrizione di un organismo vivente. La classificazione degli organismi avviene in gruppi (*taxa*) sulla base della somiglianza tra loro. Gli organismi vengono classificati a diversi livelli filogenetici organizzati secondo la seguente gerarchia decrescente: Regno, Phylum, Classe, Ordine, Famiglia, Genere e Specie. Considerando l'intera scala tassonomica, quindi, a mano a mano che si procede dal phylum alla specie, gli organismi appartenenti allo stesso gruppo sono più simili tra loro.

Taxon (pl. Taxa)

In biologia indica una categoria, raggruppamento o entità di qualsiasi grado. Il taxon viene detto anche unità tassonomica e nel caso del *microbiota* si può definire come un raggruppamento di microrganismi distinguibili morfologicamente o geneticamente dagli altri per una caratteristica comune.

Tipizzazione molecolare

Processo di identificazione *tassonomica* di un microrganismo mediante tecniche di biologia molecolare come il *sequenziamento* del DNA.

Transito intestinale

Il passaggio del cibo o del suo residuo attraverso l'intestino che può essere influenzato anche dal *microbiota* intestinale.

Tratto gastrointestinale

L'insieme del tratto digerente, che va dalla bocca all'ano, inclusi lo stomaco e l'intestino.

Trimetilammina (TMA)

Composto organico prodotto da alcuni *batteri* intestinali a partire dagli amminoacidi colina e carnitina presenti negli alimenti. La TMA è quindi assorbita attraverso l'intestino raggiungendo il fegato dove viene ossidata in *trimetilammina N-ossido* (TMAO).

Trimetilammina N-ossido (TMAO)

Forma ossidata di *TMA* che, se in eccesso, rappresenta un importante fattore di rischio cardiovascolare e renale.

Triptammina

Importante derivato del *triptofano* caratterizzato da un'ampia varietà di attività biologiche. È il precursore per la sintesi di altre *ammine biogene* come la *serotonina* e la melatonina ed è coinvolto nella regolazione del sistema immunitario e nelle funzioni *asse intestino-cervello*.

Triptofano

Amminoacido essenziale presente in molte proteine di origine animale e vegetale che non può essere sintetizzato dall'organismo umano e che deve essere necessariamente assunto attraverso il cibo. Oltre a partecipare alla sintesi delle proteine, svolgendo un ruolo strutturale nell'organismo, il triptofano è il precursore della *triptammina*, da cui derivano importanti *ammine biogene* come, ad esempio, la *serotonina*.

Ulcera

Lesione di un tessuto epiteliale che presenta una difficile cicatrizzazione. In riferimento all'addome, le ulcere più comuni sono: ulcere gastriche, che interessano la mucosa dello stomaco, oppure le ulcere duodenali, che interessano la prima parte dell'intestino. Le ulcere allo stomaco si verificano quando lo spesso strato di muco che protegge le pareti interne dai succhi digestivi si riduce, consentendo loro di aggredire i tessuti che lo rivestono.

Unclassified

Termine che si associa a un determinato livello filogenetico di un *taxon* quando non è stato possibile identificarne la classificazione completa. Questa incapacità è dovuta a due possibili ragioni: il database utilizzato per l'analisi bioinformatica non è sufficientemente completo oppure il microrganismo analizzato è ignoto e ci si trova davanti a una nuova specie che deve essere studiata e caratterizzata. In campo *metagenomico* è piuttosto comune trovare una porzione dell'ecosistema analizzato che risulti unclassified.

u

Viroma

La popolazione di virus che popola l'*ospite*. *Virus* eucariotici enterici sono presenti sin dai primi mesi di vita in condizioni fisiologiche, suggerendo una buona collaborazione con l'*ospite*, ma sono molte anche le patologie mediate da virus.

Virus

Entità biologica con caratteristiche di simbionte o parassita obbligato, in quanto si replica esclusivamente all'interno delle cellule degli organismi. I virus possono infettare tutte le forme di vita, dagli animali alle piante, ai microrganismi (compresi altri agenti infettanti come i *batteri* e anche ulteriori virus). Molte specie di virus convivono all'interno di sistemi viventi *ospiti* in modo simbiotico. Gli individui di ogni specie animale, compreso l'uomo, ospitano normalmente un elevato numero di specie virali simbionti, che formano una popolazione detta *viroma*.

Vitamina K2

Sintetizzata parzialmente dai *batteri* intestinali, è fondamentale nei processi di coagulazione del sangue e di *omeostasi* ossea in particolare per l'effetto sinergico in co-presenza della vitamina D.

Vitamine gruppo B

Importante gruppo di vitamine prodotte anche dai *batteri* intestinali che agiscono come coenzimi in numerose reazioni cellulari e in particolare nella produzione di energia, nella sintesi di neurotrasmettitori e nella regolazione del sistema immunitario.

V

Xilosio

Tipo di zucchero presente in alcuni alimenti che può essere fermentato dai batteri intestinali con funzione *prebiotica*.

X

Zuccheri complessi

Carboidrati costituiti dall'unione di numerose molecole di monosaccaridi - da 11 molecole in su - chiamati anche polisaccaridi. Questi si distinguono in polisaccaridi di origine vegetale (amidi e fibre) e polisaccaridi di origine animale (glicogeno). Sono formati da una struttura articolata e sono pertanto assimilati in un tempo più lungo rispetto agli zuccheri semplici, apportando energia per più tempo.

Zuccheri fermentabili

Zuccheri che possono essere scomposti dai microrganismi intestinali durante la *fermentazione*.

Zuccheri non fermentabili

Zuccheri che non possono essere scomposti dai microrganismi intestinali durante la *fermentazione*.

Zuccheri semplici

Carboidrati formati da un numero variabile (da 1 a 10) di molecole di monosaccaridi (glucosio, fruttosio e galattosio) e/o disaccaridi (saccarosio e lattosio) e/o oligosaccaridi (maltodestrine). Data la corta struttura molecolare sono facilmente assorbibili dall'organismo e costituiscono una rapida fonte di energia.



a	ABBONDANZA RELATIVA	7
	ACETATO	
	ACIDI BILIARI SECONDARI	
	ACIDI GRASSI A CATENA CORTA	
	ACIDO INDOLACETICO (IAA)	8
	ACIDO INDOLPROPIONICO (IPA)	
	ACIDO SOLFIDRICO	
	ACTINOBACTERIA	
	AMIDO	9
	AMIDO RESISTENTE	
	AMMINE BIOGENE	
	ASSE INTESTINO-CARDIOCIRCOLATORIO	
	ASSE INTESTINO-CERVELLO	10
	ASSE INTESTINO-FEGATO	
	ASSEGNAZIONE TASSONOMICA	
	ATTIVITÀ ANTI-INFIAMMATORIA	
	ATTIVITÀ ANTIMICROBICA	11
ATTIVITÀ MUCOLITICA		
ATTIVITÀ PRO-INFIAMMATORIA		
ATTIVITÀ PROTEOLITICA		
b	BACTEROIDACEAE	12
	BACTERIODOTA (EX BACTEROIDETES)	
	BARRIERA INTESTINALE	13
	BATTERI	
	BATTERI COMMENSALI	
	BATTERI PATOBIONTI (PATOGENI OPPORTUNISTI)	
	BATTERI SAPROFITI	14
	BATTERI SIMBIONTI	
	BATTERI UBIQUITARI	
	BIFIDOBACTERIUM	
	BIODIVERSITÀ	15
	BIOFILM	
	BIOINFORMATICA	
	BUTIRRATO	
c	CANDIDA	16
	CELLULA EPITELIALE (ENTEROCITA)	
	CELLULE DI GOBLET	
	CELLULE M	
	CLOSTRIDIUM	17
	COLITE	
COMPOSTI ORGANICI		

d e	DEGRADAZIONE DEL GLUTINE	18
	DISBIOSI	
	ENTEROBACTERIACEAE	19
	ENTEROCOCCUS	
	ENTEROTIPO	20
	ENZIMA	
	ESCHERICHIA	
	ETANOLO	
EUBIOSI		
f	FERMENTAZIONE	21
	FIBRE INSOLUBILI	
	FIBRE SOLUBILI	22
	FIRMICUTES	
	FUSOBACTERIUM	
g	GABA	23
	GASTROENTERITE	
	GENOMA	
h	HELICOBACTER	24
i	IMMUNITÀ INTESTINALE	25
	IMMUNOMODULANTE	
k	INDOLO	
	INULINA	
	ISTAMINA	
	KEYSTONE SPECIES	26
l	LACHNOSPIRACEAE	27
	LACTOBACILLUS	
	LATTATO	
	LATTULOSIO	28
	LEAKY GUT SYNDROME o SINDROME DELL'INTESTINO GOCCIOLANTE	
	LIPOPOLISACCARIDE (LPS)	
	LUME INTESTINALE	

m	MALATTIE INFIAMMATORIE CRONICHE INTESTINALI (MICI)	29
	METABOLISMO	
	METABOLISMO LIPIDICO	30
	METAGENOMICA	
	METANO	
	MICETI (FUNGHI)	31
	MICROBIOTA	
	MICROBIOMA	
	MICROBIOTA	32
	MICROFLORA	
	MODULAZIONE IMMUNITARIA	
	MUCINA	
MUCOSA INTESTINALE		
n	NEUROTRASMETTITORI	33
	NEXT-GENERATION PROBIOTICS (NGPs)	
	NEXT-GENERATION SEQUENCING (NGS)	
o	OLIGOSACCARIDI	34
	OLOBIONTE	
	OMEOSTASI	
	OMEOSTASI DEL GLUCOSIO	
	OMEOSTASI DELLA MUCOSA	35
	OMEOSTASI IMMUNITARIA	
	OSCILLOSPIRACEAE (EX RUMINOCOCCACEAE)	
OSPITE		
p	PARASSITI INTESTINALI	36
	PERISTALSI	
	POLIFENOLI	
	POSTBIOTICO	
	PREBIOTICI	37
	PREVOTELLA	
	PROBIOTICI	
	PROPIONATO	
	PROTEOBACTERIA	38
	PSEUDOMONAS	
r	RITMO CIRCADIANO	39
	RUMINOCOCCUS	

S	SECREZIONE INTESTINALE	40
	SEROTONINA	
	SIMBIOSI	
	SIMBIOTICO	
	SINDROME DELL'INTESTINO IRRITABILE (IBS)	
	STIPSI o STITICHEZZA	41
	STREPTOCOCCUS	
	SUBSTRATO	
	SUCCINATO	
	SUCCO ENTERICO	
SUPERALIMENTO PROBIOTICO		
t	TANNINO	42
	TASSONOMIA	
	TAXON (TAXA pl.)	
	TIPIZZAZIONE MOLECOLARE	
	TRANSITO INTESTINALE	43
	TRATTO GASTROINTESTINALE	
	TRIMETILAMMINA (TMA)	
	TRIMETILAMMINA N-OSSIDO (T-MAO)	
	TRIPTAMMINA	
	TRIPTOFANO	
u	ULCERA	44
	UNCLASSIFIED	
V	VIROMA	45
	VIRUS	
	VITAMINA K2	
	VITAMINE GRUPPO B	
X Z	XILOSIO	46
	ZUCCHERI COMPLESSI	47
ZUCCHERI FERMENTABILI		
ZUCCHERI NON FERMENTABILI		
ZUCCHERI SEMPLICI		



Wellmicro® è la prima e unica azienda italiana *microbiome based* dedicata esclusivamente all'analisi del microbiota umano, animale e ambientale con tecniche di biologia molecolare come il Next Generation Sequencing (NGS). Nasce nel 2015 come spin-off dell'Università di Bologna grazie all'intuizione di alcuni ricercatori del Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie (FaBIT) - tra cui Andrea Castagnetti - microbiologo, attualmente Direttore Generale dell'azienda.

Wellmicro® ha colto in anticipo le potenzialità che lo studio del microbiota avrebbe poi espresso nei confronti della salute dell'individuo, elaborando metodi di ricerca e analisi dei dati che sono stati brevettati e definendo protocolli affidabili in ogni fase di lavorazione, per lanciare sul mercato nel 2016 il primo test sul microbiota intestinale con metodologia brevettata, nel 2019 quello sul microbiota intestinale, che consente di analizzare anche la popolazione fungina, e quest'anno (2023) ha reso disponibile il "Vaginal test". Il metodo prevede il sequenziamento massivo e parallelo, Next-Generation Sequencing (NGS), del DNA microbico con piattaforma Illumina® e fornisce un servizio di analisi del complesso ecosistema microbico che vanta un brevetto di metodo per l'interpretazione del dato microbiologico in termini di potenziale impatto sulla salute dell'ospite.

La visione di Wellmicro® è ispirata a un futuro in cui il ruolo del microbiota, con le sue caratteristiche individuo-specifiche, rappresenti uno dei pilastri della medicina di precisione. Sono necessari ancora molti studi per arrivare a una profonda comprensione della fisiologia umana alla luce dell'interazione con la sua controparte microbica: l'ambizione di Wellmicro® è far parte di quel futuro. Per questo gli esperti di Wellmicro® sono costantemente impegnati nella ricerca sul campo¹, volta a contribuire allo sviluppo e all'approfondimento della conoscenza del microbiota e delle sue ripercussioni sulla salute umana, ambientale e animale.

Wellmicro® fa parte di Named Group, il polo della salute naturale che con l'offerta di strumenti di analisi, linee di nutraceutici e dispositivi medici di comprovata qualità, efficacia e sicurezza e soluzioni precise per ogni specifica esigenza, è partner affidabile del medico, del farmacista e del singolo che si rivolgono alla medicina naturale per migliorare, riattivare e mantenere il sano equilibrio del proprio organismo in tutte le fasi della vita.

¹ *The lower respiratory tract microbiome of critically ill patients with COVID-19*
Natural tannin extracts supplementation for COVID-19 patients (TanCOVID): a structured summary of a study protocol for a randomized controlled trial
Gut-Brain Axis Cross-Talk and Limbic Disorders as Biological Basis of Secondary TMAU
In Silico Evaluation of Putative S100B Interacting Proteins in Healthy and IBD Gut Microbiota
Fecal Microbiota Monitoring in Elite Soccer Players Along the 2019-2020 Competitive Season



La presente pubblicazione
è stata realizzata con la supervisione
scientifica di Wellmicro®

Per consultare la bibliografia
inquadra il QR code

