

## PARAMETRI DI BIODIVERSITÀ:

La biodiversità microbica del campione 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, mentre un'elevata biodiversità può essere considerata come un indicatore di un buono stato di salute. 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.

**Indice di biodiversità:** restituisce una valutazione complessiva della biodiversità soppesando le eventuali alterazioni dei singoli parametri di numero di specie, distanza filogenetica e distribuzione.

*Intervallo di riferimento:*  $\leq 4.05$

**Numero di specie (Obs. Species):** calcolo delle diverse specie presenti.

*Intervallo di riferimento:*  $\geq 55$

**Distanza filogenetica (P.D. whole tree):** descrive quanto le specie presenti sono distanti filogeneticamente tra di loro. Maggiore è la distanza tra due specie e minore è la somiglianza a livello del loro DNA e presumibilmente anche delle loro funzioni metaboliche.

*Intervallo di riferimento:*  $\geq 4.5$

**Distribuzione delle specie (Indice di Pielou):** esprime quanto è uniforme la distribuzione delle AR dei diversi gruppi batterici tra di loro. Maggiore è l'uniformità e più equilibrata è la distribuzione dei diversi taxa batterici.

*Intervallo di riferimento:*  $\geq 0.55$

## PATOBIONTI RILEVATI:

Sono le specie pro-infiammatorie o potenzialmente patogene individuate nel campione, che contribuiscono all'alterazione della flora intestinale (disbiosi).

Batteri:

Miceti:

Virus:

Parassiti:

## METABOLISMI ALTERATI:

**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. L'acetato ha un ruolo benefico sulla soppressione dell'infiammazione e sulla regolazione dell'appetito. Gioca anche un ruolo importante nel metabolismo dei grassi e del glucosio, e di conseguenza nella gestione del peso corporeo.

**Carenza:** Un basso potenziale di produzione di acetato è legato alla riduzione dell'energia fisica, aumento dell'infiammazione intestinale, e rischio di alterazioni del metabolismo di grassi e zuccheri.

Alimenti consigliati → fibre, aceto biologico<sup>1</sup>, alimenti fermentati, avena, asparagi, porri, aglio, cipolla, cicoria, carciofi, topinambur, tarassaco.

- (1) Hernández MAG, Canfora EE, Jocken JWE, Blaak EE. The Short-Chain Fatty Acid Acetate in Body Weight Control and Insulin Sensitivity. *Nutrients*. 2019 Aug 18;11(8):1943. doi: 10.3390/nu11081943. PMID: 31426593; PMCID: PMC6723943.

**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.

**Carenza:** Un basso potenziale di produzione di butirrato è associato a rischio di riduzione dell'energia fisica, infiammazione intestinale e suscettibilità alle infezioni.

Alimenti consigliati → alimenti ricchi di amido resistente (avena, riso, legumi, cereali integrali)<sup>1,2</sup>,

- (2) McOrist AL, Miller RB, Bird AR, Keogh JB, Noakes M, Topping DL, Conlon MA. Fecal butyrate levels vary widely among individuals but are usually increased by a diet high in resistant starch. *J Nutr*. 2011 May;141(5):883-9. doi: 10.3945/jn.110.128504. Epub 2011 Mar 23. PMID: 21430242.
- (3) Baxter NT, Schmidt AW, Venkataraman A, Kim KS, Waldron C, Schmidt TM. Dynamics of Human Gut Microbiota and Short-Chain Fatty Acids in Response to Dietary Interventions with Three Fermentable Fibers. *mBio*. 2019 Jan 29;10(1):e02566-18. doi: 10.1128/mBio.02566-18. PMID: 30696735; PMCID: PMC6355990.

Integratori consigliati → FOS, Inulina<sup>3</sup>, Omega-3<sup>4</sup>.

- (4) Birkeland E, Gharagozian S, Birkeland KI, Valeur J, Måge I, Rud I, Aas AM. Prebiotic effect of inulin-type fructans on faecal microbiota and short-chain fatty acids in type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Eur J Nutr*. 2020 Oct;59(7):3325-3338. doi: 10.1007/s00394-020-02282-5. Epub 2020 May 21. Erratum in: *Eur J Nutr*. 2020 Oct;59(7):3339-3340. doi: 10.1007/s00394-020-02314-0. PMID: 32440730; PMCID: PMC7501097.
- (5) Costantini L, Molinari R, Farinon B, Merendino N. Impact of Omega-3 Fatty Acids on the Gut Microbiota. *Int J Mol Sci*. 2017 Dec 7;18(12):2645. doi: 10.3390/ijms18122645. PMID: 29215589; PMCID: PMC5751248.

Probiotici consigliati → *Lactobacillus kefir*.

**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.

**Carenza:** Un basso potenziale di produrre propionato è legato al rischio di riduzione dell'energia fisica, aumento dell'infiammazione intestinale e suscettibilità alle dislipidemie.

Alimenti consigliati → alimenti ricchi di beta-glucani (orzo, avena e crusca dei cereali integrali)<sup>5</sup>

- (6) Singh RP, Bhardwaj A.  $\beta$ -glucans: a potential source for maintaining gut microbiota and the immune system. *Front Nutr*. 2023 May 5;10:1143682. doi: 10.3389/fnut.2023.1143682. PMID: 37215217; PMCID: PMC10198134.

Integratori consigliati → inulina<sup>6</sup>

- (7) Kawasoe J, Uchida Y, Kawamoto H, Miyauchi T, Watanabe T, Saga K, Tanaka K, Ueda S, Terajima H, Taura K, Hatano E. Propionic Acid, Induced in Gut by an Inulin Diet, Suppresses Inflammation and Ameliorates Liver Ischemia and Reperfusion Injury in Mice. *Front Immunol*. 2022 Apr 22;13:862503. doi: 10.3389/fimmu.2022.862503. PMID: 35572528; PMCID: PMC9097600.

**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.

Aumento: 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<sup>8</sup>.

- (8) Serena, C., Ceperuelo-Mallafre, V., Keiran, N. *et al.* Elevated circulating levels of succinate in human obesity are linked to specific gut microbiota. *ISME J* **12**, 1642–1657 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41396-018-0068-2>

**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. Inoltre, è un fondamentale substrato per la produzione di SCFAs.

Carenza: un basso potenziale di produzione di lattato può portare ad alterazione della flora batterica, infiammazione e maggiore suscettibilità alle infezioni.

Alimenti consigliati → alimenti ricchi di fibre prebiotiche (cicoria, farina di frumento, banana, miele), alimenti ricchi di pectina (mele, pere)<sup>7</sup>, alimenti a fermentazione lattica (kefir bianco naturale, yogurt greco).

- (9) Chatterjee, Emon & Manuel, Suba. (2016). Effect of Fruit Pectin on Growth of Lactic Acid Bacteria. *Journal of Probiotics & Health*. 04. 10.4172/2329-8901.1000147.

Integratori consigliati → FOS, inulina<sup>7</sup>

- (10) Paloma Delgado-Fernández, Nieves Corzo, Agustín Olano, Oswaldo Hernández-Hernández, F. Javier Moreno, Effect of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria and physicochemical properties of yoghurts, *International Dairy Journal*, Volume 89, 2019, Pages 77-85, ISSN 0958-6946, <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.09.003>.

**GABA:** 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, influenzando pertanto lo stato di benessere mentale e psicologico. Una alterazione del microbiota può causare alterazioni dei livelli di GABA e quindi alterazioni dell'umore e disturbi stress-associati (come ansia e insonnia).

Carenza:

Alimenti consigliati → alimenti fermentati con lattobacilli (kefir, miso, crauti), cibi che possono stimolare la produzione di GABA (noci, mandorle, nocciole, legumi, spinaci, pomodori).

Probiotici consigliati → *Lactobacillus plantarum*<sup>9</sup>.

- (11) Zhong, HJ., Wang, SQ., Zhang, RX. *et al.* Supplementation with high-GABA-producing *Lactobacillus plantarum* L5 ameliorates essential tremor triggered by decreased gut bacteria-derived GABA. *Transl Neurodegener* **12**, 58 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40035-023-00391-9>

**Istamina:** ammina biogena che gioca un ruolo importante nella regolazione immunitaria, nella funzione intestinale e nel sistema nervoso. 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.

**Aumento:** alti livelli di istamina sono associati ad alto rischio di manifestazioni allergiche e malattie infiammatorie croniche intestinali.

**Alimenti consigliati** → alimenti poveri di istamina (cacao, fragola, banana, kiwi, molluschi e crostacei, noci, nocciole, albume d'uovo)<sup>10</sup>.

- (12) Sánchez-Pérez S, Comas-Basté O, Veciana-Nogués MT, Latorre-Moratalla ML, Vidal-Carou MC. Low-Histamine Diets: Is the Exclusion of Foods Justified by Their Histamine Content? *Nutrients*. 2021 Apr 21;13(5):1395. doi: 10.3390/nu13051395. PMID: 33919293; PMCID: PMC8143338.

**Integratori consigliati** → diamino ossidasi (DAO)<sup>11</sup>.

- (13) Schnedl WJ, Enko D. Histamine Intolerance Originates in the Gut. *Nutrients*. 2021 Apr 12;13(4):1262. doi: 10.3390/nu13041262. PMID: 33921522; PMCID: PMC8069563.

**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.

**Carenza:**

**Alimenti consigliati** → alimenti ricchi di polifenoli (frutta, verdura, tè verde, caffè)<sup>12</sup>.

- (14) Peron G, Meroño T, Gargari G, Hidalgo-Liberona N, Miñarro A, Lozano EV, Castellano-Escuder P, González-Domínguez R, Del Bo' C, Bernardi S, Kroon PA, Cherubini A, Riso P, Guglielmetti S, Andrés-Lacueva C. A Polyphenol-Rich Diet Increases the Gut Microbiota Metabolite Indole 3-Propionic Acid in Older Adults with Preserved Kidney Function. *Mol Nutr Food Res*. 2022 Nov;66(21):e2100349. doi: 10.1002/mnfr.202100349. Epub 2022 Apr 6. PMID: 35315592; PMCID: PMC9787513.

**Probiotici consigliati** → *Clostridium sporogenes*<sup>13</sup>.

- (15) Tennoune N, Andriamihaja M, Blachier F. Production of Indole and Indole-Related Compounds by the Intestinal Microbiota and Consequences for the Host: The Good, the Bad, and the Ugly. *Microorganisms*. 2022 Apr 28;10(5):930. doi: 10.3390/microorganisms10050930. PMID: 35630374; PMCID: PMC9145683.

**Acido indolacetico:** 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.

**Carenza:** una dieta ricca di grassi causa una significativa riduzione di acido indolacetico, che porta ad un danno della barriera intestinale.

**Alimenti consigliati** → carote crude, fagiolini<sup>14</sup>.

**Probiotici consigliati** → *Bacteroides fragilis* e *Bacteroides thetaiotaomicron*<sup>14</sup>.

- (16) José López-Bucio, Dietary auxin may help patients to fight cancer, *Trends in Plant Science*, Volume 30, Issue 2, 2025, Pages 134-136, ISSN 1360-1385, <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2024.10.016>.

**Acido indolpropionico:** 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. L'acido 3-indolepropionico controlla i livelli infiammatori, contribuisce a mantenere la barriera intestinale e a migliorare il metabolismo del glucosio.

**Carenza:** un microbioma con basso potenziale di produzione di acido 3-indolepropionico favorisce l'aumento del rischio di danni a carico del sistema nervoso e di insulinoresistenza.

Alimenti consigliati → fibre solubili (frutta), fibre insolubili (cereali integrali)<sup>17</sup>.

- (17) Sehgal R, de Mello VD, Männistö V, Lindström J, Tuomilehto J, Pihlajamäki J, Uusitupa M. Indolepropionic Acid, a Gut Bacteria-Produced Tryptophan Metabolite and the Risk of Type 2 Diabetes and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Nutrients*. 2022 Nov 6;14(21):4695. doi: 10.3390/nu14214695. PMID: 36364957; PMCID: PMC9653718.

**Triptamina:** 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.

**Carenza:**

Alimenti consigliati → alimenti ricchi di proteine e alimenti fermentati (formaggi)<sup>15</sup>.

- (18) Daniel J.E. Costa, Ana M. Martínez, Willame F. Ribeiro, Kátia M. Bichinho, María Susana Di Nezio, Marcelo F. Pistonesi, Mario C.U. Araujo, Determination of tryptamine in foods using square wave adsorptive stripping voltammetry, *Talanta*, Volume 154, 2016, Pages 134-140, ISSN 0039-9140, <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.03.063>.

Integratori consigliati → inulina<sup>16</sup>, omega-3<sup>17</sup>.

- (19) Barszcz M, Taciak M, Tuśnio A, Święch E, Bachanek I, Kowalczyk P, Borkowski A, Skomial J. The effect of dietary level of two inulin types differing in chain length on biogenic amine concentration, oxidant-antioxidant balance and DNA repair in the colon of piglets. *PLoS One*. 2018 Sep 7;13(9):e0202799. doi: 10.1371/journal.pone.0202799. PMID: 30192784; PMCID: PMC6128538.
- (20) Tomczyk M, Bidzan-Wiącek M, Kortas JA, Kochanowicz M, Jost Z, Fisk HL, Calder PC, Antosiewicz J. Omega-3 fatty acid supplementation affects tryptophan metabolism during a 12-week endurance training in amateur runners: a randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2024 Feb 19;14(1):4102. doi: 10.1038/s41598-024-54112-x. PMID: 38374149; PMCID: PMC10876641.

**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.

**Carenza:**

Alimenti consigliati → alimenti fermentati (yogurt, kefir)<sup>18</sup>.

- (21) Ramya Balasubramanian, Elizabeth Schneider, Eoin Gunnigle, Paul D. Cotter, John F. Cryan, Fermented foods: Harnessing their potential to modulate the microbiota-gut-brain axis for mental health, *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Volume 158, 2024, 105562, ISSN 0149-7634, <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105562>.

Probiotici consigliati → *Lactiplantibacillus plantarum*<sup>19</sup>.

- (22) Jeong J, Lee Y, Yoon S, Kim JH, Kim W. *Lactiplantibacillus plantarum* LRCC5314 includes a gene for serotonin biosynthesis via the tryptophan metabolic pathway. *J Microbiol*. 2021 Dec;59(12):1092-1103. doi: 10.1007/s12275-021-1472-2. Epub 2021 Dec 4. PMID: 34865198.

**Trimetilammina:** 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), un composto associato all'aumento del rischio cardiovascolare. Il TMAO si forma anche quando i batteri intestinali metabolizzano alcuni nutrienti introdotti con la dieta, soprattutto nella carne rossa, nel tuorlo d'uovo e nei prodotti lattiero-caseari ricchi di grassi.

**Aumento:**

Alimenti consigliati → verdure crucifere (broccoli, cavolfiore, cavolo, verza); ridurre il consumo di carni, soprattutto rosse, tuorlo d'uovo e formaggi grassi<sup>23</sup>.

- (23) Coutinho-Wolino KS, de F Cardozo LFM, de Oliveira Leal V, Mafra D, Stockler-Pinto MB. Can diet modulate trimethylamine N-oxide (TMAO) production? What do we know so far? *Eur J Nutr.* 2021 Oct;60(7):3567-3584. doi: 10.1007/s00394-021-02491-6. Epub 2021 Feb 3. PMID: 33533968.

**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.

**Carenza:**

Alimenti consigliati → alimenti ricchi di polifenoli (melograno, frutti di bosco, tè).<sup>20</sup>

- (24) Nemzer, B.V.; Al-Taher, F.; Kalita, D.; Yashin, A.Y.; Yashin, Y.I. Health-Improving Effects of Polyphenols on the Human Intestinal Microbiota: A Review. *Int. J. Mol. Sci.* **2025**, *26*, 1335. <https://doi.org/10.3390/ijms26031335>

**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.

**Carenza:**

Alimenti consigliati → alimenti ricchi di vitamine del gruppo B (proteine animali, latticini, verdure a foglia verde, fagioli)<sup>21</sup>.

- (25) Hanna M, Jaqua E, Nguyen V, Clay J. B Vitamins: Functions and Uses in Medicine. *Perm J.* 2022 Jun 29;26(2):89-97. doi: 10.7812/TPP/21.204. Epub 2022 Jun 17. PMID: 35933667; PMCID: PMC9662251.

Integratori consigliati → vitamine del gruppo B<sup>22</sup>.

- (26) Wan Zhijie , Zheng Jianheng , Zhu Zhigang , Sang Lan , Zhu Jinwei , Luo Shizheng , Zhao Yixin , Wang Ruirui , Zhang Yicui , Hao Kun , Chen Liang , Du Jun , Kan Juntao , He Hua. Intermediate role of gut microbiota in vitamin B nutrition and its influences on human health. *Frontiers in Nutrition*, Volume 9 – 2022 (2022). DOI: 10.3389/fnut.2022.1031502

Probiotici consigliati → *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* spp<sup>23</sup>.

- (27) Kajol Batta, Mamta Thakur, Murlidhar Meghwal, Chapter six - Vitamins production from probiotic bacteria. Editor(s): Syed Amir Ashraf, Mohammed Kuddus. *Microbial Vitamins and Carotenoids in Food Biotechnology*, Academic Press, 2024. Pages 149-177, ISBN 9780443155284, <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15528-4.00006-4>.

**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.

**Carenza:**

Alimenti consigliati → alimenti ricchi di vitamina K2 (verdura a foglia verde, frutta, cereali)<sup>24</sup>.

- (28) Dai L, Mafra D, Shiels PG, Hackeng TM, Stenvinkel P, Schurgers LJ. Vitamin K and Hallmarks of Ageing: Focus on Diet and Gut Microbiome. *Nutrients.* 2023 Jun 12;15(12):2727. doi: 10.3390/nu15122727. PMID: 37375631; PMCID: PMC10301624.

Probiotici consigliati → *Lactococcus Lactis*<sup>25</sup>.

- (29) Bøe CA, Holo H. Engineering *Lactococcus lactis* for Increased Vitamin K2 Production. *Front Bioeng Biotechnol.* 2020 Mar 18;8:191. doi: 10.3389/fbioe.2020.00191. PMID: 32258010; PMCID: PMC7093718.

**Degradazione glutine:** Attività legata alla presenza di specie batteriche in grado di degradare le proteine del glutine.

Riduzione attività: può portare ad un accumulo di glutine, aumento dell'infiammazione e della permeabilità intestinale.

**Mucolisi:** 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.

Aumento attività: potrebbe far avvicinare troppo il microbiota alla mucosa innescando una risposta immunitaria pro-infiammatoria.

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

**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.

Aumento: se presente in alte concentrazioni può scatenare una reazione infiammatoria del sistema immunitario.

Alimenti consigliati → evitare l'assunzione eccessiva di grassi saturi e idrogenati (burro, margarine, formaggi interi, latte intero, prodotti a base di cocco, olio di palma, insaccati, carni grasse, biscotti, torte) e favorire i grassi insaturi (olio extra-vergine d'oliva, avocado, mandorle e omega 3 dei prodotti della pesca, delle alghe e di alcuni semi oleosi e frutta secca, come quelli di lino, sesamo e noci)<sup>30</sup>.

(30) Costantini L, Molinari R, Farinon B, Merendino N. Impact of Omega-3 Fatty Acids on the Gut Microbiota. Int J Mol Sci. 2017 Dec 7;18(12):2645. doi: 10.3390/ijms18122645. PMID: 29215589; PMCID: PMC5751248.

**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.

Carenza: è associata ad una rapida crescita batterica e ad infiammazione.

Alimenti consigliati → alimenti ricchi di polifenoli<sup>26</sup>.

(31) Pushpass RG, Alzoufai S, Jackson KG, Lovegrove JA. Circulating bile acids as a link between the gut microbiota and cardiovascular health: impact of prebiotics, probiotics and polyphenol-rich foods. Nutr Res Rev. 2022 Dec;35(2):161-180. doi: 10.1017/S0954422421000081. Epub 2021 Apr 30. PMID: 33926590.

**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.

**Acido solfidrico:** 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 H<sub>2</sub>S 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.

**Aumento:** può modificare il metabolismo microbico dell'intestino portando alla degradazione della mucosa intestinale, rendendo così la barriera intestinale penetrabile da batteri e altri composti potenzialmente tossici e predisponenti le infezioni.

**Alimenti consigliati** → alimenti ricchi di prebiotici (avena, asparagi, porri, aglio, cipolla, cicoria, carciofi, topinambur, tarassaco, cibi fermentati come kefir e crauti, cacao, semi di lino ed alghe); ridurre l'assunzione di alimenti ricchi di amminoacidi solforati (albume d'uovo, pesce, pollame).

**Probiotici consigliati** → *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*<sup>32</sup>.

(32) Munteanu, C.; Onose, G.; Poștaru, M.; Turnea, M.; Rotariu, M.; Galaction, A.I. Hydrogen Sulfide and Gut Microbiota: Their Synergistic Role in Modulating Sirtuin Activity and Potential Therapeutic Implications for Neurodegenerative Diseases. *Pharmaceuticals* **2024**, *17*, 1480. <https://doi.org/10.3390/ph17111480>

**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*).

**Aumento:** è associato a tempi più lenti di transito intestinale e costipazione e possono essere correlati a malassorbimento causato da eccesso di microorganismi nell'intestino tenue, causando dolore addominale, gonfiore, stitichezza, malattie infiammatorie croniche intestinali e non solo.

**Alimenti consigliati** → evitare il consumo di zucchero e farine raffinate, miele, ortaggi amidacei (patate, melanzane), latticini e ridurre per un periodo anche vegetali meteorizzanti come legumi, broccoli e cavolfiore, mela, pera, melone, cocomero, albicocche, pesche; preferire frutta meno fermentescibile come fragole, kiwi, agrumi, more e mirtilli<sup>33</sup>.

(33) O'Dwyer D. Homemade Elemental Diet to Treat Intestinal Methanogen Overgrowth: A Case Report. *Integr Med (Encinitas)*. 2021 Apr;20(2):32-41. PMID: 34377092; PMCID: PMC8325492.

## **FUNZIONI ALTERATE:**

**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.

**Alimenti consigliati** → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero, Noci, Broccoli, Cavolfiore, Cavolo verde, Cavolo rosso, Cannella, Tamarindo, Caffèina, Kiwi, Uva passa, Avocado, Melograno, Pompelmo.

**Integratori consigliati** → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffèina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C, Arabinogalattano, Estratto di semi di pompelmo, Inulina, Noni, Pectina, Psyllium, Resveratrolo, GOS, Vitamina D.

**Probiotici consigliati** → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR),



*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus coagulans*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Saccharomyces boulardii*.

**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.

Alimenti consigliati → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero, Noci, Broccoli, Cavolfiore, Cavolo verde, Cavolo rosso, Tamarindo, Caffaina, Kiwi, Uva passa, Avocado, Melograno, Pompelmo.

Integratori consigliati → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffaina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C, , Arabinogalattano, Estratto di semi di pompelmo, Inulina, Noni, Pectina, Psyllium, Resveratrolo, GOS, Vitamina D.

Probiotici consigliati → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus coagulans*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Saccharomyces boulardii*.

**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.

Alimenti consigliati → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero, Noci, Broccoli, Cavolfiore, Cavolo verde, Cavolo rosso, Tamarindo, Caffaina, Kiwi, Uva passa, Avocado, Melograno, Pompelmo.

Integratori consigliati → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffaina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C, , Arabinogalattano, Estratto di semi di pompelmo, Inulina, Noni, Pectina, Psyllium, Resveratrolo, GOS, Vitamina D.

Probiotici consigliati → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus coagulans*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Saccharomyces boulardii*.

**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.

Alimenti consigliati → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero, Noci, Broccoli, Cavolfiore, Cavolo verde, Cavolo rosso.

Integratori consigliati → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffeina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C, Amido resistente, Arabinogalattano, Inulina, Noni, Pectina, Psyllium.

Probiotici consigliati → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus acidophilus*.

**Attività antinfiammatoria:** 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.

Alimenti consigliati → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero.

Integratori consigliati → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffeina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C.

Probiotici consigliati → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG.

**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.

Alimenti consigliati → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero.

Integratori consigliati → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffeina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C.

Probiotici consigliati → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG.

**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).

Alimenti consigliati → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero.

Integratori consigliati → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffeina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C.

Probiotici consigliati → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG.

**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.

Alimenti consigliati → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero, Noci, Broccoli, Cavolfiore, Cavolo verde, Cavolo rosso, Tamarindo, Caffeina, Kiwi, Uva passa, Avocado, Melograno, Pompelmo.

Integratori consigliati → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffeina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C, , Arabinogalattano, Estratto di semi di pompelmo, Inulina, Noni, Pectina, Psyllium, Resveratrolo, GOS, Vitamina D.

Probiotici consigliati → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus coagulans*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Saccharomyces boulardii*.

**Asse intestino-pelle:** il complesso sistema di mutua interazione tra le componenti dell'intestino e della cute. L'intestino in condizioni fisiologiche rappresenta una barriera che seleziona accuratamente le molecole che la attraversano ed è in grado di bloccare ciò che è potenzialmente dannoso (come le tossine). Se però diventa permeabile, viene a mancare la sua capacità protettiva, consentendo dunque il passaggio di sostanze che raggiungono diversi distretti corporei, tra i quali la pelle. Le patologie dermatologiche nascono, dunque, anche di conseguenza all'accumulo di queste sostanze, scatenando una serie di processi di tipo infiammatorio. Di qui l'importanza di condurre appropriate indagini per capire il legame tra microbiota e pelle di modo tale da individuare come curare eventuali patologie dermatologiche in maniera mirata ed efficace.

Alimenti consigliati → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero, Noci, Broccoli, Cavolfiore, Cavolo verde, Cavolo rosso, Tamarindo, Caffeina, Kiwi, Uva passa, Avocado, Melograno, Pompelmo.

Integratori consigliati → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffeina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di

liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C, , Arabinogalattano, Estratto di semi di pompelmo, Inulina, Noni, Pectina, Psyllium, Resveratrolo, GOS, Vitamina D.

Probiotici consigliati → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus coagulans*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Saccharomyces boulardii*.

**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.

Alimenti consigliati → Ribes nero, Yogurt bianco, Amido resistente di tipo 2 (es. Tuberi, Castagne, Banane acerbe, etc.), Cannella, Lampone nero, Noci, Broccoli, Cavolfiore, Cavolo verde, Cavolo rosso, Tamarindo, Caffeina, Kiwi, Uva passa, Avocado, Melograno, Pompelmo.

Integratori consigliati → Acido retinoico, Acido tannico, Arbutina, Caffeina, Chitosano, Esperidina, Estratto di semi di pompelmo, FOS, Luteolina, Melatonina, Melone amaro (*Momordica charantia*), Radice di liquirizia, Resveratrolo, Vitamina B12, Vitamina B1, Vitamina B3, Vitamina B6, Vitamina B7, Vitamina C, , Arabinogalattano, Estratto di semi di pompelmo, Inulina, Noni, Pectina, Psyllium, Resveratrolo, GOS, Vitamina D.

Probiotici consigliati → *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus kefir* (NON KEFIR), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus coagulans*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Saccharomyces boulardii*.

## **RAPPORTO FIRMICUTES/BACTEROIDETES:**

**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.

**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.

*Valore di riferimento: 0.3 - 3.2*

Aumento rapporto: è correlato ad un fenotipo obeso, alla predisposizione a prendere peso e all'assunzione di calorie superiore all'apporto isocalorico<sup>27</sup>.

- (34) Di Pierro F. Gut Microbiota Parameters Potentially Useful in Clinical Perspective. Microorganisms. 2021 Nov 22;9(11):2402. doi: 10.3390/microorganisms9112402. PMID: 34835527; PMCID: PMC8623243.

Riduzione rapporto: si osserva nei pazienti affetti da malattia di Chron o colite ulcerosa<sup>28</sup>.

- (35) Yu-Chieh Tsai, Wei-Chen Tai, Chih-Ming Liang, Cheng-Kun Wu, Ming-Chao Tsai, Wan-Hsiang Hu, Pao-Yuan Huang, Chien-Hung Chen, Yuan-Hung Kuo, Chih-Chien Yao, Seng-Kee Chuah, Alternations of the gut microbiota and the Firmicutes/Bacteroidetes ratio after biologic treatment in inflammatory bowel disease, Journal of Microbiology, Immunology and Infection, Volume 58, Issue 1, 2025, Pages 62-69, ISSN 1684-1182, <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2024.09.006>.

## RAPPORTO PREVOTELLA/BACTEROIDES:

**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.

**Bacteroides:** metabolizzano polisaccaridi e oligosaccaridi, procurando nutrienti e vitamine all'ospite e ad altri membri della popolazione microbica residenti a livello intestinale.

Aumento rapporto: maggiori possibilità di perdere peso con una dieta ipocalorica ricca di fibre vegetali<sup>27</sup>.

Valore di riferimento: 0.002 – 14.1

## 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.

## ECOLOGIA BATTERICA – LIVELLO PHYLUM:

**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.

Valore di riferimento: 33.9 – 63.2

**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, altri sono patogeni opportunisti capaci di produrre composti tossici.

*Valore di riferimento:* 22.8 – 55.1

**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.

*Valore di riferimento:* 0 – 14.2

**Aumento:** si è osservato in pazienti con sindrome dell'intestino irritabile che seguono una dieta low FODMAP (Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides, And Polyols)<sup>29</sup>.

(36) Binda C, Lopetuso LR, Rizzatti G, Gibiino G, Cennamo V, Gasbarrini A. Actinobacteria: A relevant minority for the maintenance of gut homeostasis. *Dig Liver Dis.* 2018 May;50(5):421-428. doi: 10.1016/j.dld.2018.02.012. Epub 2018 Mar 5. PMID: 29567414.

**Verrucomicrobia:** phylum di batteri Gram-negativi che appartengono al dominio dei procarioti.

*Valore di riferimento:* 0 – 10.1

**Euryarchaeota:** costituiscono il gruppo più grande appartenente al regno degli Archaea. Tra loro troviamo archeobatteri che producono metano, organismi estremofili (come, ad esempio, alofili e ipertermofili), e organismi marini.

*Valore di riferimento:* 0 – 2.2

**Fusobacteria:** 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.

*Valore di riferimento:* 0 – 6.4

**Aumento:** diversi studi hanno correlato l'aumento di fusobacteria nel tratto intestinale ai pazienti con cancro al colon, cirrosi epatica, colangite sclerosante primitiva, reflusso gastroesofageo, infezione da HIV, alcolismo<sup>30</sup>.

(37) Engevik MA, Danhof HA, Ruan W, Engevik AC, Chang-Graham AL, Engevik KA, Shi Z, Zhao Y, Brand CK, Krystofiak ES, Venable S, Liu X, Hirschi KD, Hyser JM, Spinler JK, Britton RA, Versalovic J. *Fusobacterium nucleatum* Secretes Outer Membrane Vesicles and Promotes Intestinal Inflammation. *mBio.* 2021 Mar 2;12(2):e02706-20. doi: 10.1128/mBio.02706-20. PMID: 33653893; PMCID: PMC8092269.

**Lentisphaerae:** phylum che contiene due ordini, Lentisphaerales e Victivallales. I membri di questo phylum possono essere aerobici o anaerobici.

*Valore di riferimento:* 0 – 0.4

## ECOLOGIA BATTERICA – LIVELLO FAMIGLIA:

**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.

Valore di riferimento: 10.4 – 27.9

Carenza:

Alimenti consigliati → noci<sup>31</sup>.

- (38) Bamberger, C.; Rossmeier, A.; Lechner, K.; Wu, L.; Waldmann, E.; Fischer, S.; Stark, R.G.; Altenhofer, J.; Henze, K.; Parhofer, K.G. A Walnut-Enriched Diet Affects Gut Microbiome in Healthy Caucasian Subjects: A Randomized, Controlled Trial. *Nutrients* **2018**, *10*, 244. <https://doi.org/10.3390/nu10020244>

**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.

Valore di riferimento: 6.2 – 20.1

Carenza: correlata al rischio di infiammazione intestinale e sindrome dell'intestino irritabile<sup>32</sup>.

- (39) Lobionda, S.; Sittipo, P.; Kwon, H.Y.; Lee, Y.K. The Role of Gut Microbiota in Intestinal Inflammation with Respect to Diet and Extrinsic Stressors. *Microorganisms* **2019**, *7*, 271. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7080271>

**Firmicutes\_unclassified:**

Valore di riferimento: 0.1 – 10.8

**Eubacteriaceae:**

Valore di riferimento: 0.1 – 10.8

**Oscillospiraceae:**

Valore di riferimento: 0 - 2.8

**Streptococcaceae:** gruppo di batteri Gram-positivi che comprende diversi generi, tra cui lo streptococco.

Aumento: correlato a diverse condizioni, come aterosclerosi coronarica, encefalopatia epatica, cancro al pancreas<sup>33</sup>.

- (40) Sayols-Nielsen N, Eklund AC, Holm JB, Nielsen HB, Ericson U, Brunkwall L, Ottosson F, Larsson A, Ericson D, Klinge B, Nilsson PM, Malinovsky A, Lind L, Bergström G, Sundström J, Årnlöv J, Engström G, Smith JG, Orho-Melander M, Fall T. *Streptococcus* Species Abundance in the Gut Is Linked to Subclinical Coronary Atherosclerosis in 8973 Participants From the SCAPIS Cohort. *Circulation*. 2023 Aug 8;148(6):459-472. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.063914. Epub 2023 Jul 12. PMID: 37435755; PMCID: PMC10399955. Baixeras S, Dekkers KF, Baldanzi G, Jönsson D, Hammar U, Lin YT, Ahmad S, Nguyen D, Varotsis G, Pita S,

**Veillonellaceae:**

Valore di riferimento: 0 – 1.9

**Peptostreptococcaceae:**

*Valore di riferimento:* 0 – 0.2

**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.

*Valore di riferimento:* 5.6 – 32.2

**Carenza:**

Alimenti consigliati → cranberry<sup>34</sup>.

- (41) O'Connor K, Morrissette M, Strandwitz P, Ghiglieri M, Caboni M, Liu H, Khoo C, D'Onofrio A, Lewis K. Cranberry extracts promote growth of Bacteroidaceae and decrease abundance of Enterobacteriaceae in a human gut simulator model. PLoS One. 2019 Nov 12;14(11):e0224836. doi: 10.1371/journal.pone.0224836. PMID: 31714906; PMCID: PMC6850528.

**Rikenellaceae:**

*Valore di riferimento:* 1.1 – 13.9

**Tannerellaceae:**

*Valore di riferimento:* 0.3 – 3.6

**Odoribacteraceae:**

*Valore di riferimento:* 0.1 – 0.9

**Bifidobacteriaceae:** 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).

*Valore di riferimento:* 0 – 11.9

**Coriobacteriaceae:**

*Valore di riferimento:* 0 – 3.5

**Desulfovibrionaceae:**

*Valore di riferimento:* 0 – 0.9

**ECOLOGIA BATTERICA – LIVELLO GENERE:**

Patogeni rilevati:



**MICOLOGIA:**

Micete identificato:

Abbondanza relativa:

Patogenicità: patogeno/non patogeno

**COMPONENTE VIRALE:**

Virus identificati:

**PARASSITI:**

Parassiti identificati: