

ECOLOGIA

Il suolo vivo

Sotto ogni passo su terra di bosco, miliardi di microorganismi. La scienza spiega cosa succede al sistema immunitario quando ci allontaniamo dalla natura.

Riverbend Earthlog | 15 June 2026 | Ecologia

Immaginate un metro quadro di terra di bosco: non quello che vedete in superficie, foglie umide e radici affioranti, ma i primi dieci centimetri sotto. In quello spazio ci sono, in media, da cento milioni a un miliardo di batteri. Funghi, archaea, protozoi. Una densità di vita che supera di decine di volte qualunque metropoli umana. Ogni volta che camminate su quella terra, la attraversate.

IL SUOLO COME ECOSISTEMA VIVENTE

Il suolo forestale non è semplice substrato minerale. È una matrice biologica attiva, tra gli ecosistemi più complessi che esistano. La sua comunità microbica comprende principalmente batteri appartenenti ai phyla Actinobacteria e Proteobacteria, insieme a Firmicutes, Bacteroidetes e centinaia di altri generi ancora in fase di classificazione. Questa comunità risponde alla composizione vegetale, all'umidità, alla temperatura, alla stagione, e alla storia ecologica del luogo. Un bosco di querce ha una firma microbica diversa da una pineta, che è diversa ancora da un prato alpino.

Uno studio del 2025 pubblicato su *Microbiology Spectrum* (Manninen et al., Università di Helsinki) ha confrontato la comunità microbica su rocce naturali in uso quotidiano da parte di bambini con quella su tappetini in gomma artificiale dei parchi gioco urbani. Le rocce naturali ospitavano comunità più ricche, con una prevalenza di Actinobacteria e Proteobacteria tipici degli ambienti naturali, mentre le superfici artificiali mostravano comunità più povere e biologicamente più stressate. I ricercatori concludono che le superfici artificiali forniscono ambienti microbiologicamente poveri, riducendo l'esposizione necessaria allo sviluppo del sistema immunitario.

IL BATTERIO CHE VIENE DALLA TERRA

Tra i microrganismi del suolo forestale, uno ha attirato attenzione scientifica crescente: *Mycobacterium vaccae*. Si tratta di un saprofito del suolo, presente in modo ubiquitario in suoli ricchi di humus in tutto il pianeta. La sua attività immunologica è documentata.

Studi in vitro hanno mostrato che i lisati di *M. vaccae* inducono la sintesi di interleuchina-10 (IL-10) nelle colture di cellule dendritiche e linfociti CD4+. L'IL-10 è una

citochina anti-infiammatoria centrale nella regolazione della risposta immune (Strygin et al., 2020, Bulletin of Experimental Biology and Medicine). Holbrook e colleghi (2023, International Journal of Molecular Sciences) hanno poi mostrato che l'esposizione preventiva a *M. vaccae* riduce significativamente l'espressione di geni pro-infiammatori nei macrofagi umani in risposta a una successiva sfida infiammatoria.

L'IPOTESI DELL'IGIENE E LA SUA EVOLUZIONE

Negli anni novanta, l'epidemiologo David Strachan aveva osservato una correlazione inversa tra esposizione a infezioni nell'infanzia e rischio di malattia allergica: l'"hygiene hypothesis". Il modello si è poi raffinato: il problema non è l'igiene come pratica sanitaria, ma la perdita di contatto con la biodiversità microbica ambientale.

Erika von Mutius (Università di Monaco, Clinical and Experimental Immunology, 2010) ha analizzato il "farm effect": i bambini cresciuti in ambienti agricoli mostrano tassi di asma e allergie significativamente inferiori rispetto ai coetanei urbani. Susan Prescott (Annals of Allergy, Asthma and Immunology, 2020) ha chiamato questo fenomeno "estinzione dell'esperienza biologica": perdere contatto diretto con la biodiversità priva il sistema immunitario degli input per cui si è evoluto.

IL MICROBIOMA CUTANEO COME SPECCHIO DELL'AMBIENTE

Un modo per misurare l'influenza dell'ambiente microbico sul corpo umano è studiare il microbioma della pelle. Una ricerca del 2018 pubblicata su PNAS (Lehtimäki et al., Università di Helsinki) ha utilizzato un modello canino: i cani che vivevano in ambienti rurali mostravano un microbioma cutaneo ricco di batteri ambientali e una prevalenza di allergie spontanee inferiore rispetto ai cani urbani, il cui microbioma cutaneo era dominato da batteri tipicamente umani, poveri di diversità.

La revisione di Ozdemir e colleghi (2024, Current Allergy and Asthma Reports) inquadra questi dati: la perdita di contatto con la natura e la riduzione della biodiversità microbica ambientale alterano l'omeostasi del sistema immunitario attraverso meccanismi che coinvolgono le barriere epiteliali. È uno dei fattori centrali dell'aumento di malattie infiammatorie e allergiche nelle società industrializzate.

QUELLO CHE SUCCEDDE QUANDO CAMMINATE NEL BOSCO

Non serve fare nulla di speciale. Il contatto avviene con la pelle, con le mucose, con ogni respiro. I microbi del suolo entrano in contatto con l'organismo attraverso inalazione di particelle, contatto cutaneo diretto, e ingestione involontaria di tracce di suolo. È un'esposizione diffusa, cumulativa, che il sistema immunitario elabora nel tempo. L'asfalto, il cemento e le superfici artificiali non replicano quella biodiversità.

Non esiste un integratore che replichi quello che fa un'ora di trail su terra viva. La biodiversità microbica del suolo forestale non è incapsulabile. E, per la prima volta nella storia della specie, sempre più rara da raggiungere.

FONTI E RIFERIMENTI

- Strygin AV et al. (2020). Mycobacterium vaccae Lysate Induces Anti-Allergic Immune Response In Vitro. Bulletin of Experimental Biology and Medicine. <https://doi.org/10.1007/s10517-020-05039-6>
- Holbrook EM et al. (2023). NCTC 11659, a Soil-Derived Bacterium with Stress Resilience Properties, Modulates the Proinflammatory Effects of LPS in Macrophages. Int J Mol Sci. <https://doi.org/10.3390/ijms24065176>
- Manninen J et al. (2025). Microbial communities on dry natural rocks are richer and less stressed than those on man-made playgrounds. Microbiology Spectrum. <https://doi.org/10.1128/spectrum.01930-24>
- von Mutius E (2010). Farm lifestyles and the hygiene hypothesis. Clin Exp Immunol, 160(1):130-5. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2249.2010.04138.x>
- Lehtimäki J et al. (2018). Skin microbiota and allergic symptoms associate with exposure to environmental microbes. PNAS, 115(19):4897-4902. <https://doi.org/10.1073/pnas.1719785115>
- Prescott SL (2020). A butterfly flaps its wings: Extinction of biological experience and the origins of allergy. Ann Allergy Asthma Immunol, 125(5):528-534. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2020.05.025>
- Ozdemir C et al. (2024). Lifestyle Changes and Industrialization in the Development of Allergic Diseases. Curr Allergy Asthma Rep, 24(7):331-345. <https://doi.org/10.1007/s11882-024-01149-7>