

a cura di Luigi Campanella



I biosensori con l'intelligenza artificiale (IA) e l'apprendimento automatico (ML) stanno rivoluzionando il campo della scienza diagnostica. Gli approcci diagnostici tradizionali spesso presentano limitazioni in termini di sensibilità, velocità e accessibilità. I biosensori digitali emergenti, che spaziano dalle piattaforme elettrochimiche e ottiche ai dispositivi indossabili e impiantabili, offrono il rilevamento in tempo reale e ad alta produttività di biomarcatori clinicamente rilevanti da campioni minimamente invasivi. Se abbinati ad algoritmi di intelligenza artificiale e apprendimento automatico, questi sistemi consentono un'elaborazione avanzata del segnale, la riduzione del rumore, il riconoscimento di *pattern* e l'analisi predittiva, migliorando drasticamente l'accuratezza diagnostica e il supporto decisionale. Le innovazioni interdisciplinari spaziano dalla scienza dei materiali alla microfluidica, dalla scienza dei dati alla medicina clinica, e che stanno guidando questo settore verso il futuro. Tra i temi principali della ricerca del settore figurano i dispositivi *point-of-care* integrati con l'intelligenza artificiale, le piattaforme di biosensori adattivi, la diagnostica basata sul cloud e la privacy e la sicurezza dei dati nella sanità digitale. Riunendo la ricerca all'interfaccia tra la tecnologia dei biosensori e l'intelligenza computazionale, è possibile quindi tracciare un percorso strategico per l'implementazione di strumenti diagnostici intelligenti, accessibili e personalizzati che ridefiniranno la diagnosi precoce e la gestione delle malattie nel prossimo decennio. L'ambito di applicazione comprende, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, le seguenti aree:

- sistemi di biosensing integrati con IA/ML: sviluppo di biosensori potenziati dall'apprendimento automatico per l'elaborazione del segnale, la classificazione e la diagnostica predittiva;
- biosensori intelligenti e indossabili: progettazione e applicazione di biosensori indossabili, impiantabili e per la diagnostica *point-of-care*, per il monitoraggio continuo e in tempo reale dello stato di salute;

- microfluidica e dispositivi Lab-on-a-Chip: integrazione di biosensori con piattaforme microfluidiche per il rilevamento multiplex di malattie ad alta sensibilità in formati miniaturizzati;
- modellazione computazionale e algoritmi diagnostici: applicazione del *deep learning*, delle reti neurali e dell'apprendimento federato per analizzare i dati dei biosensori e generare informazioni diagnostiche;
- applicazioni cliniche e casi di studio: utilizzo di biosensori digitali e strumenti di intelligenza artificiale per la diagnosi di malattie infettive, tumori, disturbi neurologici, malattie metaboliche e altro ancora.



Il 78% dei consumatori conosce gli insetti come alimento, ma solo il 43% ne ha esperienza diretta, sia pure minima. L'Europa, soprattutto, sembra non interessata, al contrario di Asia, Africa, America Latina. Una recente sperimentazione industriale finita con il fallimento della francese Ynsect non ha di certo incoraggiato in questa direzione. Convincere il consumatore a nutrirsi di vermi, grilli e larve richiede un elevato sforzo di marketing e la redditività resta un traguardo difficile da raggiungere. Probabilmente gioca a sfavore della novità presentarla come alternativa mentre lo dovrebbe essere come una possibilità ulteriore di scelta.



Il segreto del cemento romano risiede nella miscelazione a caldo di calce viva e pozzolana (ceneri vulcaniche). Questa tecnica genera microscopici frammenti di calce che, quando l'acqua piovana si infila nelle crepe, si sciolgono e rilasciano calcio, creando una reazione chimica che autoripara le fessurazioni nel tempo. Questa formula leggendaria, che ha permesso a strutture come il Colosseo e la cupola del Pantheon di resistere intatte per oltre 2.000 anni, si basa su principi chimici e processi ben precisi: la miscelazione a caldo (*hot-mixing*) e la formazione di grumi di calce durante la miscelazione giudicati un tempo un difetto ed oggi, invece, così preziosi.