

*Ricercatori del Cnr e dell'Università di Bari dimostrano che per rivelare la presenza di singole molecole in un fluido biologico con un sensore a transistor con grandi interfacce bio-funzionalizzate sono sufficienti pochi minuti. Il risultato, pubblicato su *Advanced Science*, è di grande interesse anche perché la rivelazione tempestiva di bio-marcatori consentirebbe una diagnostica precoce e l'approccio preventivo per malattie gravi come tumori, patologie neurodegenerative e Covid-19*



Roma, 14 maggio 2022 - Capire come fa una molecola in un fluido biologico a raggiungere e interagire in pochi minuti con l'interfaccia sensibile di un dispositivo mille miliardi di volte più grande è un rompicapo che negli ultimi anni ha dato vita a un intenso dibattito scientifico.

Risolvere l'enigma e aprire la strada allo sviluppo di bio-sensori elettronici sempre più efficaci è quanto hanno fatto ricercatori dell'Istituto di cristallografia e (Cnr-Ic) dell'Istituto di fotonica e nanotecnologie (Cnr-Ifn) del Consiglio nazionale delle ricerche, in collaborazione con i Dipartimento di Chimica, di Farmacia-Scienze del Farmaco e Interuniversitario di Fisica dell'Università degli Studi di Bari. La ricerca è stata pubblicata su *Advanced Science*, rivista internazionale ad elevatissimo Impact Factor (16.8).

Nelle fasi asintomatiche che precedono l'insorgenza di patologie gravi, quali i tumori, le malattie neurodegenerative o il Covid-19, nei fluidi biologici del corpo umano sono presenti solo pochissimi biomarcatori o patogeni.

“La loro rivelazione tempestiva consentirebbe realmente una diagnostica precoce e permetterebbe di trasformare radicalmente l'approccio medico da curativo a preventivo”, spiega Luisa Torsi, professoressa ordinaria di chimica analitica dell'Università di Bari e neo vice-presidente del Consiglio scientifico del Cnr, che ha coordinato la ricerca.

Rivelare poche molecole ultra-diluite in un fluido utilizzando i dispositivi nanometrici esistenti è possibile, ma richiede settimane o mesi, poiché la probabilità di incontro ed interazione fra un biomarcatore ed un nano-sensore, entrambi di dimensioni dell'ordine del nanometro (1 miliardesimo di metro), è infinitamente bassa nel volume di un campione di sangue o saliva da analizzare (un decimo di millilitro).

Sorprendentemente, diversi recenti esperimenti hanno dimostrato che, se invece di un nano-dispositivo, si utilizzano sensori aventi interfacce di millimetri, tappezzate con un grandissimo numero (mille miliardi) di anticorpi di cattura, è possibile rivelare la presenza di una singola molecola finanche in decimi di millilitro, nel giro di pochi minuti.

“È come liberare un singolo pesciolino nel lago di Garda e poi riuscire a ritrovarlo. Sviluppando un modello basato sulla teoria di Einstein sulla diffusione di particelle soggette al moto browniano e usandolo per spiegare nuovi esperimenti abbiamo trovato una spiegazione convincente all'enigma della cosiddetta barriera di diffusione”, spiega Gaetano Scamarcio professore ordinario di Fisica dell'Università di Bari e associato al Cnr-Ifn, che ha ideato la ricerca. Secondo il modello, un singolo antigene di immunoglobulina (IgG) in acqua è soggetto ad un incessante moto disordinato a causa dei frequentissimi urti con le molecole.

“L'analisi statistica mostra che in soli 10 minuti, grazie al moto browniano, la molecola può esplorare un volume pari a qualche decimo di millimetro cubo mentre ruota velocemente esponendo diversi siti di legame. E che questo è sufficiente per garantire l'interazione efficace con uno dei moltissimi anticorpi presenti sull'interfaccia attiva del sensore”, chiarisce Liberato De Caro di Cnr-Ic.

Il risultato ottenuto ha enorme rilevanza per lo sviluppo di bio-sensori elettronici efficaci per la rivelazione precoce di patologie e per la medicina di precisione. “Ad esempio, i sensori a transistor a singola molecola (SiMoT) hanno una prospettiva concreta di poter essere impiegati per la diagnostica dei tumori del pancreas e del Covid-19”, afferma Eleonora Macchia del Dipartimento di Farmacia-Scienze del Farmaco dell’Università di Bari, vincitrice di un progetto ERC Starting Grant.

Questo lavoro fugge un preconcetto diffuso in ambito scientifico, ovvero la generalizzazione dell’esistenza della cosiddetta barriera di diffusione - concludono Luisa Torsi e Gaetano Scamarcio - Infatti, questo limite riguarda solo i sensori con interfacce nanometriche, che risultano inadatti per impieghi su campioni reali. Invece, i sensori SiMoT possono rivelare patogeni a concentrazioni ultra-basse in tempi di qualche minuto e sono quindi estremamente promettenti per una nuova generazione di bio-sensori. Infine, è evidente come per aggredire problemi complessi a livello molecolare in sistemi reali sia di grande efficacia un approccio multidisciplinare basato su chimica analitica, fisica dei dispositivi elettronici, fisica statistica, dinamica molecolare e nanotecnologie”.