

di Laura Margottini

# Laboratori in miniatura

Il gruppo di ricerca guidato da Luisa Torsi dell'Università di Bari ha ottenuto risultati importanti per lo sviluppo di laboratori miniaturizzati su un chip, i *lab-on-a-chip*

**U**n pezzetto di carta dove poter inserire, anzi stampare, centinaia di sensori elettronici per diagnosticare qualunque malattia. Esami ora possibili solo in laboratorio si potrebbero fare a casa grazie a test simili a quelli di gravidanza e allo stesso costo. Un'idea semplice, ma che promette di rivoluzionare la diagnostica medica. Per arrivarci c'è voluto prima di tutto un premio Nobel per la chimica, anzi tre. Alla fine degli anni settanta un gruppo di chimici e di fisici - Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid e Hideki Shirakawa - capisce che la plastica, isolante per eccellenza, può essere, sotto opportune condizioni, un conduttore di elettricità. Anni dopo questi materiali diventano la base su cui costruire applicazioni di frontiera: i *lab-on-a-chip*, laboratori miniaturizzati su un chip.

Garantire la stessa precisione e l'affidabilità del laboratorio d'analisi, però, non è facile. Ma un decisivo passo avanti è stato ora fatto da un gruppo di ricercatori italiani guidato da Luisa Torsi, professore di chimica all'Università «Aldo Moro» di Bari, che ha da poco pubblicato un risultato significativo sui «Proceedings of the National Academy of Sciences».

## Perché proprio materiali organici come le plastiche sono alla base di questi microsensori?

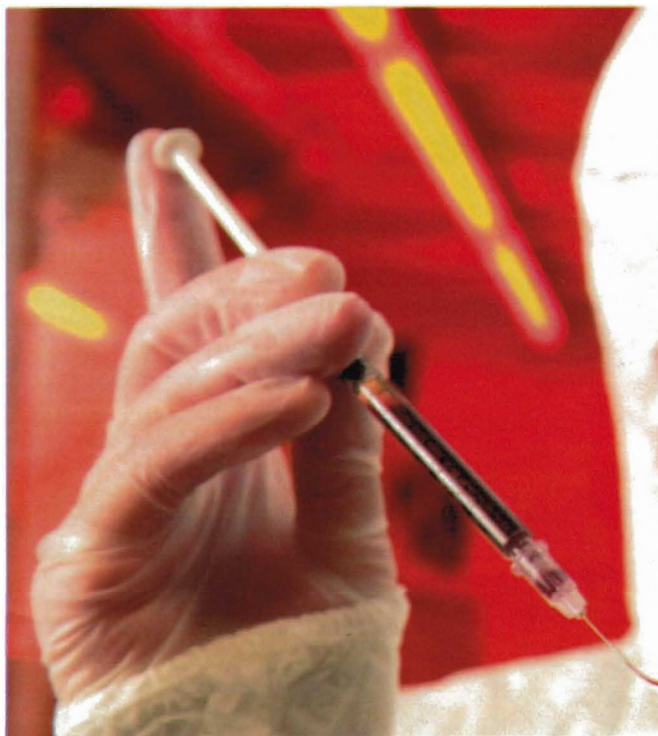
Perché, oltre a essere semiconduttori, sono molto flessibili. Permettono di costruire dispositivi elettronici da collocare su substrati pieghevoli, come la carta. Non hanno proprietà elettroniche eccellenti come quelle del silicio, ma vanno benissimo per costruire schermi pieghevoli per computer, da arrotolare come un giornale, o biosensori del tipo *lab-on-chip*. Sono meno costosi in termini di lavorazione, perché non servono basse pressioni o alte temperature come per i materiali inorganici. Inoltre sono solubili. Si possono mescolare a solventi per ottenere dispositivi elettronici stampabili su carta.

## Ci spiega meglio che cosa vuol dire?

Un sensore elettronico a base di semiconduttori organici può essere realizzato con un economico sistema di stampa. Al posto degli inchiostri si usano soluzioni di molecole organiche con proprietà elettriche differenti. Quando vengono depositate, danno vita a film con le proprietà tipiche di una plastica isolante, oppure di uno strato semiconduttore o metallico. Con questi «inchiostri» particolari si possono realizzare dispositivi stampandoli come si stampa un disegno su un foglio.

## Che c'entra l'elettronica dei materiali organici con un sensore che deve riconoscere e quantificare un agente biologico?

Un sensore deve poter rilevare una specifica molecola, detta *target*, che si trova in un fluido biologico. Questo avviene attra-



## CHI È

**Luisa Torsi** è laureata in fisica e ha conseguito il titolo di dottore di ricerca in scienze chimiche nel 1993. La sua formazione è proseguita con un post-doc ai Bell Laboratories, negli Stati Uniti, durante il quale si è occupata della realizzazione e dello studio delle proprietà fondamentali di transistori organici a effetto di campo (OFET).

Nel 2000 il suo gruppo è stato tra i pionieri dell'impiego degli OFET come sensori chimici. Nel 2010 ha ricevuto il premio Heinrich Emanuel Merck, conferito per riconoscere eccellenze nel campo delle scienze analitiche. È la prima volta che il premio è assegnato a una donna e a uno scienziato italiano.

Dal 2005 è professore ordinario di chimica analitica all'Università degli Studi «Aldo Moro» di Bari e l'attività di ricerca è documentata da oltre 150 pubblicazioni per lo più su riviste come «Science», «Nature Materials» e «PNAS». È inoltre coinventrice di sei brevetti.

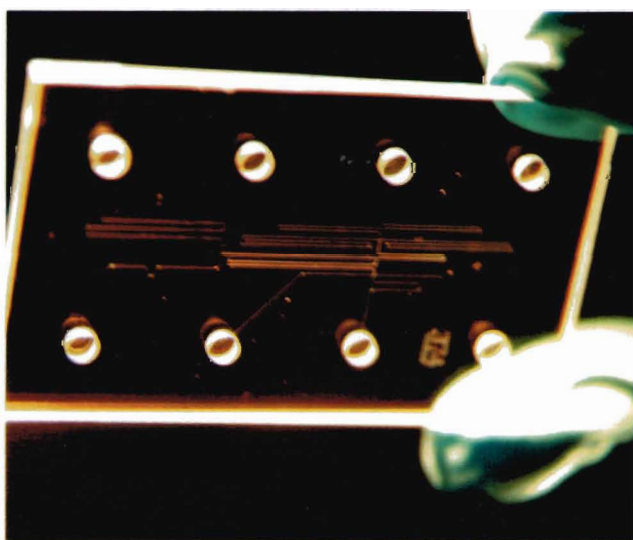


verso un recettore in grado di individuare soltanto quella molecola, escludendo tutte le altre. L'obiettivo oggi si raggiunge con sofisticati sistemi a rivelazione ottica che si trovano solo nei laboratori di analisi.

Per funzionare, hanno bisogno di una sonda luminosa, cioè una molecola che funziona come una lampadina: si accende solo quando il sensore riconosce il suo target. Per quantificare la sostanza è poi necessario usare sistemi ottici in grado di trasformare il segnale luminoso in un dato numerico. Questo metodo è affidabilissimo, ma lungo e soprattutto non miniaturizzabile. Nei micro-



**Dalla medicina all'ambiente.** Sopra, un lab-on-a-chip che analizza campioni di sangue per rilevare linfociti T che esprimono la proteina CD4. Sotto, un chip della NASA per analisi ambientali.



biosensori elettronici, invece, appena avviene l'interazione fra target e recettore si registra un segnale elettronico.

### Perché?

All'interno del dispositivo le cariche si muovono in prossimità dello strato biologico. Se questo strato subisce una variazione significativa, come quando si lega alle molecole-target, la corrente varia in modo sensibile.

### Come è possibile far coesistere un circuito elettrico con un sistema biologico all'interno dello stesso dispositivo?

All'inizio è stato un serio problema. I circuiti elettronici smettono di funzionare se entrano in contatto con l'acqua, a maggior ragione se salata. Un sistema biologico invece è attivo solo se immerso in una soluzione fisiologica. Per questo nei biosensori lo strato biologico è depositato sulla superficie più esterna del dispositivo. Ma più le cariche della corrente sono lontane dallo strato biologico meno sono sensibili alle variazioni che subisce lo strato quando si lega al target. Noi abbiamo cercato di risolvere il problema guardandolo da un altro punto di vista.

### Vale a dire?

L'idea è piuttosto controintuitiva: abbiamo depositato il materiale che costituisce il canale dove passano le cariche proprio sopra lo strato biologico. Nessuno lo aveva mai fatto prima, per i motivi che ho appena detto. Il sistema, però, funziona. Non solo, le cariche registrano anche la più piccola variazione che avviene nello strato di recettori. In questo modo abbiamo realizzato un dispositivo che è in grado di rivelare concentrazioni da 1000 a 10.000 volte inferiori rispetto ai microsensori attuali. Allo stesso tempo eguaglia, anche questo per la prima volta, precisione, affidabilità e riproducibilità degli strumenti ottici da laboratorio.

### Come è nata l'idea?

L'intuizione è venuta dalla dottoranda Maria Magliulo, che lavora nel mio gruppo. All'inizio l'ho considerata un'idea non praticabile, perché il canale elettronico in un transistor a base di materiale organico, per funzionare, ha bisogno di poggiare su una superficie atomicamente quasi piatta. Invece il sistema biologico è per sua natura poco regolare. Il dispositivo ha invece funzionato, probabilmente perché il semiconduttore organico, flessibile di natura, si adatta molto bene alla superficie del film biologico. Ma stiamo ancora studiando.

Questo risultato è stato possibile grazie alle diverse competenze che abbiamo nel gruppo, come quella del chimico Gerardo Palazzo, esperto di sistemi biologici. Per questo ritengo in Italia che l'interdisciplinarietà nella ricerca andrebbe maggiormente incoraggiata. Ne escono idee meravigliose.

### A chi serviranno questi dispositivi se entreranno in commercio?

Potrebbero avere un impiego piuttosto ampio, perché l'idea è che siano semplici da usare e a basso costo. Ma soprattutto serviranno a quei paesi dove i laboratori attrezzati sono assenti o male equipaggiati. Il sistema di rilevazione elettronica tipica di questi sensori li rende particolarmente adatti a interfacciarsi con un computer facilitando l'invio di dati quantitativi dei test ai medici che operano in strutture lontane, per avere la diagnosi. Senza un'accurata diagnosi è impensabile poter debellare qualunque malattia. Specie nei paesi più poveri.