

Nanotubi salvacervello

Microfilamenti di carbonio per curare e far sviluppare i neuroni danneggiati. La scoperta dell'Università di Trieste

DI NICOLA NOSENGO

Fra tutti i modi per passare il tempo, Laura Ballerini si è scelta proprio uno dei più difficili. Nel suo laboratorio all'Università di Trieste, dove è professore di fisiologia, passa le sue giornate a coltivare neuroni, le cellule del sistema nervoso, tra tutte forse le più recalcitranti a crescere in cattività. Non basta farle crescere e moltiplicare, cosa già non facile. Occorre che lo facciano con metodo, creando i giusti contatti l'una con l'altra, formando una rete e facendo il loro mestiere, che è quello di parlarsi e far viaggiare informazioni da un capo all'altro.

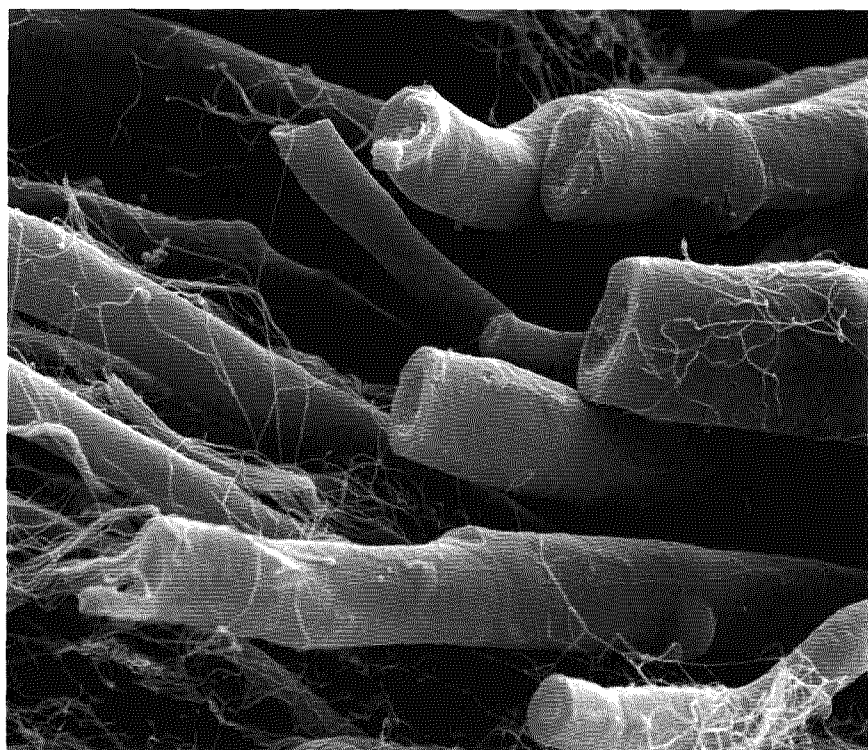
Che questo sia dannatamente difficile, lo sanno non solo i ricercatori, ma prima ancora migliaia di pazienti in tutto il mondo. Curare le lesioni del sistema nervoso centrale resta una delle grandi zone grigie della medicina, che dispone solo di poche armi spuntate per aiutare i pazienti con lesioni del midollo spinale (in Italia sono circa 70 mila), quelli che soffrono le conseguenze di ictus o di malattie degenerative come il morbo di Parkinson. E questo proprio perché i neuroni danneggiati non ricrescono e non ritornano a posto lasciando una semplice cicatrice, come fanno le cellule della pelle o delle ossa. Crescono e costruiscono le loro reti solo in presenza di particolari condizioni (in pratica, quelle delle prime fasi di sviluppo), che la scienza non è capace di riprodurre.

O almeno non ancora. Perché proprio una scoperta del gruppo di Ballerini (aiutata a Trieste da gruppi di giovani e brillanti ricercatori la cui carriera rischia di proseguire lontano dall'Italia), potrebbe

affilare quelle armi spuntate e aprire la strada a una vera medicina rigenerativa del sistema nervoso. I ricercatori di Trieste, a capo del progetto europeo "Neuronano" che comprende altri cinque istituti tra Europa e Israele, hanno passato gli ultimi tre anni a studiare cosa succede quando i neuroni vengono fatti crescere su uno strato di nanotubi di carbonio. Questi minuscoli filamenti cilindrici, formati da atomi di carbonio ordinatamente messi in fila, sono uno dei più

versatili prodotti delle nanotecnologie. Le loro proprietà meccaniche ed elettriche li rendono interessanti per molte discipline, comprese le neuroscienze, perché la loro stessa forma e struttura chimica li trasforma in ottimi candidati come "neuroni artificiali".

Già due anni fa, Ballerini e il suo gruppo avevano dimostrato che è possibile far crescere i neuroni su supporti arricchiti con nanotubi, creando reti ibride, in cui il segnale elettrico passa senza soluzione di continuità dalle strutture artificiali a quelle biologiche. Ora hanno fatto un passo in più, in un esperimento appena pubblicato sul "Journal of Neuroscience". Dimostrando che i nanotubi stimolano addirittura i neuroni a formare più connessioni tra di loro (le sinapsi, le unità fondamentali della rete che trasporta l'informazione nervosa) di quanto avvenga su qualunque altro supporto. E che quelle sinapsi sono addirittura più efficienti di quelle normali nel trasmettere informazioni. Spiega Ballerini: «Non solo i neuroni riconoscono i nanotubi come qualcosa di utile, quasi come ▶



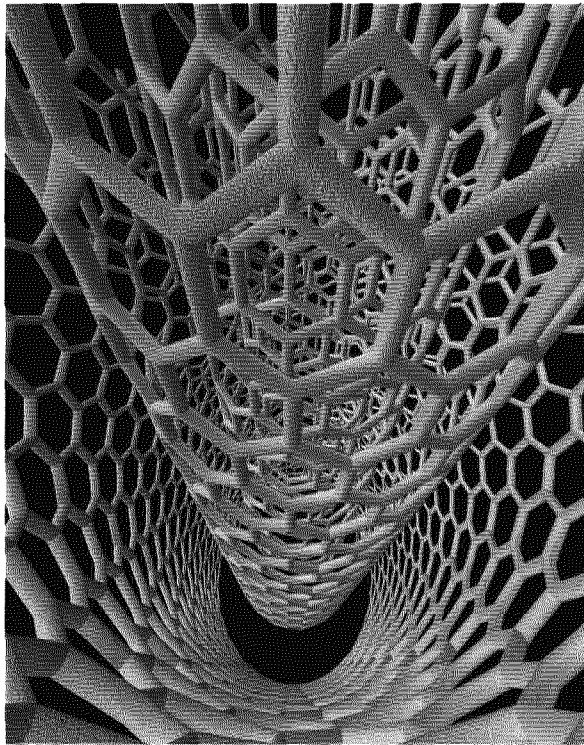
ELABORAZIONE DIGITALE DI IMMAGINI DI FIBRE NERVOSE

Foto pag. 135-136: Corbis, Pasieka - Corbis

Scienze

dei loro simili. Ma vengono potenziati e iniziano a comportarsi in maniera diversa».

Gli esperimenti condotti su neuroni del ratto (per la precisione quelli dell'ippocampo, una regione del cervello cruciale per la memoria a lungo termine) non lasciano dubbi. Rispetto a una normale coltura di cellule nervose, quelle coltivate su una soluzione di nanotubi di carbonio formano, dopo un po' di tempo, il doppio delle connessioni. Non solo, ma quelle sinapsi rivelano una maggiore attività spontanea e una più spiccata "plasticità", ovvero la capacità di modificare il proprio comportamento in risposta agli stimoli



COMPUTER ARTWORK: NANOTUBI

ricevuti: la caratteristica, tipica del sistema nervoso in fase di sviluppo, che è alla base dell'apprendimento. Tutto questo avviene senza bisogno di "condire" il supporto di coltura con complessi (e costosi) cocktail di proteine e fattori di crescita che normalmente sono l'ABC della medicina rigenerativa.

Per capire l'impatto che questa scoperta potrebbe avere sulle terapie, basta fare un passo indietro a qualche mese fa. Quando la rivista "Lancet" annunciava che lo statunitense Rob Summers, paralizzato da 5 anni dalla vita in giù a causa di un incidente automobilistico, era di nuovo in grado di rimanere in piedi per qualche secondo e fare semplici movimenti degli arti inferiori. Il tutto grazie a sette mesi di terapia basata su elettrodi impiantati sul suo midollo spinale, che inviavano stimoli regolari alle sue fibre nervose. È un successo, ma i limiti di questa tecnica sono legati proprio ai materiali usati, che devono essere accettati senza rigetto dal tessuto nervoso, rimanerci molti anni, e trasmettere il segnale elettrico nel modo più efficiente possibile. E soprattutto, per quanto sia evidente che questa tecnica funziona, non si capisce esattamente perché, non potendo vedere cosa acca-

de alle fibre nervose sottoposte alla stimolazione elettrica.

«Un materiale come i nanotubi, non solo biocompatibile ma capace di creare una fusione così completa con il tessuto biologico, potrebbe aumentare molto l'efficacia di questi sistemi», dice Ballerini: «Inoltre permetterebbe di registrare l'attività dei neuroni oltre a stimolarla, dosando meglio gli effetti dell'elettrodo». Il bersaglio finale è arrivare a una vera e propria rigenerazione di reti nervose danneggiate. «Il cuore della nostra scoperta», conclude la ricercatrice, «è che i nanotubi attivano una linea di comunicazione tra neuroni che ancora non conosciamo, e questo è prima di tutto uno straordinario strumento per studiare i meccanismi fondamentali che fanno funzionare il nostro cervello». ■

**SI FORMANO NUOVE
 CONNESSIONI,
 NUOVE SINAPSI.
 ANCHE PIÙ
 EFFICIENTI DI
 QUELLE NORMALI**

La forza del pensiero

I nanotubi potrebbero essere una spinta in avanti anche per le cosiddette Brain Machine Interfaces, utilizzate per i pazienti che hanno perso qualunque capacità di movimento. Come Matt Nagle, un giovane statunitense rimasto completamente paralizzato nel 2000 dopo essere stato accoltellato in una rissa. Per tre anni, dal 2004 fino al 2007 (anno della sua morte per una grave infezione), Nagle riuscì a utilizzare un computer per scrivere mail e controllare elettrodomestici, letteralmente con la forza del pensiero.

A renderlo possibile era stato John Donoghue, neurofisiologo della Brown University e fondatore di BrainGate. Donoghue aveva impiantato un elettrodo nel cervello di Nagle, sulla corteccia motoria, quella che normalmente ci consente di muovere gli arti. Chiedendo al paziente di immaginare di muovere un braccio o una mano (cosa che non poteva fare a causa della lesione, che ha interrotto il trasporto del segnale nervoso), registrava l'attività dell'area motoria fino a che il computer non imparava ad associarla al movimento immaginato dal paziente. Un po' come i programmi di dettatura per computer che imparano a interpretare il modo in cui pronunciamo ogni lettera. Il computer poteva tradurre il pensiero del paziente in movimenti di un cursore su un uno schermo, o addirittura di un braccio robotico, come Donoghue ha sperimentato di recente su un'altra paziente. Anche in questo caso, i nanotubi potrebbero portare un enorme miglioramento a queste tecniche ancora molto rudimentali, perché consentono di registrare l'attività nervosa con una risoluzione di gran lunga migliore: captare più segnali per unità di tempo, che vuol dire per esempio distinguere tra un movimento più veloce o uno più lento del braccio immaginario, o la capacità di muovere le singole dita di un arto robotico.