



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Consiglio Nazionale
delle Ricerche

ECCO *ERMES*, IL PRIMO SISTEMA DI COMUNICAZIONE PER MOLECOLE

A progettare, sintetizzare, e collaudare il sistema che mette in comunicazione parti lontane di una molecola, mimando per la prima volta usa un meccanismo analogo che la Natura usa in un passaggio chiave della respirazione cellulare, un team di ricercatori dell'Università di Bologna guidato da Alberto Credi e Marco Lucarini. Un risultato nato nel Center for Light Activated Nanostructures (CLAN) congiunto tra Università e CNR, che opera nell'Istituto per Sintesi Organica e la Fotoreattività (ISOF) del CNR di Bologna. Lo studio è pubblicato dalla prestigiosa rivista PNAS.

Per la prima volta è stato possibile far comunicare parti lontane in una molecola di sintesi: una nuova strategia, chiamata *Ermes*, ha permesso di cambiare a distanza e in modo controllato l'acidità di una molecola, rendendola 10 milioni di volte meno acida. Si tratta della più grande variazione di questo tipo mai ottenuta artificialmente. Nel nostro corpo il processo che converte i nutrienti in energia usa un meccanismo simile, che è ancora in parte sconosciuto e non era mai stato mimato prima d'ora.

A progettare, sintetizzare, e collaudare *Ermes* – riferisce un articolo pubblicato dalla prestigiosa rivista *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences)* – è stato un team di ricercatori dell'Università di Bologna e del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), guidato da Alberto Credi e Marco Lucarini.

La novità di *Ermes*

La novità assoluta di *Ermes* è che riesce a far comunicare in modo rapido, efficiente e selettivo due regioni di una molecola che sarebbero altrimenti lontane e isolate: un compito difficilissimo che la Natura compie sfruttando strutture chimiche estremamente sofisticate. *Ermes* invece ottiene lo stesso risultato in un sistema di pochi atomi, facilmente sintetizzabile in laboratorio, lungo circa un 1 nanometro, cioè un milionesimo di metro.

Il componente fondamentale di questo sistema di comunicazione è un rotassano: una molecola a forma di anello che circonda un'altra molecola filiforme. L'anello è libero di scorrere lungo il filo per tutta la sua lunghezza, ma non può sfuggire perché due "tappi" gli impediscono di sfilarsi. Proprio grazie alla sua libertà di movimento, l'anello mette in comunicazione le due estremità; una è capace di ricevere segnali elettrici, l'altra è responsabile delle proprietà acido/base. Quando un elettrone viene intercettato dal primo sito, l'anello trasferisce l'informazione all'altro capo e l'acidità della molecola cambia. L'anello si comporta quindi come un messaggero: da qui il nome *Ermes*, come il messaggero delle divinità greche.

Un risultato inspiegabile

Sistemi molto simili a *Ermes* erano stati sintetizzati già a fine anni '90 e usati per le ricerche sulle macchine molecolari, premiate con il Nobel per la Chimica lo scorso anno. Nessuno si era però mai accorto di questo comportamento particolare. La scoperta è avvenuta grazie a un esperimento dal risultato sorprendente e inizialmente inspiegabile. "Durante gli esperimenti mi sono accorto che il comportamento del rotassano cambiava radicalmente in presenza di basi differenti", racconta Giulio Ragazzon, giovane ricercatore Unibo che ha collaborato allo studio. L'unica possibilità per giustificare le osservazioni sperimentali era che la molecola riuscisse a mettere in comunicazione due parti lontane fra loro. "Grazie alla collaborazione con il

prof. Marco Lucarini, che studia il comportamento degli elettroni spaiati con tecniche di risonanza magnetica, è stato possibile confermare la nostra ipotesi, osservando direttamente la posizione dell'anello lungo il filo quando la molecola riceve un elettrone”.

Non solo chimica: applicazioni su farmaci ed energia

Ermes tocca due temi fondamentali che vanno ben oltre i confini della chimica: la comunicazione a distanza e l'accoppiamento di segnali elettrici e chimici. Sul primo si fonda il funzionamento della maggior parte degli enzimi, molecole naturali che consentono la vita. Il secondo è invece alla base di processi naturali cruciali come la fotosintesi e la respirazione, e in ambiti tecnologici come le celle a combustibile, i sensori e la catalisi.

Con *Ermes* i ricercatori convertono un segnale elettrico in un cambio di acidità; la stessa strategia può essere usata per convertire segnali luminosi o rilasciare a comando altre molecole. Pertanto il lavoro potrebbe avere ricadute anche nel campo della conversione di energia e del rilascio controllato di farmaci.

La rilevanza della scoperta e delle sue possibili applicazioni emerge anche dal fatto che lo studio viene pubblicato su *PNAS*, importante rivista americana che si occupa di tutte le scienze, e non su una rivista specializzata di chimica come solitamente accade.

Chimici come ingegneri

Il concetto fondamentale alla base di *Ermes* è l'emulazione in sistemi artificiali di ciò che la natura riesce a fare grazie alle proteine e agli enzimi, usati per formare strutture, ottenere movimenti meccanici e comunicare. In questo caso il lavoro si è focalizzato sulla capacità di trasmettere e convertire un segnale.

Nel compiere queste ricerche i chimici operano alla stregua degli ingegneri e degli architetti, manipolando però sistemi un miliardo di volte più piccoli, dal momento che i loro “mattoncini” sono atomi e molecole. La realizzazione di materiali e dispositivi artificiali di dimensioni nanoscopiche è di grande interesse per lo sviluppo della nanotecnologia, cioè di una tecnologia che permette di costruire strutture con dettagli nanometrici.

Molti ritengono che la nanotecnologia porterà non solo a materiali più leggeri e più resistenti e a computer più piccoli e più potenti, ma rivoluzionerà anche la medicina e altri settori della scienza e della tecnologia.

Il gruppo di ricerca

Ermes è il risultato di un progetto nato circa tre anni fa, nell'ambito delle attività del Center for Light Activated Nanostructures (CLAN) guidato dal prof. Alberto Credi. CLAN è un laboratorio fondato congiuntamente dall'Università di Bologna e dal CNR, ed opera nell'Istituto per Sintesi Organica e la Fotoreattività (ISOF) dell'Area della Ricerca del CNR di Bologna. La missione di CLAN è lo sviluppo di sistemi e materiali molecolari e nanostrutturati in grado di svolgere funzionalità attivate da stimoli luminosi o ad essi collegati. Questo studio è il risultato della collaborazione fra CLAN e il gruppo di ricerca di chimica dei radicali liberi del Dipartimento di Chimica “Ciamician” dell'Alma Mater.

Il gruppo del prof. Credi, allievo del prof. Vincenzo Balzani, aveva già attirato l'attenzione dell'opinione pubblica per i contributi fondamentali nel campo delle macchine molecolari, premiate con il Nobel per la chimica lo scorso anno. Lo stesso gruppo di ricerca ha già realizzato il primo ascensore molecolare (*Science*, 2004) e la prima pompa molecolare autonoma azionata dalla luce (*Nature Nanotechnology*, 2015). Lo

spessore internazionale del gruppo è stato suggellato nel 2016 dal finanziamento *ERC Advanced Grant*, il più prestigioso a livello europeo.

Lo studio: autori, press kit, contatti

G. Ragazzon, C. Schäfer, P. Franchi, S. Silvi, B. Colasson, M. Lucarini, A. Credi: “Remote electrochemical modulation of pK_a in a rotaxane by co-conformational allostery” *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, in stampa.

PNAS consente l'accesso ai contenuti sotto embargo attraverso EurekAlert!. I giornalisti possono registrarsi a EurekAlert! all'indirizzo <http://www.eurekalert.org/register.php> e richiedere accesso ai materiali di *PNAS*. Se sono già registrati ad EurekAlert!, possono richiedere accesso a *PNAS* tramite <http://www.eurekalert.org/account.php>.

Video, immagini e fotografie sono disponibili su <https://sites.google.com/site/ermespresskit/>.

Per approfondimenti: Alberto Credi (coordinatore team scientifico), +39 347 442 9973, alberto.credi@unibo.it.