

Nanorroboten mugimendu kolektiboa *in vivo* behatu dute

CIC biomaGUNEko ikertzaileek lehen aldiz monitorizatu dute nanorrobot-multzo batek sagu bizien barruan duen portaera

Ikerketa *Science Robotics*en argitaratu da, eta arrain-sarden antzeko mugimendu koordinatua erakusten du, doitasunezko medikuntzaren alorrean etorkizun oparoa duena

Donostia, 2021eko martxoaren 18an. Eskala nanometrikoko (milimetro baten milioiren bateko tamainako) osagaiak dituzten makinak dira nanorrobotak, eta ingurune jakin batzuetan (ingurune artifizial zein naturaletan) era autonomo batean mugitzeko gaitasuna izan dezaten diseina daitezke. Oraindik ikerketa- eta garapen-fasean dauden arren, aurrerapen handiak egiten ari dira nanorrobotak jardunbide medikoaren errealitate bihurtzeko. Askotariko aplikazioak dituzte: hala tumore-zelulak identifikatu eta aurkitzea eta organismoaren txoko jakin batzuetan botikak askatzea, nola ehun-ingeniaritza eta hantura-erantzunetan zelulei laguntzea. Etorkizun handieneko nanorrobot-sistemen artean entzima katalitiko bidez autopropulsatzen direnak daude. Hala ere, ezinbestekoa da nanorrobot horien portaera kolektiboa ulertzea jardunbide klinikorantz aurrera egiteko.

Science Robotics aldizkarian argitaratutako ikerketa berri batean, organismo batean era autonomoan mugitzen den nanorrobot-multzo handi baten portaera kolektiboa behatu dute *in vivo*, nanorrobotak isotopo erradioaktiboekin markatuz. Ikerketa Jordi Llopek zuzentzen duen [CIC biomaGUNE](#)ko Erradiokimika eta Irudi Nuklearra ikerketa-taldeak egin du, [Kataluniako Bioingeniaritza Institutuko](#) (IBEC) Nanogailu Biologiko Adimendunak taldearekin —zeina Samuel Sánchez ICREA ikerketa-irakasleak zuzentzen baitu—, [Bartzelonako Unibertsitate Autonomoarekin](#) (UAB) eta [Università degli studi di Roma Tor Vergata](#)rekin batera. Nanorrobotak IBECen diseinatu dituzte. “Oso garrantzitsua da nanorrobotak elkarrekin eta multzoan nola mugitzen diren ikusi ahal izatea, bai eta organismo bizi baten barruan nola dabiltzan jarraitu ahal izatea ere; izan ere, milioika nanorrobot behar dira patologia espezifikoak tratatzeko, hala nola tumore-asaldurak”, azaldu du Samuel Sánchez IBECeko ikertzaile nagusiak. “Frogatu dugu, lehen aldiz, nanorrobotak *in vivo* monitoriza daitezkeela positroien emisio bidezko tomografiaren bidez (PET). Teknika hori ez-inbaditzailea eta sentikortasun handikoa da, eta gaur egun ingurune klinikoan erabiltzen da”, azaldu du Jordi Llopek, CIC biomaGUNEko erradiokimika eta irudi nuklearreko laborategiko ikertzaile nagusiak.

Horretarako, ikertzaileek, lehenik eta behin, *in vitro* esperimenduak egin zituzten, nanorrobotak mikroskopia optikoaren eta positroien emisio bidezko tomografiaren bidez (PET) monitorizatuz. Bi teknika horiei esker ikusi ahal izan zen nola nanorrobotak fluidoekin nahasten ziren eta nola migratzeko gai ziren, modu kolektiboan, bide konplexuei jarraituz. Gero, nanorrobotak saguetan sartu ziren, zain bidez, eta, azkenik, animalia horien maskurietan sartu zituzten. Nanorrobotek ureasa izeneko entzima bat zuten, gerneraren urea erregai gisa erabiltzeko gai dena. Horregatik, erraz mugitu zitezkeen ingurune horretan.

Hegazti-saldoen edo arrain-sarden antzeko mugimendu kolektiboak

Zientzialari-taldeak egiaztatu zuen saguen maskurian zeuden nanogailuen banaketa homogenea zela, eta horrek adierazten du mugimendu kolektiboa koordinatua eta eraginkorra zela. “Naturan ikusten diren mugimendu kolektiboen antzekoak egiten dituzte nanorrobotek; saldoetan hegan egiten duten hegaztiak bezalakoak edo arrain-sardek jarraitzen dituzten molde ordenatuen antzekoak”, azaldu du Samuel Sánchez IBECeko ikertzaile nagusiak. “Ikusi dugu gainazalean urea duten nanorrobotak askoz azkarrago mugitzen direla urearik ez dutenak baino. Hasierako teoriaren kontzeptu-proba bat da hori, zeinak esaten baitu nanorrobotak errazago iritsi ahal izango direla tumorera eta are barrurago sartu ahal izango direla”, adierazi du Jordi Llop CIC biomaGUNEren ikertzaile nagusiak.

Ikerketa honek erakusten du milioika gailu nanoskopikok eraginkortasun handia dutela modu koordinatuan mugitzeko, bai *in vitro* inguruneetan, bai *in vivo*. Hori funtsezko aurrerapena da nanorrobotak doitasun handiko terapien eta tratamenduen protagonista bihurtu ahal izateko. Era berean, frogatu da “*in vivo* ingurunean aplika daitezkeen irudi-tekniken bidez monitoriza daitezkeela nanorroboten mugimendua, hau da, esperimentazio-animalietan, baita gizakietan ere, aplika daitezkeen tekniken bidez”, gehitu du Cristina Simok —ikerketaren lehen sinatzaileetako bat eta CIC biomaGUNEko ikertzaileetako bat—.

Eskala nanometrikoko gailu horiek medikuntzan izango dituzten aplikazioek etorkizun oparoa dute. Nanorrobot-multzoak bereziki erabilgarriak izan daitezke ingurune likatsuetan, zeinetan, askotan, baskularizazio txarraren eraginez sendagaien difusioa mugatua baita, hala nola traktu gastrointestinallean, begian edo artikulazioetan. “Hain zuzen, motorretan entzima desberdinak sar daitezkeenez, neurrirako nanorrobotak egin litezke, organismoaren barruko helburuaren arabera, nanogailuak mugitu behar duen ingurunean eskuragarri dagoen erregaira egokituz”, ondorioztatu du Samuel Sánchezek.

CIC biomaGUNEri buruz

CIC biomaGUNE biomaterialen alorreko ikerketa kooperatiboko zentroak, zeina Basque Research and Technology Allianceko ([BRTA](#)) kide baita, punta-puntako ikerkuntza egiten du Kimikaren, Biologiaren eta Fisikaren arteko eremuan, eta arreta berezia jartzen du nanoegitura biologikoen eskala molekularreko propietateetan, bai eta haien aplikazio biomedikoetan ere. 2018an, “María de Maeztu” Bikaintasun Unitate izaera aitortu zioten bikaintasun-baldintzak betetzeagatik, zeintzuen bereizgarri baita dagokion jarduera-esparruan inpaktu handia eragitea eta lehiakortasun-maila handia izatea mundu mailako zientzian.

IBECi buruz

Kataluniako Bioingeniaritza Institutua (IBEC) CERCA zentro bat da, bi aldiz aitortu diote “Severo Ochoa” Bikaintasun Zentro izaera eta Bartzelonako Zientzia eta Teknologia Institutuko (BIST) kide da. IBECek diziplina anitzeko bikaintasuneko ikerketak egiten ditu ingeniaritzaren eta biziaren zientzien arteko muga, ezagutza sortzeko, eta nanomedikuntza, biofisika, bioteknologia, ehun-ingeniaritza eta osasunaren arloko informazioaren aplikazio teknologikoen arloak lantzen ditu, besteak beste. IBEC 2005ean sortu zuten Kataluniako Generalitateak, Bartzelonako Unibertsitateak (UB) eta Kataluniako Unibertsitate Politeknikoak (UPC).

Erreferentzia bibliografikoa

Ana C. Hortelao, Cristina Simó, Maria Guix, Sandra Guallar-Garrido, Esther Julián, diana Vilela, Luka Rejc, Pedro Ramos-Cabrer, Unai Cossío, Vanessa Gómez-Vallejo, Tania Patiño, Jordi Llop, Samuel Sánchez.

Monitoring the collective behavior of enzymatic nanomotors in vitro and in vivo by PET-CT

Science Robotics 6, eabd2823 (2021); DOI: 10.1126/scirobotics.abd2823.

1 argazkia: Jordi Llop, Erradiokimika eta Irudi Nuklearra ikerketa-taldeko burua, eta Cristina Simó, artikulua sinatu duen ikertzaile nagusietako bat, PETaren ondoan (Eider Olazar / Elhuyar).

2 argazkia: Nanorrobotak ureatan sartu eta 0, 25 eta 45 minuturen buruan hartutako PET-CT irudiak (Pedro Ramos, Cristina Simó / CIC biomaGUNE, IBEC, UAB).

Bideoa: Ureatan sartutako nanorroboten mugimendu kolektiboa ikus daiteke. Lehenbizi, bi fase sortzen dira, baina efektu hori desagertu egiten da azkenean, eta banaketa homogeneoa lortzen da maskurian (Pedro Ramos, Cristina Simó / CIC biomaGUNE, IBEC, UAB).