

Novi val – kretanjem do zdravlja

Priredila: Tatjana HARAMINA

Nano je postalo čarobnom riječju. Nanoznanosti su temelj, intrinzičnost u tehničkim rješenjima, nanotehnici. Valja razlikovati nekoliko područja. Ovaj put pozornost će biti posvećena novom valu u nanotehnici, *nanospravama*.¹

Prvi val nanotehnike bio je usmjeren na kontrolu strukture na sučeljima na nanometarskoj skali radi postizanja boljih svojstava i funkcionalnosti. Funkcionalni materijali za elektroniku i fotoniku mijenjaju naš način života i produljuju ga primjenom nanotehnike u medicini. Danas je na pomolu drugi val nanotehnike; pozornost je usmjerena na potpuno funkcionalne *nanosprave*.

Iako je vizija mnoštva futurističkih fantastičnih filmova sa znanstvenog motrišta najčešće na krivom tragu, u filmu *Fantastično putovanje* (1966.) pojavila se sićušna *podmornica* u čovjekovu organizmu sa sićušnom posadom koja je trebala izliječiti čovjeka, stanicu po stanicu. Premda je vizija *podmornice* koja pliva tijelom i liječi ga potpuno nerealna, sprava koja se u stanju sama pokretati vrlo je privlačan cilj eksperimentalnih znanstvenika. Skupina fizičara i kemičara sa Sveučilišta u Sheffieldu, predvođena R. A. L. Jonesom i A. J. Ryanom, usmjerila je napore u tom pravcu.

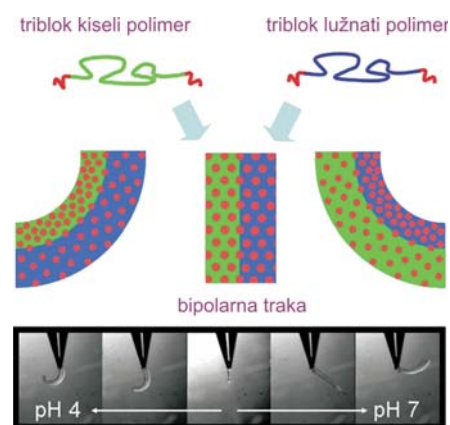
Veličina takvog uređaja morala bi biti usporediva s veličinom crvenih krvnih stanica, kako bi se mogao kretati po krvožilnom sustavu. Postavlja se pitanje koja je razlika između plivača promjera 7 μm (poput crvenih krvnih stanica) i npr. plivača visine 2 m. Za oba vrijede isti fizikalni zakoni, ali se razlikuje način na koji su primijenjeni. Iz Reynoldsove značajke malog iznosa vidljivo je da je otpor fluida kretanju čestice posljedica viskoznosti, a ne momenta čestice. Ovaj sićušni objekt vidi vodu poput ljepljivog sirupa, dok u slučaju prestanka plivanja ona ne može nastaviti kretanje inercijom. Pro-

totipovi iz prirode, poput nekih bakterija ili sperme, kao pokretački mehanizam imaju kemijski naboj i sustav senzora za detektiranje hrane ili cilja naboja. Potencijalna energija koju treba nanopodmornica može se dobiti iz odvojenih volumena različitoga kemijskog sastava. Kemijski potencijal teži ravnoteži reakcijom ili difuzijom. Ovi volumeni moraju biti podijeljeni membranom koja se može načiniti od sintetskih blok-kopolimera s hidrofilnim i hidrofobnim blokovima. Kemijskim postupcima mogu se kontrolirati svojstva i dimenzije ovakvih samoorganiziranih membrana, odnosno kapsula koje mogu biti nositelji bilo čega, a koje su i nositelji energije u obliku različitih molekula na vanjskoj i unutarnjoj strani (slika 1).¹

Kako natjerati nešto da se kreće? Živi organizmi imaju sposobnost pretvaranja kemijske energije u mehanički rad. Sličan efekt daju i sintetski polielektroliti zahvaljujući promjeni volumena zbog ionizacije. Od samoorganiziranih blok-kopolimera načinjen je gel koji se deformira kao odgovor na pH-stimulaciju, uz povećanje volumena s faktorom 3. U spoju s kemijskim oscilatorom dobiva se makroskopsko gibanje. Sparivanjem ovih umjetnih mišića suprotnog djelovanja dobije se još efikasniji stroj. Spajanje hidrogelova izvedeno je s pomoću otapala, a kao rezultat dobivene su bipolimerne trake, osjetljive na pH-vrijednost, analogne bimetalima² (slika 2). Ovo je gibanje vrlo slično gibanju flagela u živih organizama, no ove sintetske flagele još su prevelike da bi se spojile na kapsulu.

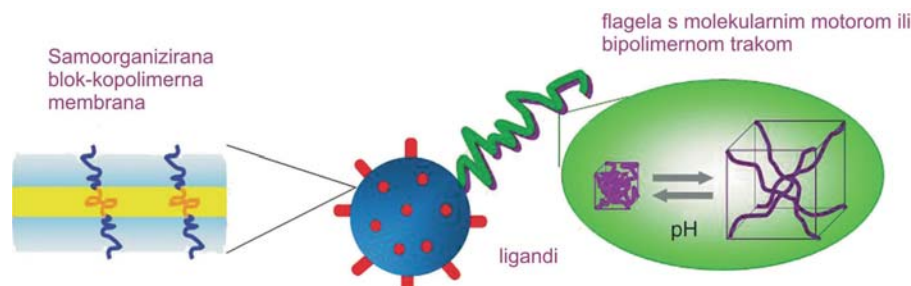
Kao druge opcije skupina istraživača iz Sheffielda predlaže da se iskoriste fizikalni fenomeni koji postaju dominantni kod ovih dimenzija čestica, poput porasta omjera sučelje/volumen. Provjeren je prijedlog teoretičara³ da se iskoristi gradijent osmotskog tlaka, koji je dobiven dodavanjem katalitičke zakrpe na površinu kapsule. Ako se kapsula površine asimetrično prekrive-

ne katalizatorom stavi u otopinu molekula koje brzo reagiraju s katalizatorom, razvit će se gradijent koncentracije viška otopljenog tvari koja s pomoću osmotskog tlaka gura kapsulu u jednu stranu, poput mlaznice. Ovaj teorijski prijedlog ostvaren je uz pomoć polistirenske kuglice čija je polovica prekrivena platinom. Platina katalizira redukciju vodikova peroksida (goriva) na kisik i vodu, čime nastaje više molekula negoli ih je bilo u gorivu prije reakcije. Na kratkoj vremenskoj skali čestice se kreću pravocrtno, a brzina ovisi o koncentraciji molekula goriva, dok se na duljoj vremenskoj skali javlja slučajno kretanje (e. *random walk*) poput onoga u bakterije u potrazi za hranom.



SLIKA 2 - Bipolimerne trake osjetljive na pH-vrijednost kao umjetni mišići¹ (Objavljeno uz dopuštenje izdavača.)

Što je postignuto tim istraživanjima? Uspješno su načinjene kapsule istih veličina koje se mogu nečim napuniti. Načinjen je sintetski mišić koji generira silu, ali se još ne može spojiti na kapsulu. Pronađena je alternativa – kretanje poput bakterije. Ovim se istraživanjima približilo snu iz *Fantastičnog putovanja*, no put do spašavanja života još je dug.



SLIKA 1 - Nanopodmornica koja se sastoji od samoorganiziranih blok-kopolimernih membrana i flagela za pokretanje.¹ Debljina ovakvih membrana je oko 3 nm.⁴ (Objavljeno uz dopuštenje izdavača.)

LITERATURA

- Ryan, A. J., Jones, R. A. L.: *Polymers: the quest for motility*, Materials Today 11(2008)7-8, 20-23.
- Topham, P. D. et al.: *Synthesis and Solid State Properties of a Poly(methyl methacrylate)-block-poly(2-(diethylamino)ethyl methacrylate)-block-poly(methyl methacrylate) Triblock Copolymer*, Macromolecules, 39(2006)16, 5573-5576.
- Golestanian, R., Liverpool, T. B., Ajdari, A.: *Propulsion of a molecular machine driven by asymmetric distribution of reaction-products*, Phys. Rev. Lett. 94(2005)220801.
- Ryan, A. J.: *Privatna komunikacija*, 2008.