

Manipulacyjne nanocząstki magnetyczne w białkach

21 czerwca 2021

Te przypominające igły (patrz zdjęcie niżej), kryształy białkowe są pełne żelaza. Pozwala to naukowcom kontrolować przy pomocy magnesu zarówno kryształy, jak i komórki, w których owe kryształy znajdują się.

Wyobraź sobie, że możesz kontrolować kogoś za pomocą magnesu. Przypominałbyś nieco Magneto – superzłoczyńcę z X-Men. On jest w stanie kontrolować wszystko, co magnetyczne. Nawet żelazo wewnątrz czyjegoś ciała.

Cóż, pomysł kontrolowania ludzi przy pomocy magnesów brzmi trochę dziwnie. Ale naukowcy zrealizowali dziś coś bardzo zbliżonego do tego. Stworzyli komórki, które składają się z długich, przypominających igły, kryształów (białkowych) bogatych w żelazo. Konsekwencją jest fakt, że mogą następnie użyć magnesów do kontrolowania komórek zawierających owe kryształy. Nagrania wideo pokazują owe bogate w żelazo kryształy jak poruszają się w kierunku silnego magnesu. Kryształy pociągają za sobą całą komórkę.

„To jest coś prawie pozaziemskiego” – mówi Bianxiao Cui, która jest chemiką na Uniwersytecie Stanforda w Kalifornii. Cui i jej koledzy nie zamierzali dać naukowcom supermocy podobnych do tych, które posiada Magneto; ich nowe kryształy białkowe zostały zaprojektowane tak, aby pomóc naukowcom w ustaleniu, które neurony zawiadują ruchami i zmysłami zwierząt. Kryształy dostarczają do wnętrza komórki coś, co magnesy mogą przyciągnąć. Ta innowacja wypełnia lukę w powstającej dziedzinie magnetogenetyki.

Naukowcy zajmujący się tą dziedziną zmodyfikowali genetycznie komórki w ten sposób, aby reagowały na pole magnetyczne. W wyniku tego, badacze – przy pomocy magnesów – mogą zdalnie

kontrolować konkretne neurony zawarte w organizmie. Mogą to być neurony, które kontrolują odczuciem głodu u zwierzęcia. Albo mogą to być neurony kontrolujące mięśnie nóg i wtedy mysz zacznie biegać, gdy znajdzie się w pobliżu magnesu.

Zdobycie kontroli magnetycznej

Pole magnetyczne może włączyć neurony, które zawierają białka bogate w żelazo. Pole realizuje to poprzez podgrzewanie białka lub wywieranie na nie nacisku mechanicznego.

Naukowcy już wcześniej byli w stanie kontrolować neurony za pomocą światła. Proces ten nazywany jest optogenetyką. Aby móc użyć go, do neuronów żywych zwierząt naukowcy wprowadzają cząsteczki wrażliwe na światło. Następnie badacze mogą włączać lub wyłączać neurony, po prostu świecąc na nie światłem. Dzięki omawianej technice neurobiolodzy dokonali niesamowitych rzeczy: sprawili, że myszy biegają w kółko i sparaliżowanej nodze zwierzęcia przywrócili możliwość ruchu.

Optogenetyka ma jednak swoje minusy. Dla przykładu, światło nie jest w stanie przeniknąć do głębokich warstw ciała. Na przeszkodzie stoi zbyt wiele kości, mięśni i innych tkanek. Dlatego, aby dostarczyć światło do głęboko położonych neuronów, badacze wszczepiają zwierzętom światłowody. Czyni to jednak ową metodę kłopotliwą, a nawet potencjalnie niebezpieczną.

Cała idea magnetogenetyki polega na tym, że nie trzeba niczego wszczepiać – wyjaśnia Jacob Robinson, który nie brał udziału w badaniu. Robinson jest neuroinżynierem pracującym na Uniwersytecie Rice w Houston, w Teksasie.

Komórki znajdujące się głęboko w ciele mogą natomiast być włączane za pomocą pola magnetycznego i w tym przypadku nie potrzebne są ani włókna ani operacje chirurgiczne.

Ale jest pewien szkopuł. Jedynym białkiem występującym

naturalnie wewnątrz komórek zwierzęcych, które jest także w niewielkim stopniu magnetyczne, jest ferrytyna. W każdej cząsteczce ferrytyny może znajdować się do 4500 atomów żelaza. To może wydawać się dużo, ale tak nie jest. Siła, jaką wygenerowałby magnes działający na ferrytynę, byłaby zaledwie jedną miliardową częścią siły, jaka jest potrzebna do włączenia neuronu. Zespół Cui opracował więc kryształy białkowe, które mogą zawierać wystarczającą ilość żelaza, aby komórki je zawierające reagowały na magnesy.

Gigantyczne kryształy o żelaznym sercu

Najpierw zespół naukowców wyodrębnił gen z pewnego mikroba, by przy jego pomocy wyprodukować ferrytynę (zmutowaną). Następnie stworzyli oni kolisty fragment DNA zawierający dwa ludzkie geny. Owe geny produkują długie, wydrażone kryształy (białkowe) zwane inka-PAK4 (skrót od Inkabox-PAK4cat). Owe koliste fragmenty DNA wprowadzone zostały do ludzkich komórek nerkowych, które rosły na szalce Petriego. Dzień później pojawiły się pierwsze kryształy.
<https://en.wikipedia.org/wiki/PAK4>

„Kiedy po raz pierwszy zobaczyłam, jak kryształy same z siebie tworzą się w komórkach, ogarnęło mnie zdumienie” – wspomina Cui.

Kryształy rosły przez trzy dni, aż osiągnęły długość odpowiadającą jednej 45 milionowej części metra. To mniej więcej połowa średniej grubości ludzkiego włosa. Są to największe, zawierające żelazo kryształy białkowe, jakie kiedykolwiek powstały w laboratorium lub w naturze, mówi Cui. Były one nawet dłuższe od komórek w których rosły. Ale komórki, w których powstały, nigdy nie rozrywały się. Po prostu rozciągały się, by je pomieścić.

Naukowcy otworzyli komórki, wyjęli z nich kryształy białkowe,

po czym wypełnili je żelazem (tj. zmutowaną ferrytyną, pochodzącą od wspomnianego wcześniej mikroba,). Zespół szacuje, że do każdego kryształu – przed ponownym włożeniem ich do ludzkich komórek rosnących na płytce – załadowano około 8 miliardów atomów żelaza. Następnie wystawiono komórki na działanie pola magnetycznego i obserwowano ich zachowanie.

Szczegółowy opis procesu tworzenia kryształów białkowych zdolnych do magazynowania dużej ilości żelaza znajdziesz na stronie [Ncbi.nlm.nih.gov](https://www.ncbi.nlm.nih.gov).

Komórki zaczęły się ruszać.

„Kiedy po raz pierwszy zobaczyłam, jak [komórki] poruszają się w kierunku magnezu, pomyślałam: Wow!” – mówi Cui.

Kryształy zaczęły gromadzić się w pobliżu magnezu. I oczywiście, kryształy pociągnęły za komórki, w których się znajdowały. Zespół opisał to zjawisko online 25 września 2019 [na stronie „Nano Letters”](#).

Robinson wyraził swoje podekscytowanie tym faktem: „To doskonały krok w kierunku budowy komórek produkujących własne nanocząstki magnetyczne”.

Naukowcy nie są pewni, jak potoczą się losy kryształów. Ale komórki posiadają geny do produkcji kryształów. Więc każda komórka powstała z komórek pierwotnych powinna być w stanie wytworzyć kryształy, mówi Cui.

Wyniki są obiecujące, ale zarówno Cui, jak i Robinson podkreślają, że to jeszcze nie koniec.

„Wciąż nie osiągnęliśmy celu” – mówi Cui.

Idealnie byłoby, gdyby badacze nie musieli wyjmować nowo wyhodowanych kryształów z komórek po to, by wypełnić je atomami metalu. Chcieliby, by komórki wzbogacałyby kryształy w żelazo w trakcie ich budowy. Faktycznie, grupa chemiczki Cui wypróbowała trzy różne sposoby, by wprowadzić żelazo do

komórek. Zanurzono nawet komórki w roztworze bogatym w żelazo. Nie przyniosło to rezultatu.

Komórki zazwyczaj utrzymują niski poziom żelaza, zauważa zespół Cui. Szacuje się, że komórki naturalnie zawierają jedynie 3% tej ilości żelaza, której potrzebują kryształy, by działać skutecznie (tj. reagować na magnes).

Cui stwierdza, że prawdopodobnie trzeba będzie zmodyfikować zewnętrzne błony komórkowe. Wtedy, jak twierdzi, będą one w stanie transportować więcej żelaza do wnętrza komórki. Mimo to, zrealizowanie opisanych kryształów magnetycznych są dużym skokiem naprzód dla młodej dziedziny magnetogenetyki. Naukowcy są pewni, że dodatkowe badania pozwolą na pokonanie tejże bariery związanej ze wzbogacaniem komórek w żelazo.

Autorstwo: Jeremy Rehm

Źródło oryginalne: [ScienceNewsForStudents.org](https://www.sciencenewsforstudents.org)

Źródło polskie: [BabylonianEmpire.wordpress.com](https://www.babylonianempire.wordpress.com)

Uzupełnienie

Stefano Montanari potwierdza, że tzw. „szczepionki” magnetyczne mogą zawierać kryształy białkowe naładowane żelazem. Patrz wideo poniżej.

<https://www.youtube.com/watch?v=Liivl8gPWXE>

<https://www.youtube.com/watch?v=bgKh620Hnhc>