

Streszczenie

Zagadnienie transportu jest kluczowe dla zrozumienia układów złożonych. Bez względu na to, czy bada się społeczność mrówek, rybki finansowe, sieć transportu miejskiego, czy układ złącz Josephsona, poznanie struktury tych układów i wynikających z niej zjawisk możliwe jest tylko przez opisanie ich wewnętrznej dynamiki - czyli właśnie transportu. Tematem niniejszej rozprawy jest transport na najbardziej podstawowym poziomie życia: w komórce. Bez sprawnych mechanizmów przenoszenia materii - organelli, makrocząsteczek, neurotransmitterów etc. - oraz informacji wewnątrz komórki i wymieniania ich z otoczeniem życie wcale nie byłoby możliwe. Najwięcej uwagi poświęcono tzw. aktywnemu transportowi wewnątrzkomórkowemu. Jest on możliwy dzięki wyspecjalizowanej grupie białek, nazywanych białkami kroczącymi lub motorami molekularnymi (z tym, że to ostatnie określenie może obejmować także inne, niż kroczące, białka, zdolne do wykonywania pracy mechanicznej kosztem energii chemicznej). Białka te poruszają się wzdłuż filamentów cytoszkieletu i - zgodnie z powszechnie uznaną teorią - ciągną cargo (organelle lub pęcherzyki wypełnione substancjami chemicznymi).

Na rozprawę składają się wyniki czterech opublikowanych artykułów. Trzy z nich opisują różne aspekty działania białek motorycznych. Sporo uwagi poświęcono związkowi struktury molekularnej z pełnioną funkcją. I tak na przykład "neck linker" - łańcuch kilkunastu zaledwie aminokwasów, łączący jednostkę motoryczną kinezyiny z tzw. "trzonkiem" - odgrywa niezwykle ważną rolę w koordynacji ruchu białka. Rozważając związek między motorem molekularnym a transportowanym przez niego ładunkiem wprowadzono analityczny model, zgodnie z którym motor nie musi ciągnąć cargo. Wystarczy, że utrzyma je blisko mikrotubuli na tyle długo, aż ruchy cieplne ustawią cargo w korzystnej pozycji. Gdy naprężenie cząsteczki białka ulegnie zmianie, może to wyzwolić jego ruch i, w konsekwencji, motor molekularny i jego ładunek zakotwiczą się w innej pozycji. Model ten nazwano "cumowaniem cargo". Kolejnym wątkiem badań było przyjrzenie się związkowi między ruchem motoru molekularnego a środowiskiem, w którym ten się odbywa - cytoplazmą. W tym celu zbadano zachowanie modelu prostego białka motorycznego, poddanego fluktuacjom gaussowskim i, co bardziej odpowiada realiom wnętrza komórki, niegaussowskim.

Wyniki prac eksperymentalnych sugerują, że białka motoryczne wewnątrz komórki działają w grupach. W ostatnim z załączonych artykułów wprowadzono model sprzężonych oscylatorów, w których można wyróżnić rodzaj przejścia

fazowego między stanem nieuporządkowanym a takim, w którym oscylatory zaczynają działać wspólnie - synchronizują sposób zmiany stanu. Dla tego układu, w którym synchronizacja i efekty dyfuzyjne rywalizują ze sobą w sposób nasuwający skojarzenie z solitonem, przeprowadzono analizę w ujęciu termodynamiki stochastycznej, określając warunki synchronizacji. Układ taki może posłużyć do modelowania zarówno kanałów jonowych, połączonych błoną komórkową, jak i białek motorycznych, przyczepionych do tego samego cargo.