

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Błony komórkowe chronią komórki przed zewnętrznym środowiskiem pozwalając na utrzymanie stałości parametrów wewnętrznych koniecznych do podtrzymania procesów życiowych (homeostazy). Chociaż skład błon komórkowych jest względnie dobrze poznany, zjawiska molekularne takie jak dostarczanie substancji z zewnątrz do komórek czy zmiany kształtu błony w skutek zmiany zewnętrznego środowiska nie są możliwe do przewidzenia jedynie na podstawie informacji o ich składzie. Zakłada się, że funkcje błony zależą od ich właściwości elektrostatycznych i/lub mechanicznych. Ponieważ błony są skomplikowanym agregatem złożonym z lipidów i białek, przyjętą metodologią badania błon komórkowych jest tworzenie uproszczonego modelu złożonego jedynie z lipidów w formie sferycznych błon (liposomów). Celem tego projektu jest stworzenie metod doświadczalnych do wyznaczania parametrów mechanicznych błon lipidowych, które są rzadko badane ze względu na złożoność metod doświadczalnych. Właściwości mechaniczne struktur biologicznych są kluczowym parametrem dla funkcjonowania komórek oraz ważnym czynnikiem wpływającym na kształtowanie się tkanek. Znany jest eksperyment w którym komórki śródbłónka nie formowały naczyń krwionośnego, jeśli nie nadano odpowiednich właściwości mechanicznych środowisku, w którym się znajdowały. Właściwości mechaniczne błon lipidowych będących modelami błon biologicznych dzieli się na trzy składowe - deformacje zginające odpowiadające za kształt i spontaniczne fluktuacje, rozrost powierzchniowy - występujące w wyniku zewnętrznych odkształceń błony oraz odkształcenia ścinające - będące efektem tarć powstających w błonie na skutek zmian stanu skupienia błony pod wpływem temperatury lub oddziaływania między domenami o różnym składzie lipidów w obrębie tej samej błony. Wykorzystując technikę umożliwiającą analizy spontanicznych drgań termicznych możliwe jest wyznaczenia parametrów odpowiadających za deformacje zginające, natomiast wykorzystanie szczypiec laserowych do wywierania nacisku kulkami poliestrowymi na błonę lipidową umożliwia wyznaczenie części odpowiedzialnej za rozrost powierzchniowy. Wpływ odkształceń ścinających będzie możliwy poprzez tworzenie struktur z domenami (obszarami o innym składzie lipidowym) co pozwoli na lokalne porównywanie zmian w właściwościach mechanicznych. Wyniki eksperymentalne będą porównane z rezultatami symulacji komputerowych metodą dynamiki molekularnej, która wyraża każdą składową cząsteczkę biologicznej jako sferę spełniającą równania dynamiki Newtona co pozwala na obserwację zmian w czasie analizowanych struktur. Tak opracowany warsztat pozwoli na precyzyjne opisanie parametrów mechanicznych struktur, a w dalszej perspektywie pozwoli na obserwację zmian tych parametrów w skutek dodawania do błony czynników zewnętrznych takich jak białka, których agregację na powierzchni błony uważa się za początek chorób neurodegeneracyjnych. Zbadanie wpływu tych białek na właściwości mechaniczne pozwoli na stwierdzenie, czy zmiany doprowadzające do tego typu schorzeń mają podłoże w zmianie mechanicznych właściwości błony.