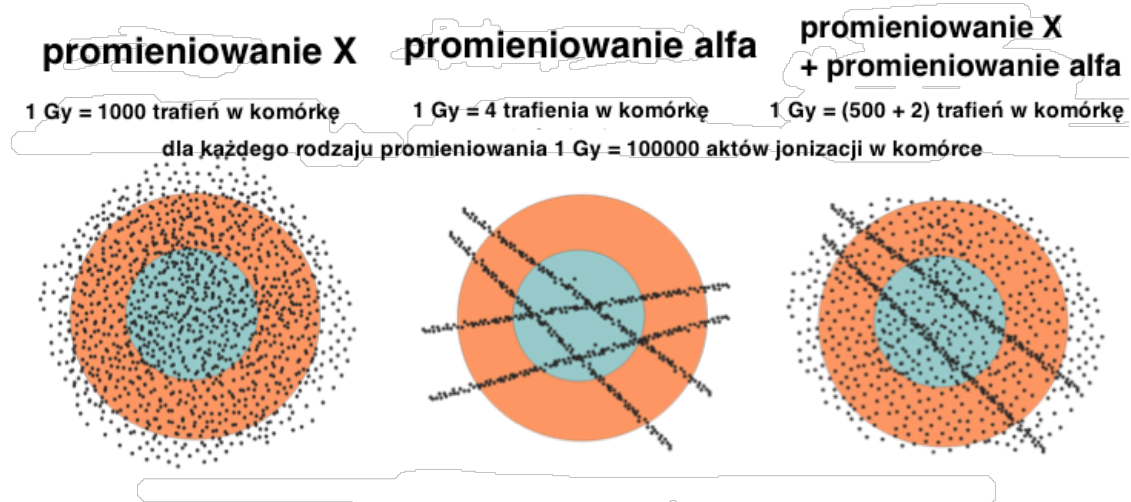


Modelowanie Monte Carlo odpowiedzi komórki na uszkodzenia DNA pod wpływem wiązek mieszanych - streszczenie popularnonaukowe

Cząsteczka DNA jest niezbędna do funkcjonowania organizmów żywych, bo odpowiada za przechowywanie i kodowanie informacji genetycznej. Badanie procesu uszkodzenia i naprawy DNA ma charakter multidyscyplinarny, co potwierdza nagroda Nobla przyznana za mechanizmy naprawy podwójnej helisy w dziedzinie chemii w 2015 roku. Warto podkreślić, że materiał genetyczny zawarty w naszych komórkach stale ulega uszkodzeniu, zarówno spontanicznemu, jak i w wyniku działania różnych czynników, takich jak promieniowanie jonizujące. Mimo tego że komórka radzi sobie skutecznie z naprawą takich uszkodzeń, proces odbudowy struktury DNA nie jest wolny od błędów, co może doprowadzić do modyfikacji informacji genetycznej zwanych mutacjami. Zmiany te mogą być wizualizowane z użyciem specyficznych białek naprawczych, które produkują się w miejscu uszkodzenia tworząc domeny jądrowe zwane ogniskami.

Promieniowanie jonizujące samo w sobie stanowi unikalne narzędzie służące do uszkodzenia nici DNA w ściśle kontrolowany sposób, zarówno pod względem czasu trwania tego procesu, jak i dostarczanej do komórki energii (w postaci dawki, podanej w Gy zdefiniowanych jako 1 J na kg). To, w jaki sposób promieniowanie jonizujące oddziałuje z materiałem biologicznym determinuje biologiczne konsekwencje takiego zjawiska. Celem prezentowanego projektu jest wykorzystanie modelowania metodami Monte Carlo do opisu procesu powstawania ognisk w wyniku działania różnego typu promieniowania jonizującego na komórki ludzkie. Przykładem może być promieniowanie X, które deponuje energię równomiernie w całej objętości jądra komórkowego oraz cząstki alfa, które oddziałują gęsto pozostawiając widoczne ślady w materii. Jeśli połączymy te dwa typy oddziaływania (jak widać na rysunku poniżej), to z punktu widzenia komórki proces naprawy powstałych uszkodzeń będzie bardziej skomplikowany.



Opis efektów biologicznych oddziaływania promieniowania z materią żywą jest możliwy zarówno dzięki danym doświadczalnym, jak i modelowaniu metodami Monte Carlo. Algorytmy obliczeniowe o nazwie Monte Carlo to metody oparte na rozkładach liczb losowych umożliwiające symulacje badanego zjawiska oraz ilościowy jego opis. Narzędzie, które zostanie wykorzystane w projekcie i które wykorzystuje wspomniane metody nosi nazwę PARTRAC i jest jednym z możliwych zestawów kodów do badania złożonych procesów uszkodzenia i naprawy DNA. Zawarte tam procesy są podzielone na kilka elementarnych etapów: od bezpośredniego oddziaływania fizycznego cząstek przechodzących przez jądro komórkowe, przez pośredni proces produkcji wolnych rodników, aż do biologicznej odpowiedzi na poziomie całej komórki. Rozkład aktów oddziaływania promieniowania wewnątrz jądra i strukturę pozostawionego przez cząstkę śladu można obliczyć z dużą dokładnością. W ten sposób wykorzystujemy unikalną cechę stosowania promieniowania jonizującego do badania procesów zachodzących w napromienionej komórce: możliwość precyzyjnego obliczenia liczby trafień na jednostkę dawki w pewnej objętości w określonym czasie. Celem projektu jest stworzenie modelu w oparciu o dane doświadczalne opisujące formowanie się i ewolucję ognisk naprawczych w żywych komórkach. Połączenie przewidywań teoretycznych, które otrzymamy testując model z danymi eksperymentalnymi ekspozycji komórek ludzkich na różne rodzaje promieniowania pozwoli na wyciągnięcie wniosków dotyczących złożoności powstałych uszkodzeń DNA w procesie ich naprawy. Kompleksowość uszkodzeń ma wpływ na spowolnienie mechanizmu naprawy i zwiększenia szansy na niepoprawne jego działanie prowadzące do powstawania mutacji, a w dalszym kroku zmian nowotworowych.