

## Streszczenie

W niniejszej pracy dokonano analizy aberracji chromosomowych (CA) powstałych w limfocytach ludzkich na skutek ekspozycji na różne wiązki promieniowania jonizującego. Limfocyty poddano ekspozycji na protony o energii 150 MeV oraz w obszarze rozszerzonego piku Bragga (SOBP), wiązce jonów węgla o energii 199 MeV/u, wiązce jonów boru o energii 22 MeV/u oraz kwantom  $\gamma$  z rozpadu  $^{60}\text{Co}$ . Zakres badanych dawek nie przekroczył 6 Gy. Określone eksperymentalnie częstości występowania aberracji chromosomowych stanowiły podstawę teoretycznych rozważań poświęconych względnej efektywności biologicznej (RBE) badanych wiązek oraz krzywych odpowiedzi dawka efekt, których kształt ma szczególne znaczenie nie tylko dla obecnie stosowanej radioterapii hadronowej, ale także – ponieważ ciężkie cząstki naładowane są istotną składową promieniowania kosmicznego – dla bezpieczeństwa przyszłych podróży międzyplanetarnych.

Oszacowano wartości RBE w zależności od dawki dla wszystkich zastosowanych wiązek. Dla protonów w rozszerzonym piku Bragga RBE było nieco powyżej jedności, natomiast dla protonów o energii 150 MeV otrzymano  $\text{RBE} \leq 1$ . Na podstawie modelu liniowo-kwadratowego otrzymano eksperymentalne wartości parametrów dopasowania: liniowego parametru  $\alpha$  oraz parametru kwadratowego  $\beta$ .

Aby wyjaśnić otrzymane w eksperymencie zakrzywienie odpowiedzi dawka efekt zaproponowano nowy model analityczny opierający się na założeniu pokrywania się śladów jonowych. Korzystając z eksperymentalnie wyznaczonego stosunku  $\beta/\alpha$ , udało się określić efektywny promień śladu jonowego, który mógłby wyjaśnić otrzymane doświadczalnie zakrzywienie odpowiedzi dawka efekt i porównać go z oczekiwaniami fizycznymi. Analiza teoretyczna doprowadziła nas do wniosku, że stosunek  $\beta/\alpha$  otrzymany w eksperymencie nie wynika z pokrywania się śladów jonowych, lecz z efektów reperacji komórkowej.

Efektywność mechanizmów reperacji mogła zostać oszacowana na podstawie odchyień od statystyki Poissona oraz Neymana A które stwierdzono w rozkładzie zaobserwowanych aberracji chromosomowych. Poprzez analogię do efektów znanych w fizyce detektorów cząstek naładowanych, redukcja eksperymentalnie określonej wariancji statystycznej została po raz pierwszy zinterpretowana jako czynnik Fano związany z efektami naprawy uszkodzeń DNA. Stosując analizę chi-kwadrat dla krzywych odpowiedzi dawka efekt, obliczono współczynniki naprawy opisujące siłę mechanizmów naprawczych dla różnych właściwości promieniowania. Uniwersalność metody została dodatkowo przedstawiona na komórkach CHO-K1 napromienionych jonami węgla oraz kwantami  $\gamma$ .

Ostatecznie, doświadczalnie określoną krzywiznę odpowiedzi na dawkę można wyjaśnić zakładając pomniejszenie współczynników naprawy przy rosnących dawkach i wartościach LET stosowanego promieniowania. Jednak ze względu na duże niepewności statystyczne potrzebne są dalsze badania w celu uzyskania dokładniejszych informacji na temat sugerowanej zależności funkcjonalnej.