

# Nanodozymetria obliczeniowa i eksperymentalna w radioterapii protonowej

Radioterapia protonowa jest nowoczesną metodą leczenia nowotworów, która pozwala na wysoce precyzyjne dostarczenie dawki promieniowania do obszaru nowotworu przy jednoczesnym oszczędzaniu zdrowych tkanek. Najnowocześniejsze metody planowania leczenia w radioterapii protonowej uwzględniają efekty biologiczne promieniowania jedynie poprzez analizę średnich makroskopowych wielkości fizycznych takich jak dawka pochłonięta oraz liniowy przekaz energii (ang. LET) i nie biorą bezpośrednio pod uwagę oddziaływania promieniowania z cząsteczkami komórkowego DNA w nanoskali. Badania te mają na celu opracowanie i zastosowanie nowego podejścia, które uwzględnia obliczenia w nanoskali w procesie planowania leczenia oraz weryfikuje je eksperymentalnie, pozwalając na bardziej efektywną i spersonalizowaną radioterapię protonową.

Projekt badawczy ma na celu opracowanie nowych nanodozymetrycznych metod obliczeniowych i eksperymentalnych które uwzględniają nanoskopowe wielkości fizyczne w planowaniu leczenia i dozymetrii. Nanodozymetria zajmuje się symulacjami struktury toru cząstki, np. protonu, które obejmują interakcje cząstek o bardzo niskich energiach z molekułami DNA oraz eksperymentalne metody polegające na pomiarach klastrów jonizacji w objętościach czułych w gazie o niskim ciśnieniu, równoważnych krótkim segmentom DNA. Takie podejście w skali nano do planowania leczenia potencjalnie umożliwi dokładniejsze przewidywania, w jaki sposób promieniowanie wpływa na komórki nowotworowe i zdrowe podczas radioterapii. Podejście do planowania leczenia w skali nano zostanie zweryfikowane przy użyciu rzeczywistych wyników terapii pacjentów leczonych w Szwajcarii, pomagając określić kryteria optymalizacji planów leczenia.

Oprócz udoskonalenia modeli teoretycznych projekt obejmuje prace eksperymentalne w celu walidacji nowego podejścia. Specjalistyczne detektory zostaną opracowane i zbudowane w celu pomiaru klastrów jonizacji wytwarzanych przez terapeutyczne wiązki protonowe. Dwa zespoły badawcze, jeden w Szwajcarii i jeden w Polsce, opracują dwa niezależne prototypy detektora i wspólnie zbadają różne rozwiązania technologiczne oraz wykorzystają je do walidacji metod obliczeniowych, podczas gdy dodatkowy detektor nanodozymetryczny zainstalowany w Krakowie będzie używany jako referencyjny. Prace eksperymentalne będą prowadzone w celu miniaturyzacji urządzenia do charakterystyki i rutynowych pomiarów jakości promieniowania w nano-skali.

Oczekiwany wynik badań jest osiągnięcie znaczącego postępu w precyzji radioterapii protonowej, wychodząc poza obecne ograniczenia i zapewniając bardziej niezawodne metody przewidywania wyników klinicznych radioterapii. Skupiając się na efektach promieniowania w skali nanometrycznej, projekt ten ma potencjał, aby zrewolucjonizować sposób planowania leczenia i realizacji radioterapii protonowej, czyniąc ją bardziej spersonalizowaną i skuteczną.