

Około 40% wszystkich polskich pacjentów onkologicznych otrzymuje radioterapię (RT) w ramach leczenia. Celem RT jest dostarczenie niezbędnej dawki promieniowania do leczonej zmiany nowotworowej, przy minimalnym uszkodzeniu zdrowej tkanki i otaczających organów, a wszystko to w celu optymalizacji efektów leczniczych i zmniejszenia skutków ubocznych. Aby spełnić kryteria skutecznej i bezpiecznej RT, wykorzystuje się coraz nowocześniejsze techniki radioterapeutyczne. W Instytucie Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) od 2011 roku prowadzona jest pierwsza w Polsce *radioterapia protonowa*, jedna z najbardziej zaawansowanych i precyzyjnych technik RT, wykorzystujących promieniowanie jonizujące, w tym przypadku cząstki protonów. Unikalny charakter oddziaływania protonów z materią, które przekazują swą energię/dawkę głównie pod koniec drogi w ciele pacjenta, w obszarze tzw. piku Bragga, pozwala na precyzyjne dostarczenie wysokich dawek promieniowania do leczonej zmiany nowotworowej z wykorzystaniem złożonych trój-wymiarowych (3D) planów leczenia, tak aby jak najlepiej odzwierciedlić kształt leczonej zmiany nowotworowej. Dlatego w procesie przygotowania terapii, konieczne jest stosowanie odpowiednich technik pomiarowych tzw. systemów dozymetrycznych, ułatwiających przygotowanie i weryfikację terapeutycznych planów leczenia. Jakkolwiek, obecnie brak jest dedykowanych rozwiązań dla dozymetrii 3D stosowanych klinicznie, a podstawowym narzędziem dozymetrycznym jest komora jonizacyjna. W pomiarach wykorzystuje się również inne narzędzia dozymetryczne np. detektory luminescencyjne, niemniej jednak w obu przypadkach uzyskiwana informacja o dawce ma charakter punktowy tzn. jedno-wymiarowy. Dlatego istnieje potrzeba rozwoju nowatorskich technik pomiarowych umożliwiających pomiar dawki w 3D.

Jedną z nowych i obiecujących technik opracowaną w IFJ PAN, wykorzystuje prototypowe dozymetry w formie płaskich i elastycznych folii silikonowych, z osadzonym wewnątrz luminoforem, czyli materiałem który pod wpływem promieniowania jonizującego kumuluje energię, a następnie w wyniku stymulacji światłem, a odpowiedniej długości fali tzw. *optycznie stymulowana luminescencja (OSL)*, możliwy jest pomiar dawki pochłoniętej. Przy pomocy odpowiednio skonstruowanego układu do obrazowania optycznego oraz wysoko czułej kamery CCD, technologia ta umożliwi odwzorowanie rzeczywistego rozkładu dawki w 3D.

Nowo opracowany system został jak dotąd przetestowany podczas weryfikacji przestrzennego rozkładu dawki dla guza gałki ocznej w Pracowni Radioterapii Oka IFJ PAN. Uzyskane rezultaty pokazały duży potencjał systemu. Niemniej jednak aby technologia mogła być w pełni wykorzystana w trakcie weryfikacji złożonych planów leczenia, konieczny jest jej dalszy rozwój.

Dlatego głównym celem projektu jest zainicjowanie kompleksowego programu badawczego dotyczącego, po pierwsze, zbadanie własności dozymetrycznych prototypowych folii na bazie połączenia luminoforu w matrycy silikonu, a po drugie, optymalizacja układu optycznego 3D, pod kątem wykorzystania w warunkach klinicznych dla radioterapii protonowej.

Badania własności materiałowych obejmują m.in. wpływ stężenia domieszek aktywujących proces luminescencji w danym luminoforze, stabilność uzyskiwanego sygnału, utrata sygnału po odczycie, czułość na promieniowanie, wydajność detektora oraz wiele innych. Natomiast w drugim, przypadku, należy zrekonstruować system do odczytu 3D pod kątem zastosowania folii o odpowiednim rozmiarze (min 10x10 mm²), rozdzielczości przestrzennej, pola widzenia czy sposobu akwizycji i przetwarzania danych.

Obecny projekt pozwoli na opracowanie nowej formuły bardzo obiecującego i innowacyjnego systemu dozymetrii przestrzennej, który w przyszłości może przezwyciężyć problemy występujące w dotychczasowych próbach wykonywania dozymetrii 3D. Dlatego, najważniejszym osiągnięciem realizacji projektu będzie:

*Możliwość rejestracji dawki promieniowania w 3D w oparciu o technikę OSL, z wysoką rozdzielczością przestrzenną i precyzją z uwzględnieniem innych istotnych i podstawowych własności dozymetrycznych.

*System do obrazowania optycznego 3D złożony ze źródła światła (np. diody laserowe/LED) oraz układu detekcji optycznej (filtry emisji w połączeniu z kamerą EMCCD)

*Dozymetr jest wielokrotnego użytku (umożliwia wiele procedur odczytu i skanowania), a sygnał można usunąć stymulacją intensywnym polem świetlnym.

* Dozymetr umożliwia szybką i łatwą procedurę odczytu (brak algorytmów obliczeniowych). Dodatkowo dawka może być przechowywana przez dłuższy czas.

* Dozymetr może być wykonany w różnych formach m.in. folie/arkusze okrągłe/kwadratowe. Dzięki zastosowaniu stosu folii można odtworzyć rzeczywisty rozkład dawki w 3D, co pozwala na symulację leczonych kształtów i jego deformacji (np. realistyczny fantom narządu/guza).

* Dozymetr jest odporny na warunki środowiskowe (np. woda, pole magnetyczne) i zapewnia łatwy transport i obsługę.

* System dozymetru jest oceniany pod kątem weryfikacji w obszarze terapii protonowej i zoptymalizowany pod kątem jednoczesnego pomiaru dawki i oraz innych istotnych parametrów fizycznych np. wartości liniowego transferu energii (LET).