

Nr projektu: 2021/43/D/ST5/03042

Tytuł: Trójwymiarowa (3D) dozymetria na bazie optycznie stymulowanej luminescencji – w kierunku wysokorozdzielczej radioterapii protonowej.

Opis projektu:

Okolo 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 umożliwia 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. wpływu 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 przewyciężyć 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).