

Krzem i tytan jako aktywowane wiązka znaczniki pozycji guza do monitorowania terapii protonowej w czasie rzeczywistym

Terapia protonowa jest obecnie dobrze ugruntowaną metodą leczenia. Opiera się ona na następującej zasadzie: kiedy protony trafiają w obszar ciała pacjenta, stopniowo wytracają energię i prędkość w rezultacie oddziaływania ze składnikami tkanek. Na pewnej głębokości protony są całkowicie zatrzymywane w tkance. W tym miejscu energia zdeponowana w ciele pacjenta osiąga maksymalną wartość, jest to tzw. pik Bragga. Im wyższa zdeponowana energia, tym lepszy efekt terapeutyczny. Żeby osiągnąć optymalne efekty leczenia, pik Bragga musi być zlokalizowany dokładnie w objętości guza. W przeciwnym wypadku, zdrowe tkanki otaczające guza otrzymują istotną dawkę promieniowania, co prowadzi do wystąpienia niepożądanych efektów, w tym tworzenia się wtórnych guzów. Podczas leczenia pozycja pik Bragga w tkance jest obciążona niepewnością, pochodzącą m. in. od pozycjonowania pacjenta czy ruchu organów wewnętrznych, co ogranicza skuteczność terapii. Dlatego podejmowane są wysiłki w celu opracowania metody monitorowania terapii protonowej w czasie rzeczywistym. Jak dotąd, nie ma tego typu metody, która byłaby rutynowo wykorzystywana w praktyce klinicznej. Opracowanie skutecznej metody monitorowania pozwoliłoby na lepszą i bezpieczniejszą terapię.

Celem niniejszego projektu jest zbadanie możliwości wykorzystania tytanu i silikonu jako znaczników pozycji guza do monitorowania terapii protonowej w czasie rzeczywistym. Znacznik pozycji guza to pierwiastek, związek chemiczny lub nanocząstka, która jest dostarczana wyłącznie do obszaru guza. Taki znacznik emituje charakterystyczne promieniowanie (sygnał od znacznika), kiedy zostanie naświetlony wiązką protonową. To promieniowanie jest emitowane praktycznie natychmiast po zajęciu oddziaływania (stąd nazwa: natychmiastowe promieniowanie gamma), więc może być zarejestrowane przez detektor w trakcie sesji terapeutycznej (w czasie rzeczywistym). Bazując na obecności sygnału od znacznika i jego natężeniu, można wyciągnąć wnioski co do miejsca maksymalnej depozycji energii.

W ramach niniejszego projektu przewidziane są testy z fantomem imitującym ludzką głowę z guzem. Fantom zostanie wykonany z PMMA, które chemicznie przypomina ludzką tkankę, a część z guzem będzie domieszkowana znacznikiem tytanowym lub silikonowym. Fantom będzie naświetlany wiązką protonową. Promieniowanie powstałe w rezultacie oddziaływania protonów z "tkanką" będzie rejestrowane za pomocą odpowiedniego detektora. Energia wiązki będzie dobierana tak, żeby pik Bragga był zlokalizowany w różnych punktach fantomu, wewnątrz albo na zewnątrz objętości "guza". Im większa energia wiązki, tym głębiej w "tkance" będzie zlokalizowany pik Bragga. Dla wszystkich badanych energii wiązki, rejestrowane będą widma energetyczne natychmiastowego promieniowania gamma. Takie widmo daje informację o rozkładzie energii obserwowanego promieniowania. W tych widmach spodziewamy się zobaczyć silniejszy sygnał od znaczników w przypadku, gdy maksimum depozycji energii było w objętości "guza". Ten efekt został zademonstrowany w symulacjach we wcześniejszych badaniach, a celem niniejszego projektu jest jego doświadczalne potwierdzenie. Sygnał od znacznika ma postać dodatkowego pik w widmie energetycznym, o energii charakterystycznej dla znacznika. Chcemy ocenić, czy taki sygnał jest obserwowalny i wystarczająco istotny, żeby stać się podstawą nowej metody monitorowania terapii protonowej w czasie rzeczywistym.