

PROPOZYCJE TEMATÓW PRAC MAGISTERSKICH DLA SPECJALNOŚCI FIZYKA MEDYCZNA

1. Optymalizacja rozkładu dawki dla pacjentów z nowotworem płuca z użyciem modeli radiobiologicznych

mgr Anna Zawadzka, dr Beata Brzozowska, rezerwacja

Praca ma na celu testy liniowego algorytmu optymalizacji geometrii napromieniowania w teleradioterapii pacjentów z nowotworem płuc. Stworzony program powinien uwzględniać dodatkowe ograniczenia dla dawek deponowanych w organach ryzyka, jak również umożliwiać automatyzację zbierania danych z systemu do planowania leczenia. Otrzymane rozkłady dawek zostaną porównane przy użyciu modeli radiobiologicznych z rozkładami dawek otrzymywanymi techniką VMAT.

2. Wpływ rotacji gruczołu krokowego na dawki w objętości tarczowej

dr hab. Paweł Kukołowicz, dr Beata Brzozowska, rezerwacja

Efekt radioterapii zależy od dawki zdeponowanej w ciele pacjenta. W przypadku nowotworów gruczołu krokowego czynnikiem ograniczającym precyzyjną aplikację dawki w obszarze tarczowym jest ruchomość prostaty. Celem pracy jest wyznaczenie wpływu rotacji gruczołu krokowego na rozkład dawki w zaplanowanym obszarze napromieniania PTV (ang. *Planning Target Volume*).

3. Porównanie rozkładów dawki otrzymywanych z użyciem systemów planowania leczenia Eclipse i Monaco

dr hab. Paweł Kukołowicz, dr Beata Brzozowska, rezerwacja

Celem pracy jest porównanie rozkładów dawki otrzymanych za pomocą systemu planowania leczenia Eclipse firmy Varian Medical System oraz systemu Monaco firmy Elekta CMS Software. Analiza opiera się na porównaniu parametrów planów leczenia dla konkretnej lokalizacji, realizowanych wielołukową dynamiczną techniką napromieniania RapidArc / VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy). Technika ta opiera się na modulacji intensywności wiązki w trakcie jednoczesnego obrotu głowicy terapeutycznej.

4. Badanie rozkładów przestrzennych fotonów rozproszonych w kolimatorach o otworach równoległych i ich wpływu na obrazowanie w medycynie nuklearnej dr Krzysztof Kacperski (COI)

Przedmiotem pracy będzie analiza wpływu fotonów rozproszonych w kolimatorze na podstawową charakterystykę gamma kamery - funkcję odpowiedzi na źródło punktowe. Zjawiska te mają swoje konsekwencje w jakości obrazów diagnostycznych. Badane będą w szczególności ostatnio coraz częściej pojawiające się kolimatory o wysokiej czułości. Podstawowym narzędziem badawczym będzie program do symulacji Monte Carlo gamma kamer - SIMIND.

5. Ocena jakości obrazów w medycynie nuklearnej za pomocą obserwatorów numerycznych

dr Krzysztof Kacperski (COI)

Obserwatorzy numeryczni są algorytmami opracowanymi w celu jak najwierniejszego odwzorowania procesu percepcji obrazów przez człowieka, np. jego zdolności do identyfikowania określonych szczegółów. Ich zastosowanie umożliwia stosunkowo szybkie i wysoce wiarygodne testowanie nowych systemów i algorytmów obrazowania. Głównym zadaniem pracy będzie implementacja numeryczna algorytmu kanałowego obserwatora Hotellinga (ang. Channelized Hotelling Observer) i zastosowanie go do problemu identyfikacji np. guzów nowotworowych lub defektów na obrazach otrzymywanych w badaniu radioizotopowym SPECT (Single Photon Emission Computerised Tomography).

6. Model numeryczny licznika promieniowania całego ciała

dr Jakub Ośko, dr hab. Maciej Kamiński, rezerwacja

Celem pracy jest wykonanie modelu układu do pomiarów skażeń wewnętrznych całego ciała (detektor, fantom, osłony) za pomocą kodu FLUKA służącego do obliczeń Monte Carlo. Opracowany model posłuży do kalibracji układu pomiarowego dla różnych fantomów i geometrii pomiarowych. Pierwsze kalibracje zostaną wykonane w ramach pracy magisterskiej.

7. Znakowanie biokoniugatu Sc-DOTA-oktreotyd radionuklidem ^{18}F poprzez mostek metaliczny

dr Agnieszka Majkowska-Pilip (IChTJ), dr hab. Piotr Suffczyński, rezerwacja

W ostatnich latach obok powszechnie stosowanych badań z wykorzystaniem radiofarmaceutyków znakowanych $^{99\text{m}}\text{Tc}$ najbardziej rozwijającą się metodą diagnostyczną w medycynie nuklearnej staje się Pozytonowa Tomografia (PET), w której głównym biomarkerem w tej technice jest znakowana radioizotopem ^{18}F (β^+ , 0.635 MeV [97%], $t_{1/2} = 10$ min) – fluorodeoksyglukoza ($[^{18}\text{F}]\text{FDG}$). Jednakże w niektórych komórkach np. nowotworów neuroendokrynnych, na ogół brak jest wychwytu $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$. Dlatego też prowadzi się intensywne prace badawcze nad znalezieniem innych radiobiomolekuł, które wykazują powinowactwo do receptorów na tych komórkach nowotworowych.

W związku z wyżej przedstawionymi potrzebami medycyny nuklearnej generalnym celem mojej pracy magisterskiej jest otrzymanie nowego radiofarmaceutyku znakowanym radionuklidem ^{18}F dla diagnostyki PET. Ze względu na to, iż wiązanie Sc-F jest jednym z najbardziej silnych wiązań fluor-metal pierwszym etapem mojej pracy będzie wytworzenie kompleksu $(\text{Sc}^{18}\text{F})^{2+}$, a następnie przyłączenie go do odpowiedniego ligandu makrocyclicznego zawierającego donorowe atomy tlenu oraz azotu: DOTA – kwas 1,4,7,10-tetraazacyklododekano-1,4,7,10-tetraoctowy, DO3A – kwas 1,4,7,10-tetraazacyklododekano-1,4,7-trioctowy oraz NOTA – kwas 1,4,7-triazacyklononano-1,4,7-trioctowy. Przeprowadzone zostaną badania wydajności znakowania tych ligandów, a także charakteryzacja otrzymanych kompleksów metodami spektroskopowymi. Stabilność tych kompleksów zostanie zbadana w

buforze fosforanowym, roztworze soli fizjologicznej oraz surowicy krwi. Po wytypowaniu najlepszego ligandu przeprowadzony zostanie proces jego przyłączenia do biomolekuły – oktreotydu, analogu somatostatyny wykazującego powinowactwo do komórek nowotworów neuroendokrynnych, a następnie wyznakowanie radionuklidem ^{18}F .

8. Znakowanie lapatinibu radionuklidem Ga^{68} dla diagnostyki PET

dr Ewa Gniazdowska (IChTJ), dr Rafał Kuś, rezerwacja

Celem pracy jest otrzymanie potencjalnego diagnostycznego radiofarmaceutyku - biokoniugatu ^{68}Ga -DOTA-Lapatinib. ^{68}Ga jest otrzymywany z generatora $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$, dzięki czemu może być dostępny bezpośrednio w laboratoriach szpitalnych (maksimum aktywności ^{68}Ga przypada 14 h 9 min. po elucji). Ten +promieniotwórczy radioizotop jest wykorzystywany w technice PET (positron emission tomography, pozytonowa tomografia emisyjna), która obecnie jest dynamicznie rozwijającą się metodą obrazowania metabolicznych zmian narządów i tkanek. W ramach pracy zostanie opracowana metoda syntezy ligandu DOTA-NHS z Lapatinibem (lekiem stosowanym w leczeniu nowotworów piersi typu Her-2, których komórki charakteryzują się nadekspresją receptora Her-2), a następnie wykonana zostanie synteza i badania fizykochemiczne biokoniugatu ^{68}Ga -DOTA-Lapatinib.

9. Zastosowanie mikrosondy do selektywnej elektro i fotooporacji błony komórek rakowych

dr hab. Ryszard Buczyński, rezerwacja

Elektroporacja jest to metoda która umożliwia przenikanie przez otrzymane kanały makrocząsteczek. Dzięki polu elektromagnetycznemu powstaje dodatkowa droga transportu. Otwarte kanały po pewnym czasie samoczynnie się zamykają, co nie powoduje uszkodzenia komórki. Jeżeli zastosowane będzie zbyt niskie napięcie, wtedy nie powstaną przestrzenie w błonie, natomiast gdy napięcie będzie zbyt wysokie wtedy może to doprowadzić do śmierci komórki. W zależności od rodzaju komórki i potrzebnego rozmiaru otworu napięcie oraz czas trwania impulsu powinien być odpowiednio dobrany. Zastosowanie elektroporacji jest szerokie. Jest to pomocna metoda wtedy gdy wnikanie do komórki chorej – nowotworowej jest ograniczone. Może być to spowodowane tym, że komórka nowotworowa wykazuje inne cechy niż zdrowa i transport makrocząsteczek jest znacznie utrudniony. Wykorzystuje się ją między innymi do elektrogenotransferu, elektrochemioterapii i kosmetyki. Elektrochemioterapia pozwala na podanie cytostatyków bezpośrednio do tkanek rakowych, co zapewnia wysoką skuteczność.

10. Wielowymiarowe eksperymenty NMR z detekcją C-13 służące do przypisania sygnałów białek nieustrukturyzowanych

dr Anna Zawadzka-Kazimierczuk (WCh), prof. Ryszard Stolarski, rezerwacja

Białka, jako cząsteczki na których opiera się funkcjonowanie organizmów żywych, stanowią niezwykle ważne obiekty badań strukturalnych. W warunkach fizjologicznych, białka zazwyczaj przyjmują stabilną strukturę przestrzenną

(trzeciorzędową), która jest ściśle związana z ich funkcją. Znanych jest jednak coraz więcej przykładów funkcjonalnych białek, które nie posiadają sztywnej struktury, a jedynie przejściowo mogą przyjmować pewne elementy struktury drugorzędowej. Szacuje się, że w organizmach eukariotycznych białka takie, zwane białkami niezwinętymi (ang. *intrinsically disordered proteins*), stanowią ok. 25-30%. Prawie 80% białek związanych z chorobami nowotworowymi posiada niezwinęty fragment o długości co najmniej 30 reszt aminokwasowych. Wiele białek niezwinętych jest zdolnych do tworzenia włókien amyloidowych i przez to są one kojarzone również z chorobami neurodegeneracyjnymi. Powszechność występowania, duże znaczenie biologiczne oraz związek z chorobami ludzkimi czyni białka niezwinęte niezwykle ważnymi obiektami badań.

Celem pracy jest opracowanie zestawu technik eksperymentalnych służących do przypisywania sygnałów białek niezwinętych, w tym białek bogatych w reszty prolinowe. Reszty te nie zawierają protonu amidowego, przez co techniki oparte na detekcji protonowej nie mogą dać pełnego przypisania. Rozwijane przez mnie techniki będą więc oparte na detekcji jąder ^{13}C . Wdrożenie tego projektu powinno zapewnić narzędzia umożliwiające przypisanie sygnałów białek niezwinętych zawierających wysoki odsetek reszt prolinowych szybciej i w większym stopniu, niż jest to możliwe obecnie.

11. Kolimacja wiązki protonów w Europejskim Źródle Spalacyjnym ESS

dr inż. Sławomir Wronka (NCBJ), prof. dr hab. Krzysztof Meissner, rezerwacja

Praca dotyczy planowanego projektu badawczego ESS (European Spallation Source). W ramach projektu protony są przyspieszane w akceleratorze liniowym, a następnie zderzane z tarczami zbudowanymi z ciężkich metali. W pracy zostaną opisane zagadnienia związane z mechanizmami oddziaływania cząstek naładowanych z materią i metodami Monte Carlo. Główną część pracy stanowić będzie natomiast opis badań i symulacji (przy użyciu kodu FLUKA) niezbędne do projektowania systemu ruchomych kolimatorów dla wymienionego projektu ESS.

12. System akwizycji danych dla stanowiska Jet Counter w ŚLCJ

dr hab. Zygmunt Szepliński, prof. dr hab. Piotr Durka, rezerwacja

Celem pracy jest zbudowanie, przetestowanie i wdrożenie wieloparametrycznego systemu rejestracji danych w eksperymencie nanodozymetrycznym. System akwizycji danych powinien zapisywać dane eksperymentalne w systemie "event by event". Wymagane jest napisanie oprogramowania dostosowującego system do wymagań eksperymentu.

13. Kontrola jakości systemu planowania leczenia PLUNC

dr Beata Brzozowska, rezerwacja

Proces planowania leczenia składa się z wielu etapów, które potencjalnie mogą być źródłem pomyłki niebezpiecznej dla pacjenta. Dlatego niezbędna jest kontrola jakości w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa wystąpienia wypadku w trakcie napromieniowania pacjenta. Jednym z elementów kontroli jakości jest sprawdzenie

poprawności systemu planowania leczenia. W pracy wykorzystany będzie program o otwartej licencji – PLUNC, który nie jest wykorzystywany jeszcze w praktyce klinicznej.

14. Weryfikacja dozymetryczna rozkładów dawek obliczonych za pomocą algorytmu Monte Carlo w systemie planowania leczenia Multiplan®

mgr Marek Rygielski (ICC), dr hab. Jarosław Żygierewicz, rezerwacja

Celem pracy jest porównanie rozkładów dawek obliczonych w systemie Multiplan® z rozkładami otrzymanymi w pomiarach dla:

- Pojedynczej wiązki – porównanie dawki w punkcie w jednorodnym fantomie stałym z wykorzystaniem komory jonizacyjnej,
- Pojedynczej wiązki – porównanie dawki w punkcie w niejednorodnym fantomie stałym własnego projektu z wykorzystaniem komory jonizacyjnej,
- Pojedynczej wiązki – porównanie przestrzennych rozkładów dawek w niejednorodnym fantomie stałym własnego projektu z wykorzystaniem filmów Gafchromic®
- Wielowiązkowego planu – porównanie przestrzennych rozkładów dawek w niejednorodnym fantomie stałym własnego projektu z wykorzystaniem filmów Gafchromic®

Osoba wykonująca w/w pracę będzie mieć do czynienia z zastosowaniem algorytmu Monte Carlo w obliczeniach dawki w radioterapii stereotaktycznej, systemem planowania leczenia dedykowanym dla akceleratora Cyberknife, projektowaniem własnego fantomu stałego, tomografią komputerową, pomiarami dozymetrycznymi komorą jonizacyjną oraz kalibracją, pomiarami, i analizą filmów Gafchromic®.