

XII OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA
STUDENTÓW FIZYKI MEDYCZNEJ

FIZYKA *dla* MEDYKA

KSIEGA ABSTRAKTÓW



radpro



Elekta

RESQMED®
Dbamy o Życie

Spis abstraktów

Sesja referatowa	3
Symulacje Monte Carlo w ocenie dawek poza polem w dynamicznych planach radioterapii fotonowej	4
Kontrola jakości medycznych aparatów ultrasonograficznych	5
Modelowanie odpowiedzi adaptacyjnej przy ocenie ryzyka radiacyjnego	6
„Narażenie człowieka na mikroplastik - ile trafia go do organizmu z powietrzem i wodą?”	7
Projekt, wykonanie i weryfikacja wkładki dozymetrycznej do fantomu „Dynamic Thorax Phantom”	8
Ocena skuteczności leczenia glejaka wielopostaciowego przy zastosowaniu wybra- nych metod radioterapii	9
Czy soczewki okularowe znajdują zastosowanie w dozymetrii retrospektywnej? . . .	10
Radioizotopy powstające podczas napromieniania tarcz terapeutyczną wiązką pro- tonów	11
Ocena stabilności pracy aparatu mammograficznego	12
Sesja posterowa	13
Analiza śladów cząstek w polimerowym dozymetrze żelowym	14
Odpowiedź komórek nowotworowych glejaka na promieniowanie alfa	15
Weryfikacja planów radioterapii za pomocą systemu Mobius3D: analiza zgodności dawki i wpływu planów stereotaktycznych na jakość weryfikacji	16
Analiza czasów relaksacji nanocząstek jako środków kontrastowych do MRI . . .	17
Optymalizacja preparatyki i warunków pomiaru pod kątem oceny zmian moleku- larnych żołądka kawii domowej przy wykorzystaniu spektroskopii w pod- czerwieni z transformacją Fouriera	18
Wpływ kofeiny na aktywność mięśnia sercowego w wynikach EKG	19
Wpływ mikro- i nanoplastików na układ rozrodczy człowieka	20
Subiektywność w identyfikacji chromosomów dicentrycznych: analiza interobse- rver i intraobserver	21
Diagnostyka składu pierwiastkowego próbek ludzkiego materiału biologicznego z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego	22

Sesja referatowa

Symulacje Monte Carlo w ocenie dawek poza polem w dynamicznych planach radioterapii fotonowej

Roman Kuczma

*Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, ul. Pasteura 5 02-093 Warszawa
r.kuczma@student.uw.edu.pl*

W klinicznej praktyce radioterapii, systemy planowania leczenia (TPS) korzystające z analitycznych algorytmów obliczania dawek, choć pozwalają na wiarygodne obliczenie rozkładu dawki w obszarze leczonym posiadają ograniczenia w precyzyjnym wyznaczaniu dawek poza polem terapeutycznym. W obszarach tych, gdzie dominującą rolę odgrywa promieniowanie rozproszone, algorytmy te często niedoszacowują rzeczywiste dawki co może prowadzić do błędnej oceny ryzyka narażenia narządów krytycznych [1]. Poprawne obliczenie dawki deponowanej poza polem promieniowania jest również bardzo istotne w przypadku kobiet w ciąży leczonych radioterapią, ponieważ na tej podstawie jest szacowane ryzyko uszkodzenia płodu. Alternatywę stanowią symulacje Monte Carlo, które, śledząc indywidualne trajektorie cząstek i ich interakcje z ośrodkiem, oferują potencjalnie wyższą dokładność w obliczeniach dawek poza polem.

Celem niniejszego badania była porównanie obliczeń dawki poza polem promieniowania wykonanych z użyciem algorytmu analitycznego i symulacji Monte Carlo w dynamicznych planach radioterapii fotonowej, ze szczególnym uwzględnieniem narażenia płodu podczas terapii pacjentek w ciąży. W tym celu, na podstawie tomografii komputerowej fantomu antropomorficznego, w systemie planowania leczenia Eclipse przygotowano plan radioterapii dla obszaru miednicy realizowany techniką dynamiczną łukową (VMAT) z filtrem spłaszczającym o energii nominalnej 6 MeV i z użyciem algorytmu analitycznego przeliczono rozkład dawki [2]. Następnie w oprogramowaniu TOPAS ten sam plan leczenia przeliczono z zastosowaniem metod Monte Carlo. Otrzymane rozkłady dawek uzyskane w obu systemach porównano ze sobą. Analiza koncentrowała się na ocenie rozbieżności między metodami w wyznaczaniu dawek w obszarach oddalonych od granicy pola terapeutycznego, symulujących lokalizację płodu.

Uzyskane wyniki wykazały istotne różnice między metodami w wyznaczeniu dawki poza polem promieniowania, co wydaje się potwierdzać raportowane w literaturze ograniczenia algorytmów analitycznych w ocenie dawek poza polem w planach dynamicznych. Pełniejsza ocena dokładności obu metod obliczeniowych zostanie zweryfikowana za pomocą pomiarów dozymetrycznych z wykorzystaniem detektorów termoluminescencyjnych, co będzie kolejnym etapem projektu.

Bibliografia:

- [1] Wang L, Ding GX. Estimating the uncertainty of calculated out-of-field organ dose from a commercial treatment planning system. *J Appl Clin Med Phys*. 2018;19(4):319-324.
- [2] Varian Medical Systems. (2021). Eclipse Photon and Electron Algorithms Reference Guide Palo Alto, CA: Varian Medical Systems.

Kontrola jakości medycznych aparatów ultrasonograficznych

Weronika Banowska¹, Katarzyna Matusiak¹

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Adres e-mail: wbanowska@student.agh.edu.pl

Regularna kontrola jakości i weryfikacja stanu technicznego medycznych aparatów ultrasonograficznych odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu najwyższej jakości diagnoz [1]. W Polsce niektóre ośrodki przeprowadzają testy kontroli, jednak brak odpowiednich regulacji prawnych często prowadzi do odstępstw od międzynarodowych zaleceń w tym zakresie [2]. Dodatkowo wysoki koszt komercyjnych fantomów do ultrasonografii często stanowi barierę, szczególnie dla mniejszych placówek medycznych [3]. Celem pracy było skonstruowanie fantomu agarowego oraz ocena jego przydatności w kontroli jakości medycznych aparatów ultrasonograficznych.

Przygotowany fantom składał się z obudowy z pleksi, medium o stężeniu agaru w wodzie 30 g/l oraz struktur testowych o różnych wielkościach wykonanych z: nici nylonowej, małych kawałków drewna oraz roztworów agaru z dodatkiem grafitu. Pomiarów wykonano za pomocą aparatów ultrasonograficznych Voluson 730 Expert oraz GE Healthcare LOGIQ α 100. Przeprowadzono testy jednorodności obrazu, kontrastu, rozdzielczości przestrzennej, pomiaru martwej strefy, głębokości penetracji i zgodności geometrycznej. Skonstruowane struktury testowe były dobrze widoczne na aparatach ultrasonograficznych. Wykorzystanie różnych wielkości obszarów tarczowych podzielonych na strefy umożliwiło przeprowadzenie testów zgodnych z wytycznymi międzynarodowych instytucji. Podczas wykonywania testów kontroli jakości wykazano występowanie artefaktów, które mogłyby wpływać na interpretację uzyskanych obrazów.

Na podstawie analizy uzyskanych obrazów stwierdzono, że wykonany fantom może być narzędziem wykorzystywanym w kontroli jakości medycznych aparatów ultrasonograficznych. Rozwiązanie to stanowi istotny element w dążeniu do poprawy jakości obrazowania medycznego i bezpieczeństwa pacjentów.

[1] Novario R., „Perspective Chapter: Quality Assurance in Diagnostic Ultrasound”, Industrial Engineering and Management, IntechOpen, 2024, DOI: 10.5772/intechopen.114115

[2] Jędrzejewska M., Węckowski B., „Kontrola jakości w ultrasonografii. Czy to jest nam w ogóle potrzebne – cz. 2?”, Inżynier i Fizyk Medyczny, 3/2024, p. 291-294

[3] García-Carpintero E., Naredo E., Vélez-Vélez E., Fuensalida G., Ortiz-Miluy G., Gómez-Moreno C., „Phantoms for ultrasound - guided vascular access cannulation training: a narrative review”, Med Ultrason, 2023, DOI: 10.11152/mu-3711

Modelowanie odpowiedzi adaptacyjnej przy ocenie ryzyka radiacyjnego

Julianna Krasowska, Krzysztof Fornalski

Wydział Fizyki Politechniki Warszawskiej, Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

julianna.krasowska.dokt@pw.edu.pl

Powszechnie znane są negatywne skutki wysokich dawek promieniowania jonizującego, które często opisuje bezprogowym modelem liniowym. Dane pochodzące z wielu eksperymentów wskazują jednak na odstępstwa od liniowej zależności dla niskich dawek promieniowania. Szczególnym przypadkiem takiej rozbieżności jest występowanie radiacyjnej odpowiedzi adaptacyjnej, czyli zjawiska, gdzie niskie dawki promieniowania przynoszą pozytywne skutki. Taki efekt można zaobserwować zarówno na poziomie komórkowym. Biologiczne procesy związane z występowaniem odpowiedzi adaptacyjnej nie są jeszcze dokładnie poznane i zrozumiane, dlatego w celu opisania ich niezbędne jest stosowanie modeli biofizycznych.

Prezentowany model może być wykorzystany do opisu zjawiska radiacyjnej odpowiedzi adaptacyjnej zarówno dla dawek punktowych jak i dla ciągłego narażenia na promieniowanie jonizujące. W zależności od wybranego schematu, umożliwia on opis prawdopodobieństwa wystąpienia odpowiedzi adaptacyjnej w funkcji mocy dawki, lub czasu i dawki. Kalibracja modelu na podstawie danych doświadczalnych pozwala na wyznaczenie parametrów, takich jak dawka dla której odpowiedź adaptacyjna jest największa, czy też czas, po którym procesy naprawcze są najbardziej skuteczne. Informacje dotyczące sytuacji w których występuje odpowiedź adaptacyjna mogą mieć istotne znaczenie przy planowaniu radioterapii lub przygotowywaniu ludzi do podróży w kosmos.

Model był kalibrowany zarówno dla różnych rodzajów komórek, jak i dla danych populacyjnych. Ostatnia modyfikacja modelu – uwzględnienie liniowej funkcji ryzyka dla wysokich dawek – umożliwia określenie dla jakich mocy dawek i po jakim czasie pojawia się odpowiedź adaptacyjna.

„Narażenie człowieka na mikroplastik - ile trafia go do organizmu z powietrzem i wodą?”

Kinga Stawiarz, Małgorzata Śmiszek, dr inż. Piotr Markuszewski, dr Mikołaj Mazurkiewicz,
dr inż. Patrycja Jutrzenka-Trzebiatowska
Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-257 Gdańsk
Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk, ul. Powstańców Warszawy 55, 81-712 Sopot
e-mail: s194203@student.pg.edu.pl

Mikroplastik jest wszechobecnym zanieczyszczeniem, którego ilość stale wzrasta wraz z powszechnym użytkowaniem tworzyw sztucznych. Każdego dnia, oddychając i pijąc napoje, nieświadomie przyjmujemy mikroplastik. Wpływ mikroplastiku na zdrowie człowieka jest niejednoznaczny, a jego ocena wymaga przeprowadzenia systematycznych oraz jakościowych badań środowiskowych, jak i produktów codziennego użytku.

Celem pracy naukowej była analiza mikroplastików w atmosferze i w wodzie nad Oceanem Indyjskim na stacji badawczej Maldives Climate Observatory-Hanimaadhoo. Praca objęła wizualną inspekcję próbek pod mikroskopem, analizę rozkładu wielkości zmierzonych drobin oraz identyfikację rodzaju tworzyw sztucznych na podstawie spektroskopii Ramana. Otrzymane wyniki zostały opracowane i zinterpretowane, a następnie zestawiono je z literaturą naukową.

Wyniki porównano z danymi z Bałtyku ^[1] (2022) oraz z badaniami nad zawartością mikroplastiku w mleku dla niemowląt ^[2] (2024), ponieważ zastosowano te same metody pomiarowe i spektroskopowe. Otrzymane wyniki wskazują na korelację w składzie polimerów, ale także na różnice w ich występowaniu w powiązaniu z badanym miejscem. W zależności od stężności ze środowiskiem wodnym lub atmosferycznym, dominują inne rodzaje tworzyw sztucznych.

Badania zawartości mikroplastików w środowisku podkreślają rosnącą skalę tego zanieczyszczenia – wynika to zarówno z ulepszenia metod badawczych, jak i narastającego problemu. Okazuje się, że noworodki przyjmują średnio 50 cząsteczek mikroplastiku na porcję mleka, co budzi spekulacje na temat długofalowych skutków zdrowotnych. Wyniki badań podkreślają, jak duża jest skala narażenia człowieka na mikroplastik – konieczne są zatem dalsze analizy jego wpływu na zdrowie oraz sposoby jego ograniczenia ^[3].

Bibliografia:

- [1] Ferrero, L., Scibetta, L., Markuszewski, P., Mazurkiewicz, M., Drozdowska, V., Makuch, P., ... & Bolzacchini, E. (2022). Airborne and marine microplastics from an oceanographic survey at the Baltic Sea: an emerging role of air-sea interaction?. *Science of The Total Environment*, 824, 153709.
- [2] Kadac-Czapska, K., Trzebiatowska, P. J., Mazurkiewicz, M., Kowalczyk, P., Knez, E., Behrendt, M., ... & Grembecka, M. (2024). Isolation and identification of microplastics in infant formulas—A potential health risk for children. *Food Chemistry*, 440, 138246.
- [3] Wąsowski Jacek, Bogdanowicz Aleksandra. Mikroplastiki w środowisku wodnym, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2020

Projekt, wykonanie i weryfikacja wkładki dozymetrycznej do fantomu „Dynamic Thorax Phantom”

Zuzanna Rewińska¹, Katarzyna Matusiak¹

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Adres e-mail: rewinskazuz@student.agh.edu.pl

Radioterapia jest jedną z głównych metod leczenia chorób nowotworowych [1]. Zapewnienie możliwości dokładnego zdeponowania dawki w obszarze guza przy jednoczesnej maksymalnie możliwej ochronie tkanek zdrowych jest podstawą do wdrażania nowych technik terapeutycznych. Przykładem jest radioterapia 4D, w której podczas planowania wprowadza się czwarty wymiar w postaci czasu, uwzględniając w ten sposób ruchomość oddechową pacjenta [2]. Nowe techniki leczenia wymagają dedykowanych narzędzi weryfikacji, m.in. fantomów. CIRS Dynamic Thorax Phantom jest fantomem do radioterapii 4D [3]. Jego podstawowe wyposażenie nie posiada części, umożliwiającej dozymetryczną weryfikację dawki zdeponowanej w guzie w trakcie napromieniania. Celem pracy było zaprojektowanie, wykonanie i wdrożenie do pomiarów elementu konstrukcyjnego tego typu.

Na symulatorze TK Philips Big Bore zweryfikowano przydatność wybranych materiałów do konstrukcji wkładki dozymetrycznej. W systemie planowania leczenia Pinnacle odczytano ich gęstości, a następnie wybrano korek aglomerowany jako materiał najbardziej zbliżony do wielkości oczekiwanej ($0,21 \text{ g/cm}^3$). Korek poddano obróbce, uzyskując kształt zgodny ze wzorem wkładek z guzami dostępnymi w zestawie. Do pomiarów dozymetrycznych wykorzystano detektory termoluminescencyjne (TLD) typu LiF:Mg,Cu,P. Wyznaczono ich współczynniki czułości, poddano je kalibracji, a następnie napromieniano na aparacie terapeutycznym Elekta.

Przygotowana wkładka dozymetryczna pozwoliła na stabilne umieszczenie detektorów w ciele fantomu. Seria pomiarów wykazała, że w granicach niepewności wyniki uzyskane z napromienienia fantomu ruchomego były bardziej zgodne z wartościami odczytanymi z protokołu leczenia niż wyniki dla fantomu statycznego.

Przeprowadzona weryfikacja testowego planu potwierdziła, że wykorzystanie stworzonej dozymetrycznej wkładki korkowej, ma potencjał do zastosowania w czasie weryfikacji klinicznych planów leczenia w radioterapii 4D.

[1] IAEA: <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-radiation-therapy> (dostęp 30.03.2025r.)

[2] M. Adamczyk, T. Piotrowski, „Ruchomość oddechowa i możliwość jej kompensacji we współczesnej radioterapii nowotworów zlokalizowanych w obrębie płuc”, *Via Medica, Biuletyn Polskiego Towarzystwa Onkologicznego NOWOTWORY* (2017), tom 2, nr 5, str. 379

[3] CIRS „Dynamic Thorax Phantom Model 008A”: <https://www.cirsinc.com/wp-content/uploads/2019/04/008A-PB-011019.pdf> (dostęp 30.03.2025r.)

Ocena skuteczności leczenia glejaka wielopostaciowego przy zastosowaniu wybranych metod radioterapii

Alicja Guzow

Politechnika Gdańska
ul. Gabriela Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk
s184426@student.pg.edu.pl

Glejaki wielopostaciowe (GBM) stanowią najczęstsze i najbardziej agresywne pierwotne nowotwory ośrodkowego układu nerwowego, a ich leczenie pozostaje istotnym wyzwaniem klinicznym. Pomimo postępów w terapii, skuteczność dostępnych metod jest ograniczona, a mediana przeżycia pacjentów wynosi jedynie 15 miesięcy. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie porównaniem różnych metod radioterapii, takich jak radioterapia fotonowa, protonowa i neutronowa, w celu optymalizacji leczenia GBM.

W niniejszej pracy przeprowadzono systematyczny przegląd literatury zgodnie z wytycznymi PRISMA, analizując 50 publikacji dotyczących skuteczności różnych metod radioterapii w leczeniu glejaków. Szczegółowo omówiono 41 badań dotyczących GBM, oceniając 10 metod dla całkowitego przeżycia (OS) i 8 dla przeżycia wolnego od progresji (PFS). W niektórych przypadkach, z uwagi na ograniczone dane, konieczne było grupowanie technik. Obliczono mediany i średnie wartości OS oraz PFS.

Analiza wykazała, że zastosowanie radioterapii fotonowej z modulacją intensywności wiązki (IMRT) oraz radioterapii protonowej prowadzi do poprawy wyników leczenia pacjentów z GBM. Mediana OS dla IMRT wyniosła 23,7 miesiąca, a dla terapii protonowej 24,5 miesiąca. Skuteczność innych metod, takich jak VMAT, SRT, SRS, Gamma Knife, CyberKnife oraz BNCT, była trudniejsza do jednoznacznej oceny ze względu na ograniczoną ilość danych w literaturze, jednak mimo to została przeprowadzona i dostarczyła wartościowych informacji.

Wnioski z analizy wskazują na konieczność dalszego rozwoju technik radioterapeutycznych oraz ujednolicenia klasyfikacji stosowanych metod w badaniach naukowych. Standaryzacja nomenklatury i procedur badawczych mogłaby przyczynić się do poprawy jakości i dostępności danych, co jest kluczowe dla dalszego postępu w leczeniu glejaka wielopostaciowego.

Bibliografia:

- [1] Pouyan, Ashkan, et al. "Glioblastoma multiforme: insights into pathogenesis, key signaling pathways, and therapeutic strategies." *Molecular Cancer* 24.1 (2025): 58.
- [2] Mnich, Katarzyna, et al. "Improving glioblastoma treatment with imaging, radiotherapy, drug delivery, and therapeutic systems." *Device* (2025).

Czy soczewki okularowe znajdą zastosowanie w dozymetrii retrospektywnej?

Aleksandra Borkowska¹, Katarzyna Matusiak¹

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Al. Mickiewicza 30,
30-059 Kraków
alborkow@student.agh.edu.pl

Liczba zastosowań promieniowania jonizującego w różnych dziedzinach nauki i techniki rośnie z roku na rok [1]. Obowiązujące przepisy prawa atomowego wymagają monitorowania poziomu narażenia radiologicznego osób przebywających w narażeniu [2]. Pomiary tego typu prowadzone są w ramach dozymetrii indywidualnej jak również środowiskowej. Pomimo konieczności nadzoru nie można wykluczyć ryzyka awarii systemów dozymetrycznych, zwłaszcza w sytuacjach awaryjnych. Ponadto wypadki mogą się zdarzyć w miejscach, gdzie nie ma urządzeń monitorujących skażenie promieniotwórcze. Z tych powodów w ostatnich latach intensywnie rozwijana jest dozymetria retrospektywna. Pozwala ona na określenie pochłoniętych dawek promieniowania poprzez analizę sygnałów termoluminescencyjnych emitowanych przez przedmioty codziennego użytku [3].

Celem pracy była weryfikacja przydatności soczewek okularowych jako potencjalnych detektorów promieniowania jonizującego w dozymetrii retrospektywnej. Weryfikacji poddano soczewki okularowe wykonane z dwóch rodzajów materiałów: szkła mineralnego i organicznego.

Próbki, pochodzące z 6 różnych soczewek okularowych (3 mineralnych i 3 organicznych), podzielono na 4 grupy. W pierwszym kroku zweryfikowano sygnał zerowy emitowany przez te materiały. Następnie kolejne grupy zostały napromieniowane przy użyciu wybranych źródeł promieniowania jonizującego. W szczególności były to źródła promieniowania: X (emitowanego przez lampę rentgenowską oraz akcelerator medyczny), gamma (emitowanego przez źródło kalibracyjne Cs-137), neutronowego (emitowanego przez źródło pluton-beryl). Analiza sygnałów zarejestrowanych w szklach została przeprowadzona w Laboratorium Dozymetrii Środowiskowej i Indywidualnej na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej przy użyciu czytników termoluminescencyjnych RA'94 oraz RA'04.

Potwierdzono przydatność trzech soczewek organicznych dla celów dozymetrii retrospektywnej w zakresie promieniowania neutronowego, gamma i rentgenowskiego. W przypadku soczewek mineralnych sygnał uzyskano jedynie dla jednego rodzaju soczewek, po napromieniowaniu ich w akceleratorze medycznym dawką 11 Gy.

- [1] U.N.S.C. on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), Radiation: effects and sources (United Nations, 2016), <https://www.unscear.org/unscear/en/publications/radiation-effects-and-sources.html>.
- [2] Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. o prawie atomowym (t.j. dz.u.2024.1277 z 2024 r.) (2024).
- [3] L. Ainsbury, E. Bakhanova, J.-F. Barquinero, M. Brai, V. Chumak, V. Correcher, and F. Darroudi, "Retrospective dosimetry techniques for external radiation exposures", Radiation Protection Dosimetry (2011).
- [4] M. Karampiperi and N. Kazakis, "Thermoluminescence characterization and kinetic parameters of eyeglass lenses for applications in retrospective/accidental dosimetry", Radiation Measurements (2023).

Radioizotopy powstające podczas napromieniania tarcz terapeutyczną wiązką protonów

Agata Taranienko

*Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, ul. Pasteura 5, 02-093 Warszawa
a.taranienko@student.uw.edu.pl*

Radioterapia z wykorzystaniem wiązki protonów zyskuje coraz większą popularność. Główną jej zaletą jest możliwość zdeponowania wysokiej dawki terapeutycznej w obszarze nowotworu przy jednoczesnym oszczędzeniu tkanek położonych głębiej. Wiąże się ona również z nowymi wyzwaniami. Jednym z nich jest promieniowanie wtórne powstające w ciele pacjenta w wyniku oddziaływania protonów z pierwiastkami tworzącymi tkanki. Skutkuje ono dodatkową depozycją dawki podczas leczenia. W wyniku reakcji z jądrami ośrodka mogą powstawać wtórne neutrony oraz inne cząstki naładowane, jednak szczególną rolę mogą odgrywać izotopy rozpadające się na drodze β^+ . Produktem tego rozpadu jest pozyton, który po zatrzymaniu się anihiluje, emitując przy tym dwa przeciwbieżne kwanty gamma o energii 511 keV. Zjawisko to jest podstawą pozytonowej tomografii emisyjnej, a w kontekście protonoterapii można je wykorzystać do weryfikacji zasięgu wiązki.

Celem badań była analiza aktywności krótkożyłowych β^+ -promieniotwórczych izotopów, powstających podczas napromieniania absorbentu wiązką protonów.

Wykonano szereg eksperymentów na akceleratorze AIC-144 (IFJ PAN, Kraków) z wykorzystaniem wiązki protonów o energii 58 MeV. Napromieniano dwa rodzaje tarcz - związki chemiczne (BN, SiO₂) oraz tarcze przygotowane ze spreparowanych tkanek zwierzęcych (wołowa kość, wieprzowe serce, nerka i wątroba). Dane zbierano za pomocą układu detekcyjnego zaprojektowanego specjalnie w tym celu na Wydziale Fizyki UW, składającego się z obrotowej tarczy mogącej pomieścić do szesnastu próbek jednocześnie oraz z par detektorów scyntylacyjnych.

Na podstawie krzywych zaniku zidentyfikowano radioizotopy tlenu-15, azotu-13 i węgla-11, które pojawiają się w podobnych badaniach w literaturze. Z analizy tarcz stałych wyznaczono przekroje czynne reakcji $^{14}\text{N}(p,d)^{13}\text{N}$ oraz reakcji na ^{16}O , których produktami są ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O . Podczas wystąpienia zaprezentowane zostaną również wstępne wyniki eksperymentów na tkankach – obliczone aktywności promieniowania wtórnego.

Ocena stabilności pracy aparatu mammograficznego

Beata Baziak¹, Katarzyna Matusiak¹

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
rutowskab@student.agh.edu.pl

Nowotwory piersi są drugimi (zaraz po nowotworach płuc) co do częstości występowania nowotworami na świecie. [1] W 2022 r. zdiagnozowano 2,3 miliona przypadków, a liczba zgonów z tej przyczyny wyniosła około 670 tysięcy. [1] Badania przesiewowe umożliwiają wczesne wykrywanie chorób, zwiększając szanse na przeżycie oraz podnosząc jakość życia osób chorych. Z tego względu bardzo istotnym aspektem zarówno z punktu widzenia pacjentek, jak również racjonalnego finansowania systemu ochrony zdrowia jest prowadzenie badań przesiewowych. [1]

We współpracy z Polsko-Francuskim Centrum Medycznym w Krakowie oceniono stabilność pracy dwóch aparatów mammograficznych firmy Hologic – Selenia Lorad i Selenia Dimensions – na podstawie wybranych testów kontroli jakości zgodnych z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z 12 grudnia 2022 r. [2] Testy obejmowały: stałość ekspozycji, jednorodność obrazu oraz kompensację zmian grubości fantomu i wartości wysokiego napięcia. Oba urządzenia spełniły wymagania testów podstawowych.

Względne odchylenia wartości testowych względem średnich wyników nie przekraczały 5%, co może stanowić podstawę do dyskusji nad dopuszczalnymi wartościami procentowymi przyjętymi w testach podstawowych. Takie rozbieżności mogą prowadzić do zaostrzenia kryteriów dopuszczenia urządzeń medycznych oraz zwiększenia roli testów jakości w całej diagnostyce wykorzystującej promieniowanie jonizujące.

Bibliografia:

- [1] F. Bray, M. Laversanne, H. Sung, J. Ferlay, R. L. Siegel, I. Soerjomataram, and A. Jemal. Global cancer statistics 2022: Globocan estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 74(3):229–263, 2024.
- [2] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 12 grudnia 2022 r. w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20220002759> [data dostępu: 01.04.2025]

Sesja posterowa

Analiza śladów cząstek w polimerowym dozymetrze żelowym

Weronika Czwał, Dominika Górecka, Wiktoria Zapadka, Katarzyna Żyła,
Szymon Bierzanowski, Aleksandra Tober, Damian Kownacki
Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-222 Gdańsk
s201996@student.pg.edu.pl

Projekt ten opierał się na analizie dozymetrów z żelem polimerowym umieszczonym w szklanych próbkach oraz poddaniu ich wiązce promieniowania neutronowego. W wyniku napromieniowania wiązką neutronową dozymetrów doszło do polimeryzacji składników żelu w ich wnętrzu. Proces ten umożliwił rejestrację rozkładu dawki promieniowania w trzech wymiarach (3D), przy użyciu mikroskopii optycznej. Badane próbki zachowały w swojej strukturze ścieżki cząstek. Dogłębna analiza pozwoliła wykluczyć potencjalne obserwacje śladów cząstek neutronów w szkle próbki lub na jej krawędziach.

W niniejszym badaniu podjęto się opracowania i oceny metody analizy mikroskopowej śladów cząstek promieniowania jonizującego w fantomach wykonanych z żeli polimerowych, by móc w przyszłości stworzyć narzędzie do weryfikacji przestrzennego rozkładu dawki, dzięki temu będzie możliwe precyzyjniejsze planowanie terapii radiacyjnej.

Po przeanalizowaniu wszystkich próbek zauważono korelację między kształtem obserwowanych klastrów a kierunkiem padającej wiązki oraz zauważono różnice w wielkości powstałych klastrów w zależności czy żel był z dodatkiem boru czy bez.

Prawdopodobnie w przyszłości znacznie lepiej będzie można zbadać geometrię i charakterystykę klastrów, które tworzą te akty jonizacji. Aktualnie wszystko wskazuje na to, że trudno jest wyciągnąć jakiegokolwiek wnioski, ponieważ sposób powstawania różnych śladów wydaje się być przypadkowy i prawdopodobnie wynika albo z żelu i sposobu jego przygotowania, bądź z tego, co dzieje się z nim już na etapie ekspozycji.

Bibliografia:

- [1] Barth, Rolf F., et al. "Boron Neutron Capture Therapy for Cancer." *Scientific American*, vol. 263, no. 4, 1990, pp. 100–07. JSTOR, Accessed 13 Jan. 2025.
- [2] K. Nedunchezian, "Boron Neutron Capture Therapy - A Literature Review," *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*, 2016, doi: 10.7860/JCDR/2016/19890.9024

Odpowiedź komórek nowotworowych glejaka na promieniowanie alfa

Kinga Dyka, Patrycja Kamińska

Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Pasteura 5, 02-093 Warszawa

k.dyka@student.uw.edu.pl

Medycyna nuklearna odgrywa kluczową rolę w onkologii, zwłaszcza w leczeniu nowotworów zlokalizowanych w pobliżu wrażliwych struktur, takich jak mózg. Promieniowanie jonizujące, szczególnie cząstki alfa, dzięki krótkiemu zasięgowi precyzyjnie niszczy komórki nowotworowe przy minimalnym uszkodzeniu zdrowych tkanek. Właściwość ta umożliwia napromienianie śródoperacyjne w loży pooperacyjnej, zwiększając skuteczność eliminacji resztkowych komórek [1]. Mimo tych zalet wpływ promieniowania alfa na dynamikę wzrostu nowotworów i ich odpowiedź na napromienianie nie jest w pełni poznana.

Celem badań była analiza zmian liczebności komórek glejaka M059K [2] w zależności od dawki promieniowania i czasu po ekspozycji. Szczególną uwagę zwrócono na mechanizmy naprawy DNA, śmierć mitotyczną oraz możliwość repopulacji radiacyjnej.

Eksperyment przeprowadzono napromieniając komórki dawkami 0, 2 i 6 Gy za pomocą powierzchniowego źródła alfa-241Am [3]. Komórki hodowano na szkiełkach nakrywkowych pokrytych polilizyną, co zapewniło ich jednorodne rozmieszczenie. W celu zwiększenia wiarygodności wyniki powtórzono trzykrotnie, a dynamikę wzrostu monitorowano przez cztery dni.

Oczekuje się, że pierwsze godziny i dni po napromienianiu będą charakteryzować się zahamowaniem proliferacji komórek wskutek zatrzymania cyklu komórkowego i aktywacji naprawy DNA. W kolejnych etapach uszkodzone komórki mogą przechodzić śmierć mitotyczną lub uruchamiać repopulację.

Zaprezentowane wyniki badań pozwolą określić w jakim stopniu napromienianie alfa wpływa na przeżywalność, tempo wzrostu komórek nowotworowych, a także czy obserwowane zmiany sugerują możliwość zastosowania dodatkowych strategii terapeutycznych. Zrozumienie dynamiki odpowiedzi komórek na promieniowanie, uwzględniając zarówno czas inkubacji, jak i późniejsze procesy naprawcze oraz śmierci mitotycznej może przyczynić się do zwiększenia skuteczności medycyny nuklearnej w leczeniu nowotworów.

Bibliografia:

- [1] European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (2021) 48:3595– 3605
- [2] American Type Culture Collection. (2022). M059K (ATCC® CRL-2366TM). ATCC. <https://www.atcc.org/products/crl-2366>
- [3] M. Araszkiewicz et al. Acta Phys. Pol. B Proc. Suppl. 17, 3-A36 (2024)

Weryfikacja planów radioterapii za pomocą systemu Mobius3D: analiza zgodności dawki i wpływu planów stereotaktycznych na jakość weryfikacji

Kacper Grosz

kacpergrosz@op.pl

Politechnika Gdańska (Gabriela Narutowicza 11/12 80-233 Gdańsk), Uniwersyteckie Centrum Kliniczne (Dębinki 7, 80-952 Gdańsk)

Bezpieczna i skuteczna radioterapia wymaga niezależnej weryfikacji planów leczenia, zgodnie z regulacjami medycznymi i prawnymi. Nowoczesne techniki, takie jak VMAT i IMRT, umożliwiają precyzyjne modelowanie dawki, lecz niosą ryzyko błędów wynikających z ruchu listków kolimatora wielolistkowego (MLC)[1]. W celu poprawy jakości leczenia stosuje się systemy weryfikacyjne, np. Mobius3D, porównujący rozkład dawki z danymi systemu planowania leczenia (TPS).

Praca polegała na analizie weryfikacji systemu Mobius3D pod kątem liczby jednostek monitorowych(MU) oraz parametru gamma. Badanie obejmowało 57 pacjentów z Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego w Gdańsku. Oceniono zgodność obliczeń Mobius3D z TPS oraz przeprowadzono analizę regresji w celu określenia zależności. Wykonano także testy statystyczne, konieczne, aby ocenić rozkład danych i istotność różnic między grupami.

Wyniki wskazały na istotną zależność między parametrem gamma a różnicą MU w systemie Mobius3D i TPS. Planowanie stereotaktyczne wykazywało większe rozproszenie wyników, co może sugerować wpływ specyfiki tych planów. Dodatkowo, analiza regresji wykazała, że dla planów z pozytywną weryfikacją uzyskano równanie regresji $y = -381 + 443x$, podczas gdy w przypadku planów z negatywną weryfikacją regresja przyjęła postać $y = -1305 + 1413x$, co sugeruje większą dynamikę zmian MU dla tych planów.

Podsumowując, analiza wskazała na czynniki wpływające na zgodność obliczeń Mobius3D z TPS, zwłaszcza w kontekście planów stereotaktycznych. Wyniki mogą przyczynić się do optymalizacji procesu weryfikacji, a dalsze badania pomogą doprecyzować kryteria oceny.

Bibliografia

[1] Enomoto, H., Fujita, Y., Matsumoto, S., Nakajima, Y., Nagai, M., Tonari, A., Ebara, T. Dosimetric impact of MLC positional errors on dose distribution in IMRT.

Analiza czasów relaksacji nanocząstek jako środków kontrastowych do MRI

Julia Lewicka

Uniwersytet Gdański

l3wicka.julia@gmail.com

Nowotwory wymagają precyzyjnej i bezpiecznej diagnostyki. MRI to nieinwazyjna metoda obrazowania, której skuteczność zwiększają środki kontrastowe. Trwają badania nad nanomateriałami, które mogłyby poprawić jakość obrazów i bezpieczeństwo pacjenta. W niniejszej pracy zaprojektowano i przeprowadzono eksperyment mający na celu ocenę relaksacyjności pięciu różnych rodzajów nanocząstek, zarówno komercyjnych, jak i niekomercyjnych, jako potencjalnych środków kontrastowych w MRI. Do badań wykorzystano tomograf Bruker BioSpec 94/20 (PAN Kraków), a pomiary prowadzono na wodnych roztworach nanocząstek umieszczonych w fantomach. Analizowano czasy relaksacji T_1 i T_2 oraz relaksacyjności r_1 i r_2 dla Feridexu, Magnevistu, tlenku żelaza Fe_3O_4 , oraz nanocząstek $NaDGdF_4$ i $NaDyF_4$ o średnicy 20 nm. Badania uwzględniały zmienne stężenia i pozwoliły na określenie wpływu rodzaju i koncentracji cząstek na ich właściwości kontrastujące.

Wyniki pomiarów wykazały, że najlepszą relaksacyjność wykazują komercyjne środki Feridex i Magnevist. Charakteryzują się one wyraźnym skracaniem czasów relaksacji, co skutkuje zwiększeniem kontrastu w obrazowaniu MRI. Nanocząstki $NaDGdF_4$ i $NaDyF_4$ wykazały porównywalne właściwości do siebie nawzajem, a ich efektywność była niższa niż w przypadku komercyjnych preparatów, jednak na tyle obiecująca, że warto rozważyć ich dalsze modyfikacje chemiczne i zastosowania biologiczne. Otrzymane dane wskazują na ścisły związek pomiędzy stężeniem nanocząstek a parametrami relaksacyjnymi.

Wyniki pracy poszerzają wiedzę o właściwości nowych nanocząstek kontrastowych i mogą stanowić bazę dla dalszych badań nad bezpiecznymi i skutecznymi preparatami do zastosowań klinicznych. Podkreślają też potencjał nanomateriałów w celowanej diagnostyce nowotworów i rozwoju medycyny molekularnej.

Bibliografia:

- [1] K. Kose- "Physical and technical aspects of human magnetic resonance imaging: present status and 50 years historical review" 2021
- [2] S. Alzola-Aldamizetxebarria, L. Fernandez-Mendez, D. Padro, J. Ruiz-Cabello, P. Ramos Cabrer- "A Comprehensive Introduction to Magnetic Resonance Imaging Relaxometry and Contrast Agents", 2022

Optymalizacja preparatyki i warunków pomiaru pod kątem oceny zmian molekularnych żołądka kawy domowej przy wykorzystaniu spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera

Karolina W. Łakomy(1), Weronika Gonciarz(2), Magdalena Chmiela(2), Joanna Chwiej(1)

(1) Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, Kraków

(2) Instytut Mikrobiologii, Biotechnologii i Immunologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, Łódź

Słowa kluczowe: kawa domowa, spektroskopia w podczerwieni, zmiany biomolekularne żołądka

Długofalowym celem prowadzonych badań jest określenie zmian biomolekularnych zachodzących w żołądku kawy domowej poddanej działaniu *H. pylori* oraz *M. bovis* BCG. Do jego realizacji wykorzystujemy spektroskopię w podczerwieni z transformacją Fouriera. Pierwszym etapem prowadzonych badań jest dobór optymalnej metody preparatyki próbek tkanki oraz parametrów jej analizy z wykorzystaniem wspomnianej metody instrumentalnej. Oceniamy, między innymi, jak grubość skrawków mrożeniowych oraz rozmiar apertury mikroskopu wpływa na jakość otrzymywanych widm absorpcyjnych. Tkanę krojoną w mikrotomie mrożeniowym na skrawki o grubości 6, 13 oraz 15 μm badano przy dwóch ustawieniach apertury, 25x25 i 150x150 μm . Pomiarów wykonano dla próbek pobranych od zwierząt kontrolnych, aby uniknąć wpływu dodatkowych czynników eksperymentalnych na skład biomolekularny tkanki. Eksperymenty na zwierzętach przeprowadzono w Instytucie Mikrobiologii, Biotechnologii i Immunologii UŁ, a badania z wykorzystaniem spektroskopii FTIR w Laboratorium Biospektroskopii Atomowej i Molekularnej na Wydziale FiIS AGH.

Uzyskane wyniki pokazały, że jakość skrawków 6 μm uniemożliwia często identyfikację morfologii tkanki, a uzyskane widma IR wykazują dla niektórych obszarów pasma absorpcji charakterystyczne dla medium wykorzystywanego do krioprotekcji. Widma średnie zarejestrowane dla preparatów 13 i 15 μm były porównywalnej, dobrej jakości analitycznej. Rozmiar apertury tylko nieznacznie wpływał na jakość rejestrowanych widm, które były trochę bardziej zaszumione dla apertury 25x25 μm . Należy jednak pamiętać, że użycie mniejszej apertury pozwala na prowadzenie badań z lepszą przestrzenną zdolnością rozdzielczą.

Wpływ kofeiny na aktywność mięśnia sercowego w wynikach EKG

Małgorzata Minge, Maja Chocaj,

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Wieniawskiego 1 61-712 Poznań
malmin@st.amu.edu.pl oraz majcho@st.amu.edu.pl*

Badanie wpływu kofeiny na aktywność mięśnia sercowego w wynikach elektrokardiogramu (EKG) zostało przeprowadzone w celu zrozumienia, jak powszechnie spożywana substancja psychoaktywna może oddziaływać na układ sercowo-naczyniowy, co ma znaczenie zarówno w kontekście zdrowotnym, jak i codziennego funkcjonowania. Autorzy zaprojektowali eksperyment polegający na rejestracji EKG u zdrowych ochotników przed i po spożyciu dawki 250 mg kofeiny. Motywatorem do przeprowadzenia badań była potrzeba zgłębienia potencjalnych skutków kofeiny. Obecny stan wiedzy wskazuje, że kofeina działa stymulująco na ośrodkowy układ nerwowy, zwiększając częstość akcji serca poprzez blokadę receptorów adenylinowych. [1,2]

Badanie przeprowadzono w kontrolowanych warunkach, z uwzględnieniem czynników takich jak wiek, płeć oraz wcześniejsze spożycie kofeiny. Zastosowano nowoczesne oprogramowanie do analizy sygnałów EKG, co pozwoliło na precyzyjne określenie zmian w parametrach. Badacze skupili się na uchwyceniu wszelkich zmian w aktywności elektrycznej serca w odpowiedzi na kofeinę.

Wszystkie wyniki nie były jednogłośne. Niektóre osoby były pobudzone po kofeinie, a na niektórych nie miała ona żadnego wpływu. Wyniki badania są spójne z aktualnymi doniesieniami o stymulującym działaniu kofeiny na rytm serca, jednak ograniczone zmiany w pozostałych parametrach EKG kontrastują z hipotezami o jej szerszym wpływie na elektrofizjologię serca.

Omówienie wyników w kontekście aktualnych badań potwierdza, że kofeina działa głównie jako stymulant rytmu serca, co jest zgodne z literaturą. Wniosek ogólny płynący z pracy sugeruje, że umiarkowane dawki kofeiny są bezpieczne dla zdrowych osób pod względem elektrofizjologii serca. Dobrym rozwiązaniem byłyby dalsze badania uwzględniające wyższe dawki kofeiny oraz populacje z chorobami sercowo-naczyniowymi, aby w pełni ocenić ryzyko i konsekwencje jej stosowania.

Bibliografia:

- [1] NIH Automated Detection of Caffeinated Coffee-Induced Short-Term Effects on ECG Signals Using EMD, DWT, and WPD, Bikash K Pradhan, Maciej Jarzębski, Anna Gramza-Michałowska, Kunal Pal,
- [2] Effects of Caffeinated Beverage Consumption on Electrocardiographic Parameters among Healthy Adults,
- [3] Caffeine and Cardiac Arrhythmias: A Review of the Evidence Daniel J. Pelchovitz, MD, Jeffrey J. Goldberger, MD Bluhm Cardiovascular Center and the Division of Cardiology, Feinberg School of Medicine, Northwestern University, Chicago, Ill.

Wpływ mikro- i nanoplastików na układ rozrodczy człowieka

K. Papacz¹, Natalia Janik-Olchawa², Zuzanna Setkowicz², J. Chwiej¹

¹*AGH-University of Science and Technology, Faculty of Physics and Applied Computer Science, Kraków*

²*Instytut Zoologii i Badań Biomedycznych Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków*

karolina.papacz000@gmail.com

Zanieczyszczenie środowiska mikro- i nanoplastikami staje się coraz poważniejszym zagrożeniem dla zdrowia ludzi na całym świecie. Ich mikroskopijne rozmiary pozwalają na łatwe przenikanie przez bariery biologiczne, a następnie na akumulację w tkankach i narządach. W ostatnich latach mikroplastik wykryto m.in. w jądrach, nasieniu, jajnikach, łożysku oraz smółce płodowej, co sugeruje możliwość kontaktu organizmu z tworzywami sztucznymi już na bardzo wczesnym etapie rozwoju. Liczne doniesienia naukowe wskazują na możliwy wpływ tych cząstek na obniżenie jakości nasienia, zaburzenia hormonalne oraz pogorszenie funkcji narządów rozrodczych. W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki pilotażowego badania z wykorzystaniem mikroskopii Ramana, którego celem była ocena akumulacji polistyrenu o średnicy 1 μm w ludzkich komórkach myometrium. Zaobserwowano tworzenie wyraźnych agregatów polimerów na powierzchni komórek eksponowanych na mikroplastik, co może prowadzić do ich dysfunkcji. Uzyskane wyniki potwierdzają zasadność kontynuacji badań w tym kierunku oraz podkreślają pilną potrzebę lepszego zrozumienia mechanizmów toksyczności mikroplastików dla zdrowia reprodukcyjnego człowieka.

Bibliografia

- [1] Song X, Du L, Sima L, Zou D, Qiu X. Effects of micro(nano)plastics on the reproductive system: A review. *Chemosphere*. 2023
- [2] Hu CJ, Garcia MA, Nihart A, Liu R, Yin L, Adolphi N, Gallego DF, Kang H, Campen MJ, Yu X. Microplastic presence in dog and human testis and its potential association with sperm count and weights of testis and epididymis. *Toxicol Sci*. 2024

Subiektywność w identyfikacji chromosomów dicentrycznych: analiza interobserver i intraobserver

Zuzanna Powierza, Beata Pszczółkowska-Kępa, Beata Brzozowska
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Pasteura 5, 02-093 Warszawa
z.powierza@student.uw.edu.pl

Chromosomy dicentryczne powstają na skutek błędnego łączenia się fragmentów DNA, w wyniku uszkodzeń wywołanych promieniowaniem jonizującym. Stanowią one jedno z najważniejszych narzędzi dozymetrii biologicznej, wykorzystywane m.in. w ocenie dawek pochłoniętych przez organizm. Metoda analizy dicentryków stosowana jest w przypadku awarii radiacyjnych, a jej skuteczność została potwierdzona w ramach międzynarodowych inicjatyw, takich jak sieć RENEb czy projekt MULTIBIODOSE [1]. Mimo standaryzacji procedur, identyfikacja dicentryków na obrazach mikroskopowych pozostaje subiektywna, co może prowadzić do różnic w wynikach między obserwatorami (inter-observer variability) oraz u tego samego obserwatora w czasie (intra-observer variability) [2].

Celem badania była ocena skuteczności identyfikacji dicentryków przez uczestników eksperymentu oraz analiza zmian wyników w czasie. Uczestnicy eksperymentu przez pięć dni trenowali znajdowanie i oznaczanie dicentryków przy użyciu programu Chromosome Labeling Tool, napisanego specjalnie do tego zadania. Po zakończeniu etapu szkoleniowego każda osoba, również przez pięć dni analizowała zestawy obrazów testowych, nieświadoma ich powtarzalności. Pozwoliło to na ocenę zmienności wyników zarówno między uczestnikami, jak i w obrębie jednego obserwatora przy ponownej analizie tego samego zestawu danych.

Krzywe opisujące zależność liczby dicentryków od dawki wskazują, że liczba zidentyfikowanych dicentryków różni się w zależności od osoby, która wykonuje oznaczenia. Ponadto, powtarzanie testów skutkowało poprawą wyników u większości uczestników, co sugeruje efekt uczenia się i adaptacji do zadania.

Uzyskane wyniki podkreślają znaczenie szkolenia i standaryzacji w analizie obrazów oraz wskazują na analogiczne wyzwania spotykane w radioterapii, np. podczas konturowania narządów [3]. Poprawa dokładności identyfikacji dicentryków może przyczynić się do zwiększenia skuteczności metod biodozymetrycznych i ich zastosowania w sytuacjach awaryjnych oraz w badaniach nad skutkami promieniowania jonizującego.

Bibliografia:

- [1] A. Wojcik et al. Multidisciplinary Biodosimetric Tools for a Large-scale Radiological Emergency – the MULTIBIODOSE Project, Radiation Emergency Medicine 2014, Vol.3, No.2 19–23
- [2] Alexander Pope, Reproducibility: Intraobserver and Interobserver Variability, Biostatistics for Radiologists. Springer, Milano. (2009)
- [3] MinJae Woo et al. Intervention to Reduce Interobserver Variability in Computed Tomographic Measurement of Cancer Lesions Among Experienced Radiologists, Current Problems in Diagnostic Radiology, Volume 50, Issue 3, May–June 2021, Pages 321–327

Diagnostyka składu pierwiastkowego próbek ludzkiego materiału biologicznego z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego

Natalia Wojtaś

*Instytut Fizyki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, ul. Uniwersytecka 7, 25-406
Kielce
wojtasnatalia0@gmail.com*

Analiza składu pierwiastkowego próbek ludzkiego materiału biologicznego jest istotnym elementem diagnostyki medycznej. Typowo analizowanymi próbkami ludzkiego materiału biologicznego są krew, surowica krwi, mocz, czy też włosy, a rutynowo oznaczanymi pierwiastkami są żelazo, wapń, magnez, fosfor, sód oraz potas. Dodatkową informację o stanie organizmu uzyskuje się analizując zawartość pierwiastków śladowych takich jak na przykład miedź, cynk, selen. W oznaczaniu zawartości pierwiastków w próbkach ludzkiego materiału biologicznego wykorzystywana jest metoda rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF, total reflection X-ray fluorescence analysis) [1], bazująca na zastosowaniu promieniowania rentgenowskiego.

W pracy omówiono podstawy fizyczne techniki TXRF, budowę układu eksperymentalnego, preparatykę próbek ludzkiego materiału biologicznego oraz sposób wykonania analizy składu pierwiastkowego tego rodzaju próbek. Następnie skoncentrowano się na omówieniu granicy wykrywalności techniki TXRF w zależności od rodzaju próbki, dla której oznaczany jest skład pierwiastkowy oraz od sposobu preparatyki próbki. Granica wykrywalności została wyznaczona w szerokim zakresie liczb atomowych analizowanych pierwiastków, także z zastosowaniem spektrometrów rentgenowskich TXRF o różnych parametrach układu pomiarowego. Wyznaczone wartości granicy wykrywalności pierwiastków porównano z wartościami referencyjnymi zawartości pierwiastków w próbkach ludzkiego materiału biologicznego, dyskutując możliwości aplikacyjne techniki TXRF.

Uzyskane informacje zostaną wykorzystane w rutynowej analizie składu pierwiastkowego próbek ludzkiego materiału biologicznego pacjentów Świętokrzyskiego Centrum Onkologii w Kielcach. Podziękowania: Dofinansowano ze środków Ministra Nauki w ramach Programu „Regionalna inicjatywa doskonałości” (nr projektu: RID/SP/0015/2024/01).

Bibliografia:

[1] R. Klockenkämper, A. von Bohlen, Total-Reflection X-ray Fluorescence Analysis and Related Methods, 2015, Wydawnictwo Wiley.