XIII OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA STUDENTÓW FIZYKI MEDYCZNEJ

FIZYKA dla MEDYKA

KSIĘGA ABSTRAKTÓW















Spis abstraktów

Sesja referatowa 4
Optymalizacja preparatyki i warunków pomiaru techniką mikrospektroskopii Ramana pod kątem badania wpływu mikro- i nanocząstek plastiku na komórki Sertolego 5
Wpływ inhibitorów cytoszkieletu aktynowego na organizację aktyny i struktury adhezyjne w komórkach linii U2OS oraz NIH 3T3 6
Badanie zawartości pierwiastków w mleku ludzkim i napojach mlecznych za pomocą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF) 7
Wpływ właściwości fizykochemicznych na internalizację mikro i nanoplastików badanych mikrospektroskopią ramanowską....8
Wpływ oddziaływania mikrosfer lateksowych z fibroblastami na ich cytoszkielet aktynowy....9
Czy oddech w radioterapii ma znaczenie, czyli o wykorzystaniu techniki DIBH w leczeniu nowotworów piersi 10
Nieinwazyjna μCT jako narzędzie fizyka medycznego do diagnostyki aparatu słuchowego 11
Ile mówi obraz? O jakości obrazowania ultrasonograficznego w medycynie....12
Kontrola jakości procesu planowania leczenia w radioterapii - wybrane przykłady praktyczne 13
Półautomatyczna analiza ilościowa kontaktów zogniskowanych z wykorzystaniem filtracji RGB w badaniach wpływu mikro- i nanoplastików na komórki układu rozrodczego 14
Sesja posterowa 15
Spektroskopia Ramana w analizie molekularnej olei roślinnych oraz tłuszczów zwierzęcych....16
Analiza zależności pomiędzy cechami akustycznymi bodźców dźwiękowych a subiektywnymi wrażeniami ASMR z wykorzystaniem pomiarów EKG oraz metod czasowo-widmowych....17
Wstępne przetwarzanie map chemicznych uzyskanych metodą mikrospektroskopii w podczerwieni dla potrzeb ilościowej oceny gromadzenia cholesterolu i kreatyny w mózgu 18
Zastosowanie rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF) do oznaczania pierwiastków w tkankach i płynach związanych z ciążą 19
Wpływ Kolchicyny i Paklitakselu na strukturę mikrotubul w fibroblastach NIH3T3 20
Analiza degradacji struktury krystalicznej substancji farmaceutycznych poddanych naświetlaniu promieniowaniem ultrafioletowym....21
Analiza promieniowania jonizującego pochodzącego od szkła uranowego w eksponatach muzealnych....22
Szyszka w badaniu micro-CT jako fantom kości beleczkowej w HR-pQCT 23

Od wzbudzenia molekularnego do fotochemii rodopsyny: Cząsteczka I_2 jako model biofizyczny 24
Analiza zmian stężeń pierwiastków w surowicy krwi pacjentów z chorobami autoimmunologicznymi metodą TXRF 25
Jakościowa analiza obrazowania kV stożkowej tomografii komputerowej stosowanej w radioterapii 26
Zastosowanie detektora J-PET do analizy rozpadów ortopozytonium oraz badań fizyki fundamentalnej 27
Stanowisko pomiarowe wykorzystujące Raspberry Pi wraz z czujnikami do oceny ekspozycji na sytuacje stresowe 28

Sesja referatowa

Optymalizacja preparatyki i warunków pomiaru techniką mikrospektroskopii Ramana pod kątem badania wpływu mikro- i nanocząstek plastiku na komórki Sertolego

Karolina W. Łakomy[1], Natalia Janik-Ilchawa[2], Julia Kowalczyk[1], Joanna Chwiej[1]
[1]Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków
[2]Instytut Zoologii i Badań Biomedycznych, Uniwersytet Jagielloński, Kraków
kalakomy@student.agh.edu.pl

Produkcja tworzyw sztucznych gwałtownie wzrosła w ciągu ostatnich 70 lat, co doprowadziło do znacznego zanieczyszczenia środowiska plastikiem. Niewidocznym gołym okiem zagrożeniem są mikro- i nanoplastiki, powstające w wyniku degradacji większych fragmentów tworzyw pod wpływem czynników środowiskowych. Ze względu na niewielki rozmiar oraz możliwość funkcjonalizowania powierzchni, mikro i nanoplastiki wykazują wysoką biodostępność oraz potencjalną toksyczność dla organizmów żywych. Obecność tych cząstek potwierdzono w większości ludzkich tkanek, w tym we krwi, mózgu, macicy i łożysku.

Do analizy wpływu mikro- i nanocząstek plastiku na komórki układu rozrodczego zostanie wykorzystana mikrospektroskopia Ramana, która dzięki wysokiej czułości na zmiany składu biochemicznego oraz możliwości analizy przestrzennej jest szczególnie przydatna w badaniach biomedycznych. Technika ta umożliwia bezinwazyjną i bezznacznikową analizę komórek, pozwalając na identyfikację mikro- i nanoplastików, ocenę ich internalizacji, lokalizacji wewnątrzkomórkowej oraz potencjalnej akumulacji. Jednocześnie umożliwia monitorowanie zmian biochemicznych wywołanych obecnością cząstek, takich jak zaburzenia składu lipidów, białek czy kwasów nukleinowych.

Celem pracy było zoptymalizowana preparatyki komórek na potrzeby badań ramanowskich, tak aby możliwe było wykonywanie pomiarów przy wykorzystaniu większej mocy lasera oraz w warunkach zbliżonych do fizjologicznych - w zanurzeniu i z użyciem obiektywu immersyjnego. Zwiększona moc lasera umożliwi uzyskanie danych spektralnych o wyższej jakości, natomiast pomiary komórek uwodnionych pozwolą na bardziej precyzyjną identyfikację struktur, w których dochodzi do akumulacji mikroplastiku, w tym jego lokalizacji subkomórkowej.

Podziękowania:
Praca została zrealizowana w ramach programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza" Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, w ramach Działania 12. „Integracja procesu kształcenia z badaniami naukowymi".

Bibliografia:
[1] Chwiej, J., Wytrwal, M., Papacz, K. et al. Tracing micro and nanoplastics toxicity in human pulmonary fibroblasts through integrated Raman and transcriptomic analyses. Sci Rep 15, 39459 (2025).

Wpływ inhibitorów cytoszkieletu aktynowego na organizację aktyny i struktury adhezyjne w komórkach linii U2OS oraz NIH 3T3

Julia Urbaniak, Mikołaj Gedl
Opiekunowie naukowi: dr hab. Zenon Rajfur prof. UJ, mgr Joanna Hajduk
Zakład Biofizyki Molekularnej i Międzyfazowej, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński
(Profesora Stanisława Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków)
julia.1.urbaniak@student.uj.edu.pl

Cytoszkielet aktynowy odgrywa kluczową rolę w utrzymaniu kształtu komórki, jej zdolności do migracji oraz tworzenia struktur adhezyjnych. Zaburzenia jego organizacji mogą wpływać na wiele procesów biologicznych. W związku z tym istotne jest poznanie wpływu inhibitorów cytoszkieletu aktynowego na strukturę filamentów aktynowych oraz miejsca adhezji. Celem pracy była wizualna ocena zmian w cytoszkielecie aktynowym oraz liczby miejsc adhezji w komórkach linii U2OS oraz NIH 3T3 pod wpływem wybranych inhibitorów: (S)-blebbistatyny, cytochalazyny D oraz Y-27632 [1–3].

Komórki obu linii zostały transfekowane co umożliwiło wizualizację aktyny oraz paksyliny. Hodowano je w standardowych warunkach (37°C, 5% CO_2), a następnie wysiewano na szalki pokryte fibronektyną. Po krótkiej inkubacji komórki poddawano działaniu inhibitorów w określonych stężeniach i inkubowano przez 1 godzinę. Obrazowanie prowadzono przyżyciowo przy użyciu mikroskopu konfokalnego, rejestrując obrazy typu Z-stack wybranych komórek.

Zaobserwowano wyraźne zmiany w strukturze cytoszkieletu aktynowego, w tym zaburzone formowanie włókien stresowych oraz zmniejszoną liczbę miejsc adhezji do podłoża w przypadku wszystkich zastosowanych inhibitorów. Efekty te były obecne w obu badanych liniach komórkowych, jednak silniejszy wizualnie efekt odnotowano w przypadku linii komórkowej U2OS. Uzyskane wyniki potwierdzają, że analizowane inhibitory istotnie zaburzają organizację cytoszkieletu aktynowego w komórkach U2OS i NIH3T3 i wpływają na miejsca adhezji. Stanowi to ważny punkt wyjścia dla dalszych badań nad rolą elementów cytoszkieletu i struktur adhezyjnych komórki w progresji nowotworów oraz potencjalnych kierunków terapii przeciwnowotworowych.

Bibliografia:

[1] Amano M, Nakayama M, Kaibuchi K. Rho-kinase/ROCK: A key regulator of the cytoskeleton and cell polarity. Cytoskeleton (Hoboken). 2010 Sep;67(9):545-54.
[2] Peh GS, Adnan K, George BL, Ang HP, Seah XY, Tan DT, Mehta JS. The effects of Rho-associated kinase inhibitor Y-27632 on primary human corneal endothelial cells propagated using a dual media approach. Sci Rep. 2015 Mar 16;5:9167.
[3] Roman BI, Verhasselt S, Stevens CV. Medicinal chemistry and use of myosin II inhibitor (S)-blebbistatin and its derivatives. J Med Chem. 2018;61(21):9410-9428.

Badanie zawartości pierwiastków w mleku ludzkim i napojach mlecznych za pomocą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF)

Wiktoria Pedrycz[1], **Weronika Wójcik**[1]
[1]*SKN Neutrino, Instytut Fizyki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce*
s153941@ujk.edu.pl

Mleko stanowi podstawowe źródło składników odżywczych w początkowym okresie życia człowieka, a jego skład mineralny odgrywa kluczową rolę w prawidłowym rozwoju niemowląt. Oprócz makroskładników, takich jak białka, tłuszcze i węglowodany, dostarcza ono również szerokiego spektrum makro- i mikroelementów uczestniczących w rozwoju układu kostnego, funkcjonowaniu układu nerwowego oraz regulacji procesów metabolicznych [1]. Pomimo licznych badań dotyczących wartości odżywczej mleka kobiecego i jego alternatyw, nadal istnieje potrzeba dokładnej charakterystyki ich składu pierwiastkowego z wykorzystaniem nowoczesnych technik analitycznych.

Celem pracy była ilościowa i jakościowa analiza zawartości wybranych pierwiastków w mleku kobiecym, mleku modyfikowanym oraz mleku krowim i kozim z zastosowaniem rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF) [2]. Analizy przeprowadzono z wykorzystaniem spektrometru Picofox S2 znajdującego się w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach. Określono stężenia następujących pierwiastków: P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Se, Br, Rb oraz Sr.

Uzyskane wyniki wskazują na istotne różnice w składzie pierwiastkowym pomiędzy czterema analizowanymi próbkami mleka modyfikowanego (powszechnie dostępnymi na rynku), czterema próbkami mleka kobiecego oraz mlekiem krowim i kozim. Największe różnice dotyczyły zawartości makroelementów (P, Ca, K, Cl), których stężenia były wyższe w mleku modyfikowanym niż w mleku kobiecym. Cztery analizowane próbki mleka kobiecego wykazały porównywalny skład pierwiastkowy. Stwierdzono również różnice pomiędzy mlekiem krowim i kozim, szczególnie w przypadku zawartości Cl, Mn, Zn i Sr.

Uzyskane wyniki potwierdzają przydatność techniki TXRF w analizie próbek biologicznych oraz wskazują na istotne różnice w składzie pierwiastkowym badanych typów mleka, istotne z punktu widzenia żywienia niemowląt.

Bibliografia:

[1] V. Grote, i in., Breast milk composition and infant nutrient intakes during the first 12 months of life, European Journal of Clinical Nutrition, 2016.
[2] R. Fernández-Ruiz, TXRF spectrometry in the bioanalytical sciences: A brief review, X-Ray Spectrometry, 2021.

Wpływ właściwości fizykochemicznych na internalizację mikro i nanoplastików badanych mikrospektroskopią ramanowską

Kacper Świzdor, Agnieszka Dróżdż
AGH Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Katedra Fizyki Medycznej i Biofizyki
swizdor@student.agh.edu.pl

Mikroplastiki stanowią jedno z najbardziej rozpowszechnionych zanieczyszczeń środowiska, a ich obecność wykrywana jest w wodzie, glebie oraz organizmach żywych. Pomimo rosnącego zainteresowania tym zagadnieniem nadal brakuje jednoznacznych i systematycznych badań dotyczących internalizacji mikro- i nanoplastików oraz ich potencjalnego wpływu na komórki ludzkie. Celem niniejszej pracy było zbadanie internalizacji oraz możliwego wpływu cząsteczek polistyrenu (PS) o różnych rozmiarach na ludzkie fibroblasty z wykorzystaniem mikrospektroskopii ramanowskiej.

Badania przeprowadzono dla dwóch stężeń mikroplastików: 0,1 mg/L oraz 0,01 mg/L, a także trzech rozmiarów cząstek: 5 μm, 1 μm oraz 100 nm, przy czasach ekspozycji wynoszących 6, 24 i 48 godzin. Do analizy uzyskanych widm zastosowano analizę głównych składowych (PCA), co pozwoliło na ocenę obecności sygnałów charakterystycznych dla polistyrenu oraz na porównanie zmian biochemicznych zachodzących w badanych komórkach.

Analiza widm ramanowskich oraz PCA nie wykazały obecności cząstek PS o rozmiarze 5 μm w komórkach dla żadnej z badanych dawek ani czasów ekspozycji. Obecność cząstek o rozmiarze 1 μm stwierdzono natomiast dla wszystkich czasów ekspozycji, niezależnie od dawki. W przypadku nanocząstek o rozmiarze 100 nm ich obecność wykazano dla wszystkich czasów ekspozycji, jednak wyłącznie przy wyższej dawce. Analiza internalizacji wskazała, że proces ten zachodził jednoznacznie jedynie dla nanocząstek polistyrenu. Nie stwierdzono internalizacji cząstek o rozmiarze 5 μm, natomiast ocena internalizacji cząstek 1 μm była utrudniona z uwagi na efekt ekranowania obserwowany w skanach głębokościowych.

Uzyskane wyniki wskazują, że rozmiar cząstek ma istotne znaczenie dla ich obecności i internalizacji w ludzkich fibroblastach. Dodatkowo analiza PCA ujawniła różnice w intensywnościach pasm ramanowskich w okolicach 2850 cm^{-1} oraz 2950 cm^{-1}, charakterystycznych dla lipidów, co może sugerować wpływ mikro- i nanoplastików na skład biochemiczny komórek. Przeprowadzone badania potwierdzają przydatność mikrospektroskopii ramanowskiej w analizie oddziaływania mikroplastików z komórkami i stanowią punkt wyjścia do dalszych badań nad biologicznymi skutkami ekspozycji na tego typu zanieczyszczenia

Wpływ oddziaływania mikrosfer lateksowych z fibroblastami na ich cytoszkielet aktynowy

Adriana Olbromska
Uniwersytet Jagielloński, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowane, ul. Prof. St. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków
adriana.olbromska@student.uj.edu.pl

Celem niniejszej pracy była analiza wpływu interakcji lateksowych mikrosfer z mysimi embrionalnymi fibroblastami linii MEF 3T3 na organizację ich cytoszkieletu aktynowego. Badania te stanowią kontynuację wcześniejszych prac, w których wykazano, że mikrosfery o średnicy 2 μm wpływają na organizację zarówno filamentów aktynowych, jak i mikrotubul w tych komórkach [1]. Pomimo rosnącej liczby doniesień dotyczących oddziaływań mikrocząstek z komórkami, nadal niewystarczająco poznany pozostaje wpływ rozmiaru cząstek oraz czasu ekspozycji na strukturę cytoszkieletu aktynowego.

W niniejszej pracy zbadano zależność między rozmiarem mikrosfer (0,5 μm; 1 μm; 2 μm) oraz czasem inkubacji (3 h, 12 h, 24 h) a organizacją cytoszkieletu aktynowego komórek MEF 3T3. Komórki poddano inkubacji z mikrosferami o naturalnej fluorescencji, co umożliwiło ich wizualizację bez dodatkowego znakowania. Cytoszkielet aktynowy obrazowano za pomocą mikroskopii konfokalnej, pozwalającej na analizę trójwymiarową. Jądra komórkowe znakowano DAPI, a filamenty aktynowe – falloidyną sprzężoną z AlexaFluor488.

Uzyskane wyniki wykazały akumulację mikrosfer wewnątrz komórek MEF 3T3 zależną od ich rozmiaru i czasu inkubacji. W przypadku mikrosfer o średnicy 0,5 μm wraz z wydłużeniem czasu inkubacji obserwowano spadek liczby cząstek w komórkach, natomiast dla mikrosfer o średnicach 1 μm i 2 μm – wzrost ich liczby. Nie zaobserwowano istotnych zmian w organizacji cytoszkieletu aktynowego dla mikrosfer o średnicy 0,5 μm oraz 1 μm.

Otrzymane wyniki wskazują, że rozmiar mikrosfer oraz czas ich oddziaływania z komórkami wpływają na ich akumulację oraz organizację cytoszkieletu aktynowego. Zaobserwowane zależności podkreślają znaczenie właściwości fizycznych mikrocząstek w ich interakcjach z komórkami. Uzyskane obserwacje rozszerzają aktualny stan wiedzy na temat interakcji mikrocząstek z komórkami i mogą mieć znaczenie w kontekście projektowania materiałów biomedycznych oraz oceny bezpieczeństwa ich stosowania.

Bibliografia:

[1] O. Adamczyk, Z. Baster, M. Szczypior, Z. Rajfur, Int. J. Mol. Sci. 22 (2), 960 (2021). DOI: https://doi.org/10.3390/ijms2202096

Czy oddech w radioterapii ma znaczenie, czyli o wykorzystaniu techniki DIBH w leczeniu nowotworów piersi

Aleksandra Borkowska[1], Katarzyna Matusiak[1]
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej

Weryfikacja ułożenia pacjentów poddawanych radioterapii jest kluczowa dla zapewnienia bezpieczeństwa oraz wysokiej precyzji leczenia. Jedną z metod weryfikacji pozycjonowania pacjenta jest technika radioterapii sterowanej powierzchnią ciała (SGRT - ang. Surface Guided Radiation Therapy). [1] Umożliwia ona ciągły monitoring pozycji pacjenta w trakcie trwania procedury napromieniania, [1] a także znajduje zastosowanie w radioterapii z wykorzystaniem głębokiego wdechu (DIBH - ang. Deep Inspiration Breath Hold). [2] Jednym z dostępnych na rynku rozwiązań wykorzystujących technikę SGRT jest system AlignRT (VisionRT), który umożliwia rejestrację powierzchni ciała pacjenta w sześciu stopniach swobody przez cały czas napromieniania.

Szeroki zakres danych uzyskiwanych z systemu AlignRT, umożliwia ich wszechstronną interpretację oraz pogłębioną analizę. W ramach niniejszej pracy opracowano skrypt w języku Python, służący do analizy danych dotyczących ruchów oddechowych pacjentów. Z jego wykorzystaniem przeanalizowano ruchy oddechowe siedmiu pacjentek: pięciu w wieku 43–54 lat, jednej w wieku 32 lat oraz jednej w wieku 69 lat, napromienianych dawką 40,05 Gy w 15 frakcjach.

Analiza odchylenia punktu w kierunku pionowym (VRT) względem obszaru zainteresowania (ROI) umożliwiła ocenę każdego wdechu wykonywanego przez pacjentki. Uzyskane wyniki mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia reakcji organizmu oraz potrzeb pacjentek w trakcie napromieniania. Pozwalają one również na opracowanie propozycji procedury przygotowania pacjentek do radioterapii w technice DIBH, a także na ujednolicenie procedur pracy techników elektroradiologii wykorzystujących technikę SGRT.

Bibliografia:

[1] Lee J, Kim YJ, Goh Y, Yang E, Kim H, Song S, Kim Y. Application of surface-guided radiation therapy in prostate cancer: comparative analysis of differences with skin marking-guided patient setup. Radiat Oncol J., 2023;41:172–177. doi:10.3857/roj.2023.00521
[2] Zagar TM, et al. Utility of deep inspiration breath-hold for left-sided breast radiation therapy in preventing early cardiac perfusion defects: a prospective study. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2017.
[3] Szymerkowski K. SGRT – adaptacja technologii w warunkach klinicznych. Inżynier i Fizyk Medyczny. 2022;11(4):285–287.

Nieinwazyjna μCT jako narzędzie fizyka medycznego do diagnostyki aparatu słuchowego

Oliwia Sosnal
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska
e-mail: ososnal@student.agh.edu.pl

Dynamiczny rozwój technik nieinwazyjnego obrazowania oraz rosnące wymagania dotyczące jakości i niezawodności wyrobów medycznych stanowią istotną motywację do poszukiwania nowych metod diagnostycznych. Mikrotomografia komputerowa (μCT) jest jedną z najbardziej zaawansowanych technik umożliwiających trójwymiarową analizę struktury wewnętrznej obiektów bez ich destrukcji. Metoda ta znajduje szerokie zastosowanie w medycynie, inżynierii materiałowej oraz diagnostyce struktur biologicznych, w tym elementów układu słuchowego [2,3].

W niniejszej pracy zaproponowano zastosowanie μCT do analizy aparatu słuchowego typu BTE. Proces badawczy obejmował akwizycję projekcji rentgenowskich, rekonstrukcję 3D z wykorzystaniem odwrotnej transformacji Radona oraz przetwarzanie obrazów w środowisku Fiji. W analizie zastosowano filtrację (m.in. Gaussian, Kuwahara), segmentację oraz analizę histogramów w celu identyfikacji materiałów i potencjalnych nieciągłości strukturalnych. Dodatkowo wykonano analizę lokalnej grubości ścian obudowy oraz klasyfikację materiałową na podstawie efektywnej liczby atomowej (Zeff).

Uzyskane wyniki wykazały wysoką jakość rekonstrukcji umożliwiającą szczegółową analizę geometrii urządzenia. Nie stwierdzono obecności istotnych defektów wewnętrznych, co wskazuje na poprawność wykonania badanego aparatu. Analiza materiałowa potwierdziła dominację komponentów o niskim Zeff, typowych dla tworzyw sztucznych, przy niewielkim udziale elementów o wyższej gęstości, takich jak elementy lutowane. Rozkład grubości ścian obudowy był względnie jednorodny.

Otrzymane wyniki potwierdzają, że μCT stanowi skuteczne narzędzie w diagnostyce i kontroli jakości aparatów słuchowych. Metoda umożliwia nieinwazyjną ocenę struktury wewnętrznej urządzeń, co ma znaczenie zarówno w diagnostyce serwisowej, jak i optymalizacji procesów projektowych oraz produkcyjnych.

Podziękowania:
Autorka składa podziękowania dr hab. inż. Jackowi Tarasiukowi i dr hab. inż. Sebastianowi Wrońskiemu z Laboratorium Mikro i Nano Tomografii Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie za wykonanie projekcji μCT oraz wsparcie merytoryczne.

Bibliografia:
[1] J. Seeram, Tomografia komputerowa: podstawy, technologia i zastosowania kliniczne, PWN, Warszawa, 2010.
[2] I. Pietralik, S. Łagan, „Aparaty słuchowe a implanty słuchu. Stan obecny i perspektywy rozwoju”, Aktualne Problemy Biomechaniki, 2011, z. 5, s. 127–132.
[3] Brain-wiki, „Rentgenowska tomografia komputerowa”, materiały dydaktyczne.

Ile mówi obraz? O jakości obrazowania ultrasonograficznego w medycynie.

Weronika Banowska[1], Katarzyna Matusiak[1]
[1]AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
Adres e-mail: wbanowska@student.agh.edu.pl

Uzyskiwany obraz ultrasonograficzny zależy od szeregu czynników, a kontrola jakości bezpośrednio wpływa na trafność wyników diagnostycznych [1]. Mimo istnienia zaleceń organizacji międzynarodowych (np. AAMP), procedury regularnej kontroli jakości wciąż wymagają standaryzacji, a w codziennej praktyce klinicznej są często pomijane lub ograniczone do subiektywnej oceny wizualnej [2].

Przeprowadzono testy przetworników metodą pomiarów w powietrzu, będącą metodą wstępnej weryfikacji sprawności przetworników. W niejednorodnym środowisku obrazowania klinicznego subtelne artefakty zwiastujące uszkodzenie sprzętu bywają trudne do wykrycia. Artefakty pogłosu w powietrzu są zazwyczaj widoczne jako kilka równolegle biegnących, jednorodnych, jasnych linii w polu bliskim. Zmniejszona lub zwiększona jasność, bądź nierównoległe linie wskazują na awarię aparatury [3].

Przeprowadzone testy dla różnych typów przetworników wykazały niejednorodności linii pogłosowych mogące świadczyć o defektach przetworników. Dla jednej głowicy zaobserwowano dwustronne, symetryczne osłabienie najgłębszych linii, co w kontekście długotrwałego użytkowania wskazuje na zużycie soczewki. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają, że analiza artefaktów pogłosu w powietrzu pozwala na detekcję nieprawidłowości.

Metoda ta dostarcza powtarzalnych danych o stanie technicznym urządzenia, które korelują z późniejszym pogorszeniem rozdzielczości kontrastowej w warunkach klinicznych. Na podstawie prostych pomiarów w powietrzu można zidentyfikować część typowych usterek mechanicznych przetworników. Metoda wypełnia tym samym lukę między brakiem jakiejkolwiek kontroli, a pełnymi testami z użyciem fantomów ultrasonograficznych. Jednak pomiary dają obraz niepełny i nie zastępują kompleksowej oceny parametrów obrazowania, takich jak rozdzielczość osiowa, boczna czy głębokość penetracji. Do pełnej oceny jakości niezbędne jest regularne wykonywanie testów z użyciem profesjonalnych fantomów tkankopodobnych.

Bibliografia:

[1] Lin X, et al. Autonomous robotic ultrasound scanning system: a key to enhancing image analysis reproducibility and observer consistency in ultrasound imaging. Frontiers in Robotics and AI. 2025. doi:10.3389/frobt.2025.1527686
[2] Jędrzejewska M, Węckowski B, Kaczmarek A. Od intuicji do procedury: budowanie kontroli jakości w ultrasonografii. Inżynier i Fizyk Medyczny. 2025;14(5):123–130
[3] Botz B. Ultrasound probe quality assurance by the clinical user. In: EFSUMB Course Book. 2nd ed.

Kontrola jakości procesu planowania leczenia w radioterapii - wybrane przykłady praktyczne

Natalia Wojtaś
Instytut Fizyki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce
s148403@ujk.edu.pl

Jedną z metod stosowanych w leczeniu nowotworów jest radioterapia, która wykorzystuje wiązki promieniowania jonizującego [1]. Promieniowanie to jest rodzajem promieniowania elektromagnetycznego lub korpuskularnego zdolnego do wywoływania jonizacji materii, czyli usuwania elektronów. Urządzeniem służącym do wytwarzania promieniowania jonizującego i realizacji radioterapii jest medyczny akcelerator liniowy. Na proces radioterapii realizowany z wykorzystaniem akceleratorów medycznych składa się wiele etapów: kwalifikacja, wykonanie tomografii, określanie objętości tarczowej i narządów promieniowrażliwych, planowanie leczenia, weryfikacja planu leczenia, przygotowanie karty napromieniania i danych w systemie weryfikacji i zarządzania oraz napromieniowanie z wykorzystaniem wiązek akceleratorowych. Skuteczną i precyzyjną, a przede wszystkim bezpieczną radioterapię zapewnia kontrola jakości tego procesu. Kontrola taka obejmuje wiele procedur takich jak testy aparatury, w tym akceleratora, czy też weryfikacje planu leczenia [2].

W pracy omówiono podstawy fizyczne techniki tworzenia wiązki akceleratorowej, budowę układu eksperymentalnego, systemy planowania leczenia oraz sposób wykonania analizy wyników dozymetrycznych. Weryfikację planów leczenia przeprowadzono u 272 pacjentów leczonych z powodu nowotworów piersi, płuc, rectum i ginekologicznych z zastosowaniem akceleratora terapeutycznego Elekta Versa HD. Procedurę weryfikacji przeprowadzono w oparciu o procentową różnicę względną Δ% między średnią dawką promieniowania obliczoną w systemie planowania leczenia Pinnacle a średnią dawką obliczoną w systemie planowania leczenia Monaco. Kryterium zgodności między planami leczenia ustalony na poziomie ± 5% nie zostało przekroczone. Zweryfikowano, że wartość bezwzględna różnicy względnej średniej dawki jest statystycznie mniejsza od 5%. W analizie wyznaczono statystyki opisowe Δ% oraz porównano, z wykorzystaniem testu ANOVA rang Kruskala-Wallisa, rozkłady wartości różnicy między dawkami dla wszystkich rodzajów nowotworów. Zaobserwowano zgodność między rozkładami dla nowotworów piersi i płuc oraz nowotworów rectum i ginekologicznych. Zaproponowane narzędzia statystycznej analizy danych mogą zostać wykorzystane w rutynowych procedurach weryfikacji planów leczenia w radioterapii.

Podziękowania:
Dofinansowano ze środków Ministra Nauki w ramach Programu „Regionalna inicjatywa doskonałości” (nr projektu: RID/SP/0015/2024/01).

Bibliografia:
[1] M. Waligórski, J. Lesiak, Podstawy Radioterapii, PWN Warszawa, Polska, 2000.
[2] CRU, Report 50: Prescribing, recording and reporting photon beam therapy, 1993.

Półautomatyczna analiza ilościowa kontaktów zogniskowanych z wykorzystaniem filtracji RGB w badaniach wpływu mikro- i nanoplastików na komórki układu rozrodczego

Zofia Bryłowska[1], Nina Łypaczewska[1], Joanna Chwiej[1], Natalia Janik-Olchawa[1]
[1]Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza, ul. Władysława Reymonta 19, 30-059 Kraków
[2]Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii, Instytut Zoologii i Badań Biomedycznych, ul. Gronostajowa 9, 30-387 Kraków, Polska
zwbrylowska@student.agh.edu.pl

Zanieczyszczenie środowiska mikro- i nanoplastikami stanowi istotne wyzwanie dla współczesnej nauki, szczególnie w kontekście ich wpływu na zdrowie reprodukcyjne człowieka. Realizowany przez SKNFM KERMA, w ramach Działania 12 programu IDUB AGH, projekt pt. „Wpływ mikro- i nanocząstek plastiku na homeostazę oksydacyjną, strukturę cytoszkieletu i profil ekspresji genów w komórkach układu rozrodczego" koncentruje się m.in. na ocenie wpływu cząstek tworzyw sztucznych na organizację cytoszkieletu, w tym tworzenie przez komórki kontaktów zogniskowanych, które odgrywają kluczową rolę w adhezji, migracji i sygnalizacji komórkowej. Dotychczasowe podejścia do oceny zmian w organizacji tych struktur miały w dużej mierze charakter jakościowy, co ograniczało możliwość obiektywnego porównywania wyników oraz ich dalszej analizy statystycznej.

W odpowiedzi na tę lukę opracowano autorskie narzędzie w środowisku MATLAB, umożliwiające półautomatyczną analizę obrazów mikroskopowych. Metoda opiera się na zastosowaniu filtracji w przestrzeni barw RGB – podejścia powszechnie znanego, intuicyjnego i łatwego w implementacji. Aplikacja pozwala m.in. na: precyzyjne wyodrębnianie struktur komórkowych czy analizę powierzchni objętej sygnałem.

Dodatkowym atutem narzędzia jest możliwość bezpośredniego eksportu wyników do arkuszy kalkulacyjnych (MS Excel), co zapewnia kompatybilność z powszechnie stosowanymi metodami analizy danych i ułatwia integrację z dalszymi etapami badań. Opracowana metoda stanowi podstawę do ilościowej oceny zmian cytoszkieletu komórek eksponowanych na mikro- i nanoplastiki, wspierając realizację celów projektu oraz zwiększając precyzję i powtarzalność uzyskiwanych wyników.

Bibliografia:

[1] The influence of IONPs core size on their biocompatibility and activity in in vitro cellular models; Janik-Olchawa, N., Drozdz, A., Ryszawy, D. et al.; Sci Rep 11, 21808 (2021).

Sesja posterowa

Spektroskopia Ramana w analizie molekularnej olei roślinnych oraz tłuszczów zwierzęcych

Karolina W. Łakomy[1], Joanna Chwiej[1]
[1]Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków
kalakomy@student.agh.edu.pl

W publicznej dyskusji coraz częściej pojawia się debata na temat wyższości tłuszczów zwierzęcych nad olejami roślinnymi, lub odwrotnie. Wraz z popularyzacją skrajnych diet takich jak np. dieta „carnivore" dochodzi do narastającej dezinformacji, która istotnie wpływa na kształtowanie współczesnych narracji żywieniowych. Spektroskopia Ramana jest jedną z najczęściej stosowanych technik spektroskopii wibracyjnej, umożliwiającą szybką, nieinwazyjną i bezznacznikową charakterystykę składu chemicznego badanych próbek. Ze względu na wysoką czułość na zmiany w strukturze molekularnej lipidów, w tym obecność wiązań podwójnych, stopień nasycenia, czy poziom utlenienia, technika ta stanowi cenne narzędzie w badaniach żywności. Umożliwia ona nie tylko identyfikację rodzaju tłuszczu, ale także ocenę jego jakości, świeżości, stopnia przetworzenia oraz potencjalnych zmian wywołanych obróbką technologiczną. Dzięki temu technika znajduje szerokie zastosowanie w naukach o żywności, zwłaszcza w kontroli jakości tłuszczów.

Celem niniejszej pracy jest ukazanie przydatności spektroskopii Ramana w jakościowej analizie olejów, tłuszczów oraz produktów spożywczych bogatych w lipidy. Szczególną uwagę poświęcono w niej identyfikacji różnic molekularnych i strukturalnych pomiędzy lipidami pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, w tym różnic w zawartości poszczególnych grup funkcyjnych czy stopniu nienasycenia kwasów tłuszczowych. Analizie poddano również wpływ pochodzenia badanych próbek oraz obróbki termicznej na ich właściwości chemiczne, co ma istotne znaczenie z punktu widzenia wartości odżywczej, jakości oraz bezpieczeństwa żywności.

Do badań wybrano pięć olejów w postaci ciekłej: olej rzepakowy, chilli, sezamowy, lniany oraz oliwę z oliwek, a także trzy tłuszcze stałe: margarynę, masło i smalec. Pomiary przeprowadzono w Laboratorium Biospektroskopii Atomowej i Molekularnej na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH, z wykorzystaniem mikroskopu Ramana Witec alpha 300R wyposażonego w laser o długości fali 532 nm.

Bibliografia:

[1]. Heera J, Yin L, Zhou R, Zou X, Guo Z, Future horizons of Raman spectroscopy in food science: Emerging techniques and innovations for enhanced analysis, Food Chemistry, Volume 493, Part 2, 2025.
[2]. Esmonde-White K, Lewis M, Perilli T, Cuellar M. Raman spectroscopy in analyzing fats and oils in foods. Spectroscopy Suplements. Volume 37, s6, 2022.

Analiza zależności pomiędzy cechami akustycznymi bodźców dźwiękowych a subiektywnymi wrażeniami ASMR z wykorzystaniem pomiarów EKG oraz metod czasowo-widmowych

Joanna Nowicka, Aleksander Marciszewski, dr Magdalena Grajek
Wydział Fizyki i Astronomii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 2, 61-614 Poznań
Adres e-mail: joanow38@st.amu.edu.pl

Zjawisko ASMR (Autonomous Sensory Meridian Response) zyskuje coraz większe zainteresowanie jako potencjalne narzędzie wspomagające relaksację oraz redukcję stresu. Motywacją do podjęcia badań była potrzeba lepszego zrozumienia wpływu bodźców dźwiękowych na funkcjonowanie autonomicznego układu nerwowego oraz parametry fizjologiczne człowieka. Dotychczasowy stan wiedzy wskazuje, że bodźce sensoryczne mogą wpływać na aktywność serca oraz reakcje emocjonalne, jednak wyniki badań dotyczących krótkotrwałej ekspozycji na dźwięki ASMR pozostają niejednoznaczne i wymagają dalszej weryfikacji.

W pracy zaproponowano podejście eksperymentalne polegające na analizie wpływu dwóch typów bodźców dźwiękowych: relaksacyjnych (ASMR, np. szept, delikatne stukanie) oraz nieprzyjemnych (ostre, nieregularne dźwięki o wysokiej amplitudzie). Badanie przeprowadzono na grupie 34 młodych dorosłych. Pomiary parametrów fizjologicznych (HR, QRS, QT, QTc, SpO_2 oraz PR oraz PI) wykonywano przed ekspozycją, po bodźcu pozytywnym oraz po bodźcu negatywnym, z wykorzystaniem EKG i pulsoksymetrii. Dodatkowo przeprowadzono analizę sygnałów dźwiękowych w dziedzinie czasu i częstotliwości oraz zastosowano metody statystyczne (ANOVA, testy post-hoc).

Uzyskane wyniki wskazują, że nie występują istotne zmiany w częstości pracy serca, czasie depolaryzacji komór ani saturacji krwi. Zaobserwowano natomiast istotne zmiany w parametrach repolaryzacji (QT, QTc) oraz wzrost wskaźnika perfuzji (PI). Stwierdzono również różnice zależne od płci, szczególnie w zakresie QT i QTc. Analiza akustyczna wykazała wyraźne różnice między bodźcami – dźwięki pozytywne charakteryzowały się niższą amplitudą i bardziej równomiernym widmem, natomiast negatywne większą dynamiką i koncentracją energii w paśmie 1–4 kHz.

Wyniki sugerują, że bodźce dźwiękowe typu ASMR mogą wpływać na aktywność autonomicznego układu nerwowego, choć efekt ten jest ograniczony i zależny od wielu czynników. W porównaniu z dotychczasowymi badaniami potwierdzono częściowo ich wpływ na parametry sercowo-naczyniowe, jednak brak zmian w HR i SpO_2 wskazuje na selektywny charakter tej zależności. Ograniczenia metodologiczne, wskazują jednak na konieczność dalszych, bardziej precyzyjnych badań.

Wstępne przetwarzanie map chemicznych uzyskanych metodą mikrospektroskopii w podczerwieni dla potrzeb ilościowej oceny gromadzenia cholesterolu i kreatyny w mózgu

Zofia Bryłowska[1,2], Marzena Rugieł[1], Zuzanna Setkowicz [3], Joanna Chwiej[1,2]
[1]*Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, ul. Władysława Reymonta 19, 30-059 Kraków*
[2]*Studenckie Koło Naukowe Fizyków Medycznych KERMA*
[3]*Instytut Zoologii i Badań Biomedycznych, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 9, 30-387 Kraków*
zwbrylowska@student.agh.edu.pl

Mapy chemiczne uzyskiwane z wykorzystaniem mikrospektroskopii w podczerwieni z transformatą Fouriera stanowią cenne źródło informacji o przestrzennym biomolekuł w tkankach, w tym białek, lipidów, związków zawierających grupy fosforanowe czy cholesterolu i jego estrów. W kontekście badań nad wpływem prenatalnej ekspozycji na dietę ketogeniczną na rozwój mózgu potomstwa, ich analiza ma istotne znaczenie poznawcze. Obecnie jednak interpretacja tego typu danych często ogranicza się do podejścia jakościowego, a obecność tła w obrazach stanowi istotne ograniczenie dla analiz ilościowych.

W niniejszej pracy zaproponowano podejście do wstępnego przetwarzania map chemicznych ukazujących gromadzenie w skrawkach mózgu cholesterolu i kreatyny, mające na celu izolację obszaru tkanki i eliminację sygnałów nieistotnych analitycznie. Metoda została zaimplementowana w języku Python z wykorzystaniem biblioteki OpenCV i opiera się na analizie informacji zawartej w kanałach barwnych obrazu oraz generowaniu masek umożliwiających selektywne wyodrębnienie regionu zainteresowania. Uzyskane obrazy stanowią ustandaryzowane dane wejściowe do dalszej analizy.

Zastosowanie zaproponowanej procedury pozwoliło na skuteczne ograniczenie wpływu tła oraz poprawę jakości segmentacji struktur odpowiadających nagromadzeniom w tkankach badanych związków (cholesterol oraz kreatyna). W efekcie możliwe było bardziej precyzyjne określenie liczby i rozmieszczenia obserwowanych inkluzji oraz ich powierzchni absolutnej i względnej.

Zaproponowane podejście wpisuje się w aktualne dążenia do obiektywizacji analizy danych spektroskopowych i może wspierać dalsze badania nad zmianami biochemicznymi w tkance mózgowej zachodzącymi na skutek działania różnych czynników fizjologicznych i patologicznych.

Bibliografia:

[1] Perez-Guaita, D.; Kochan, K.; Martin, M.; Andrew, D. W.; Heraud, P.; Richards, J. S.; Wood, B. R. Multimodal Vibrational Imaging of Cells. Vib. Spectrosc. 2017, 91, 46–58. https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2016.07.017.

Zastosowanie rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF) do oznaczania pierwiastków w tkankach i płynach związanych z ciążą

Grzegorz Wróbel[1], I. Stabrawa[2], A. Kubala-Kukuś[2], D. Banaś[2], N. Jagieło[2], O. Soból[2] Jakub Gruszka[3], Olga Adamczyk-Gruszka[1]

[1]*Collegium Medicum, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, ul. IX Wieków Kielc 19A, 25-317 Kielce, Polska*
[2]*Instytut Fizyki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce, Polska*
[3]*II Katedra i Klinika Położnictwa i Ginekologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Karowa 2, 00-315 Warszawa, Polska*

Celem pracy była analiza ilościowa zawartości pierwiastków w łożysku, błonach płodowych, pępowinie oraz surowicy krwi pępowinowej, przy uwzględnieniu aktualnego stanu wiedzy w zakresie zastosowań technik spektrometrycznych w badaniach biomedycznych. Tkanki oraz płyny biologiczne powstające w trakcie ciąży, takie jak: łożysko, błony płodowe, pępowina oraz krew pępowinowa, stanowią cenne źródło informacji na temat zawartości pierwiastków oraz ich dystrybucji pomiędzy organizmem matki a płodem. Analiza składu pierwiastkowego tych materiałów pozwala na ocenę poziomu pierwiastków oraz stopnia narażenia płodu na działanie pierwiastków potencjalnie toksycznych [1,2].

Do oznaczania zawartości pierwiastków zastosowano rentgenowską analizę fluorescencyjną z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF), przy użyciu spektrometru PICOFOX S2 (Bruker) znajdującego się w Instytucie Fizyki Uniwersytetu, Jana Kochanowskiego w Kielcach. Zastosowana technika umożliwia oznaczanie pierwiastków w zakresie od Al do U (z wyłączeniem Nb–Ru), co pozwala na jednoczesną analizę zarówno makroelementów, jak i pierwiastków śladowych. Materiał biologiczny pobierano bezpośrednio po porodzie w Oddziale Położnictwa i Ginekologii Wojewódzkiego Szpitala Zespolonego w Kielcach od stycznia 2026 roku, po uzyskaniu pisemnej, świadomej zgody pacjentek. Próbki tkanek: łożyska, błon płodowych oraz pępowiny poddawano procesowi mineralizacji w 65% kwasie azotowym, natomiast surowicę krwi pępowinowej uzyskiwano poprzez oddzielenie jej od krwi pełnej, zgodnie z przyjętymi procedurami przygotowania próbek do analizy TXRF.

Analiza wyników wykazała zróżnicowanie w zawartości pierwiastków (P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Se, Br, Rb, Sr, Pb) pomiędzy badanymi materiałami biologicznymi. Dodatkowo wyznaczono granice wykrywalności (LOD) dla poszczególnych pierwiastków w analizowanych próbkach, co umożliwiło ocenę czułości metody w kontekście oznaczeń śladowych.

Uzyskane wyniki potwierdzają przydatność metody TXRF jako czułego i efektywnego narzędzia analitycznego w badaniach biomedycznych, w szczególności w kontekście monitorowania narażenia płodu na pierwiastki oraz oceny ich dystrybucji pomiędzy organizmem matki a płodem.

Bibliografia:

[1] E. Margu´1, P. Ricketts, H. Fletcher et al., *Spectrochim.* Acta Part B 130 (2017) 53–59.
[2] P. J. Custódio, M. L. Carvalho, F. Nunes, S. Pedroso, A. Campos, J. *Trace Elem. Med. Biol.* 19 (2005) 151–158.

Wpływ Kolchicyny i Paklitakselu na strukturę mikrotubul w fibroblastach NIH3T3

Mikołaj Gedl, Julia Urbaniak

Opiekunowie naukowi: dr hab. Zenon Rajfur prof. UJ

Zakład Biofizyki Molekularnej I Międzyfazowej, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński (Profesora Stanisława Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków)

mikolaj.gedl@student.uj.edu.pl

Mikrotubule, zaraz obok włókien aktynowych i włókien pośrednich stanowią jeden z trzech głównych typów włókien cytoszkieletu. Stanowią kluczową rolę w wielu podstawowych procesach komórkowych, takich jak organizacja organelli, dostarczanie pęcherzyków czy tworzenie wrzeciona kariokinetycznego, niezbędnego do prawidłowego podziału komórki. Są strukturą ulegającą ciągłym przebudowom, na skutek powstających potrzeb komórkowych. Zachowanie tej płynności jest kluczową rolą w fizjologicznym funkcjonowaniu komórek, a więc równie ważnym jest sprawdzenie jak różne inhibitory Mikrotubul wpływają na ich rozłożenie przestrzenne w komórce [1]. Celem tej pracy było wizualne określenie zmian, jakie dwa wybrane inhibitory - Kolchicyna oraz Paklitaxel - wywołują na włókna mikrotubul w cytoszkielecie fibroblastów NIH3T3.

Komórki inkubowano w standardowych warunkach (37oC, 5% CO2), a następnie wysiano na szklane szalki wcześniej pokryte fibronektyną. Po krótkiej inkubacji do szalek dodawano roztwór inhibitorów, a następnie inkubowano 1 godzinę. Komórki utrwalano i wybarwiano α-tubulinę barwieniem immunofluorescencyjnym. Tak przygotowane preparaty obrazowano pod mikroskopem konfokalnym, zbierając skany 3D wybranych komórek.

Zaobserwowano wyraźne zmiany w strukturze przestrzennej Mikrotubul. Jednym z nich była prawie całkowitą depolimeryzacja mikrotubul. W drugim przypadku zaobserwowano przeciwny efekt i stabilizację mikrotubul wraz z ograniczeniem ich rozrastania w obrębie komórki.

Otrzymane wyniki potwierdzają działanie wybranych inhibitorów na cytoszkielet mikrotubulowy oraz otwierają drogę do dalszych badań w kierunku jego dynamiki czy potencjalnych terapii przeciwnowotworowych.

Bibliografia:

[1] Goodson HV, Jonasson EM. Microtubules and Microtubule-Associated Proteins. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2018 Jun 1;10(6):a022608. doi: 10.1101/cshperspect.a022608. PMID: 29858272; PMCID: PMC5983186.

Analiza degradacji struktury krystalicznej substancji farmaceutycznych poddanych naświetlaniu promieniowaniem ultrafioletowym

Natalia Wojtaś[1], **Natalia Lifke-Dobrzańska**[1]
Instytut Fizyki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,
ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce
s153527@ujk.edu.pl

Ocena stabilności substancji leczniczych stanowi istotny element procesu opracowywania i wprowadzania leków na rynek. Stabilność produktów farmaceutycznych analizuje się poprzez poddanie ich działaniu różnych czynników stresowych takich jak: temperatura, pH, promieniowanie UV, czy rozpuszczalnik. Uzyskanie danych dotyczących stabilności długoterminowej ma kluczowe znaczenie dla określenia właściwych warunków przechowywania, doborze odpowiedniego opakowania, przewidywania możliwych interakcji z substancjami pomocniczymi oraz ustaleniu okresu trwałości preparatu [1]. Jedną z metod umożliwiających analizę zmian w strukturze krystalicznej substancji farmaceutycznych jest dyfraktometria rentgenowska (XRD). Technika ta charakteryzuje się szybkością i wysoką czułością, a jej zastosowanie pozwala na identyfikację odległości międzypłaszczyznowych, które są unikalne dla danej substancji. Dzięki temu możliwe jest zaobserwowanie zmian zachodzących w próbce, na przykład pod wpływem promieniowania UV [2]. W pracy badano wpływ czasu ekspozycji promieniowaniem UV na przebieg procesów fotodegradacji oraz zmian strukturalnych wybranych substancji leczniczych. Próbki przygotowano do analizy metodą XRPD poprzez ich sproszkowanie. Badaniami objęto kwas 2-(4-izobutylofenylo)propionowy, naproksen sodowy, ryboflawinę, kwas foliowy oraz kobalaminę.

Analiza obejmowała ocenę zmian w strukturze krystalicznej badanych związków na podstawie dyfraktogramów rentgenowskich. Szczególną uwagę zwrócono na różnice w położeniu, intensywności oraz szerokości refleksów dyfrakcyjnych, które mogły świadczyć o zmianach stopnia krystaliczności, modyfikacji struktury lub powstawaniu nowych faz w wyniku naświetlania UV. Porównanie wyników uzyskanych dla próbek przed i po ekspozycji, przy różnych czasach naświetlania, pozwoliło ocenić potencjalny wpływ promieniowania na strukturę badanych substancji. Otrzymane wyniki umożliwiły ogólną ocenę stabilności strukturalnej analizowanych substancji oraz stanowią punkt wyjścia do dalszych badań nad mechanizmami fotodegradacji.

Podziękowania:
Dofinansowano ze środków Ministra Nauki w ramach Programu „Regionalna inicjatywa doskonałości” (nr projektu: RID/SP/0015/2024/01).

Bibliografia:
[1] D. Bhangare, N. Rajput, T. Jadav, A. K. Sahu, Systematic strategies for degradation kinetic study of pharmaceuticals: an issue of utmost importance concerning current stability analysis practices, 2022, Journal of Analytical Science and Technology.
[2] S. Shristi, X-Ray Diffraction (XRD)-Basic principle, instrumentation, sample preparation, XRD plots, applications of XRD, XRD sample based errors, 2024, DOI: 10.13140/RG.2.2.27075.82726.

Analiza promieniowania jonizującego pochodzącego od szkła uranowego w eksponatach muzealnych

Nina Łypaczewska[1], Zofia Bryłowska[1], Oliwia Sosnal[1], Radosław Żelazny[1], Karolina W. Łakomy[1]

[1]Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków

W połowie XIX wieku swoją popularność na półkach farmaceutów zyskało szkło uranowe. Przepiękny, zielony odcień nie tylko cieszył oko klientów, ale też podkreślał prestiż oraz nowoczesność apteki. Poza walorami estetycznymi, barwienie szkła aptecznego miało na celu przedłużenia trwałości przechowywanych w nich preparatów. Naczynia te, jak sama nazwa wskazuje, zawierały domieszkę związków promieniotwórczego uranu, które odpowiadały za piękny kolor. Uran został odkryty przez niemieckiego chemika i farmaceutę Martina Heinricha Klaprotha pod koniec XVIII wieku, a jego izotop ^{235}U, stanowił około 1% stosowanego barwnika uranowego.

Celem projektu było przeprowadzenie nieinwazyjnej analizy klamek oraz sztand aptecznych ze szkła uranowego[KŁ1.1], które zostały udostępnione przez Muzeum Farmacji Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Do analizy wykorzystano dwa różne monitory skażeń radioaktywnych EKO-C[KŁ2.1], za pomocą których przeprowadzono pomiary dawki w stałych odległościach od poszczególnych eksponatów. Uzyskane wyniki pozwoliły na potwierdzenie zależności pomiędzy mocą dawki promieniowania jonizacyjnego od źródła, która maleje wraz z kwadratem odległości $\frac{1}{r^2}$, gdzie r jest odległością od eksponatu. Dzięki dopasowaniu danych do modelu zależności potęgowej zaobserwowana zgodność z prawem odwrotności kwadratu odległości, a uzyskany wykładnik potęgi przyjmował wartości bliskie 1, wskazując na dobrą analogię eksperymentu z teorią.

Pomimo niewielkich różnic między pomiarami dla dwóch liczników oraz obserwowana zależność pozostawała spójna dla wszystkich analizowanych przypadków.

Bibliografia:

[1] Goryl J. F., Stężenie uranu w wybranych eksponatach szkła uranowego ze zbiorów Muzeum Farmacji Collegium Medicum UJ, praca dyplomowa pod opieką dr. inż. Pawła Jodłowskiego, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH, Kraków 2024.
[2] U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Radioactivity in Antiques, 2025.
[3] Museum of Radiation and Radioactivity (ORAU), Vaseline and Uranium Glass (ca. 1930s)

Szyszka w badaniu micro-CT jako fantom kości beleczkowej w HR-pQCT

Autor: Anna Giebułtowska, Wydział Fizyki Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Opiekun naukowy: dr. Bartosz Leszczyński, Wydział Fizyki Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Złożona, trójwymiarowa struktura wybranych obiektów botanicznych, takich jak szyszki sosny, wykazuje zaskakujące podobieństwo architektoniczne do istoty beleczkowej kości. W niniejszej pracy wykorzystano szyszkę sosny zwyczajnej jako model dydaktyczny tkanki biologicznie porowatej, poddając ją zaawansowanym metodom analizy morfometrycznej, analogicznych do tych stosowanych w diagnostyce osteoporozy i chorób pokrewnych.

Metodykę oparto na obrazowaniu za pomocą mikrotomografii komputerowej (micro-CT) z rozdzielczością przestrzenną 27 μm. Uzyskane rekonstrukcje 3D posłużyły do przeprowadzenia analizy Local Thickness (lokalnej grubości). Algorytm ten, definiujący grubość w każdym punkcie objętości jako średnicę największej kuli wpisanej w strukturę, stanowi standard w ocenie grubości beleczek kostnych (Trabecular Thickness - Tb.Th). W celu walidacji metody oraz przeprowadzenia analizy porównawczej, analogicznemu procesowi poddano preparat kości szczura. Pomiar ten posłużył jako biologiczny punkt odniesienia, pozwalający ocenić czułość metody micro-CT w wykrywaniu różnic strukturalnych między materiałem naturalnym a jego modelem analogowym.

Wyniki pozwoliły na precyzyjne zmapowanie rozkładu grubości łusek nasiennych oraz beleczek kostnych, wykazując zbieżność parametrów morfometrycznych w obu próbkach. Potwierdza to uniwersalność algorytmów tomograficznych w badaniu struktur porowatych niezależnie od ich pochodzenia. Praca podkreśla również wartość dydaktyczną modeli roślinnych w nauce interpretacji wyników analizy Local Thickness.

Od wzbudzenia molekularnego do fotochemii rodopsyny: Cząsteczka I_2 jako model biofizyczny

Aleksandra Oświęcimka
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

Opiekun naukowy: dr hab. Tomasz Kawalec, prof. UJ

Celem pracy była analiza wzbudzenia molekularnego cząsteczki jodu I_2 na podstawie widma absorpcyjnego oraz interpretacja jego znaczenia jako prostego modelu biofizycznego. W pracy zastosowano metodę spektroskopii absorpcyjnej, umożliwiającą obserwację przejść elektronowo-wibracyjnych oraz opracowanie numeryczne danych widmowych. Wyznaczono parametry opisujące stany wzbudzone cząsteczki, w szczególności stałą dysocjacji, i dokonano oceny anharmoniczności poziomów energetycznych, co pozwala zrozumieć mechanizm absorpcji fotonu i przekazywania energii w cząsteczce.

W badanym układzie wzbudzenie może prowadzić do osłabienia wiązania i, przy odpowiednio wysokiej energii, do dysocjacji cząsteczki, traktowanej jako konsekwencja wzbudzenia. Mechanizm ten można zestawić z analogicznymi procesami w systemach biologicznych, w szczególności z fotoindukowaną izomeryzacją retinalu w rodopsynie, gdzie również obserwuje się wzbudzenie molekularne. Proces ten jest jednak bardziej złożony, gdyż prowadzi następnie do zmiany konfiguracji cząsteczki i aktywacji białka.

Obserwowane podobieństwa wskazują, że podstawowe zasady wzbudzenia molekularnego są wspólne dla układów w przyrodzie, a model I_2 pozwala zrozumieć mechanizmy inicjowane światłem w biofizyce.

Analiza zmian stężeń pierwiastków w surowicy krwi pacjentów z chorobami autoimmunologicznymi metodą TXRF

Aleksandra Krzemień[1], **Piotr Terlecki**[1]
[1]SKN Neutrino, Instytut Fizyki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,
ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce
krzemien.a@outlook.com

Choroby autoimmunologiczne stanowią zróżnicowaną grupę przewlekłych schorzeń charakteryzujących się nieprawidłową odpowiedzią immunologiczną skierowaną przeciwko własnym antygenom, prowadzącą do utrzymującego się stanu zapalnego oraz uszkodzenia tkanek. Dotykają one około 7–10% populacji światowej i obejmują zarówno choroby układowe, jak i narządowe, m.in. toczeń rumieniowaty układowy, reumatoidalne zapalenie stawów, cukrzycę typu 1 oraz stwardnienie rozsiane [1].

Celem pracy była analiza zmian stężeń wybranych pierwiastków w surowicy krwi pacjentów z chorobami autoimmunologicznymi za pomocą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF). Badaniem objęto 129 próbek surowicy krwi, w tym 100 próbek pochodzących od pacjentów z chorobami autoimmunologicznymi oraz 29 próbek od osób zdrowych stanowiących grupę kontrolną. Oznaczono stężenia 18 pierwiastków: P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Se, Br, Rb, Sr oraz Pb z wykorzystaniem spektrometru TXRF S2 PICOFOX znajdującego się w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach.

W przeprowadzonych analizach stwierdzono istotnie niższe stężenia siarki (S), żelaza (Fe) i selenu (Se) oraz wyższe stężenia bromu (Br) w surowicy pacjentów z chorobami autoimmunologicznymi w porównaniu z grupą kontrolną. Analiza danych uwzględniająca stężenia pierwiastków poniżej granicy oznaczalności wykazała istotne różnice w zawartości niklu (Ni) oraz ołowiu (Pb). Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do dalszych badań nad rolą pierwiastków w patogenezie chorób autoimmunologicznych oraz ich potencjalnym wykorzystaniem jako biomarkerów diagnostycznych i prognostycznych. Analiza składu pierwiastkowego surowicy krwi metodą TXRF umożliwia lepsze poznanie procesów metabolicznych towarzyszących przewlekłym stanom zapalnym i uzupełnia klasyczne metody diagnostyczne.

Bibliografia:

[1] M. Kumar, L. Yip, F. Wang, S.E. Marty, C.G. Fathman, Autoimmune disease: genetic susceptibility, environmental triggers, and immune dysregulation, Frontiers in Immunology, vol. 16, 2025.

Jakościowa analiza obrazowania kV stożkowej tomografii komputerowej stosowanej w radioterapii

Klaudia Gaca
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach ul. Żeromskiego 5, 25-369 Kielce
k.gaca@o2.pl

Obrazowanie z wykorzystaniem kilowoltowej tomografii stożkowej (kV CBCT) odgrywa większą rolę w nowoczesnej radioterapii, umożliwiając codzienną kontrolę ułożenia pacjenta oraz zwiększenia precyzji leczenia. Kluczowym aspektem prawidłowego wykorzystania tej metody jest utrzymanie wysokiej jakości obrazów, co wymaga systematycznej kontroli parametrów obrazowania.

Celem pracy była jakościowa ocena parametrów obrazowania kV CBCT w tomoterapii Radixact na podstawie rutynowych testów kontroli jakości. Analizie poddano trzy protokoły obrazowania odpowiadające różnym obszarom anatomicznym: Head, Pelvis i Thorax.

Badanie przeprowadzono z wykorzystaniem fantomu Tomo-Phantom HE, który pozwala na ocenę kluczowych parametrów obrazowania, takich jak rozdzielczość przestrzenna, kontrast oraz obecność artefaktów. Procedura pomiarowa obejmowała pozycjonowanie fantomu, akwizycję danych obrazowych, ich rekonstrukcję oraz ocenę wizualną.

Uzyskane wyniki wskazują na wysoką jakość obrazów we wszystkich analizowanych protokołach. Rozdzielczość przestrzenna pozwala na wyraźne odwzorowywanie drobnych struktur, co potwierdzono poprzez rozróżnianie co najmniej czterech rzędów otworów w wkładce testowej. Analiza kontrastu wykazała dobrą widoczność insertów o zróżnicowanej gęstości, co wskazuje na wysoką zdolność systemu do różnicowania struktur tkankowych. W analizowanych obrazach nie zaobserwowano istotnych artefaktów mogących wpływać na ich interpretację.

Otrzymane rezultaty wskazują, że system tomoterapii z wykorzystaniem kV CBCT jest skutecznym narzędziem wspierającym dokładne pozycjonowanie pacjenta w radioterapii. Regularna kontrola parametrów pozwalają na bieżące monitorowanie parametrów obrazowania i zapewniają wysoki standard prowadzonego leczenia.

Bibliografia:

[1] Chen, Q., Rong, Y., Burmeister, J. W., Chao, E. H., Corradini, N. A., Followill, D. S., Li, X. A., Liu, A., Qi, X. S., Shi, H., & Smilowitz, J. B. (2023). „AAPM Task Group Report 306: Quality control and assurance for tomotherapy: An update to Task Group Report 148". *Medical Physics*, 50(1), e25–e52.

[2] Gaca, K. (2025). „Analiza jakościowa obrazowania kV CBCT w zastosowaniu medycznym" [Praca licencjacka, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach]. Kielce.

Zastosowanie detektora J-PET do analizy rozpadów ortopozytonium oraz badań fizyki fundamentalnej

Sandra Kasperek
Instytut Fizyki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,
ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce
sandrakasperek17@gmail.com

Detektor J-PET (Jagiellonian Positron Emission Tomograph) stanowi nowatorskie narzędzie umożliwiające rozwój technik obrazowania medycznego oraz prowadzenie badań z zakresu fizyki fundamentalnej [1]. W pracy przedstawiono analizę rozpadów ortopozytonium ze szczególnym uwzględnieniem wpływu oddziaływania z ośrodkiem materialnym na przebieg jego zaniku.

Omówiono właściwości pozytonium, w tym różnice pomiędzy parapozytonium i ortopozytonium, a także podstawy działania pozytonowej tomografii emisyjnej (PET). Przedstawiono koncepcję detektora J-PET wykorzystującego plastikowe scyntylatory jako alternatywę dla klasycznych detektorów kryształowych oraz jego potencjalne zastosowania w obrazowaniu pozytonium [2].

Analizę rozpadów ortopozytonium w różnych ośrodkach materialnych przeprowadzono z wykorzystaniem programu Wolfram Mathematica, uwzględniając różne modele efektu pick-off: stały, wykładniczy oraz Lorentzowski. Efekt pick-off polega na anihilacji ortopozytonium z elektronami ośrodka, co prowadzi do skrócenia jego czasu życia i modyfikacji przebiegu zaniku.

Wykazano, że zastosowany model opisu procesu pick-off istotnie wpływa na kształt krzywej zaniku ortopozytonium, szczególnie w początkowych nanosekundach po jego powstaniu, przy czym modele czasowo zależne prowadzą do istotnych różnic względem modelu o stałym tempie procesu [3].

Uzyskane wyniki wskazują, że odpowiednie modelowanie oddziaływań ortopozytonium z ośrodkiem może mieć znaczenie dla interpretacji danych eksperymentalnych oraz dla rozwoju metod obrazowania opartych na pozytonium. Technologia J-PET otwiera tym samym możliwości zastosowań zarówno w medycynie nuklearnej, jak i w badaniach nad symetriami fundamentalnymi oraz poszukiwaniu nowych zjawisk fizycznych.

Podziękowania:
Dofinansowano ze środków Ministra Nauki w ramach Programu „Regionalna inicjatywa doskonałości” (nr projektu: RID/SP/0015/2024/01).

Bibliografia:
[1] Moskal, P., et al. (2023). Testing CPT symmetry in ortho-positronium decays with positronium annihilation tomography. Nature Communications, 12, 5658.
[2] Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego. J-PET – Total-Body PET based on plastic scintillators. https://koza.if.uj.edu.pl/pet/.
[3] Kasperek, S. (2025). Aktualny status i perspektywy programu J-PET.

Stanowisko pomiarowe wykorzystujące Raspberry Pi wraz z czujnikami do oceny ekspozycji na sytuacje stresowe

Autor: inż Weronika Karnaś
Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233, Gdańsk
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej (obecna afiliacja)
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki (miejsce realizacji projektu)
E-mail: s193261@student.pg.edu.pl
Międzywydziałowe Koło Naukowe BIOPHOTON

Stres wywołuje zmiany fizjologiczne związane z aktywacją autonomicznego układu nerwowego, które mogą być obserwowane w parametrach takich jak przewodność skóry, tętno, saturacja krwi czy zmiany behawioralne. Współczesne podejścia badawcze wykorzystują nieinwazyjne metody pomiarowe, takie jak GSR i pomiar tętna, jednak pojedyncze sygnały często nie pozwalają na jednoznaczną ocenę reakcji stresowej. Motywacją pracy było opracowanie systemu umożliwiającego jednoczesną analizę wielu parametrów fizjologicznych oraz porównanie zastosowanych metod pod kątem ich skuteczności i wzajemnych zależności [1,2].

W pracy opracowano stanowisko pomiarowe oparte na komputerze Raspberry Pi, integrujące czujnik przewodności skóry (GSR), czujniki tętna, pulsoksymetr oraz kamerę. System umożliwia jednoczesną akwizycję sygnałów fizjologicznych, ich przetwarzanie oraz wizualizację w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem dedykowanego interfejsu użytkownika. Architektura systemu obejmuje głownie komunikację I²C. Dane zapisywane są w plikach CSV, co pozwala na rekonstrukcję przebiegów sygnałów oraz ich szczegółową analizę offline.

W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano, że w odpowiedzi na bodźce stresowe następuje spadek oporu skóry oraz jednoczesne zwiększenie tętna. Zmiany tych parametrów występowały synchronicznie i były szczególnie widoczne w momentach wprowadzenia stresorów. Rejestrowany obraz z kamery umożliwiał podstawową obserwację zmian mimiki twarzy i zachowania badanych. W przypadku saturacji krwi nie zaobserwowano istotnych zmian w odpowiedzi na bodźce stresowe, co wskazuje na jej ograniczoną przydatność w analizie krótkotrwałych reakcji stresowych w zastosowanym układzie pomiarowym.

Uzyskane wyniki wpisują się w podejście do nieinwazyjnej oceny stresu, w którym sygnały fizjologiczne są najczęściej analizowane niezależnie. Przeprowadzone badania wskazują, że ich jednoczesna analiza pozwala na bardziej wiarygodną ocenę reakcji stresowej. Analiza obrazu stanowi uzupełnienie systemu, wskazując na potencjał dalszego rozwoju. System może znaleźć zastosowanie w badaniach psychofizjologicznych oraz monitorowaniu stresu.

Bibliografia:

[1] K. Marwaha, T. Sanvictores i A. O. Awosika. „Physiology, Stress Reaction". W: StatPearls [Internet], StatPearls Publishing (2024).
[2] B. Zhang. „Stress recognition from heterogeneous data". Prac. dokt. Université de Lorraine, 2017.