

Pierwszy obraz pozytonium mózgu człowieka

P. Moskal

*Zakład Fizyki Jądrowej,
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie,
ul. prof. St. Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków*

W marcu 2022 roku wykonano pierwsze obrazy czasów życia atomów pozytonium w mózgu człowieka. Obrazy te zostały wykonane na Warszawskim Uniwersytecie Medycznym przez zespół badawczy Jagielloński-PET (J-PET) za pomocą modularnego i przenośnego prototypu tomografu J-PET zbudowanego ze scyntylatorów plastikowych. Pomiary wykonano stosując podejście teranostyczne, polegające na diagnozowaniu pacjenta z nowotworem mózgu za pomocą farmaceutyków znakowanych izotopem ^{68}Ga i jednoczesnym leczeniu farmaceutykiem znakowanym izotopem ^{225}Ac . Wykonane obrazy są zwieńczeniem kilkunastu lat rozwoju technologii J-PET [1] i otwierają nowy, atrakcyjny z punktu widzenia fizyki medycznej, etap badań klinicznych [2].

Modularny i składany PET jest najnowszej generacji prototypem tomografu J-PET, pozwalającym na obrazowanie dwu i wielo-fotonowe [2, 3, 4]. Jest to pierwszy tego typu tomograf na świecie.

Obrazowanie pozytonium to również metoda wynaleziona na Uniwersytecie Jagiellońskim [5, 6, 7], która umożliwia wytwarzanie obrazów właściwości atomów pozytonium (atomów złożonych z elektronu z tkanki oraz pozytonu emitowanego przez znacznik izotopowy) powstających w wolnych przestrzeniach wewnątrzcząsteczkowych w ciele człowieka w trakcie tomografii PET [8, 9, 10]. Metoda ta wymaga jednoczesnej rejestracji co najmniej trzech fotonów gamma. Obecnie obrazowanie pozytonium jest unikalną cechą tomografu J-PET. Wykorzystanie tego zjawiska stwarza nowe możliwości dla diagnostyki medycznej. Na przykład, średni czas życia pozytonium wewnątrz tkanek zależy od wielkości wolnych przestrzeni między atomami oraz od koncentracji wolnych rodników w komórkach i może posłużyć jako nowy wskaźnik (bio-marker) do wyznaczania stopnia natlenienia i określenia złośliwości nowotworów *in vivo* [9].

Dzięki zastosowaniu organicznych scyntylatorów plastikowych, technologia J-PET umożliwia budowanie tomografów PET wielokrotnie taniej niż obecnie stosowana technologia, oparta o nieorganiczne kryształy. Obecnie zespół J-PET pracuje nad zbudowaniem tomografu J-PET do jednoczesnego obrazowania całego ciała człowieka [2, 3, 10]. Tomograf ten będzie stanowił jedno z głównych urządzeń w Centrum Teranostyki powstałym jako projekt flagowy Uniwersytetu Jagiellońskiego. Dostęp do takiego urządzenia otworzy nowe możliwości badań w medycynie, w tym np. (i) badań farmakokinetyki nowych związków czy wiązania leków na poziomie tkankowym w układzie *in vivo*, (ii) wykrywania stopnia złośliwości nowotworów *in vivo*; (iii) bada-

nia nad chorobami metabolicznymi i przewlekłymi na poziomie komórkowym i tkan-
kowym.

Na wykładzie omówione zostaną: zasada działania tomografu J-PET i metoda ob-
razowania pozytonium. Przedstawione zostaną pierwsze obrazy PET wykonane tomo-
grafem J-PET oraz pierwsze obrazy pozytonium. Przedstawione będą także możliwo-
ści monitorowania zasięgu wiązki protonowej w trakcie leczenia nowotworów i wstępne
wyniki uzyskane przy naświetlaniu fantomów terapeutyczną wiązką protonów w Cen-
trum Cyklotronowym Bronowice. Omówione zostaną perspektywy budowy w Polsce
tomografu J-PET na całe ciało człowieka i możliwości jego wykorzystania w Centrum
Teranostyki Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Bibliografia

- [1] Moskal P., Patents: Nos. PL 218733 (2009), US 8,969,817, EP 2454611, JP 5824773.
- [2] Moskal P., Stępień E., *PET Clin.* 15, 439 (2020).
- [3] Moskal P. *et al.*, *Phys. Med. Biol.* 66, 175015 (2021).
- [4] Moskal P. *et al.*, *Nat. Commun.* 12, 5658 (2021).
- [5] Moskal P. *et al.*, *Sci. Adv.* 7, eabh4394 (2021).
- [6] Moskal P. *et al.*, *Phys. Med. Biol.* 64, 055017 (2019).
- [7] Moskal P. *et al.*, *EJNMMI Phys.* 7, 44 (2020).
- [8] Moskal P., Jasińska B., Stępień E., Bass S., *Nat. Rev. Phys.* 1, 527 (2019).
- [9] Moskal P., Stępień E. Ł., *Bio-Algorithms and Med-Systems* 17, 311 (2021).
- [10] Moskal P., Stępień E. Ł., *Front. Phys.* 10, 969806 (2022).