ABSTRAKTY

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE
21-23 maja
2026
POLSKIE TOWARZYSTWO MEDYCYNY NUKLEARNEJ
ŁÓDŹ
Hotel Ambasador Premium
SympoMed

SPIS TREŚCI

Neurologia 1 Choroby neurodegeneracyjne	3
ONKO-HEMATOLOGIA Diagnostyka izotopowa chłoniaków	5
Medycyna Nuklearna XXI wieku	8
Terapia radioligandowa nowotworów neuroendokrynnych	10
Onkologia Varia	17
Rak prostaty - diagnostyka i terapia	24
Endokrynologia	31
Radiofarmacja	38
Kardiologia	46
Fizyka medyczna	53
Sesja plakatowa	60

Grupa tematyczna

Neurologia 1
Choroby neurodegeneracyjne

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

NEUROLOGIA 1

Kwantyfikacja 18F-FDG PET/CT mózgu po korekcji ruchu opartej na uczeniu maszynowym z danych listmode u dzieci i młodych dorosłych z padaczką lekooporną

Aleksandra Łosiewicz[1]

Jakub Baran[3,1], Anna Śliwińska[1], Katarzyna Kotulska-Jóźwiak[2]

Cel. Diagnostyka PET u dzieci i młodych dorosłych z padaczką lekooporną (DRE) jest ważnym etapem oceny przedoperacyjnej. Ruch może zaburzać wskaźniki ilościowe badania pomimo akceptowalnej oceny wizualnej. Prototyp Brain Motion Correction (BMC) wykrywa ruch bezpośrednio na podstawie danych list-mode. Celem badania było porównanie par rekonstrukcji 18F-FDG PET mózgu z i bez BMC pod kątem stabilności ilościowej zależnej od ruchu oraz weryfikacji niegorszości (non-inferiority) jakościowej.

Metody. Przeanalizowano badania 18F-FDG PET/CT mózgu od pacjentów z DRE w ramach kwalifikacji przedoperacyjnej (n=37, wiek: 6–33 lat, mediana 12 lat). Rekonstrukcje bez i z BMC wykonano w e7tools (OSEM 2x5, PSF/TOF, 2mm filtr Gaussa). Analiza jakościowa: dwóch lekarzy dokonało zaślepionej oceny par obrazów (randomizacja kolejności i układu) w skali Likerta (1 – istotnie gorsze, 5 – istotnie lepsze). Zgodność oceniono testem κ Cohena. Niegorszość obrazów BMC testowano jednostronnym testem Wilcoxona (Δ=0,5; prog=2,5).

Analiza ilościowa: obrazy normalizowano nieliniowo do szablonu 18F-FDG PET/ MNI152 (ANTs). ROI wyznaczono na podstawie atlasu (Harvard-Oxford, prog=0,25). Maksymalny wychwyt 18F-FDG (Bq/ml) normalizowano do istoty szarej móżdżku. Asymetrię ROI obliczono jako wskaźnik asymetrii (AI) określający relację różnic wychwytu 18F-FDG lewo-prawo między obszarami z BMC i bez BMC. Wartości skrajne na poziomie ROI zdefiniowano jako AI<0,25 lub AI>3,0, a obciążenie nimi podsumowano dla każdego pacjenta. Nasilenie ruchu (liczba ramek wykrytych przez BMC) korelowano z punktami końcowymi testem Spearmana.

Wyniki. Zgodność między oceniającymi była umiarkowana (κ=0,566; 95% CI: 0,257-0,874; p<0,001). Mediana ocen obu lekarzy wykazała brak różnicy w 73% przypadków, poprawę (wynik ≥4) w 8,1% oraz pogorszenie (wynik ≤2) w 2,7%. Łączne oceny nie wykazały zmiany jakości obrazu względem kategorii „bez różnicy” (wynik=3; p=0,23), lecz potwierdzono ich niegorszość (p=3,89*10^-7). Niestabilność ilościowa rosła wraz z wykrytym ruchem mimo przeważnie niezmienionych ocen wizualnych. Analiza ilościowych punktów końcowych wykazała 191 najbardziej skrajnych zdarzeń asymetrii ROI u 32 pacjentów, z czego 64,4% stanowiły AI>3. Wzorce ruchu najczęściej dotyczyły osi SI (superior-inferior, 40,8%) lub wielu osi jednocześnie (27,7%). Zdarzenia skrajne wykryto głównie w płatach: skroniowym (34,6%), potylicznym (17,3%) oraz w strukturach limbicznych (16,2%). Nasilenie ruchu korelowało dodatnio z obciążeniem zdarzeniami skrajnymi (ρ=0,592; p=0,0004) oraz z maksymalną skrajnością asymetrii (ρ=0,477; p=0,007).

Wnioski. BMC oparty na ML był niegorszy wizualnie i nie pogarszał jakości obrazów, natomiast różnice ilościowe wzrastały wraz z wykrytym ruchem. Ilościowe punkty końcowe kontroli jakości uwzględniające ruch, oparte na obciążeniu i skrajności asymetrii ROI, mogą poprawić odporność kwantyfikacji 18F-FDG w diagnostyce DRE.

Grupa tematyczna

ONKO-HEMATOLOGIA
Diagnostyka izotopowa chłoniaków

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

ONKO-HEMATOLOGIA
Diagnostyka izotopowa chłoniaków

Rola PET/CT wykonywanego 60 dni po terapii CAR-T u pacjentów z chłoniakiem

Paulina Ziółkowska[1,2]

Michał Wyrzykowski[2#], Krystian Ślusarz[2#], Michał Ciesielski[1], Marek Ruchała[1], Ewa Bembnista[3], Lidia Gil[3], Rafał Czepczyński[1,2]

[1]Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Katedra i Klinika Endokrynologii, Przemiany Materii i Chorób Wewnętrznych, Poznań, Polska
[2]Zakład Medycyny Nuklearnej w Poznaniu - Pracownia PET/CT, Affidea, Poznań, Polska
[3]Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Katedra i Klinika Hematologii, Transplantacji i Terapii Komórkowej, Poznań, Polska

Wstęp. Terapia CAR-T jest współcześnie stosowana w leczeniu nowotworów hematologicznych wywodzących się z limfocytów B. Najczęstsze wskazanie stanowią chłoniaki, zwłaszcza DLBCL oraz PMBCL i HGBCL. W monitorowaniu wczesnej skuteczności leczenia standardowo wykonuje się badanie PET/CT w 30. i 90. dobie po infuzji komórek CAR-T. Ze względu na dużą dynamikę zmian związanych z leczeniem, uzasadnione wydaje się wykonanie również badania w 60. dobie.

Cel. Celem pracy była ocena praktycznego znaczenia badania PET/CT wykonanego w 60. dobie po terapii CAR-T u pacjentów z chłoniakami.

Materiały i metody. Analizie poddano 115 pacjentów, którzy otrzymali terapię CAR-T w okresie 11.2019–07.2025. Najczęstszymi rozpoznaniami były DLBCL (64 pacjentów, 58%) oraz PMBCL (26 pacjentów, 23%). Czas obserwacji po terapii wynosił od 1 do 78 mies. (mediana 6 mies.). Badanie PET/CT z 2-[18F]-FDG było wykonywane w 30., 60., 90. dobie po infuzji komórek CAR-T (PET30, PET60, PET90), a następnie w regularnych odstępach 3- i 6-miesięcznych w ramach follow-up. Skuteczność leczenia oceniano wg kryteriów Lugano z użyciem skali Deauville .

Wyniki. PET60 wykonano u 99 pacjentów – wykazano: u 53 (53,5%) pacjentów całkowitą odpowiedź metaboliczną (CMR), u 14 (14,1%) osób częściową odpowiedź metaboliczną (PMR), a progresja (PD) nastąpiła u 32 (32,3%) badanych.
Porównanie PET30 i PET60 było możliwe u 97 pacjentów – zmiana odpowiedzi na leczenie nastąpiła u 27 osób (27,8%); u 21 (21,6%) z nich doszło do pogorszenia, a w 6 (6,2%) przypadkach do poprawy odpowiedzi na leczenie. Niekorzystny kierunek zmiany najczęściej dotyczył przejścia PMR->PD (13 pacjentów).
Porównując badanie PET60 i PET90 (dostępne u 64 pacjentów), zmiana nastąpiła jedynie u 10 (15,6%) pacjentów – z czego pogorszenie u 5 osób (7,8%).
Trwałość CMR od PET30 do PET90 zaobserwowano u 84,8% pacjentów (39/46 pacjentów z kontrolą w 90. dniu), natomiast pomiędzy PET60 a PET90 u 93,3% (42/45 pacjentów z PET90).
W trakcie obserwacji zmarło 39 pacjentów (33,9%), w tym 26 pacjentów z rozpoznaniem DLBCL.
Śmiertelność wśród pacjentów z PD w PET30 wynosiła 87,5%, natomiast CMR w PET30 wiązało się z ryzykiem zgonu 7%.
Z kolei u pacjentów z PD w PET60 śmiertelność wynosiła 69,0%, a z CMR jedynie 3,8%.

Wnioski. Wyniki badania wskazują, że wykonanie PET/CT w 60. dobie po terapii CAR-T pozwala na identyfikację pacjentów z wczesną progresją choroby zagrożoną wczesnym zgonem, co daje szansę na wcześniejsze wdrożenie terapii ratunkowej. Wynik PET60 ma wysoką wartość prognostyczną – w przypadku CMR w wybranej grupie pacjentów można zrezygnować z PET90.Δ

ONKO-HEMATOLOGIA
Diagnostyka izotopowa chłoniaków

Ocena wartości prognostycznej parametru ΔSUVmax w populacji polskich pacjentów pediatrycznych z chłoniakiem Hodgkina

***Piotr Przymuszała*[1,]**

Agnieszka Wziątek[2], Miłosz Jazdoń[2], Agnieszka Stróżyk[2], Marek Ruchała[3], Rafał Czepczyński[3,4]

[1]Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Katedra i Zakład Edukacji i Komunikacji Medycznej, Poznań, Polska
[2]Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Klinika Onkologii, Hematologii i Transplantologii Pediatrycznej, Poznań, Polska
[3]Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Katedra i Klinika Endokrynologii, Przemiany Materii i Chorób Wewnętrznych, Pracownia Medycyny Nuklearnej, Poznań, Polska
[4]Zakład Medycyny Nuklearnej, Affidea Poznań, Polska

Wstęp. Według niektórych doniesień relatywny spadek wartości SUVmax w trakcie chemioterapii, wyrażony parametrem ΔSUVmax, ma dużą moc prognostyczną u pacjentów z chłoniakiem Hodgkina.

Cel. Celem pracy była analiza przebiegu chłoniaka Hodgkina w zależności od wartości Δ SUVmax w populacji pediatrycznej leczonej w naszej instytucji.

Metody. W tym celu przeprowadzona została analiza retrospektywna danych klinicznych oraz wyników badania PET/CT przed leczeniem (PET0) oraz w jego trakcie (po 2 kursach chemioterapii - PET2) pacjentów pediatrycznych z chłoniakiem Hodgkina. PET/CT wykonano zgodnie z procedurą wzorcową przy użyciu skanera Discovery IQ (GE Healthcare). Analizą retrospektywną objęto pacjentów, którzy przeszli badanie PET/CT z 18FFDG w latach 2014-2024. Analizą objęci zostali pacjenci, dla których dostępne były wyniki przed leczeniem (PET0) oraz po 2 kursach chemioterapii (PET2). Na podstawie zmierzonych wartości SUVmax w obu badaniach obliczona została następnie wartość ΔSUVmax dla każdego pacjenta z wykorzystaniem następującego wzoru: (SUVmax0 – SUVmax2) / SUVmax0 × 100. Dane ilościowe zostały następnie przeanalizowane statystycznie z wykorzystaniem testu Shapiro-Wilka do oceny normalności danych, a następnie zmienne oceniano za pomocą testu t-Studenta lub testu U Manna-Whitneya w zależności od normalności rozkładu danych.

Wyniki. Analizą objęto 54 pacjentów (26 dziewczynek i 28 chłopców) z chłoniakiem Hodgkina, dla których dostępne były wyniki PET0 i PET2. U 13 z nich zaobserwowano w późniejszym wywiadzie progresję lub wznowę. Średnie wartości SUVmax0 pacjentów bez progresji lub wznowy w późniejszym wywiadzie wynosiły 9,10±3,42, a pacjentów, u których później wystąpiła progresja lub wznowa, 9,82±2,59 – bez istotnych statystycznie różnic między obiema grupami (p = 0,45). Średnie wartości SUVmax2 u pacjentów bez progresji lub wznowy w późniejszym wywiadzie wynosiły 1,84±1,79, a u pacjentów z progresją lub wznową 3,45±3,01 i różnica ta była statystycznie istotna (p = 0,01). Wartości ΔSUVmax pacjentów z późniejszą progresją lub wznową przybierały niższe wartości niż u pacjentów bez takiego późniejszego wywiadu (61,33±35,75% vs 79,04±16,42%), aczkolwiek różnice te nie osiągnęły progu istotności statystycznej (p = 0,09).

Wnioski. W badanej populacji badanie PET/CT wykonane po 2 kursach chemioterapii miało wartość prognostyczną, jednak wbrew niektórym danym literaturowym parametrem istotnie różnicującym chorych pod kątem ryzyka wznowy nie był sugerowany w literaturze ΔSUVmax, a bezwzględna wartość SUVmax zmierzona w badaniu PET/CT po 2 kursach chemioterapii.

Grupa tematyczna

Medycyna Nuklearna XXI wieku

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

Medycyna Nuklearna XXI wieku

Multi-organ evaluation of tissue microenvironment in neuroendocrine tumour patients using positronium lifetime imaging

E.Ł. Stępień[1,2*]

M. Das[1,2], M. Opalińska[3], A. Hubalewska-Dydejczyk[3], S. Sharma[1,2], J. Kunikowska[4], L. Królicki[4], A. Sowa-Staszczak[3], P. Moskal[1,2] for the J-PET collaboration.

[1]Institute of Physics, Jagiellonian University, Krakow, Poland
[2]Center for Theranostics, Jagiellonian University, Krakow, Poland
[3]Chair and Department of Endocrinology, Jagiellonian University Medical College, Krakow, Poland
[4]Department of Nuclear Medicine, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland.

Introduction. The J-PET scanner is the first and only positron emission tomography (PET) system to use plastic scintillators, enabling positronium lifetime imaging [1]. While conventional PET focuses on metabolic activity via annihilation photon density, approximately 40% of positron annihilations occur through the formation of positronium – an exotic atom sensitive to the sub-molecular nanostructure and metabolic state of tissue [2]. Our previous studies have identified variations in mean ortho-positronium (o-Ps) lifetime (τoPs) between healthy and neoplastic tissues [3-5]. The 68Ga radioisotope present in [68Ga] Ga-DOTA-TATE emits an additional prompt gamma, allowing for measurements of Ps lifetime. The J-PET system is unique in its ability to simultaneously perform PET and positronium lifetime imaging [5-7]. We explored whether Ps lifetime can act as a high-sensitivity indicator for pathology identifying structural or metabolic changes in apparently healthy organs.

Materials and Methods. During a follow-up of patients with neuroendocrine tumours (NETs), we performed positronium imaging of the organs where the radiotracer accumulated: the liver, spleen, and kidneys. In this clinical study (NCT06242119), we analysed 6 patients (33–82 years old), after administration of [68Ga] Ga-DOTA-TATE [8]. Patients underwent a standard PET/CT scan followed by scanning with the J-PET prototype. The study was conducted at the Clinical University Centre of the Medical University of Warsaw (March 2022) and the University Hospital in Krakow (March-April 2024) based on the relevant approvals of the bioethics committees of both institutions.

Results. We calculated Ps mean lifetimes in the liver, spleen, kidneys and surrounding anatomical regions, with values ranging from 1.0 to 3.0 ns. These results correlate with previous ex vivo findings and demonstrate the J-PET capability to map the microenvironment of vital organs [4,9,10]. Significantly, we observed changes in o-Ps lifetime that signal pathological alterations within healthy tissues, suggesting a deeper level of molecular diagnostics extending beyond traditional radioligand uptake.

Conclusions. Our findings demonstrate the clinical feasibility of positronium imaging as a diagnostic tool. Positronium imaging provides a novel method for identifying hidden pathologies and improving the diagnostic accuracy for NETs.

References

[1] P. Moskal, E. Ł. Stępień, PET Clinics 15, 439 (2020).
[2] P. Moskal et al., Nature Reviews Physics 1, 527 (2019).
[3] P. Moskal et al., Science Advances 7, eabh4394 (2021).
[4] P. Moskal, ..., E. Ł. Stępień, EJNMMI Phys. 10, 22 (2023).
[5] P. Moskal, ..., E. Ł. Stępień, Science Advances 10, eadp2890 (2024).
[6] P. Moskal et al., Phys. Med. Biol. 64, 055017 (2019).
[7] P. Moskal et al., EJNMMI Physics 7, 44 (2020).
[8] M. Opalińska et al., Front Endocrinol (Lausanne). 13, 929391 (2022).
[9] K. Kubat et al., Z Med Phys. 10.1016/j.zemedi.2026.03.004 (2026).
[10] M. Das et al., arXiv 10.48550/arXiv.2512.24261 (2026).

Grant ID: 2022/45/B/NZ7/01430; 2021/42/A/ST2/00423

Grupa tematyczna

Terapia radioligandowa nowotworów neuroendokrynnych

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

Terapia radioligandowa nowotworów neuroendokrynnych

Wpływ terapii radioligandowej na rokowanie u pacjentów z neuroendokrynnymi nowotworami płuca

Katarzyna Jóźwik-Plebanek[1*]

Marek Saracyn[1,2], Adam Daniel Durma[1,2], Maciej Kołodziej[1], Weronika Mądra[1], Mirosław Dziuk[3], Katarzyna Janiak[1], Zuzanna Balcerska[1], Katarzyna Gniadek-Olejniczak[4], Grzegorz Kamiński[1]

[1]Zakład Endokrynologii i Terapii Izotopowej, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska
[2]Uniwersytet Warszawski, Wydział Lekarski, Warszawa, Polska
[3]Zakład Medycyny Nuklearnej, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska
[4]Klinika Neurorehabilitacji, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska

Wstęp. Dane dotyczące skuteczności i bezpieczeństwa terapii radioligandowej (RLT) w neuroendokrynnych nowotworach płuca (LNET) są nadal ograniczone. Dostępne informacje pochodzą głównie z analiz retrospektywnych, obejmujących niewielkie grupy pacjentów oraz heterogenne protokoły leczenia.

Cel. Celem niniejszego badania była ocena skuteczności i bezpieczeństwa RLT u pacjentów z LNET wykazującymi ekspresję receptorów somatostatynowych (SSTR), leczonych [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE lub terapią tandemową [^{90}Y]Y-DOTA-TATE/[^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE w Polskim Ośrodku Doskonałości ENETS.

Metody. Przeprowadzono retrospektywną analizę 22 pacjentów z LNET, którzy otrzymali RLT i posiadali pełne dane dotyczące obserwacji. Oceniono odpowiedź na leczenie oraz wyniki przeżycia. Przeżycie wolne od progresji (PFS) i całkowite przeżycie (OS) oszacowano metodą Kaplana–Meiera. Związki prognostyczne z PFS i OS analizowano przy użyciu jednoczynnikowych i wieloczynnikowych modeli proporcjonalnego hazardu Coxa. Działania niepożądane związane z leczeniem klasyfikowano według skali CTCAE.
Wyniki. Do badania włączono 22 pacjentów z LNET (mediana wieku 61 lat; 68,2% mężczyzn), u których w badaniu histopatologicznym stwierdzono: 31,8% rakowiaków typowych, 54,5% rakowiaków atypowych oraz 13,6% LNET G3. Czternastu pacjentów otrzymało [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE, a ośmiu terapię tandemową [^{90}Y]Y/[^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE.
Przy medianie okresu obserwacji wynoszącej 54 miesiące mediana PFS wyniosła 16,0 miesięcy (95% CI: 11,2–20,8), a mediana OS 62,0 miesiące (95% CI: 30,7–93,3). PFS był dłuższy u pacjentów z wysokim wychwytem SSTR (34 vs 16 miesięcy; p = 0,021) oraz – w niekorygowanych analizach eksploracyjnych – u chorych leczonych terapią tandemową (34 vs 16 miesięcy; p = 0,037). OS różniło się istotnie w zależności od typu histologicznego oraz wcześniejszego leczenia chemioterapią, natomiast choroba wykazująca wychwyt FDG była związana z krótszym PFS i OS. Leczenie było na ogół dobrze tolerowane, a najczęstszym działaniem niepożądanym była toksyczność hematologiczna.

Wnioski. W tej retrospektywnej kohorcie pacjentów z zaawansowanymi LNET terapia radioligandowa wykazała wysoką skuteczność terapeutyczną oraz akceptowalny profil bezpieczeństwa. W analizie eksploracyjnej korzystniejsze wyniki obserwowano u chorych z wysoką ekspresją receptorów somatostatynowych oraz u pacjentów leczonych terapią tandemową, jednak ze względu na małą liczebność kohorty, retrospektywny charakter badania oraz nierandomizowany dobór leczenia obserwacje te należy traktować ostrożnie i wyłącznie jako hipotezotwórcze. Uzyskane dane wspierają potencjalną rolę RLT jako wartościowej opcji terapeutycznej w LNET, ale wymagają potwierdzenia w prospektywnych badaniach z większą liczbą chorych.

Terapia radioligandowa nowotworów neuroendokrynnych

Określenie czasu wolnego od progresji (PFS) i czasu całkowitego przeżycia (OS) u pacjentów na zaawansowany, nieoperacyjny, progresywny GEP-NET, leczonych terapią skojarzoną z użyciem [^{177}Lu]Lu DOTATOC i CAPTEM

***Jarosław B. Ćwikła*[1,2]**

Jakub Pałucki[1,3], Grażyna Nowicka[1,4] ,Karolina Osowiecka[5], Mirosław Nowicki[1,6], Agnieszka Kolasińska-Ćwikła [1,3]

[1]Jarosław Bogdan Ćwikla; Indywidualna Specjalistyczna Praktyka Lekarska

[2]Centrum Diagnostyki i Terapii „Gammed" – Warszawa, Polska

[3]Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie, Warszawa, Polska

[4]Medyczny Uniwersytet Warszawski, Warszawa, Polska

[5]Wydział Lekarski Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn, Polska

[6]Państwowy Instytut Medyczny MSWiA, Warszawa, Polska

[7]Krajowy Instytut Medyczny Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji, Warszawa, Polska

Wstęp. Prospektywne, jednoramienne, otwarte badanie serii przypadków oceniające skuteczność i bezpieczeństwo stosowania skojarzonej terapii radioligandowej (RLT) i chemioterapii CAPTEM w zaawansowanym, nieoperacyjnym, progresywnym guzie neuroendokrynnym o pochodzeniu GEP-NET (NCT04194125). Główny punkt końcowy: oceniany lokalnie czas wolny od progresji choroby (PFS) zgodnie z kryteriami RECIST 1.1. Drugorzędowe punkty końcowe: przeżycie całkowite (OS), odsetek obiektywnych odpowiedzi (ORR), wskaźnik kontroli choroby (DCR), odpowiedź kliniczna, dodatkowo bezpieczeństwo i toksycznośc (AEs) oraz ocena jakości życia (EORTC). Grant badawczy: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju – Polska. POIR.01.01.01-00-1318/17.

Metody. Analiza objęła 21 pacjentów spośród 32 osób zakwalifikowanych w okresie od lutego 2019 r. do grudnia 2025 r. U wszystkich chorych potwierdzono histopatologicznie zaawansowany progresywny nieresekcyjny GEP-NET. Wszyscy pacjenci otrzymali leczenie skojarzone RLT (^{177}Lu DOTATOC) i CAPTEM. Obserwacja kliniczna trwała do grudnia 2025 r. Średni wiek wynosił 58,6±12,6 lat, a stosunek mężczyzn do kobiet wynosił 8:13. Charakterystyka zmian: NET G1 = 7, G2 = 10, G3 = 4. Stan kliniczny chorych i skuteczność leczenia oceniano na podstawie oceny klinicznej, w tym PS (ECOG stan sprawności fizycznej chorego), ORR, odpowiedzi biochemicznej, profil bezpieczeństwa oceniony na podstawie (CTC-AEs NCI 5.0).

Wyniki. Trzustka (panNET) n = 14, jelito cienkie n = 7. Skumulowana aktywność 177Lu (GBq) dla całej terapii; mediana =25,1 GBq (IQR 20,4–27,0), mediana na pojedynczy cykl terapeutyczny 6,5 GBq (IQR 5,8–6,8).

Mediana PFS dla wszystkich pacjentów (IQR) wyniosła 31,5 miesiąca (16,0–60,0), PFS w przypadku panNET 28,0 mies. (14,0–54,0), PFS w przypadku nowotworów jelita cienkiego 31,5 mies. (24,5–58,7). Mediana OS dla wszystkich pacjentów (IQR) 60,0 mies. (40,3–n.r.), OS w przypadku panNET 60,0 (41,5–n.r.), OS w przypadku nowotworów jelita cienkiego wyniosła 54,0 (30,0–n.r.).

Po 6 tygodniach od zakończenia leczenia skojarzonego u 9 pacjentów (42%) wystąpiła wg RECIST częściowa odpowiedź (PR), a u 11 chorych (52%) stabilizacja choroby (SD); po 3 miesiącach u 9 pacjentów wystąpiła PR, u 8 SD, a u 1 progresja choroby (DP). Po 6 miesiącach 9 pacjentów miało PR, 9 SD i u 2 stwierdzono DP, po 12 miesiącach u 1 chorego kompletna odpowiedź, u 10 PR, 5 SD i 2 DP. DCR po 6 tygodniach od zakończenia leczenia u wszystkich pacjentów, po 3 miesiącach u 17 pacjentów (90%), po 6 miesiącach u 18 pacjentów (85%) i po 12 miesiącach u 16 pacjentów (89%). Ocena kliniczna leczenia na podstawie oceny sprawności fizycznej chorego (ECOG), w tym początkowy PS = 1 u 17 pacjentów, poprawiła się do PS = 0 u 12 pacjentów; w 2 przypadkach PS = 2 poprawiło się do PS = 1, u 7 pacjentów nie odnotowano zmian.

U większości pacjentów zgłaszano zdarzenia niepożądane związane z leczeniem (TEAE) oraz zdarzenia niepożądane związane z terapią (TRAE). Najczęstszym zdarzeniem niepożądanym była przemijająca limfopenia w stopniu G2 (44%) i G3 (8%); inne zdarzenia niepożądane i ich znaczne nasilenie (co najmniej G3) obserwowano sporadycznie, nie zanotowano SAEs w stopniu G4 w trakcie i po terapii. Utrzymującą się limfopenię u leczonych pacjentów odnotowano w 16% przypadków.

W wynikach wszystkich trzech kwestionariuszy EORTC (QLQ-C30; GI.NET21 i NET trzustki) nie zaobserwowano znaczącego pogorszenia jakości życia.

Wnioski. Terapia skojarzona jest skuteczna w przypadku GEP-NET z wydłużeniem PFS i OS u pacjentów z udokumentowaną progresją wg RECIST. Odpowiedź kliniczna i DCR terapii skojarzonej obserwowano u większości pacjentów w trakcie obserwacji. Znaczną korzyść pod względem ORR odnotowano w przypadku panNET, ale nie w przypadku nowotworów jelita środkowego. W grupie pacjentów z panNET, u których wystąpiła PR, u czterech z nich przeprowadzono usunięcie guza pierwotnego.

Terapia radioligandowa nowotworów neuroendokrynnych

Racjonalna i użyteczna klinicznie ocena dawki skumulowanej w terapii skojarzonej z użyciem [177Lu]Lu-DOTATOC i CAPTEM w zaawansowanych, progresywnych guzach neuroendokrynnych układu pokarmowego (GEP-NET)

***Jarosław B. Ćwikła*[1,2]**

Adam J. Cichoński[3], Monika Kempińska[4], Agnieszka Kolasińska-Ćwikła[1,5]

[1]Jarosław Bogdan Ćwikla; Indywidualna Specjalistyczna Praktyka Lekarska

[2]Centrum Diagnostyki i Terapii „Gammed" – Warszawa, Polska

[3]Instytut Pomik Centrum Zdrowia Dziecka, Warszawa, Polska

[4]Uniwersytecki Szpital Kliniczny; Olsztyn, Polska

[5]Narodowy Instytut Onkologii, Państwowy Instytut Badawczy Marii Skłodowskej-Curie, Warszawa, Polska

Wstęp. Prospektywne, jednoramienne, otwarte badanie serii przypadków z zastosowaniem terapii skojarzonej [177Lu]Lu DOTATOC i CAPTEM (NCT04194125). Grant badawczy, współfinansowanie: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. PL POIR.01.01.01-00-1318/17.

Cel. Celem badania było opracowanie wygodnego i skutecznego sposobu przeprowadzania oceny dozymetrycznej wewnętrznej terapii skojarzonej (RLT i CAPTEM) w celu oceny wykonalności dozymetrii szacunkowej w oparciu o diagnostyczne obrazowanie receptorów somatostatyny na podstawie standardowego badania diagnostycznego z użyciem [99mTc]Tc-EDDA/HYNIC-TOC.

Materiały i metody. Do badania włączono łącznie 21 pacjentów z zaawansowanym, progresywnym nieoperacyjnym guzem neuroendokrynnym o pochodzeniu z układu pokarmowego (GEP-NET). Terapia radioligandowa (RLT) była z użyciem [177Lu]Lu-DOTA-TOC w maksymalnie 4 cyklach o średniej aktywności 6,5 GBq na cykl w odstępach 8-tygodniowych. U 17 pacjentów dostępne były pełne zestawy danych z wielokrotnych badań multi-SPECT/CT poterapeutycznych, w co najmniej 3 punktach czasowych. U 8 z nich wykonano przed leczeniem skojarzonym diagnostyczne badanie obrazowe receptorów somatostatynowych (SRS SPECT/CT) z użyciem [99mTc]Tc-EDDA/HYNIC-TOC. W wybranej grupie pacjentów porównano wychwyt 99mTc w badaniu SRS oraz w późniejszym badaniu poterapeutycznym (RLT) z użyciem [177Lu]Lu-DOTA-TOC. Ocenę dozymetryczną przeprowadzono przy użyciu modelu MIRD, w oparciu o analizę ilościową obrazów poterapeutycznych multi-SPECT/CT, a uzyskane dane wyeksportowano do programu OLINDA/EXM. Obliczono dawki pochłonięte (AD) dla guzów docelowych oraz następujących narządów krytycznych: nerek, wątroby, śledziony i szpiku kostnego, a ich objętości określono za pomocą multi-SPECT/CT (GE QVolumetrixMI & Dosimetry Toolkit).

Wyniki. Średnie skumulowane dawki pochłonięte (AD) wynosiły: wątroba 6,1 Gy (SD 6,5 Gy), nerki 9,5 Gy (SD 5,8 Gy), śledziona 5,9 Gy (SD 4,7 Gy). Udział składowej beta promieniowania 177Lu w dawce całkowitej wyniósł 95,2% dla wątroby, 97,2% dla nerek i 97,2% dla śledziony. Średnia wartość AD dla szpiku kostnego wyniosła 0,03 Gy (SD 0,03). Analizowano 47 zmian docelowych (target), skumulowana AD wyniosła maks. 79,6 Gy na zmianę. W całej grupie średnia AD na zmianę wyniosła 52,4 Gy (SD 33,5 Gy). Średnia skumulowana AD w zmianach docelowych na pacjenta wyniosła 133,6 Gy (SD 91,8 Gy) [6,1 Gy/GBq (SD 4,8 Gy/GBq)]. Większość pacjentów dobrze tolerowała leczenie skojarzone. Nie odnotowano zmian w GFR ani toksyczności hematologicznej w oparciu o CTC-AEs NCI ver. 5.0, przy minimalnym odsetku poważnych zdarzeń niepożądanych (SAE) w grupie G3, z wyjątkiem przejściowej limfopenii, rzadziej niedokrwistości i trombocytopenii podczas terapii. U większości pacjentów, u których stwierdzono działania niepożądane po terapii, w trakcie obserwacji klinicznej nastąpiła normalizacja parametrów.

Wnioski. Ocenę dozymetryczną terapii skojarzonej RLT [177Lu]Lu-DOTA-TOC i CAPTEM można wykonać w oparciu o przynajmniej 3 akwizycje multi-SPECT/CT badań poterapeutycznych. Dawka pochłonięta (AD) w narządach krytycznych – nerkach, wątrobie, śledzionie i szpiku kostnym – wskazuje na AD poniżej ustalonych progów. Indywidualna ocena AD, oparta na diagnostycznym wyjściowym SRS, może być wykorzystana w dalszym planowaniu leczenia z określeniem maksymalnej dawki. AD w wybranych zmianach docelowych w porównaniu z dawką skumulowaną dla narządów krytycznych wskazuje na racjonalne zastosowanie terapii skojarzonej o akceptowalnym profilu działań niepożądanych u większości pacjentów.

Terapia radioligandowa nowotworów neuroendokrynnych

Długoterminowe wyniki i bezpieczeństwo RLT stosowanej jako leczenie pierwszego wyboru w porównaniu z zastosowaniem jej jako terapii drugiej linii w leczeniu rozsianych GEP-NET

***Marta Opalińska*[1]**

Małgorzata Szumińska[2], *Mateusz Fiema*[2], *Agnieszka Stefańska*[2], *Anna Kurzyńska*[1], *Anna Sowa-Staszczak*[1], *Alicja Hubalewska-Dydejczyk*[1]

[1]*Katedra Endokrynologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska*
[2]*Oddział Kliniczny Endokrynologii, Endokrynologii Onkologicznej, Medycyny Nuklearnej i Chorób Wewnętrznych, Szpital Uniwersytecki w Krakowie, Kraków, Polska*

Wstęp. Terapia radioligandowa (RLT) jest dobrze ugruntowaną opcją leczenia nieoperacyjnych lub przerzutowych nowotworów neuroendokrynnych (NET) wykazujących dobrą ekspresję receptorów somatostatynowych. Zgodnie z aktualnymi wytycznymi RLT zaleca się jako leczenie drugiego lub trzeciego rzutu, głównie po nieskuteczności długo działających analogów somatostatyny.

Cel. Celem pracy była retrospektywna analiza wyników leczenia oraz działań niepożądanych RLT u pacjentów leczonych przy użyciu ([90Y]Y-DOTA-TATE, [90Y]Y/[177Lu]Lu-DOTA-TATE lub [177Lu]Lu-DOTA-TATE) zastosowanej jako terapia pierwszego rzutu z powodu rozsianego, nieoperacyjnego GEP-NET, w porównaniu z grupą pacjentów, u których RLT zastosowano standardowo jako terapię drugiego rzutu po progresji podczas leczenia z użyciem długodziałających analogów somatostatyny.

Materiały i metody. Do analizy włączono 13 pacjentów (7 mężczyzn, 6 kobiet) leczonych RLT jako terapią pierwszego rzutu w latach 2007–2013 z powodu dobrze zróżnicowanego (G1 lub G2) przerzutowego GEP-NET. Wśród nich u 6 pacjentów ognisko pierwotne nowotworu występowało w trzustce, u 5 w jelicie cienkim, u 2 w jelicie grubym, a u 1 pacjenta pierwotna lokalizacja guza była nieznana. Grupę porównawczą stanowiło 13 pacjentów dopasowanych pod względem płci, lokalizacji ogniska pierwotnego i gradingu WHO, leczonych RLT jako terapią drugiego rzutu po nieskuteczności leczenia analogiem somatostatyny. W grupie pierwszej wszyscy pacjenci mieli przerzuty do wątroby, 9 do węzłów chłonnych i 5 do kości; w grupie drugiej przerzuty do wątroby występowały u wszystkich pacjentów, do węzłów chłonnych u 11, a do kości u 5 pacjentów.

Wyniki. W grupie leczonej RLT jako terapią pierwszego rzutu mediana czasu obserwacji wynosiła 125 miesięcy (zakres 84–204), a mediana przeżycia wolnego od progresji (PFS) 66 miesięcy (zakres 18–132). Pogorszenie funkcji nerek stwierdzono u 10 z 13 pacjentów, w tym u 3 wymagało dializoterapii (toksyczność IV stopnia). Nie zaobserwowano istotnej długoterminowej toksyczności hematologicznej. W grupie leczonej PRRT jako terapią drugiego rzutu mediana czasu obserwacji wynosiła 37 miesięcy (zakres 5–66), mediana PFS 24 miesiące (zakres 2–53). Pogorszenie funkcji nerek stwierdzono u 3 z 15 pacjentów (żaden z nich nie wymagał dializoterapii), przy braku istotnej toksyczności hematologicznej.

Wnioski. Wyniki długoterminowej obserwacji po RTL stosowanej jako leczenie pierwszego rzutu są bardzo obiecujące i znacząco lepsze niż w przypadku zastosowania jej jako terapii drugiego rzutu. Ryzyko upośledzenia funkcji nerek związane z RLT wzrasta wraz z czasem obserwacji, szczególnie po 5 latach od zakończenia leczenia. Konieczne są dalsze badania prospektywne, aby potwierdzić te obserwacje oraz lepiej określić optymalne miejsce RLT w sekwencji terapii pacjentów z przerzutowym GEP-NET.

Terapia radioligandowa nowotworów neuroendokrynnych

DELIVERING PRECISION: A FOUR-YEAR JOURNEY IN GMP PRODUCTION OF [177Lu]Lu-DOTA-TATE and [90Y]Y-DOTA-TATE MIXED DOSES FOR CLINICAL TRIAL ON INDIVIDUALISED PRRT IN NENs

Renata Mikołajczak[1]

Izabela Cieszykowska[1], Piotr Garnuszek[1], Tomasz Janiak[1], Kinga Wojciechowska[1], Małgorzata Żółtowska[1], Maciej Kołodziej[2], Marta Opalińska[3], Grzegorz Kamiński[2], Marek Dedecjus[4], Aldona Kowalska[5], Alicja Hubalewska-Dydejczyk[3]

[1]National Centre for Nuclear Research, Radioisotope Center POLATOM, Otwock;
[2]Military Institute of Medicine - National Research Institute, Department of Endocrinology and Isotope Therapy, Warsaw
[3]Jagiellonian University Medical College, Chair and Department of Endocrinology, Krakow,
[4]National Institute of Oncology, National Institute of Oncology, Warsaw
[5]Jan Kochanowski University in Kielce, Collegium Medicum, Kielce

Introduction. Neuroendocrine neoplasms (NENs) are increasingly diagnosed tumours that often overexpress somatostatin receptors (SSTR), enabling treatment with peptide receptor radionuclide therapy (PRRT) using agents like [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE. Because of the heterogeneity of NENs, tandem PRRT with [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE and [^{90}Y]Y-DOTA-TATE may enhance treatment results. The ongoing multicenter DuoNEN phase III clinical trial examines the safety and effectiveness of this method, aiming to optimize PRRT dosing through personalized dosimetry compared to the standard fixed-dose [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE.

Work Description. The DuoNEN clinical trial compares standard fixed-dose [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE (7400 MBq) in Arm A to personalized, dosimetry-guided regimens: tandem [^{177}Lu]/[^{90}Y]-DOTA-TATE with adjustable [^{90}Y] or [^{177}Lu], respectively (Arms B and C), and a standard dose followed by individualized modification based on interim dosimetry (Arm D). The DuoNEN IMP combines variable-strength [177Lu]Lu-DOTA-TATE (930 - 7400 MBq) and [90Y]Y-DOTA-TATE (0-1850 MBq). Each patient's dose is individually prepared weekly under aseptic GMP conditions and delivered to clinical sites as a ready-to-use solution for injection. Importantly, the DuoNEN IMP is listed in the POLATOM IMP registry and is subject to inspection by the Polish Chief Pharmaceutical Inspectorate (GIF). As such, it must meet pharmaceutical quality and safety requirements comparable to authorized medicinal products, in accordance with IMP regulatory standards. The manufacture of a dual-component IMP requires independent quality control testing and batch release for each radionuclide component, ensuring compliance with specifications for radiochemical purity, activity, sterility, and endotoxin levels before final release.
So far, 244 doses of [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE and [^{177}Lu]/[^{90}Y] DOTA-TATE have been released across 120 manufacturing batches, enabling the treatment of 72 patients – each receiving four PRRT cycles. This was made possible by both robust quality standards in DuoNEN IMP manufacturing and excellent collaboration between the IMP manufacturing site and clinical sites, particularly in coordinating dose planning and ordering, ensuring the reliable and flexible delivery of patient-tailored treatments.
Maintaining uninterrupted therapy according to the clinical protocol requires strict continuity of raw material and precursor supply, especially radiopharmaceutical precursors. This has been a logistical challenge in recent years due to the COVID-19 pandemic, the war in Ukraine, and periodic reactor shutdowns, which affected radionuclide availability. Despite these constraints, reliable IMP production and delivery have been sustained, ensuring continuity of patient treatment.

Conclusions. The DuoNEN trial demonstrates that GMP-compliant production and clinical use of individualized PRRT with mixed doses of [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE and [^{90}Y]Y-DOTA-TATE is feasible, safe, and logistically efficient. The study highlights the critical role of robust pharmaceutical quality systems, regulatory compliance, and supply chain resilience in enabling precision delivery of patient-tailored therapies. The trial is still ongoing, and conclusions regarding treatment efficacy will be confirmed upon completion of the patient recruitment and long-term follow-up.

Acknowledgement. The Medical Research Agency in Poland financed the study (Project number: 2019/ABM/01/00077-00).

Terapia radioligandowa nowotworów neuroendokrynnych

Terapia tandemowa [^{90}Y]Y/[^{177}Lu]Lu-DOTATATE w nowotworach neuroendokrynnych: 20 lat polskich doświadczeń

***Maciej Kołodziej*[1]**

Anna Zemczak[2], Kacper Pełka[3], Dariusz Pawlak[4], Katarzyna Jóźwik-Plebanek[1], Grzegorz Kamiński[1], Beata Kos-Kudła[2], Leszek Królicki[3], Marek Saracyn[1], Jolanta Kunikowska[3]

[1]Wojskowy Instytut Medyczny - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska
[2]Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice, Polska
[3]Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska
[4]Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk, Polska

Wstęp. Terapia radioligandowa (RLT) w schemacie tandemowym z zastosowaniem [^{90}Y]Y- oraz [^{177}Lu]Lu-DOTATATE została opracowana w celu wykorzystania komplementarnych właściwości obu izotopów – różnego zasięgu i energii emitowanych cząstek. Choć pierwsze doniesienia wskazywały na obiecujące efekty takiej strategii leczenia, dane pochodzące z dużych kohort pacjentów oraz z wieloletniej obserwacji są nadal ograniczone.

Cel. Przedstawienie długoterminowych wyników bezpieczeństwa w największej dotychczas wieloośrodkowej kohorcie chorych leczonych tandemową terapią [^{90}Y]/[^{177}Lu]-DOTATATE w warunkach rzeczywistej praktyki klinicznej, z okresem obserwacji sięgającym 20 lat.

Materiał i metody. Do analizy włączono 89 pacjentów (33 mężczyzn i 56 kobiet; mediana wieku 58 lat) z przerzutowymi, dobrze zróżnicowanymi nowotworami neuroendokrynnymi (NET G1/G2). Chorzy otrzymali cztery cykle terapii [^{90}Y]/[^{177}Lu]-DOTATATE (stosunek aktywności 1:1; mediana skumulowanej aktywności 14,8 GBq) z zastosowaniem nefroprotekcji aminokwasowej. Toksyczność hematologiczną, nerkową i wątrobową oceniano prospektywnie zgodnie z klasyfikacją CTCAE v5.0. Długoterminowe wyniki leczenia, w tym występowanie późnych powikłań, analizowano w trakcie obserwacji trwającej od 9 do 19 lat.

Wyniki. Leczenie było dobrze tolerowane i nie wiązało się z występowaniem nieoczekiwanych działań niepożądanych. Toksyczność hematologiczna dowolnego stopnia wystąpiła u 45% chorych, najczęściej w postaci łagodnej niedokrwistości (35%) oraz leukopenii (25%). Toksyczność hematologiczna stopnia ≥ 3 była rzadka (≤ 3%). Zespół mielodysplastyczny rozpoznano w jednym przypadku (1,1%). Objawy nefrotoksyczności obserwowano u 39% pacjentów, jednak ciężka toksyczność (≥ 3 stopnia) wystąpiła jedynie u 3%, w jednym przypadku o charakterze przejściowym. Toksyczność wątrobowa wystąpiła u 16% chorych i miała najczęściej łagodny oraz odwracalny charakter. Mediana przeżycia wolnego od progresji wyniosła 58 miesięcy, a mediana całkowitego przeżycia przekroczyła 100 miesięcy.

Wnioski. Przedstawiona analiza stanowi największe dotychczas opracowanie oraz analizę z najdłuższym okresem obserwacji dotyczącą terapii tandemowej [^{90}Y]/[^{177}Lu]-DOTATATE. Uzyskane wyniki potwierdzają jej długoterminowe bezpieczeństwo oraz utrzymującą się korzyść kliniczną u chorych z dobrze zróżnicowanymi NET. Wieloośrodkowe doświadczenia polskie wskazują, że tandemowa RLT jest możliwą do zastosowania i skuteczną metodą leczenia w długiej perspektywie, dostarczając jednocześnie unikalnych danych typu real-world w rozwijającej się dziedzinie spersonalizowanej teranostyki.

Grupa tematyczna

Onkologia Varia

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

Onkologia Varia

Targeting recurrent glioblastoma with stereotactic radiosurgery and TTFields guided by 18F-FET-PET: results from a prospective phase 2 trial (TTaRGeT)

Bogdan Małkowski 5,6

Maciej Blok [1,2], Magdalena Adamczak-Sobczak [2], Izabela Zarębska [4], Michał Marjański [1,2,] Maciej Piec[6], Marek Harat [1,2,3], Maciej Harat [1,2]

[1]Department of Clinical Medicine, Jan and Jedrzej Sniadecki University of Science and Technology in Bydgoszcz, Poland
[2]Department of Neurooncology and Radiosurgery, Franciszek Lukaszczyk Oncology Center, Bydgoszcz, Poland
[3]Department of Neurosurgery, 10th Military Research Hospital, Bydgoszcz, Poland
[4]Department of Radiotherapy, Franciszek Lukaszczyk Oncology Center, Bydgoszcz, Poland
[5]Department of Diagnostics Imaging, Nicolaus Copernicus University, Torun, Poland
[6]Department of Nuclear Medicine, Franciszek Lukaszczyk Oncology Center, Bydgoszcz, Poland

Conflicts of interest: The authors confirm that they have no conflicts of interest.

STATEMENT OF TRANSLATIONAL RELEVANCE. Recurrent glioblastoma is highly aggressive, and outcomes remain abysmal. This study demonstrates that a combination of stereotactic radiosurgery, 18F-FET-PET – guided target volume delineation based on early aquisition, and tumor-treating fields (TTFields) (the TTaRGeT protocol) may significantly improve survival outcomes for patients with recurrent glioblastoma. Notably, 67.5% of patients treated with TTaRGeT survived one year. This is also one of the first studies to demonstrate a survival benefit for using TTFields, SRS, or FET-PET in the recurrent GBM population. Furthermore, 42% of these patients survived two years from study enrollment. These survival outcomes, rarely observed in other studies or routine clinical practice, along with the favorable safety profile, suggest that the protocol should be further studied in randomized fashion.

Purpose. Recurrent glioblastoma (rGBM) is highly aggressive, and treatment options are limited. The TTaRGeT trial evaluated the efficacy and safety of combined tumour treating fields (TTFields) and stereotactic radiosurgery (SRS) guided by fluorine-18-fluoroethyl-L-tyrosine positron emission tomography (tyrosine-PET) in patients with rGBM.

Patients and Methods. In this prospective, single-arm trial, 40 patients with recurrent glioblastoma were treated with TTFields and tyrosine-PET-guided SRS. The primary outcome was one-year overall survival (OS). Secondary outcomes were progression-free survival, toxicity profile, steroid needs until treatment failure, patterns of failure, and objective response rates (ORR).

Results. The one-year survival rate was 67.5% (95%CI 50.7-79.7) for patients treated with SRS and TTFields. 87.5% of patients showed stabilization or reduced tumour enhancement in T1-GAD images. Radiation-induced contrast enhancement was detected in 42.5% of patients but was grade >1 in only 1 case, and 35% of patients required no steroids by the end of the study. While 116/474 (25%) events were classified as probably treatment related, grade 3 or higher treatment-related adverse events were uncommon, and there was no treatment-related mortality.

Conclusions. The combination of TTFields and tyrosine-PET-guided SRS provides promising survival outcomes and tumour control in rGBM patients. These findings support further investigation of this novel treatment protocol in a randomized trial.

Funding. Novocure (Baar, Switzerland) provided funding and device support and had no influence on study design, data analysis, or reporting.

Clinical Trials Registration. ClinicalTrials.gov NCT04671459

Onkologia Varia

^{18}F-FDG PET/TK jako badanie predykcyjne w oligometastatycznym raku płuca leczonym radioterapią

Monika Mierzejewska[1*]

Artur Bandura[2], Rafał Dziadziuszko[2], Wojciech Cytawa[1]*

[1] Zakład Medycyny Nuklearnej, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska
[2] Katedra i Klinika Onkologii i Radioterapii, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska
[*] autorzy z równorzędnym wkładem

Wstęp. Rak płuca jest najczęstszą przyczyną zgonów nowotworowych w Polsce, z pięcioletnim przeżyciem u 15% chorych, a w przypadku rozsiewu z medianą całkowitego przeżycia (OS) wynoszącą ok. 12–16 miesięcy. U wybranych chorych z niedrobnokomórkowym rakiem płuca (NSCLC) i chorobą oligometastatyczną (OMD, do pięciu przerzutów w trzech narządach) możliwe jest uzyskanie długotrwałej kontroli choroby poprzez stosowanie leczenia miejscowego.

Cel. Celem niniejszego badania była ocena korelacji pomiędzy objętością metaboliczną choroby nowotworowej mierzonej w badaniu 18F-FDG PET/TK a czasem przeżycia wolnego od progresji (PFS) i całkowitego (OS).

Metodologia. Do analizy włączono 38 pacjentów z OMD w przebiegu NSCLC, którzy otrzymali radioterapię w latach 2016–2023. W wyjściowym badaniu 18F-FDG PET/TK mierzono następujące parametry metaboliczne, zarówno dla ogniska pierwotnego, jak i przerzutów: SUVmax, objętość metaboliczną guza (MTV) i całkowity metabolizm glukozy w guzie (TLG), wyliczone przy progu odcięcia 40% SUVmax, odpowiednio MTV (40%) i TLG (40%). Analizę przeżycia oparto na krzywych Kaplana-Meiera i porównano na podstawie wartości parametrów metabolicznych.

Wyniki. Mediana PFS wynosiła 8,28 miesiąca (95% CI: 4,43–12,13), natomiast OS 21,62 miesiąca (95% CI: 16,47–26,76). Nie zauważono związku pomiędzy parametrami opisującymi guz pierwotny (SUVmax, MTV (40%), TLG (40%)) a czasem przeżycia pacjentów. Zaobserwowano natomiast zależność parametrów metabolicznych dla zmian przerzutowych w analizie jednoczynnikowej: dla PFS współczynnik ryzyka (HR) parametru MTV (40%) w grupie powyżej wartości mediany (równej 2,19 cm3) wynosił 3,347 (CI: 1,347–8,319, p = 0,009), a dla TLG (40%) HR = 3,03 (CI: 1,220-7,556, p = 0,017) powyżej mediany (równej 11,01 SUVbw × cm3). Dla OS współczynnik ryzyka dla parametru MTV (40%) w grupie powyżej mediany wartości wyniósł HR = 3,940 (CI: 1,495–10,390, p = 0,006), a dla TLG (40%) HR = 3,877 (CI: 1,469-10,230, p = 0,006). Pacjenci z MTV (40%) przerzutów poniżej mediany żyli dłużej bez progresji (13,67 vs 5,52 miesiąca; p = 0,006), tak samo z TLG (40%) poniżej mediany (13,67 vs 5,80 miesięcy; p = 0,012). Mniejsze wartości MTV (40%) oraz TLG (40%) wiązały się z dłuższym całkowitym przeżyciem wynoszącym 36,3 vs 13,8 miesiąca (te same wartości dla obu grup, p = 0,003).

Wnioski. U pacjentów z OMD w przebiegu NSCLC, po zastosowaniu terapii miejscowej na wszystkie przerzuty, dłuższe wartości czasu przeżycia (PFS i OS) są obserwowane u chorych z niską objętością metaboliczną (MTV) i całkowitą aktywnością metaboliczną (TLG) przerzutów.

Onkologia Varia

Badanie PET-CT a kryteria RECIST 1.1 w ocenie odpowiedzi na immunoterapię zaawansowanego czerniaka

***Łukasz Galus*[1]**

Rafał Czepczyński [2,3], Michał Wyrzykowski[3], Jacek Mackiewicz[1,4], Marek Ruchała[2]

[1]Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Klinika Onkologii Klinicznej i Doświadczalnej, Poznań, Polska
[2]Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Klinika Endokrynologii, Przemiany Materii i Chorób Wewnętrznych, Poznań, Polska
[3]Zakład Medycyny Nuklearnej w Poznaniu, Affidea ,Polska
***[4]**Wielkopolskie Centrum Onkologii, Poznań, Zakład Diagnostyki i Immunologii Nowotworów, Poznań, Polska*

Wstęp. Ocena odpowiedzi na immunoterapię u chorych na zaawansowanego czerniaka oparta wyłącznie na tomografii komputerowej (TK) i kryteriach RECIST 1.1 może nie w pełni odzwierciedlać rzeczywistą aktywność nowotworu. Badanie PET-CT umożliwia ocenę aktywności metabolicznej zmian resztkowych i może dostarczać dodatkowych informacji klinicznych.

Materiał i metody. Do retrospektywnej analizy włączono chorych na miejscowo zaawansowanego, nieoperacyjnego lub przerzutowego czerniaka skóry poddanych immunoterapii przeciwciałami anty-PD-1 (niwolumab lub pembrolizumab w monoterapii) lub skojarzeniu anty-PD-1 z anty-CTLA-4 (niwolumab z ipilimumabem). Warunkiem włączenia do analizy było uzyskanie korzyści klinicznej w postaci całkowitej remisji (CR), częściowej remisji (PR) lub stabilizacji choroby (SD), utrzymującej się w kolejnych badaniach TK przez co najmniej 12 miesięcy. Po potwierdzeniu długotrwałej korzyści klinicznej wykonywano badanie PET.

Cel. Celem pracy była ocena obecności lub braku aktywnej metabolicznie choroby nowotworowej w badaniu PET u chorych odnoszących długotrwałą korzyść kliniczną z immunoterapii zaawansowanego czerniaka oraz porównanie wyników PET z oceną radiologiczną według kryteriów RECIST 1.1 w TK.

Wyniki. Do analizy włączono 47 chorych, w tym 30 (64%) leczonych monoterapią niwolumabem lub pembrolizumabem oraz 17 (36%) leczonych skojarzeniem niwolumabu z ipilimumabem. Jeden chory był w III stopniu zaawansowania choroby, natomiast pozostali (n = 46) w IV stopniu. Podwyższoną aktywność LDH stwierdzono u 39% chorych.Na podstawie kryteriów RECIST 1.1 w badaniach TK jako najlepszą odpowiedź leczenia stwierdzono całkowitą remisję choroby u 30% chorych (n = 14), częściową remisję u 62% (n = 29) oraz stabilizację choroby u 8% (n = 4). Badania PET wykonano w przedziale 12–60 miesięcy od rozpoczęcia leczenia (mediana 24 miesiące). Całkowitą remisję metaboliczną stwierdzono u 77% chorych (n = 36), natomiast u 17% (n = 8) obecna była aktywna metabolicznie choroba. W pozostałych 6% przypadków (n = 3) obraz PET był niejednoznaczny (zmiany zapalne vs nowotworowe).

Wnioski. Ocena odpowiedzi na immunoterapię z wykorzystaniem badania PET-CT wskazuje, że rzeczywisty odsetek trwałych remisji u chorych na miejscowo zaawansowanego lub uogólnionego czerniaka może być istotnie wyższy niż wynika to z oceny opartej wyłącznie na TK według kryteriów RECIST 1.1. Uzyskane wyniki pozwalają na bardziej optymistyczną interpretację skuteczności immunoterapii oraz mogą wspierać podejmowanie decyzji klinicznych dotyczących zakończenia leczenia i przejścia chorego do fazy obserwacji („wakacje terapeutyczne”).

Onkologia Varia

PET/CT jako narzędzie różnicowania pierwotnych i przerzutowych nowotworów neuroendokrynnych w rzadkich lokalizacjach anatomicznych – analiza 6 przypadków

Joanna Januszkiewicz-Caulier

Klaudia Zajkowska, Klaudia Ziółek, Wiktor Kociemba, Elwira Bakuła-Zalewska, Marek Dedecjus

[1]Klinika Endokrynologii Onkologicznej i Medycyny Nuklearnej Narodowego Instytutu Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie – Państwowy Instytut Badawczy., Warszawa, Polska
[2]Wydział Lekarski Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

Wstęp. Wykrycie zmiany neuroendokrynnej w rzadkiej lokalizacji anatomicznej częściej sugeruje przerzut nowotworu neuroendokrynnego (NET) z typowych lokalizacji niż pierwotny guz danego narządu. Wymaga również różnicowania z częstszymi nie-neuroendokrynnymi nowotworami występującymi w danej lokalizacji. W takich sytuacjach kluczowe znaczenie diagnostyczne może mieć obrazowanie molekularne PET/CT. Ze względu na wyjątkową rzadkość NET rozwijających się poza przewodem pokarmowym i płucami dane dotyczące diagnostyki i leczenia tej grupy chorych pozostają bardzo ograniczone.

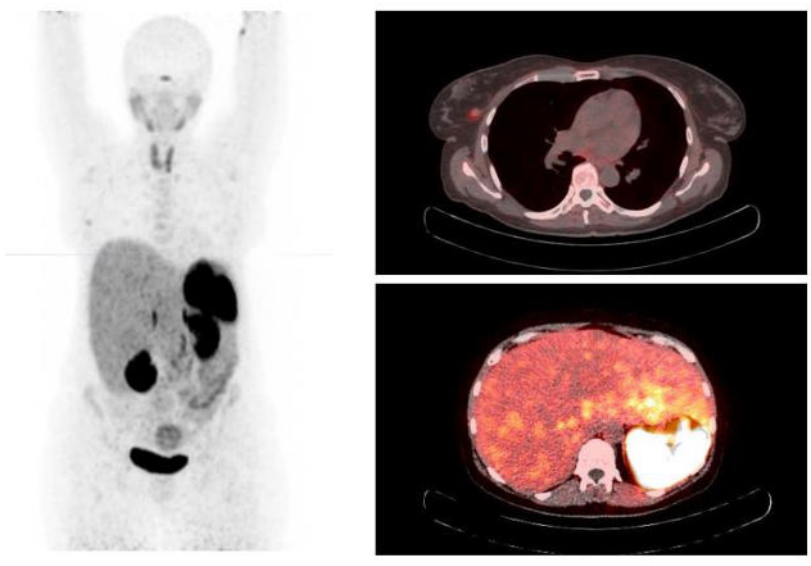
Cel. Ocena znaczenia obrazowania PET/CT w diagnostyce oraz charakterystyce biologicznej nowotworów neuroendokrynnych w rzadkich lokalizacjach anatomicznych.

Materiał i metody. Przeprowadzono retrospektywną analizę sześciu pacjentów z NET zlokalizowanymi w nietypowych narządach: piersi, jądrze, nerce, tarczycy, prostacie oraz w obrębie kanału kręgowego. Analizowano dane kliniczne, wyniki badań histopatologicznych, indeks proliferacyjny Ki-67 oraz wyniki badań obrazowych z użyciem PET/CT: PET/CT z analogami somatostatyny znakowanymi 68Ga oraz [18F]FDG PET/CT. Oceniono również przebieg choroby i odpowiedź na leczenie.

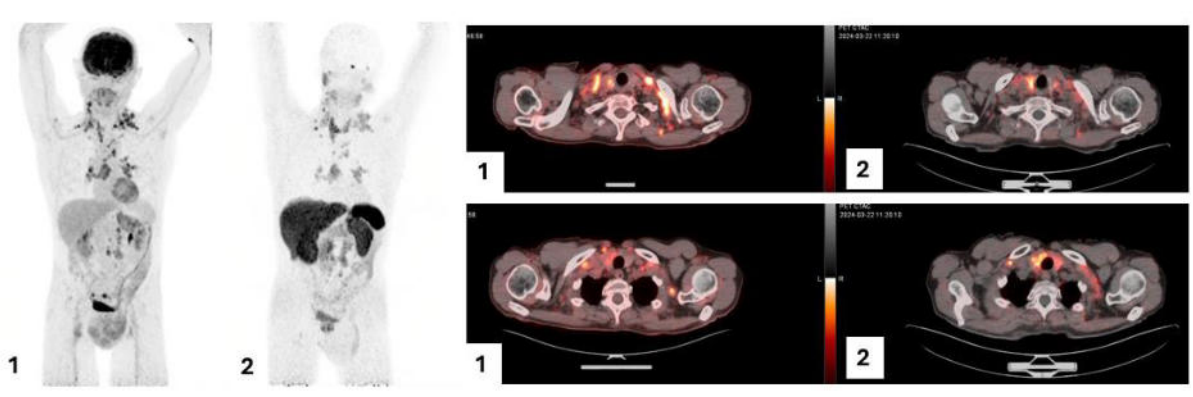
Wyniki. W badaniu histopatologicznym trzy nowotwory zaklasyfikowano jako dobrze zróżnicowane NET (G1–G2), a trzy jako słabo zróżnicowane raki neuroendokrynne (NEC). Obrazowanie PET/CT zmieniło lub doprecyzowało podejrzenie diagnostyczne we wszystkich analizowanych przypadkach (6/6). W dobrze zróżnicowanych NET piersi, nerki i kanału kręgowego obserwowano wysoką ekspresję receptorów somatostatynowych, która korelowała z niskim indeksem Ki-67 oraz indolentnym przebiegiem choroby. Z kolei w NEC tarczycy, jądra i prostaty stwierdzono niską ekspresję receptorów somatostatynowych oraz intensywne gromadzenie [18F]FDG, odpowiadające wysokiej aktywności metabolicznej i wysokim wartościom Ki-67, co korelowało z szybkim czasem do progresji i ograniczoną skutecznością leczenia systemowego.

Wnioski. Nowotwory neuroendokrynne rozwijające się w rzadkich lokalizacjach zachowują podstawowe cechy biologiczne typowe dla NET. W analizowanej serii obrazowanie PET/CT z użyciem [68Ga]Ga-DOTATATE oraz [18F]FDG dostarczało komplementarnych informacji biologicznych, umożliwiając precyzyjną diagnostykę oraz korelując z przebiegiem klinicznym choroby.

Rycina 1 Czynnościowe obrazowanie molekularne: PET/CT z analogami somatostatyny znakowanymi 68Ga u pacjentki z dobrze zróżnicowanym guzem neuroendokrynnym (NET G2) prawej piersi z rozsiewem do wątroby.
Intensywna ekspresja receptorów somatostatynowych (SSTR), zgodna z dobrze zróżnicowanym fenotypem nowotworu, odzwierciedla zachowane różnicowanie neuroendokrynne oraz niską aktywność proliferacyjną



Rycina 2. Czynnościowe obrazowanie molekularne słabo zróżnicowanego raka neuroendokrynnego (NEC) jądra.
(1) Badanie PET/CT z użyciem [18F]FDG wykazujące intensywną aktywność hipermetaboliczną, odpowiadającą biologii guza o wysokim stopniu złośliwości.
(2) Badanie PET/CT receptorów somatostatynowych z użyciem [68Ga]Ga-DOTA wykazujące brak lub niską ekspresję receptorów somatostatynowych (SSTR).
Wzorzec SSTR-ujemny / FDG-wysoki odzwierciedla niskie zróżnicowanie nowotworu oraz jego agresywne zachowanie biologiczne.



Onkologia Varia

Badanie składu surowicy obwodowej krwi żylnej u pacjentów w trakcie PRRT

Gabriela Kanclerz[1,2,3]

Marta Opalińska[4], Alicja Hubalewska-Dydejczyk[4], Kamil Awsiuk[2]

[1]Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska
[2]Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska
[3]Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie – Państwowy Instytut Badawczy Oddział w Krakowie, Kraków, Polska
[4]Katedra i Klinika Endokrynologii, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska

Wstęp i cel badania. Terapia PRRT (Peptide Receptor Radionuclide Therapy) polega na podaniu pacjentowi analogów somatostatyny związanych z radioizotopami emitującymi krótkozasięgowe promieniowanie, najczęściej z lutetem-177 emitującym promieniowanie β-. Mechanizm działania opiera się na internalizacji kompleksu ligand–receptor przez komórki guza z nadekspresją receptorów somatostatyny, co umożliwia selektywne napromienianie zmian nowotworowych przy względnym oszczędzeniu tkanek prawidłowych.
Badania składu tzw. biopsji płynnych, w tym surowicy krwi obwodowej, pozwalają na pośrednią ocenę zmian zachodzących w masie guza poprzez obecność materiału pochodzenia nowotworowego w płynach ustrojowych. Metody spektroskopowe, takie jak spektroskopia Ramana czy spektrometria masowa jonów wtórnych z analizatorem czasu przelotu (ToF-SIMS), to techniki pozwalające na zbadanie pełnego składu badanych materiałów bez konieczności wiedzy na temat tworzących go substancji. Zastosowanie dwóch technik badających różne cechy badanych substancji pozwala na rozstrzygnięcie potencjalnych niepewności wynikających z ograniczeń pojedynczej metody.

Materiały i metody. Przebadano materiał od 20 pacjentów w trakcie PRRT z powodu rozsianego nowotworu neuroendokrynnego. Obwodowa krew żylna została pobrana w 9 punktach czasowych: przed każdym z czterech podań radiofarmaceutyku i 2 tygodnie po każdym podaniu, a także w trakcie wizyty kontrolnej, około 2–3 miesięcy po zakończeniu terapii. Po odpowiednim odwirowaniu surowica została przebadana metodami spektroskopowymi: spektroskopią Ramana oraz ToF-SIMS. Następnie zmiany składu przeanalizowano za pomocą analizy głównych składowych (PCA) i zestawiono z danymi klinicznymi.

Wyniki. Analiza wielowymiarowa PCA uzyskanych wyników pomiarów spektroskopowych wykazała kilka trendów związanych z przebiegiem choroby. Obserwowane były zmiany składu następujące po każdym podaniu, które następnie ulegały normalizacji w czasie pomiędzy kolejnymi podaniami. Trend ten najprawdopodobniej był związany ze zmniejszeniem liczby zmian nowotworowych po podaniu radiofarmaceutyku i zwiększaniem się tej liczby do czasu kolejnego podania. Widoczne są również różnice w reakcji na leczenie pomiędzy pacjentami, korelujące z danymi klinicznymi dotyczącymi efektywności terapii.

Wnioski. Analiza zmian składu surowicy obwodowej krwi żylnej jako łatwo dostępnego materiału dostarcza wiele przydatnych informacji o efektach PRRT i może okazać się przydatnym narzędziem w praktyce klinicznej.

Onkologia Varia

The ostrich chorioallantoic model for in vivo imaging of cancer xenografts using a human PET/CT scanner

Marta Pomraenke

Olga Perkas, Julia Greiser, Lukas Zehner, Steffen Wiegand, Thomas Winkens, Martin Freesmeyer

Working Group for Translational Nuclear Medicine and Radiopharmacy, Clinic of Nuclear Medicine, Jena University Hospital, D-07747 Jena, Germany

The importance of nuclear medicine in cancer imaging and therapy has significantly increased in recent years. Nuclear medicine offers highly specific diagnostics and radionuclide therapies as well as their combination in the form of theranostics, which are successfully applied to treat many types of tumours. Depending on the research question, various animal models are used in preclinical research to test innovative radiopharmaceuticals. New radiopharmaceuticals are usually tested in the mouse/rat or chick CAM models, all of which require visualisation on dedicated small animal PET/CT scanners in order to provide adequate image resolution. However, the small number of available small animal scanners limits the research in the nuclear medicine to specialized centres. In contrast, a new, large-sized animal model based on embryonated ostrich eggs would allow for imaging on widely available human PET/CT scanners in a clinical setting, thus reducing accessibility barriers to imaging devices and animal models. Aggressive human breast cancer cells (MDA-MB-231), which overexpress the GLUT5 receptor, were seeded on the ostrich chorioallantoic membrane (CAM), resulting in rapid tumour growth. For xenograft model validation, MDA-MB-231 tumours were imaged using 18F-fluorodeoxyglucose (18F-FDG), a standard diagnostic tracer to visualize tumour metabolism. In the next step, the dynamic biodistribution and tumour uptake of new 68Ga-labeled fructosylated branched poly(ethylene imine) polymers (bPEI) was studied via PET/CT and ex-vivo organ quantification. Images revealed uptake in tumours and additionally high uptake in the ostrich embryo liver. In-ovo studies were accompanied by in-vitro studies in a GLUT5-transfected HEK293t cell model. Transfected cells showed higher uptake of the new radiotracer compared to non-transfected HEK293t cells. Therefore, fructosylated bPEI could be an effective vector for gene therapy of GLUT5-overexpressing cells. This gives it great potential for diagnostic and therapeutic applications, particularly for triple-negative breast cancer where existing treatment options are often ineffective.

Grupa tematyczna

Rak prostaty - diagnostyka i terapia

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

Rak prostaty - diagnostyka i terapia

„Nie wszystko złoto, co się świeci" – pułapki w obrazowaniu [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT u pacjentów z rakiem prostaty – doświadczenie własne

Kuta M[1]

Cegła P[1], Klappa K[1], Sarapata J[1], Cholewiński W[1,2]

[1]Zakład Medycyny Nuklearnej, Wielkopolskie Centrum Onkologii, Poznań, Polska,
[2]Katedra i Zakład Elektroradiologii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań, Polska

Cel. Rak prostaty jest drugim najczęściej diagnozowanym nowotworem oraz piątą przyczyną zgonów nowotworowych wśród mężczyzn na świecie. Badanie PET/CT z użyciem znakowanej glikoproteiny transbłonowej typu II jest obecnie jednym z podstawowych narzędzi w diagnostyce obrazowej raka prostaty. U chorych na raka prostaty istotnym wyzwaniem klinicznym są również choroby współistniejące, w tym inne nowotwory złośliwe. Celem niniejszej analizy była ocena częstości wykrywania drugiego, niezależnego nowotworu w badaniu [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT u pacjentów z rakiem prostaty na podstawie własnych doświadczeń.

Materiał i metody. Retrospektywna analiza została przeprowadzona na grupie 435 pacjentów z rakiem prostaty, u których wykonano [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT z powodu podejrzenia wznowy przy rosnącym poziomie PSA po przebytym leczeniu. Rejestrację obrazów wykonano po 45–65 min od dożylnej iniekcji [68Ga]Ga-PSMA-11 o średniej aktywności 177±50 MBq (4.81±1.35 mCi). Badania przeprowadzono od wierzchołka czaszki do połowy długości kości udowych. Potwierdzenie drugiego niezależnego nowotworu uzyskano z dokumentacji medycznej pacjenta.

Wyniki. Na podstawie analizy wyników [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT drugi niezależny nowotwór podejrzewano u 38 pacjentów (8,7%). Spośród nich nowotwór złośliwy potwierdzono u 22 pacjentów (57,9% spośród wszystkich podejrzewanych wyników oraz 5% całej grupy badanej). Nowotwór płuca zdiagnozowano u 9 pacjentów (40%), raka wątrobowokomórkowego u 3 pacjentów (13,6%). Poza tym w badaniu [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT wykryto również po dwa przypadki raka tarczycy, piersi, trzustki, jelita grubego oraz pojedyncze przypadki raka nerki oraz chłoniaka grudkowego. Ponadto badanie wykazało również zmiany łagodne, pośród których najczęściej uwidocznionym było ognisko dysplazji włóknistej (4 pacjentów) oraz w pojedynczych przypadkach: nerwiak, włókniak, krwiak oraz stan zapalny w obrębie lewego stawu biodrowego, wykazujące zwiększoną ekspresję [68Ga]Ga-PSMA.

Wnioski. Badanie [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT, stosowane głównie w diagnostyce raka gruczołu krokowego, umożliwia także wykrywanie drugich niezależnych nowotworów, co potwierdzono u ponad połowy podejrzewanych zmian, najczęściej raka płuca i raka wątrobowokomórkowego. Jednoczesne uwidocznienie zmian łagodnych z podwyższoną ekspresją PSMA wskazuje na konieczność ostrożnej interpretacji wyników oraz ich korelacji z danymi klinicznymi i innymi badaniami. Wyniki te podkreślają istotną wartość [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT w wykrywaniu incydentalnych nowotworów i jego wpływ na dalsze postępowanie diagnostyczno-terapeutyczne.

Rak prostaty - diagnostyka i terapia

Porównanie badań 99mTc-PSMA-T4 SPECT i 68Ga-PSMA PET

Cichocki Paweł [1]

Konrad Stawiski[2], *Renata Mikołajczak*[3], *Wioletta Wojdowska*[3], *Piotr Garnuszek*[3], *Zbigniew Adamczewski*[1]

[1]*Zakład Medycyny Nuklearnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, Polska*
[2]*Zakład Biostatystyki i Medycyny Translacyjnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, Polska*
[3]*Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Otwock-Świerk Polska*

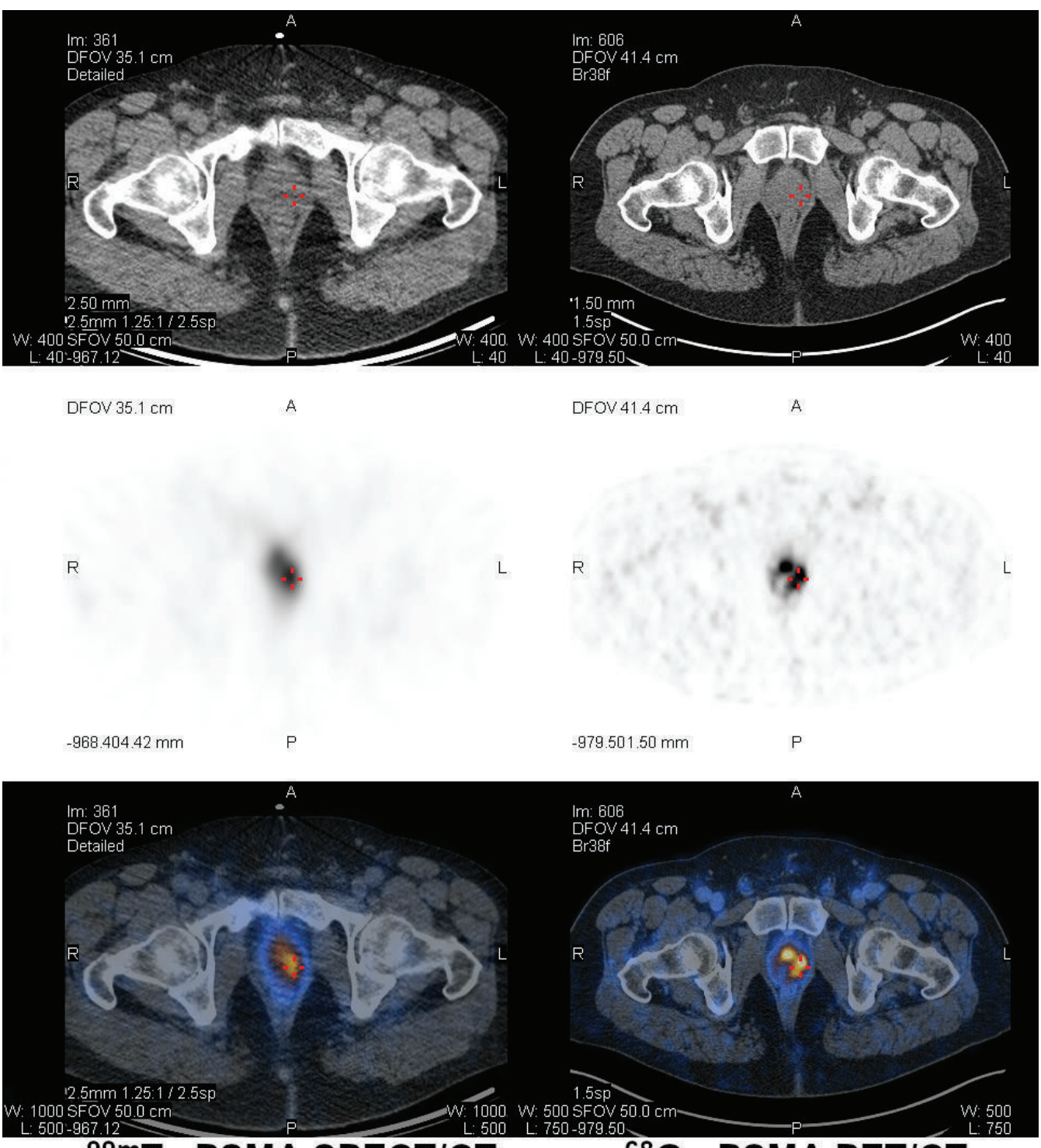
Wstęp. Ligandy PSMA odgrywają coraz ważniejszą rolę w diagnostyce i leczeniu raka prostaty. 68Ga-PSMA należy do najczęściej stosowanych radiofarmaceutyków diagnostycznych. Jednak wysoki koszt i mała dostępność galu-68 ograniczają jego zastosowanie w rutynowej praktyce klinicznej. Dlatego wprowadzenie alternatywnych radiofarmaceutyków, zwłaszcza znakowanych powszechnie dostępnym technetem-99m umożliwiającym przeprowadzanie badań na bardziej dostępnych gamma-kamerach SPECT, znacznie rozszerzyłoby potencjalne zastosowania badań PSMA.

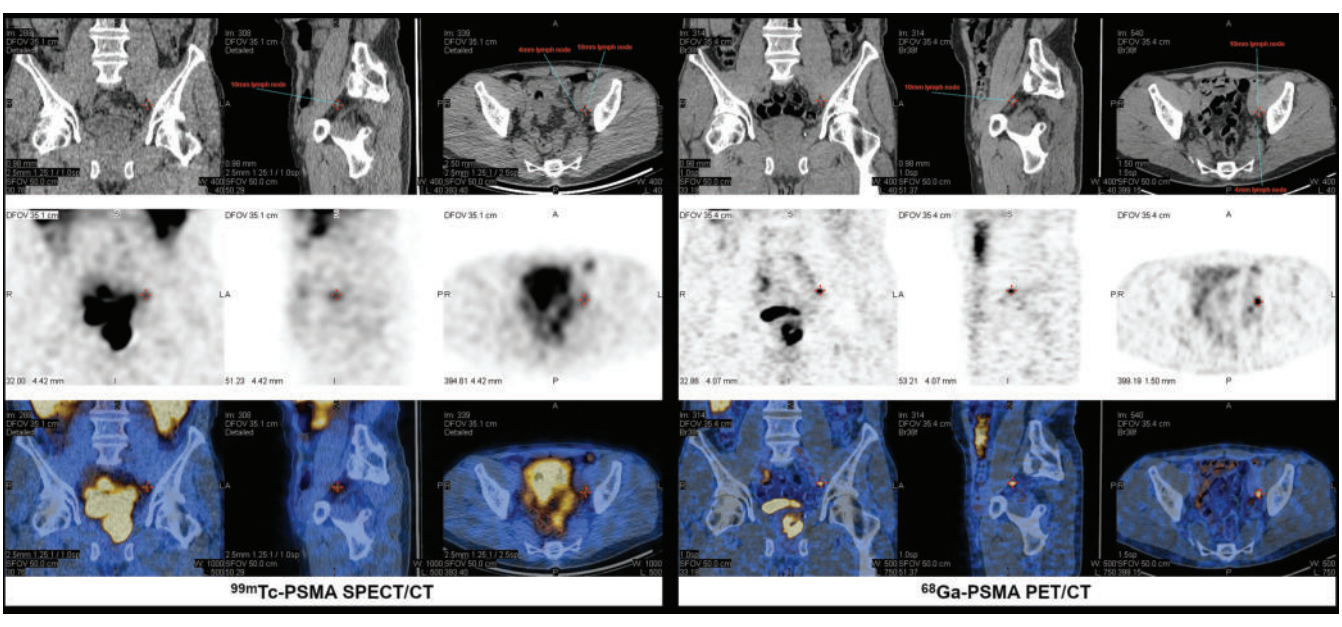
Cel. Nasze wstępne badanie ma na celu ocenę skuteczności diagnostycznej badań SPECT z zastosowaniem 99mTc-PSMA-T4 w określaniu stopnia zaawansowania raka prostaty i kwalifikacji do terapii w porównaniu z badaniami PET z 68Ga-PSMA, które posłużyły jako punkt odniesienia.

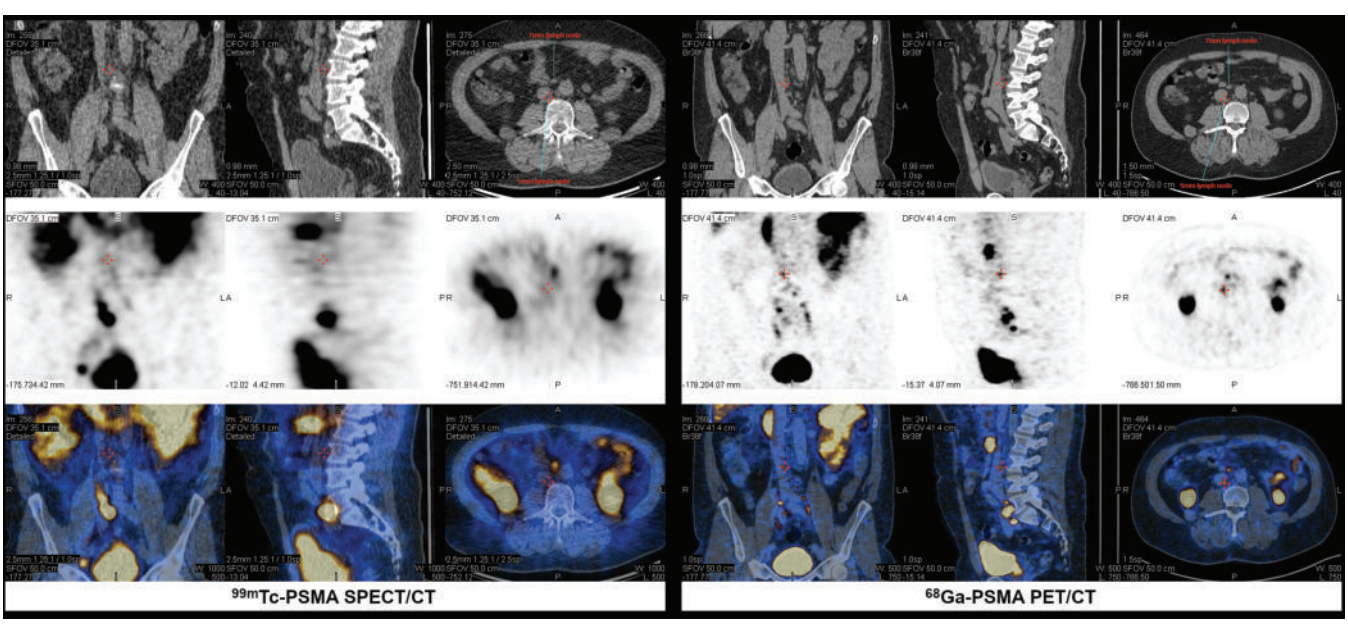
Materiał i metody. Badanie objęło wybranych pacjentów włączonych do badania klinicznego fazy 2/3 PSMA-T4 (ID: NCT05847166), którzy zostali również skierowani na badanie z 68Ga-PSMA w ramach rutynowej oceny stopnia zaawansowania raka prostaty przed radioterapią. Badania PSMA wykonane technikami hybrydowymi SPECT/lokalizacyjne CT oraz PET/diagnostyczne CT każdego pacjenta zostały ocenione niezależnie przez doświadczonych lekarzy specjalistów medycyny nuklearnej i skonsultowane z radiologami.

Wyniki. 99mTc-PSMA prawidłowo wykryło pierwotne ogniska w prostacie u wszystkich pacjentów i zidentyfikowało płaty prostaty objęte procesem rozrostowym (ryc. 1). Ogólny stopień zaawansowania w klasyfikacji TNM był również taki sam w obu badaniach SPECT i PET, co wiązało się z podjęciem takich samych decyzji klinicznych dotyczących kwalifikacji pacjentów do radykalnej operacji, radioterapii lub innych form leczenia. Jednakże obrazy SPECT charakteryzowały się niższą rozdzielczością w porównaniu z PET i kilka zmian w węzłach chłonnych o wielkości pomiędzy 3 a 5 mm, widocznych w badaniach 68Ga-PSMA, nie zostało wykrytych w badaniach 99mTc-PSMA (przykłady na ryc. 2–3). Jednak w badanym materiale w żadnym przypadku nie miało to wpływu na ocenę zaawansowania choroby ze względu na obecność prawidłowo wykrytych przerzutów do innych węzłów chłonnych.

Wnioski. Wstępna ocena wykazała, że badanie 99mTc-PSMA T4 jest wystarczające do wstępnej kwalifikacji pacjentów do leczenia. We wszystkich przypadkach wyniki badania doprowadziły do tych samych decyzji klinicznych co badanie referencyjne – 68Ga-PSMA PET. Badanie SPECT charakteryzowało się jednak niższą czułością i nie wykryło niektórych zmian w węzłach chłonnych o wielkości <5 mm stwierdzonych w badaniach PET. Był o to najprawdopodobniej spowodowane niższą rozdzielczością gamma kamery SPECT w porównaniu ze skanerem PET. Nie można wykluczyć, że zastosowanie nowych półprzewodnikowych gamma-kamer SPECT z układami detektorów pierścieniowych, które osiągają podobną rozdzielczość jak skanery PET, mogłoby poprawić wartość diagnostyczną badań 99mTc-PSMA, ale wymaga to dalszych badań.







Rak prostaty - diagnostyka i terapia

Leczenie Radem 223 pacjentów z opornym na kastrację rakiem gruczołu krokowego w rozsiewie do kości – doświadczenia własne Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu

***Damian Ślepecki*[1]**

Diana Jędrzejuk[2,3]

[1]*Uniwersytecki Szpital Kliniczny we Wrocławiu, Oddział Onkologii Klinicznej, Wrocław, Polska*
[2]*Uniwersytecki Szpital Kliniczny we Wrocławiu, Oddział Endokrynologii i Chorób Wewnętrznych, Pracownia Medycyny Nuklearnej, Wrocław, Polska*
[3]*Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wrocław, Polska*

Analizą objęto grupę 50 pacjentów leczonych w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym we Wrocławiu preparatem Rad-223 z powodu zaawansowanego raka prostaty z przerzutami do kości. Średni wiek rozpoczęcia leczenia wynosił 64 lata. Większość chorych miała liczne przerzuty do kośćca, a bóle kostne były obecne u ok. 80% leczonych pacjentów. Mediana otrzymanych kursów leku wynosiła 4, a mediana liczby wcześniejszych linii leczenia – 4. Wyjściowe wartości markerów nowotworowych (PSA, ALP) były bardzo zróżnicowane: mediana PSA wynosiła ok. 120 ng/ml, a mediana ALP ok. 150 U/l. Wysokie wartości ALP i PSA wiązały się z licznymi przerzutami, nasilonymi bólami kostnymi oraz gorszym stanem ogólnym. Parametry morfologii krwi (m.in.: poziom hemoglobiny, leukocytów, płytek krwi) oraz funkcji nerek (eGFR) były w większości przypadków w normie, choć u części pacjentów obserwowano spadki tych wartości w trakcie terapii, skutkujące nawet jej zakończeniem. Analiza podgrup wykazała, że pacjenci z niskim PSA (<50 ng/ml) i niskim ALP (<150 U/l) mieli najlepszy przebieg leczenia, najczęściej kończyli pełną terapię, rzadziej występowały u nich działania niepożądane i osiągali najdłuższe przeżycie. Wysoki stosunek wyjściowych parametrów ALP/PSA (>2) był związany z gorszym rokowaniem (m.in. przyjmowali mniej kursów terapii, częściej obserwowane były toksyczności i krótszy OS). Nie stwierdzono istotnego wpływu wyjściowego BMI na przebieg leczenia.Podsumowując, najważniejsze czynniki rokownicze w analizowanej grupie to wyjściowe wartości PSA i ALP oraz ich wzajemny stosunek. Pacjenci z wysokim ALP i PSA, a zwłaszcza z wysokim stosunkiem ww., mają gorszy przebieg terapii i krótsze całkowite przeżycie. Wyniki sugerują, że ocena tych parametrów może być pomocna w kwalifikacji i monitorowaniu leczenia Rad-223 u chorych z przerzutami do kości.

Rak prostaty - diagnostyka i terapia

Wyniki leczenia Ra-223 w Polsce u chorych na opornego na kastrację raka prostaty z przerzutami do kości: analiza jednoośrodkowa

Maksymilian Gajda[1,2]

Jarosław Nieckula[1], Anna Bal[1], Magdalena Wiśniewska[1], Paweł Śpiewok[1], Anna Kotas[1], Agnieszka Badora-Rybicka[1], Jędrzej Brzezowski[1], Katarzyna Mączka-Łabecka[1], Tomasz Olczyk[3], Zbigniew Wygoda[3], Wiesław Bal[1], Daria Handkiewicz-Junak[3,]*

[1]Oddział Chemioterapii Dziennej, Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Gliwicach, Gliwice, Polska
[2]Katedra i Zakład Epidemiologii, Wydział Nauk Medycznych w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Katowice, Polska
[3]Klinika Medycyny Nuklearnej i Endokrynologii Onkologicznej, Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Gliwicach, Gliwice, Polska
** - autor zgłaszający/korespondencyjny*

Wprowadzenie i cel. Dichlorek radu-223 (Ra223) jest emiterem alfa stosowanym u chorych na opornego na kastrację raka prostaty z przerzutami do kości. W przeglądzie 48 badań obserwacyjnych mediana czasu przeżycia całkowitego (OS) od rozpoczęcia Ra223 wynosiła 9–23,5 miesiąca, a ukończenie ≥5 cykli wiązało się z 2 do 5-krotną poprawą przeżycia; istotne znaczenie przypisuje się m.in. stanowi sprawności ogólnej (ECOG) i aktywności ALP [1]. W piśmiennictwie brakuje opublikowanych danych z Polski dotyczących wyników leczenia Ra-223. Celem pracy była ocena przeżycia całkowitego (OS) po rozpoczęciu Ra-223 w jednoośrodkowej kohorcie oraz identyfikacja czynników rokowniczych.

Materiał i metody. Retrospektywna analiza objęła wszystkich pacjentów leczonych Ra223 w Narodowym Instytucie Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie – Państwowym Instytucie Badawczym, Oddział w Gliwicach, w okresie 28.03.2018–27.11.2025. OS zdefiniowano jako czas od pierwszego podania Ra223 do zgonu lub cenzorowania. Analizę przeżycia przeprowadzono metodą Kaplana–Meiera, różnice między grupami oceniano testem log-rank. Wielkość efektu oszacowano w modelu Coxa, wyrażono jako iloraz hazardów (HR) wraz z 95% przedziałami ufności (PU). W analizach jednoczynnikowych uwzględniono: wyjściowy ECOG (0–1 vs 2), aktywność fosfatazy zasadowej, ALP (≤116 vs >116 U/l), liczbę podań Ra223 (5–6 vs 1–4) oraz przetoczenia koncentratu krwinek czerwonych (KKCz) w trakcie terapii. Założono poziom istotności alfa=0,05. Obliczeń dokonano w pakiecie Rv4.1.3. W czasie przygotowywania analizy dysponowano badaniami scyntygraficznymi u 125 chorych.

Wyniki. Przeanalizowano 144 chorych (ECOG 0/1/2: n=37/82/25); mediana wieku 69,2 roku (IQR 65,7–74,6). Ra223 najczęściej stosowano w 3. linii leczenia (59,7%). Odnotowano 124 zgony; mediana czasu obserwacji wśród pacjentów ocenzurowanych wyniosła 6,42 miesiąca (4,30–9,77). Mediana OS wyniosła 8,84 miesiąca (95%PU:7,62–9,56). Ukończenie 5–6 podań wiązało się z istotnie dłuższym OS (12,95 vs 5,82 miesiąca; HR=0,37; 95%PU:0,26–0,54; p<0,0001). Krótszy OS obserwowano u pacjentów wymagających transfuzji KKCz (6,3 vs 9,3; HR=1,91; 95%PU:1,27–2,87; p=0,002), z wyjściową aktywnością ALP>116 U/l (7,5 vs 14,0; HR=2,30; 95%PU:1,55–3,42; p<0,0001) i w stanie sprawności ECOG=2 (6,3 vs 9,0; HR=1,73; 95%PU:1,09–2,74; p=0,02, rycina 4). W badaniach scyntygraficznych u większości chorych (82%) stwierdzono rozległe zajęcie układu kostnego (>10 ognisk przerzutowych lub superskan). Nie wykazano istotnych różnic w przeżyciu całkowitym między chorymi z >10 a ≤10 ogniskami przerzutowymi.

Wnioski. W polskiej jednoośrodkowej analizie retrospektywnej pacjentów leczonych Ra223, mediana OS wyniosła 8,8 miesiąca. Podobnie jak w cytowanym przeglądzie badań „real-world", ukończenie ≥5 podań oraz niższa aktywność ALP wiązały się z istotnie lepszym rokowaniem. Wyniki podkreślają znaczenie odpowiedniej kwalifikacji do terapii Ra223.

Rak prostaty - diagnostyka i terapia

Pierwsze doświadczenia NIO-PIB im. M. Skłodowskiej Curie w Gliwicach w paliatywnym leczeniu radioligandowym 177L-PSMA-617 (Pluvicto) raka prostaty

Aleksandra Kropińska

Marek Hamm, Aleksandra Ledwon, Magdalena Wiśniewska, Daria Handkiewicz-Junak

Narodowy Instytut Onkologii im. M. Skłodowskiej Curie- Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Gliwicach, Gliwice, Polska

Wstęp. Terapia radioligandowa 177Lu-PSMA-617 (Pluvicto) jest nową opcją terapeutyczną dla chorych z postępującym, przerzutowym, opornym na kastrację rakiem gruczołu krokowego (mCRPC) z obecnością antygenu błonowego gruczołu krokowego (PSMA), którzy byli wcześniej leczeni inhibitorami szlaku sygnałowego androgenów oraz chemioterapią opartą na taksanach i nie są kandydatami do terapii molekularnie celowanej. Leczenie Pluvicto dotychczas nie podlega refundacji w Polsce.

Cel. Celem pracy jest przedstawienie pierwszych doświadczeń w paliatywnej terapii Pluvicto przeprowadzonej w ramach ratunkowego dostępu do technologii lekowej (RDTL) w 2025 roku w NIO-PIB w Gliwicach.

Materiał i metody. Do leczenia kwalifikowano pacjentów z progresującym mCRPC, którzy wyczerpali standardowe metody leczenia i spełniali następujące kryteria kwalifikacji (oparte na kryteriach badania rejestracyjnego VISION):
- ekspresja PSMA obecna we wszystkich zmianach przerzutowych (≥ miPSMA2 wg skali PROMISE),- odpowiednia wydolność narządowa: WBC ≥ 2,5 x 109/l, PLT ≥ 100 x 109/l, Hb ≥ 10 g/dl, eGFR ≥ 50 ml/min, bilirubina ≤ 1,5 x GGN, ALT lub AST ≤ 3,0 x GGN (≤ 5,0 x GGN, gdy przerzuty w wątrobie), albumina > 3g/dl,
- dobry stan ogólny (ECOG ≥ 2).

Kryteria wykluczenia obejmowały przebyte leczenie izotopowe w okresie <6 mies., przetoczenie krwi < 30 dni, superskan w wyjściowej scyntygrafii kości, przerzuty do OUN, objawowy/zbliżający się ucisk rdzenia kręgowego.

Charakterystyka pacjentów: Mężczyźni w wieku 57–71 lat (śr. 67), z rakiem prostaty GS 3+3 (9%), 3+4 (18%), 4+3 (36%), 4+4 (27%), 4+5 (9%), leczeni śr. 6,3 roku (3–13 lat), w tym śr. 3 lata (1–7,6) mCRPC, z przerzutami do pozaregionalnych węzłów chłonnych (100%), kości (90%), płuc (18%), wątroby (36%), nadnercza (9%). Przebyte leczenie systemowe:- enzalutamid (100%) oraz drugi ARPi (18%),
- 1–4 linii chemioterapii (mediana 2) (100%),
- 223Ra (18%).

Przebieg leczenia. Spośród 20 skierowanych pacjentów do leczenia Pluvicto zakwalifikowano 11 chorych. W tej grupie w okresie od czerwca 2025 do stycznia 2026 podano 34 aktywności terapeutyczne Pluvicto, a ponadto przeprowadzono 92 wizyty kontrolne, wykonano 15 badań PET-PSMA, 16 badań TK, 11 scyntygrafii kośćca. U 3/11 chorych uzyskano regresję scyntygraficzną i biochemiczną z towarzyszącą poprawą stanu ogólnego. Z powodu progresji choroby leczenie zakończyło 7/11 chorych (2 po 1. cyklu, 1 po 2. cyklu, 1 po 3. cyklu, 3 po 4. cyklu), a 3 chorych zmarli.

W czasie terapii występowały głównie łagodne powikłania (krótkotrwałe nudności, samoograniczające się biegunki, suchość w jamie ustnej), w większości przypadków obserwowano poprawę parametrów hematologicznych. Tylko jeden pacjent wymagał transfuzji z powodu masywnej progresji uogólnionych przerzutów kości (po 4. cyklu). U jednego chorego wystąpiła po 2. cyklu schyłkowa niewydolność nerek (na tle niewydolności zanerkowej). U jednego chorego w przebiegu progresji doszło do kompresji rdzenia kręgowego z objawami neurologicznymi.

Wnioski. Leczenie radioligandowe 177Lu- Pluvicto jest obiecującą terapią onkologi czną, ale jednocześnie ogromnym wyzwaniem dla całego zespołu prowadzącego pacjenta. Terapia izotopowa w progresującym, opornym na hormonoterapię raku prostaty wymaga szybkiej ścieżki kwalifikacji chorych oraz organizacji często wielospecjalistycznej opieki nad pacjentem w trakcie leczenia.

Rak prostaty - diagnostyka i terapia

Wczesne jednoośrodkowe doświadczenia z zastosowaniem terapii radioligandowej Lu-PSMA-617 (Pluvicto®) u pacjentów z przerzutowym rakiem gruczołu krokowego opornym na kastrację (mCRPC) leczonych w ramach Ratunkowego Dostępu do Terapii Lekowej (RDTL)

Jacek Kabat

Marek Dedecjus

Klinika Endokrynologii Onkologicznej i Medycyny Nuklearnej Narodowego Instytutu Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie, PIB w Warszawie, Warszawa, Polska

Wprowadzenie i cel. Terapia radioligandowa ^{177}Lu-PSMA-617 stanowi opcję leczenia chorych na mCRPC po progresji w trakcie terapii ukierunkowanych na oś androgenową oraz chemioterapii taksanami. W badaniu VISION wykazano istotną redukcję ryzyka progresji choroby (HR 0,62). W Polsce leczenie jest dostępne w ramach programu RDTL po wyczerpaniu innych możliwości terapeutycznych. Celem pracy była ocena bezpieczeństwa terapii, zeszczególnym uwzględnieniem działań niepożądanych mogących prowadzić do jej przerwania u chorych po wielu liniach leczenia.

Materiały i metody. Do analizy włączono 11 mężczyzn z zaawansowanym mCRPC o wysokim stopniu zaawansowania według miTNM w badaniu PET/PSMA (mediana wieku 73 lata, zakres 64–81; ECOG 1–2). Leczenie prowadzono w ramach RDTL, podając aktywność 7,4 GBq dożylnie co 6 tygodni (maksymalnie 6 cykli). Monitorowano parametry hematologiczne oraz funkcję nerek i wątroby zgodnie z CTCAE v5.0. Mediana okresu obserwacji wyniosła 9 miesięcy.

Wyniki. Toksyczność hematologiczna była niska: niedokrwistość ≥G3 wystąpiła u 1/11 (9%) pacjentów, a trombocytopenia G4 u 1/11 (9%). Nie obserwowano istotnego pogorszenia funkcji nerek ani wątroby. Leczenie przerwano u 4/11 (36%) chorych z powodu: nasilonych bólów kostnych po 3 cyklach (1/11), zapalenia płuc i opłucnej z wysiękiem po 4 cyklach (1/11), ciężkiej bicytopenii (1/11) oraz zgonu w przebiegu progresji choroby po 2 cyklach (1/11). Nie odnotowano przerwania terapii bezpośrednio z powodu toksyczności związanej z Pluvicto®.

Wnioski. Terapia ^{177}Lu-PSMA-617 charakteryzowała się dobrą tolerancją oraz akceptowalną toksycznością hematologiczną, bez cech nefro- i hepatotoksyczności. Przerwania leczenia wynikały głównie z progresji choroby, co potwierdza korzystny profil bezpieczeństwa terapii w warunkach praktyki klinicznej, także u chorych w zaawansowanym wieku, z licznymi chorobami współistniejącymi i po wielu liniach leczenia.

Grupa tematyczna

Endokrynologia

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

Endokrynologia

Od SUVmax do radiomiki: analiza teksturalna incydentalnych, aktywnych metabolicznie w PET/CT guzków tarczycy

***Krystian Ślusarz*[1]**

Mikołaj Buchwald[2], Adrian Szczeszek[2], Szymon Kupiński[2], Juliusz Pukacki[2], Marek Ruchała[3], Rafał Czepczyński[1,3]

[1]Zakład Medycyny Nuklearnej, Affidea Poznań, Polska
[2]Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe, Poznań, Polska
[3]Katedra i Klinika Endokrynologii, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu, Poznań, Polska

Cel. Rosnąca dostępność oraz coraz szersze wskazania do wykonywania badań PET/CT skutkują częstszym rozpoznawaniem przypadkowych, aktywnych metabolicznie guzków tarczycy o niejednoznacznym charakterze, których dokładna ocena diagnostyczna przekracza możliwości standardowych wskaźników stosowanych rutynowo w praktyce klinicznej. W tym kontekście analiza teksturalna obrazów może być obiecującym narzędziem, umożliwiając ekstrakcję ukrytych informacji ilościowych odzwierciedlających złożoność mikrostruktury badanej tkanki.

Metodyka. Spośród badań PET/CT przeprowadzonych ze wskazań niezwiązanych z patologią tarczycy wyodrębniono grupę 104 pacjentów, u których przypadkowo wykryto aktywny metabolicznie guzek tarczycy, i skierowano ich do dalszej diagnostyki endokrynologicznej.Z obrazów PET wysegmentowano 104 guzki tarczycy, po czym wyodrębniono ich cechy radiomiczne, korzystając z biblioteki Python PyRadiomics. Bazując na modelu XGBoost, powiązano dane radiomiczne z wynikami cytologicznymi biopsji lub histopatologicznymi w przypadku tyreoidektomii.

Wyniki. W analizowanej kohorcie obejmującej 104 pacjentów zmiany o charakterze złośliwym rozpoznano u 25 pacjentów (61 ± 14 lat, kobiety: n = 21), natomiast zmiany łagodne stwierdzono u 79 pacjentów (71 ± 9 lat, kobiety: n = 64). Model AI (XGBoost) wykorzystujący dane radiomiczne przewidywał charakter aktywnego metabolicznie guzka tarczycy na poziomie AUC = 0,856 (95% CI: 0,765–0,944) w porównaniu do SUVmax uzyskującego AUC = 0,748 (95% CI: 0,615–0,880), jednak różnica ta nie była istotna statystycznie (p = 0,09). Dodatkowo obliczono progi odcięcia wartości SUVmax, wyznaczone odrębnie dla obu płci z zastosowaniem indeksu Youdena. Wartość indeksu Youdena dla SUVmax dla kobiet wynosiła 4,92 (czułość 66,7%, specyficzność 78,1%) oraz 4,80 dla mężczyzn (czułość 75,0%, specyficzność 86,7%).

Wnioski. Analiza cech radiomicznych przy pomocy AI ma potencjał uzyskania dokładniejszej niż wartość SUVmax charakterystyki incydentalnie wykrywanych, aktywnych metabolicznie guzków tarczycy, wspomagając różnicowanie ich charakteru.

Endokrynologia

Rola stężenia tyreoglobuliny w selekcji pacjentów ze różnicowanym rakiem tarczycy do badania [18F]FDG PET/CT przy negatywnej scyntygrafii jodem-131

Kamila W. Undas[1,2]

Katarzyna Kaczmarek[1], Maksymilian Osiowski[1], Maksymilian Olesiński[1], Ewelina Chudyba[1], Tymoteusz Gorczański[1], Anna Sowa-Staszczak[3], Monika Buziak-Bereza[3], Małgorzata Trofimiuk-Muldner[3], Alicja Hubalewska-Dydejczyk[3], Marta Opalińska[3]

[1]Studenckie Koło Naukowe Medycyny Nuklearnej, Wydział Lekarski, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska
[2]Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska
[3]Katedra i Klinika Endokrynologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska

Wstęp. Nowotwory tarczycy są piątym najczęściej występującym nowotworem wśród kobiet w Polsce (2023). Pomimo że rokowanie pacjentów ze zróżnicowanym rakiem tarczycy (DTC – differentiated thyroid cancer) jest zazwyczaj dobre, około 5–10% z nich rozwija przerzuty odległe, z których 30–40% staje się niejodochwytnych, co znacząco pogarsza prognozę. Lokalizacja zmian nowotworowych u takich pacjentów często stanowi wyzwanie diagnostyczne, a ważną rolę odgrywa pozytonowa tomografia emisyjna z użyciem 2-[18F]fluoro-2-deoksy-D-glukozy ([18F]FDG PET/CT), niekiedy po stymulacji egzogennym hormonem tyreotropowym (rhTSH).

Cel. Celem niniejszego badania było określenie różnic w poziomach tyreoglobuliny (Tg) między pacjentami z DTC z dodatnim i ujemnym wynikiem [18F]FDG PET/CT oraz wyznaczenie wartości odcięcia Tg, powyżej której badanie PET/CT prawdopodobnie będzie dodatnie.

Materiał i metody. Do analizy włączono 86 pacjentów z DTC, u których występowało podejrzenie wznowy DTC na podstawie podwyższonego stężenia Tg, przy jednocześnie ujemnym wyniku scyntygrafii z jodem-131. Wszyscy włączeni do analizy pacjenci przeszli całkowite lub częściowe usunięcie tarczycy, a następnie terapię radiojodem. Oprócz stężenia Tg oceniano poziom przeciwciał przeciw Tg (aTg), czas od operacji oraz cechy patomorfologiczne guza. Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu SPSS Statistics.

Wyniki. W grupie niestymulowanej rhTSH przed badaniem [18F]FDG PET/CT (n = 69, 80,2%) kobiety stanowiły 42 przypadki (60,9%), a mediana wieku w chwili rozpoznania wynosiła 61,0 lat (zakres 48,0–69,5). Rozpoznanie raka brodawkowatego stwierdzono u 50 pacjentów (72,5%), raka pęcherzykowego u 12 (17,4%) i raka onkocytarnego u 5 (7,2%). Mediana czasu między operacją a badaniem PET/CT wynosiła 3,0 lata (2,0–7,5). Pacjenci z dodatnim wynikiem [18F]FDG PET/CT (n = 49, 71,0%) charakteryzowali się istotnie wyższym wiekiem (48,5 vs 64 lat, p = 0,003) oraz niemal 13-krotnie wyższym poziomem Tg (1,04 vs 13,44 ng/ml, p = 0,001). Analiza krzywej ROC pozwoliła wyznaczyć wartość odcięcia Tg na poziomie 17,31 ng/ml (AUC = 0,753; 95% CI 0,637–0,868). Nie stwierdzono istotnych różnic w poziomach aTg między pacjentami z dodatnim i ujemnym wynikiem PET/CT (p > 0,05).
W grupie pacjentów stymulowanych rhTSH (n = 17, 19,8%) nie zaobserwowano istotnych różnic w poziomie Tg między osobami z dodatnim i ujemnym wynikiem PET/CT, zarówno przed, jak i po stymulacji (p > 0,05). Nie stwierdzono wpływu analizowanych cech histopatologicznych ani stężenia aTg na wynik badania PET/CT.

Wnioski. Pacjenci niestymulowani rhTSH z dodatnim wynikiem [18F]FDG PET/CT mieli istotnie wyższe stężenie Tg niż pacjenci z wynikiem ujemnym, co jest zgodne z wcześniejszymi doniesieniami. Wartość odcięcia Tg w naszej kohorcie (17,31 ng/ml) może wspomagać selekcję pacjentów do PET/CT w przypadku zmian niejodochwytnych. Wyniki podkreślają znaczenie monitorowania Tg i potrzebę dalszych badań w większych kohortach pacjentów.

Endokrynologia

Dozymetria w leczeniu zróżnicowanego raka tarczycy za pomocą 131I – real world experience

Jacek Makarewicz[1,2]

Piotr Jarek[1,2]

[1]Oddział Medycyny Nuklearnej, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny w Zgierzu, Zgierz, Polska
[2]Zakład Medycznych Technik Obrazowania, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, Polska

Wstęp. Standardowe podejście do leczenia przerzutów zróżnicowanego raka tarczycy izotopem 131I opiera się najczęściej na podawaniu stałych, empirycznych aktywności (np. 100–300 mCi w zależności od lokalizacji zmian). Metoda ta, choć względnie tania i prosta, niesie ze sobą ryzyko podania dawki niewystarczającej dla wyleczenia zmian lub przekroczenia bezpiecznej dawki dla szpiku kostnego. Alternatywą jest dozymetria indywidualna, pozwalająca na optymalizację terapii zgodnie z wymogami prawnymi.

Cel. Celem pracy jest przedstawienie własnych doświadczeń w zakresie stosowania dozymetrii zmian nowotworowych i dozymetrii szpiku kostnego u pacjentów ze zróżnicowanym rakiem tarczycy kwalifikowanych do leczenia za pomocą 131I oraz ocena praktycznej użyteczności metody opisanej przez Hänscheida w planowaniu aktywności terapeutycznej.

Materiały i metody. Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat w Oddziale Medycyny Nuklearnej WSzS w Zgierzu stosowano metody dozymetrii preterapeutycznej zmian nowotworowych wg MIRD (MIRDOSE, NukDos, OLINDA/EXM), dozymetrii krwi i szpiku kostnego wg Lassmanna (EANM), wg Thomasa oraz wg Hänscheida.
Protokoły badania obejmowały: podanie aktywności diagnostycznej 131I oraz, odpowiednio do potrzeb: pomiar aktywności w całym ciele (scyntygrafia całego ciała za pomocą gamma-kamery / sondy scyntylacyjnej) po 2, 6, 24, 72–96, 144 godzinach, pomiar aktywności w próbce krwi po 2, 6, 24, 72–96, 144 godzinach, SPECT/CT wybranej okolicy, obliczenie czasu retencji i aktywności skumulowanej 131I w zmianie, krwi i/lub całym ciele oraz aktywności terapeutycznej 131I. W zależności od stosowanej metody zakładano uzyskanie dawki pochłoniętej > 80 Gy na zmianę lub < 2 Gy na szpik kostny.

Wyniki. Metody bezpośredniej dozymetrii zmian nowotworowych oraz metody dozymetrii krwi i szpiku kostnego wg Lassmanna i wg Thomasa są czaso- i pracochłonne, podatne na błędy, w niektórych przypadkach trudne do praktycznego zastosowania, źle tolerowane przez pacjentów. Do rutynowego stosowania przyjęto metodę Hänscheida charakteryzującą się znacznym uproszczeniem procedury w porównaniu do pozostałych protokołów, wymagającą tylko jednego dodatkowego pomiaru po 48 godzinach. Dokładność metody szacowana jest na ok. +/- 25% względem metod referencyjnych. W analizowanych przypadkach metoda pozwoliła na bezpieczne podawanie wysokich aktywności terapeutycznych (do ok. 400–500 mCi 131I) przy zachowaniu marginesu bezpieczeństwa dla układu krwiotwórc-

Endokrynologia

Ocena użyteczności [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT w raku rdzeniastym tarczycy

Klaudia Zajkowska[1]

Piotr Jarek[1,2]

Elwira Bakuła-Zalewska[2], Paulina Cegla[1], Marta Wojewódzka-Mirocha[1], Paweł Ochman[1], Agata Sackiewicz[1], Joanna Januszkiewicz-Caulier[1], Joanna Długosińska[1], Małgorzata Czetwertyńska1, Marek Dedecjus[1]

[1]Klinika Endokrynologii Onkologicznej i Medycyny Nuklearnej, Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska
[2]Zakład Patomorfologii Nowotworów, Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska

Wstęp. Antygen błonowy swoisty dla prostaty (PSMA) ulega ekspresji w neowaskulaturze wielu guzów litych, w tym nowotworów tarczycy. Dostępne w piśmiennictwie pojedyncze opisy przypadków sugerują możliwość wykrywania ognisk raka rdzeniastego tarczycy (MTC) przy użyciu pozytonowej tomografii emisyjnej połączonej z tomografią komputerową (PET/CT) z ligandami PSMA, jednak wartość diagnostyczna tej metody nie została dotychczas potwierdzona. Celem pracy było porównanie przydatności klinicznej badania [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT z [18F]FDG PET/CT u chorych na MTC, ocena ekspresji PSMA w badaniu immunohistochemicznym (IHC) oraz analiza zależności między ekspresją PSMA w IHC i [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT.

Metody. Do tego prospektywnego pilotażowego badania włączono 11 pacjentów z MTC po całkowitej tyreoidektomii, z podwyższonym stężeniem kalcytoniny sugerującym obecność wznowy – dwóch z wcześniej zidentyfikowanymi zmianami przerzutowymi i dziewięciu z prawidłowymi wynikami klasycznych badań obrazowych. U pacjentów wykonano [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT oraz [18F]FDG PET/CT oraz barwienia IHC na obecność PSMA i CD31. Analizę półilościową obrazów PET przeprowadzono z wykorzystaniem standaryzowanych wartości wychwytu (SUV), znormalizowanych do masy ciała, oraz wskaźników zmiana–tło (TBR).

Wyniki. Badanie [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT było dodatnie u 4/11 (36,4%) chorych: u obu pacjentów z wcześniej rozpoznanymi zmianami strukturalnymi (guz śródpiersia górnego oraz przerzuty do wątroby) oraz u 2/9 chorych bez znanych zmian przerzutowych (w obu przypadkach uwidoczniając drobne ogniska w loży po tyreoidektomii). Badanie [18F]FDG PET/CT było dodatnie u 1/11 (9,1%) pacjentów i uwidoczniło rozpoznany wcześniej guz śródpiersia górnego, widoczny również w [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT.
Barwienia immunohistochemiczne wykonano u 10/11 pacjentów; ekspresję PSMA stwierdzono u 5/10 (50%), w większości przypadków umiarkowaną (5–50% naczyń). Przeprowadzono analizę korelacji parametrów półilościowych PET z ekspresją PSMA w IHC, stwierdzając silną zależność pomiędzy SUVmax (r = 0,800; p = 0,200) a TBRLiver (r = 0,800; p = 0,200), oraz umiarkowaną pomiędzy TBRBlood (r = 0,400; p = 0,600) a stopniem ekspresji PSMA w IHC, jednakże żadna z tych zależności nie osiągnęła istotności statystycznej.

Wnioski. [68Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT może stanowić wartościowe uzupełnienie diagnostyki obrazowej u chorych na MTC, umożliwiając wykrycie ognisk niewidocznych w [18F]FDG PET/CT. Potwierdzenie przydatności klinicznej tej metody wymaga badań obejmujących większe grupy pacjentów.

Endokrynologia

Czynniki wpływające na skuteczność metod obrazowania w pierwotnej nadczynności przytarczyc

Maja Cieślewicz1

Ewelina Szczepanek-Parulska[2], Dorota Filipowicz[2], Agnieszka Witowska[2], Paweł Komarnicki[2], Ariadna Zybek-Kocik[2], Rafał Czepczyński2, Marek Ruchała[2]

[1]Szkoła Doktorska Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego, Oddział Kliniczny Endokrynologii, Przemiany Materii i Chorób Wewnętrznych w Poznaniu, Poznań, Polska
[2]Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego, Oddział Kliniczny Endokrynologii, Przemiany Materii i Chorób Wewnętrznych w Poznaniu, Poznań, Polska

Wprowadzenie. Przedoperacyjna lokalizacja zmiany odpowiedzialnej za pierwotną nadczynność przytarczyc (PZ) umożliwia ograniczenie zakresu zabiegu, zmniejszenie bliznowacenia i redukcję ryzyka powikłań. Połączenie scyntygrafii 99mTc-MIBI ze SPECT/CT (MIBI) oraz oznaczenia PTH w popłuczynach biopsyjnych (PTHw) zwiększa skuteczność diagnostyki lokalizacyjnej. Na wynik obu metod mogą jednak wpływać czynniki anatomiczne i kliniczne oraz cechy samej zmiany.

Cel badania. Celem analizy jest ocena czynników wpływających na wyniki badań lokalizacyjnych – MIBI oraz PTHw – w diagnostyce przedoperacyjnej PZ.

Materiały i metody. Przeprowadzono dwa retrospektywne badania w grupie pacjentów z pierwotną nadczynnością przytarczyc:

Badanie 1 objęło 125 pacjentów

Badanie 2 włączono 54 chorych skutecznie zoperowanych z potwierdzeniem histopatologicznym
U wszystkich wykonano PTHw (oznaczenie PTH w popłuczynach z biopsji aspiracyjnej cienkoigłowej pod kontrolą USG) oraz scyntygrafię subtrakcyjną 99mTc-MIBI ze SPECT/CT.

Wyniki.

Badanie 1. Zarówno osoby z dodatnim PTHw, jak i MIBI cechowały się istotnie wyższym największym wymiarem ogniska. Jedynie dla MIBI zaobserwowano zależność pomiędzy dodatnim wynikiem a wymiarem PZ > 10 mm (p = 0,048). W grupie z lokalizacją PZ ustaloną w MIBI obserwowano tendencję do częstszego występowania niedoczynności tarczycy (p = 0,046). Pacjenci z dodatnim PTHw cechowali się istotnie wyższymi wynikami PTH w surowicy (123 vs 91,70 pg/ml; p = 0,02) i wapnia zjonizowanego (6,15 vs 5,94 mg/dl; p = 0,02), natomiast niższymi stężeniami witaminy D3 (27 vs 33 ng/ml; p = 0,04).

Badanie 2. Pacjenci z dodatnim PTHw prezentowali wyższe stężenia wapnia zjonizowanego (6,22 vs 5,76 mg/dl; p = 0,03). W grupie z dodatnim MIBI stwierdzono większe wymiary zmiany (12 mm vs 9 mm; p = 0,02) oraz wyższe stężenia PTH (135 vs 91,5 pg/ml; p = 0,03). W jednoczynnikowej regresji logistycznej obserwowano trend w kierunku większej wykrywalności zmian w MIBI wraz ze wzrostem ich wymiaru (OR = 1,32; p = 0,06).

Wnioski. Wyniki badań wskazują na zasadność indywidualizacji strategii kwalifikacji do obrazowania w zależności od charakterystyki klinicznej pacjenta. Obserwacje potwierdzają, że PTHw oraz scyntygrafia 99mTc-MIBI ze SPECT/CT wzajemnie uzupełniają się w przedoperacyjnej diagnostyce lokalizacyjnej w pierwotnej nadczynności przytarczyc, zwłaszcza w sytuacjach, gdy jedna z metod daje wynik ujemny bądź niejednoznaczny. Wśród szczególnie istotnych czynników należy wyróżnić rozmiar zmiany. Dalsze prospektywne badania obejmujące weryfikację histopatologiczną są niezbędne, aby potwierdzić te spostrzeżenia.

Endokrynologia

Porównanie metod lokalizacyjnych w chorobie Cushinga – PET/CT z użyciem [11C]C-metioniny a MRI i BIPSS

Adam D. Durma[1,2]

Marek Saracyn[1,2], Maciej Kołodziej[1], Grzegorz Zieliński[3], Piotr Zięcina[4,2], Grzegorz Kamiński[1]

[1]Klinika Endokrynologii i Terapii Izotopowej, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska
[2]Uniwersytet Warszawski, Wydział Lekarski, Warszawa, Polska
[3]Klinika Neurochirurgii, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska
[4]Zakład Radiologii Inwazyjnej, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska

Wstęp i cel badania. Zespół Cushinga to schorzenie, u którego podłoża leży przewlekła hiperkortyzolemia. Najczęstszą przyczyną endogennego zespołu Cushinga, czyli choroby Cushinga (ang. Cushing disease – CD), jest nadprodukcja ACTH przez gruczolaka przysadki. Złotym standardem w diagnostyce CD jest cewnikowanie zatok skalistych dolnych (ang. bilateral inferior petrosal sinus sampling – BIPSS), które potwierdza przysadkową produkcję ACTH. Niemniej poszukuje się nieinwazyjnych metod diagnostycznych zapewniających wyższy poziom bezpieczeństwa niż BIPSS.
Nasze prospektywne badanie miało na celu ocenę przydatności pozytonowej tomografii emisyjnej z użyciem znakowanej węglem-11 metioniny ([^{11}C]C-MET PET/CT) w diagnostyce CD.

Materiał i Metody. W badaniu wzięło udział 21 pacjentów z CD, u których wykonano BIPSS, MRI przysadki oraz [^{11}C]C-MET PET/CT. Dodatkowo, dysponując materiałem retrospektywnym pacjentów bez choroby przysadki, u których badanie [^{11}C]C-MET PET/CT wykonano z innego powodu, zakwalifikowano ich do „grupy kontrolnej".

Wyniki. Czułość BIPSS, MRI i [^{11}C]C-MET PET/CT wyniosła odpowiednio 100%, 59% i 24%, podczas gdy swoistość 100%, 73%, 13%.
Porównano kolejno wyniki PET/CT pacjentów z kortykotropowymi gruczolakami przysadki (n=18) z osobami bez patologii przysadki (n=18), a wyniki wykazały istotnie wyższy SUVmax w przysadce w grupie badanej (3,74±0,90 vs. 1,87±1,17; p<0,001).
W analizie krzywej ROC pole pod krzywą (AUC) wyniosło 0,889 (p <0,001; CI 95% 0,784–0,994). Dla SUVmax 2,60 obliczona czułość i swoistość wyniosły odpowiednio 89% i 78%, a dla SUVmax 3,56 czułość i swoistość wyniosły odpowiednio 67% i 89%.

Wnioski. Badanie BIPS pozostaje najbardziej czułą i swoistą metodą lokalizacyjną gruczolaków kortykotropowych przysadki. Badanie [11C]C-MET PET/CT okazało się najmniej czułe i swoiste z zastosowanych przez nas metod. Większe gromadzenie [^{11}C]C-MET w przysadce u chorych na CD może wskazywać na zwiększony metabolizm aminokwasów w gruczole i pośrednio sugerować obecność gruczolaka przysadki.

Grupa tematyczna

Radiofarmacja

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

Radiofarmacja

Badania niekliniczne radiofarmaceutyków na przykładzie PSMA jako podstawa projektowania badań klinicznych w onkologii

Agnieszka Sawicka

Wioletta Wojdowska, Barbara Janota, Marcin Radzik, Anna Drapsa, Renata Mikołajczak, Piotr Garnuszek

Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk, Polska

Badania niekliniczne służą do oceny bezpieczeństwa, skuteczności i właściwości farmakokinetycznych nowych substancji leczniczych przed wprowadzeniem ich do badań z udziałem ludzi. Ich celem jest identyfikacja terapii kandydujących o największym potencjale oraz stworzenie solidnych podstaw do zaprojektowania badania klinicznego w sposób zapewniający optymalny bilans korzyści i ryzyka.

PSMA-T4 i PSMA-11 to ligandy o wysokim powinowactwie do receptora PSMA (prostate-specific membrane antigen), co umożliwia selektywne wiązanie i internalizację w komórkach nowotworowych z ekspresją PSMA, takich jak rak prostaty czy potrójnie ujemny rak piersi (TNBC). Jako radiofarmaceutyki diagnostyczne podlegają one definicji microdose (mikrodawek) zgodnie z ICH M3(R2) i wytycznymi EMA, co pozwala na uproszczony, ukierunkowany program niekliniczny bez pełnych badań toksykologicznych, redukując bariery regulacyjne. Zakres badań nieklinicznych obejmuje badania farmakologii in vitro (powinowactwo do PSMA, internalizacja, specyficzność wiązania), badania farmakokinetyki i biodystrybucji in vivo z zastosowaniem modeli mysich lub szczurzych oraz ocenę wewnętrznej radiacyjnej dawki pochłoniętej dla narządów krytycznych. Szczególne znaczenie mają modele z ksenograftami linii komórkowych nadekspresjonujących PSMA, które umożliwiają porównanie cząsteczek pod kątem wychwytu guza, klirensu z krwi oraz stosunków guz/tło, co bezpośrednio przekłada się na założenia dotyczące czułości i swoistości obrazowania lub skuteczności terapii w badaniach klinicznych. Zakres toksykologii dla radiofarmaceutyków jest zredukowany do oceny toksyczności narządowej oraz ewentualnych efektów odległych po podaniu jednorazowym.

[68Ga]Ga□PSMA□11 i [99mTc]Tc□PSMA□T4 zostały szczegółowo scharakteryzowany w modelach ksenograftów LNCaP i innych liniach PSMA□dodatnich, wykazując wysokie, swoiste gromadzenie w guzie przy relatywnie niskim i szybko malejącym gromadzeniu w nerkach, dominującym wydalaniu nerkowym oraz korzystnych stosunkach guz/tło. Zastosowanie [99mTc]Tc□PSMA□T4 w modelach TNBC, w których PSMA zlokalizowane jest głównie w śródbłonku naczyń nowotworowych, sugeruje prognostyczną rolę PSMA□T4 – korelację wychwytu z odpowiedzią neoadjuwantową.

Integracja wyników badań nieklinicznych umożliwiła zaprojektowanie badań klinicznych fazy I/II z PSMA□T4 i PSMA-11. Wyniki badań biodystrybucji i dozymetrii pozwoliły na oszacowanie przewidywanych dawek promieniowania u ludzi poprzez modelowanie translacyjne, co jest kluczowe przy określaniu dawek początkowych i maksymalnych, a także przy definiowaniu kryteriów wyłączenia związanych z funkcją nerek, szpiku kostnego czy współistniejącym leczeniem. W ramach badań nieklinicznych zoptymalizowano struktury ligandów, wpływając na ich retencję w guzie i zmniejszenie obciążenia narządów krytycznych, co bezpośrednio przełożyło się na projektowanie dawek, odstępów między cyklami oraz kryteriów modyfikacji dawki w badaniach klinicznych z [177Lu]□PSMA czy nowymi ligandami theranostycznymi. Dane toksykologiczne stanowiły podstawę planu monitorowania bezpieczeństwa oraz definiowania punktów końcowych. W rezultacie badania niekliniczne stanowią fundament bezpiecznego i efektywnego wprowadzania radiofarmaceutyków PSMA do praktyki klinicznej, zgodnie z nowoczesnymi wymaganiami regulacyjnymi.

Radiofarmacja

Kontrola jakości preparatów [^{225}Ac]Ac-DOTA-TATE i [^{225}Ac]Ac-PSMA-D4 w kontekście ich zastosowania w warunkach szpitalnych

Marcin Radzik

Barbara Janota, Anna Drapsa, Agnieszka Sawicka, Wioletta Wojdowska, Łukasz Sochaczewski, Kinga Wojciechowska, Paweł Saganowski, Zbigniew Tymiński, Piotr Garnuszek

Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk, Polska

Wstęp. Rosnące zainteresowanie celowaną terapią alfa (TAT) z wykorzystaniem aktynu-225 stawia przed radiofarmacją nowe wyzwania w zakresie kontroli jakości (QC). Specyfika szeregu promieniotwórczego ^{225}Ac, w którym kluczowe izotopy pochodne (^{221}Fr i ^{213}Bi) emitują promieniowanie gamma, stwarza unikalne problemy analityczne. Tradycyjne podejście oparte na piku gamma ^{213}Bi (440 keV) wymagałoby wielogodzinnego oczekiwania na ustalenie równowagi promieniotwórczej, co jest logistycznie nieakceptowalne w rutynowej praktyce szpitalnej. Celem pracy było opracowanie i weryfikacja szybkiej, wiarygodnej metodyki QC dla preparatów [^{225}Ac]Ac-DOTA-TATE i [^{225}Ac]Ac-PSMA-D4, możliwej do wykonania przy użyciu standardowego wyposażenia pracowni medycyny nuklearnej.

Materiały i metody. Syntezę radiofarmaceutyków przeprowadzono z wykorzystaniem izotopu ^{225}Ac oraz prekursorów do znakowania DOTA-TATE i PSMA-D4 (NCBJ OR POLATOM). Czystość radiochemiczną (RCP) analizowano metodami: HPLC (metoda referencyjna z frakcjonowaniem), TLC z odczytem na skanerze radiochromatograficznym/autoradiografii cyfrowej oraz opracowaną metodą „cięcia paska" z pomiarem w liczniku studzienkowym. Kluczowym elementem nowej metodyki było wykorzystanie piku gamma fransu-221 (218 keV, T1/2 ≈ 4,8 min) i ustalenie okna energetycznego 180–220 keV. Pomiary wykonywano w punktach czasowych t=0h (zwolnienie) oraz po 24 h (pełna równowaga).

Wyniki. Badania wykazały, że standardowe metody obrazowe (skanery TLC) stosowane bezpośrednio po procesie znakowania (t < 1h) generują wyniki fałszywie zaniżone (średnie RCP ok. 91% vs 97% w HPLC) z powodu migracji izotopów pochodnych i braku równowagi na pasku chromatograficznym. Wykazano pełną zgodność wyników uzyskanych metodą „cięcia" (pomiar 30 min po rozwinięciu, okno ^{221}Fr) z referencyjną metodą HPLC oraz pomiarami równowagowymi po 24 h. Opracowana procedura pozwala na potwierdzenie RCP na poziomie >98% dla obu preparatów w czasie akceptowalnym klinicznie. Badania stabilności potwierdziły trwałość preparatów do 24–48 h (>97% RCP).

Wnioski. Opracowana metoda oparta na detekcji ^{221}Fr w wyciętym fragmencie paska iTLC pozwala na wiarygodne zwolnienie preparatów znakowanych ^{225}Ac w czasie ok. 30 minut od zakończenia syntezy. Metoda eliminuje konieczność stosowania drogiej aparatury (spektrometry alfa) i ryzyko błędów wynikających z użycia skanerów TLC przed ustaleniem równowagi. Jest to rozwiązanie optymalne do implementacji w warunkach szpitalnych, zapewniające bezpieczeństwo pacjenta i płynność pracy oddziału.

Radiofarmacja

[^{177}Lu]Lu-PSMA-D4: wpływ L- i D-tryptofanu na właściwości in vitro i in vivo

Monika Wyczółkowska1

Agnieszka Kulesza1, Agnieszka Sawicka1, Ewa Laszuk1, Milena Wójcicka1, Anna Jęderka1, Olga Sekerzh-Zenkovich1, Michał Maurin1, Piotr Garnuszek1

[1]Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Otwock-Świerk, Polska

Wstęp. Antygen błonowy swoisty dla prostaty (PSMA) jest silnie nadekspresjonowany w raku prostaty, szczególnie w chorobie zaawansowanej i przerzutowej, dlatego stanowi istotny cel dla diagnostyki i terapii radioizotopowej. Terapia ukierunkowana na PSMA z użyciem ligandów znakowanych ^{177}Lu opiera się na możliwie wysokiej selektywności wobec tkanki nowotworowej przy jednoczesnym ograniczeniu napromienienia tkanek zdrowych. O tym, czy radiofarmaceutyk spełni te założenia, decyduje nie tylko jego zdolność do wiązania i internalizacji w komórkach PSMA+, ale także zachowanie w krążeniu i w narządach, w tym stopień wiązania z białkami, lipofilność oraz szybkość eliminacji. Parametry te kształtują obciążenie narządów krytycznych (zwłaszcza nerek i ślinianek) oraz końcowy stosunek sygnału docelowego do tła. Zmiana konfiguracji jednego centrum stereogenicznego może generować diastereoizomery o odmiennym zachowaniu biologicznym, dlatego porównanie wariantów L-Trp i D-Trp jest kluczowe przed dalszym rozwojem przedklinicznym.

Cel. Porównanie dwóch diastereoizomerów [^{177}Lu]Lu-PSMA-D4 różniących się konfiguracją tryptofanu (L-Trp vs D-Trp) pod kątem właściwości fizykochemicznych, interakcji z receptorem PSMA oraz profilu farmakokinetyki i biodystrybucji u zdrowych zwierząt.

Materiały i metody. Oceniono lipofilność (logP), wiązanie z białkami osocza, wychwyt i internalizację w komórkach LNCaP oraz parametry wiązania saturacyjnego (Kd, Bmax). Cytotoksyczność oznaczano testem luminescencyjnym (IC_{50}) po 24/72/168 h. Zbadano również stabilność metaboliczną w preparatach wątrobowych i nerkowych (frakcje mikrosomalne/homogenaty). Dodatkowo In vivo wykonano badania farmakokinetyki i biodystrybucji po podaniu dożylnym u zdrowych szczurów Wistar (1–168 h).

Wyniki. Oba izomery były hydrofilowe i wykazywały porównywalne wiązanie z białkami. Izomer L-Trp miał wyższe powinowactwo do PSMA i większe Bmax oraz większy wychwyt w LNCaP. Po 168 h obserwowano silniejszy efekt cytotoksyczny dla L-Trp niż dla D-Trp. In vivo oba związki szybko klirensowały z krwi i wydalały się głównie nerkowo, z niską akumulacją w większości narządów; D-Trp wykazywał większą ekspozycję układową oraz tendencję do późnej retencji m.in. w wątrobie/RES, tarczycy, śliniankach i kościach. L-Trp charakteryzował się niższą aktywnością resztkową w nerkach po 168 h.

Wnioski. Konfiguracja L-Trp w [^{177}Lu]Lu-PSMA-D4 poprawia parametry oddziaływania z PSMA (powinowactwo, wychwyt i internalizacja) oraz nasila efekt cytotoksyczny w komórkach PSMA+. Jednocześnie obserwuje się mniejszą późną, niecelową retencję w narządach w badaniach in vivo u zdrowych szczurów, co wskazuje izomer L-Trp jako bardziej perspektywicznego kandydata do dalszych badań przedklinicznych.

Radiofarmacja

Porównawcza charakterystyka [^{64}Cu]Cu-PSMA-N4 i [^{64}Cu]Cu-PSMA-D4 w badaniach radiochemicznych, in vitro oraz in vivo

Agnieszka Kulesza

Monika Wyczółkowska, Michał Maurin, Justyna Pijarowska-Kruszyna, Olga Sekerzh-Zenkovich, Ewa Laszuk, Milena Wójcicka, Anna Jęderka, Agnieszka Sawicka, Piotr Garnuszek

Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Otwock–Świerk, Polska

Wstęp. Antygen błonowy specyficzny dla prostaty (PSMA) jest istotnym celem molekularnym w onkologii, wykazującym nadekspresję w raku gruczołu krokowego, szczególnie w postaciach zaawansowanych. Celem pracy było porównanie dwóch nowych radioznaczników PSMA znakowanych miedzią-64: [^{64}Cu]Cu-PSMA-D4 (chelator DOTA) oraz [^{64}Cu]Cu-PSMA-N4 (chelator NOTA), ze szczególnym uwzględnieniem internalizacji, stabilności oraz profilu biodystrybucji.

Materiały i metody. Część radiochemiczna obejmowała optymalizację warunków znakowania, ocenę wydajności (TLC) i czystości radiochemicznej (HPLC/TLC) oraz stabilności, w tym analizę wpływu buforu askorbinowego jako stabilizatora. Badania in vitro wykonano na linii komórkowej LNCaP: oznaczono wiązanie powierzchniowe i internalizację oraz przeprowadzono badanie nasycenia wiązania (Kd, Bmax). Badania in vivo obejmowały biodystrybucję i analizę farmakokinetyczną u samców szczura Wistar oraz ocenę specyficzności lokowania w modelu nowotworowym u myszy BALB/c Nude z ksenoprzeszczepem LNCaP.

Wyniki. Uzyskano wysoką czystość radiochemiczną obu preparatów. [^{64}Cu]Cu-PSMA-D4 wykazywał podatność na radiolizę, natomiast dodatek buforu askorbinowego po znakowaniu istotnie poprawiał stabilność. [^{64}Cu]Cu-PSMA-N4 charakteryzował się wysoką wydajnością oraz większą odpornością na radiolizę. W badaniach in vitro oba radioznaczniki wykazały porównywalne, wysokie powinowactwo do PSMA. Jednocześnie [^{64}Cu]Cu-PSMA-N4 wykazywał wyraźnie większą internalizację, co przekładało się na wyższy całkowity wychwyt komórkowy po 24 h. W badaniach in vivo [^{64}Cu]Cu-PSMA-N4 wykazywał dominującą eliminację nerkową oraz niską akumulację w wątrobie, natomiast [^{64}Cu]Cu-PSMA-D4 charakteryzował się wyższą retencją w wątrobie i przewodzie pokarmowym oraz wolniejszym klirensem. W modelu nowotworowym z ksenoprzeszczepem LNCaP [^{64}Cu]Cu-PSMA-N4 zapewniał korzystniejszy kontrast ogniska nowotworowego względem tła, natomiast [^{64}Cu]Cu-PSMA-D4 wykazywał wyższe tło i mniej korzystną dynamikę sygnału w ognisku nowotworowym.

Wnioski. [^{64}Cu]Cu-PSMA-N4 jest obiecującym kandydatem do dalszych prac rozwojowych ze względu na wyższą internalizację oraz korzystniejszy profil biodystrybucji.

Radiofarmacja

Na drodze do stabilności dostaw nowatorskich radionuklidów medycznych: doświadczenia NCBJ Ośrodka Radioizotopów POLATOM w projektach PRISMAP i SECURE

Izabela Cieszykowska

Małgorzata Żółtowska, Dariusz Pawlak, Kinga Wojciechowska, Renata Mikołajczak

Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Otwock-Świerk, Polska

Wstęp. Dynamiczny rozwój medycyny nuklearnej oraz radiofarmacji wymaga zapewnienia stabilnego dostępu do wysokiej jakości radionuklidów medycznych zarówno do badań przedklinicznych i klinicznych, jak i do rutynowej praktyki klinicznej. W ostatnich latach dwa europejskie projekty badawcze PRISMAP [1] i SECURE [2] miały na celu rozwój technologii produkcji nowych radionuklidów do celów medycznych, standaryzację wymagań jakościowych oraz wzmocnienie europejskiego łańcucha dostaw. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie doświadczeń, wyników oraz znaczenia udziału NCBJ Ośrodka Radioizotopów POLATOM w realizacji tych projektów.

Zakres prowadzonych prac. W ramach projektu PRISMAP opracowano technologie wytwarzania izotopów terapeutycznych skandu-47 (47Sc) [3] i terbu-161 (161Tb) [4], obejmujące aktywację neutronową w reaktorze Maria, separację radiochemiczną metodą chromatografii ekstrakcyjnej z użyciem żywic DGA i LN2 oraz procedury kontroli jakości zgodne z monografiami farmakopealnymi. Otrzymane radionuklidy spełniały wymagania jakościowe użytkowników projektu PRISMAP, z Uniwersytetu w Uppsali, ze Szpitala Uniwersyteckiego w Bernie oraz z King's College w Londynie, i umożliwiły badania nad nowymi radiofarmaceutykami w molekularnej radioterapii opartej na przeciwciałach oraz peptydach [5].
W projekcie SECURE szczególną uwagę poświęcono badaniu możliwości odzysku kosztownego materiału tarczowego gadolinu-160 (160Gd) do produkcji 161Tb oraz niklu-64 (64Ni), materiału tarczowego do cyklotronowej produkcji 64Cu, mając na uwadze zwiększenie efektywności ekonomicznej i zrównoważony charakter produkcji radionuklidów. Dodatkowo oceniono jakość 188Re i 212Pb pozyskiwanych z generatorów radionuklidowych w SCK-CEN (Belgia) oraz NRG Pallas (Holandia), uwzględniając czystość radionuklidową, chemiczną i radiochemiczną oraz efektywność znakowania DMSA i DOTA-TATE.

Wnioski. Udział NCBJ Ośrodka Radioizotopów POLATOM w projektach PRISMAP i SECURE pozwolił zdobyć unikalne kompetencje technologiczne, doświadczenie w międzynarodowej współpracy oraz opracować rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo, efektywność i trwałość dostaw radioizotopów w Europie. Osiągnięte rezultaty stanowią istotny wkład w rozwój innowacyjnych radiofarmaceutyków oraz w przyszłe zastosowania kliniczne w medycynie nuklearnej, jednocześnie wzmacniając europejską infrastrukturę badań i produkcji radionuklidów.

Bibliografia

[1] PRISMAP project – the European medical isotope programme: production of high purity isotopes by mass separation. https://www.prismap.eu/ [dostęp: 29.04.2026]

[2] SECURE project - Strengthening the European Chain of sUpply for next generation medical RadionuclidEs. https://enen.eu/index.php/portfolio/secure-project/ [dostęp: 29.04.2026]

[3] I. Cieszykowska et al. Scandium-47 as a radionuclide precursor: Feasibility of production in a 47Ca/47Sc generator-like system. Nucl Med Biol 152–153, 109595, 2026. https://doi.org/10.1016/j.nucmedbio.2025.109595 [dostęp: 29.04.2026]

[4] M. Żółtowska et al. Two-step extraction chromatography separation of 161Tb from 160Gd-enriched irradiated target material and verification of the [161Tb]TbCl3 suitability for radiolabelling. Appl Rad Isot 226, 112144, 2025. https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2025.112144 [dostęp: 29.04.2026]

[5] N. Kumar N et al. A true theranostic pair - 44/47Sc-labeled GRPR antagonist shows great promise for managing prostate and breast cancer. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2025. doi: 10.1007/s00259-025-07651-y

Podziękowania

Praca powstała w ramach projektów PRISMAP i SECURE finansowanych przez Unię Europejską na podstawie umów o dofinansowanie nr 101008571 oraz nr 101061230.

Radiofarmacja

CYCLONE® 30 XP- A VARIABLE-ENERGY CYCLOTRON TO PRODUCE A WIDE RANGE OF RADIOISOTOPES, INCLUDING ^{18}F, ^{64}Cu, ^{89}Zr, ^{68}Ge, ^{123}I, ^{111}In, ^{201}Tl and ^{211}At

Tomasz Szyszko

Sebastian Gańko, Dariusz Pawlak, Izabela Cieszykowska, Małgorzata Żółtowska, Tomasz Janiak, Renata Mikołajczak

Radioisotope Centre POLATOM, National Centre for Nuclear Research, Otwock, Poland

In the recently established Centre of Design and Synthesis of Radiopharmaceuticals for Molecular Targeting, CERAD, launched at NCBJ/POLATOM, the cyclotron plays a central role. The Cyclone 30 XP is a device used for producing radioisotopes for radiotherapy and medical diagnostics. It accelerates alpha particles to an energy of 30 MeV with a maximum intensity of 50 μAe, protons to energies ranging from 15 to 30 MeV with a maximum intensity of 400 μA, and deuterons to energies ranging from 9 to 15 MeV with a maximum intensity of 50 μA. These charged particles are accelerated by applying variable electric fields in a vacuum with a pressure of around 10-7 mbar. The particles are stimulated by a high-frequency electric field of 33-66 MHz to achieve maximum kinetic energy gain. Ions (charged particles) are injected by an ion source at the central point between the duant magnets. Notably, the alpha-beam is suitable for irradiating At-211.

Fig.1 Cyclone® 30 XP bunker entry door

Typical layout with two high-power solid targets installed on the left with p,d and alpha beam and a small line with 5 PET targets on the right with p,d beam.

The infrastructure of CERAD can be used for both research and commercial activities. It creates the platform for comprehensive research studies and design of new medicinal products, particularly radiopharmaceuticals, and for implementing diagnostic and therapeutic procedures for diseases, which are currently treated ineffectively. NCBJ's research potential as a consortium leader is supported by partner institutions: the University of Warsaw, Warsaw Medical University, Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Jagiellonian University Medical College, and the Medical University of Bialystok.

CERAD project is co-financed under the Smart Growth Operational Programme (SGOP) 2014-2020, Priority IV: INCREASING THE RESEARCH POTENTIAL, Measure 4.2. Development of modern research infrastructure of the science sector.

This project is supported by the Innovative Health Initiative Joint Undertaking (IHI JU) and its members, under Grant Agreement #101173001.

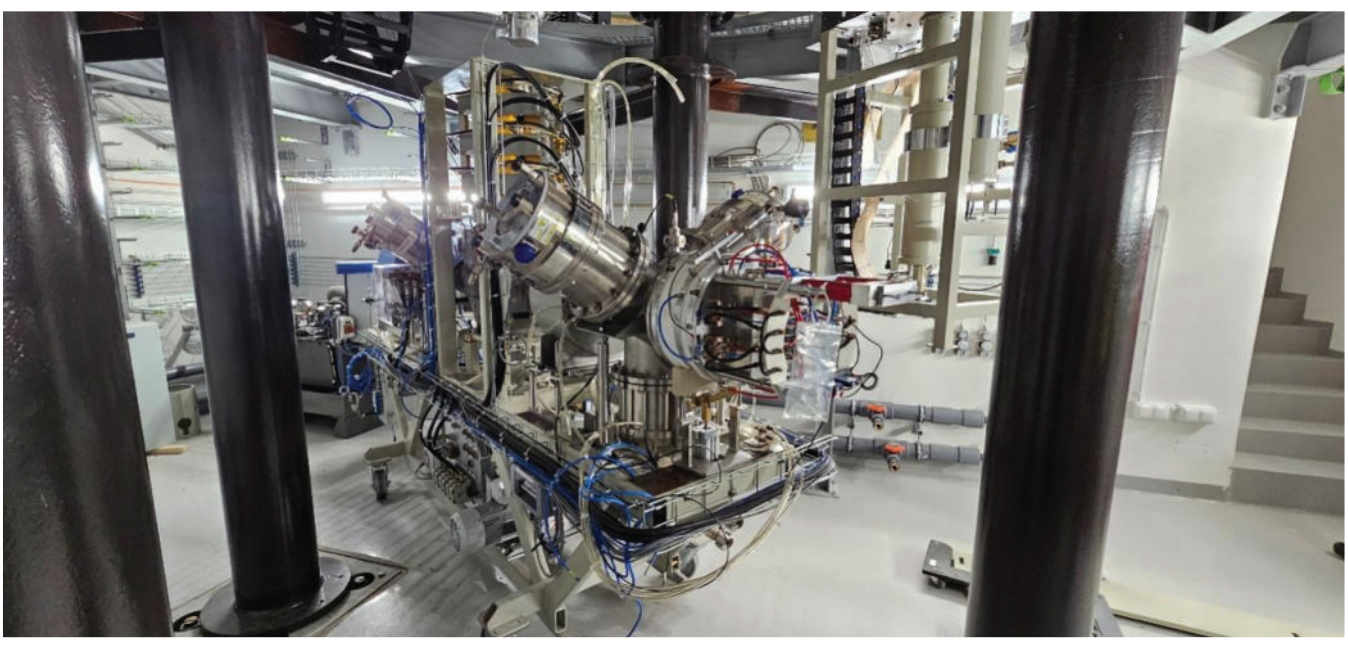


Fig.2 Cyclone® 30 XP Ion source

Fig.3 Cyclone® 30 XP Main part of cyclotrone system

Radiofarmacja

Spektrometria promieniowania gamma i alfa w badaniach jakościowych preparatów chemicznych

Zbigniew Tymiński

Paweł Saganowski, Ryszard Broda, Kinga Wojciechowska, Ewa Kołakowska, Marek Czudek, Justyna Marganiec-Gałązka, Izabela Cieszykowska, Natalia Lisowska, Aleksander Kamiński, Edyta Lech, Dariusz Cacko

Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk, Polska

Rozwój celowanej terapii nowotworowej TAT (ang. Targeted Alpha Therapy) znacznie zwiększył zainteresowanie radionuklidami α-promieniotwórczymi na świecie. Efektem tego trendu są realizowane projekty badawcze, w tym realizowany w Ośrodku Radioizotopów POLATOM NCBJ projekt „AlphaMet", uruchomiony w ramach programu EURAMET w 2023 r. Prowadzone prace mają na celu metrologiczne opracowanie pełnej spójności terapii TAT oraz wytycznych dot. wymagań dobrej praktyki. W przypadku radiofarmaceutyków opartych na emiterach alfa wyzwaniem jest pomiar aktywności promieniotwórczej oraz czystości radionuklidowej preparatu podawanego pacjentom.

Celem prezentowanej pracy jest opracowanie detekcji zanieczyszczeń emiterami gamma oraz alfa w badanych preparatach 225Ac oraz 223Ra, bezpośrednio po ich wytworzeniu. W praktyce oznacza to określenie limitu detekcji danego radionuklidu, czyli określenie minimalnej mierzalnej aktywności (MDA) w wybranych układach pomiarowych. Metodami stosowanymi w takim przypadku są spektrometria promieniowania alfa oraz gamma. W pracy opisano metodologię określenia zawartości zanieczyszczeń takich jak: 224Ra , 225Ra, 229Th i 233U oraz 235U.

Uzyskane wartości MDA zmieniały się w zależności od rodzaju detektora i warunków pomiarowych. Metodami spektrometrii α badano źródła otrzymywane po elektrodepozycji na stalowych krążkach. W tym przypadku limity detekcji zależały od rodzaju detektora i metody przygotowania preparatu pomiarowego, ale praktycznie nie podlegały zmianie przy zwiększaniu czasu pomiarowego. W przypadku 225Ac badanego metodami spektrometrii promieniowania gamma limity detekcji 225Ra wzrastały ze wzrostem aktywności 225Ac, a w przypadku 224Ra nie uległy drastycznym zmianom, natomiast znacznie malały przy zwiększaniu czasu pomiaru.

Grupa tematyczna

Kardiologia

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

Kardiologia

Obraz amyloidozy serca na podstawie regionalnego wychwytu [^{99}mTc]Tc-DPD w badaniach SPECT u pacjentów z amyloidozą ATTR typu dzikiego lub dziedzicznego

Anna Teresińska

Marek Cacko, Jacek Wnuk, Katarzyna Jóźwik-Plebanek, Bartosz Sawicki, Monika Gawor-Prokopczyk, Justyna Szczygieł, Łukasz Mazurkiewicz, Jacek Grzybowski

Narodowy Instytut Kardiologii, Warszawa, Polska

Wstęp. Amyloidoza serca (CA) jest chorobą rzadką. Jej najczęstsze formy to amyloidoza łańcuchów lekkich AL-CA i amyloidoza transtyretynowa ATTR-CA (typu dzikiego ATTRw lub typu dziedzicznego ATTRm). Uzgodniony algorytm nieinwazyjnej diagnostyki ATTR-CA bazuje na planarnej scyntygrafii (SCYNTplan): w podejrzeniu CA wysoki wychwyt radioznacznika kostnego w sercu, po wykluczeniu AL w badaniach laboratoryjnych krwi i moczu, pozwala rozpoznać ATTR-CA bez wykonywania biopsji. Aktualne wytyczne dotyczące diagnostyki ATTR-CA zalecają wykonywanie badania SPECT serca, gdy wynik SCYNTplan jest dodatni. Jednakże metody oceny wychwytu DPD w sercu w badaniach SPECT nie zostały zdefiniowane.

Cel. Przeanalizowanie wyników badań SPECT u pacjentów z potwierdzoną ATTR-CA i ocena regionalnego wychwytu 99mTc-DPD (DPD) pod kątem rozróżnienia ATTRw i ATTRm.

Materiał i metody. W okresie 7 lat scyntygrafię (SCYNT) oraz diagnostykę laboratoryjną pod kątem CA wykonano u 339 pacjentów [67±12 lat; 228M] z podejrzeniem ATTR-CA na podstawie oceny klinicznej oraz ECHO i/lub MR. Wynik SCYNT formułowano na podstawie obrazów planarnych całego ciała (WB), wg 4-st. skali Perugini (0 – brak wychwytu w obszarze serca, 3 – wychwyt w sercu wyższy niż w żebrach). SPECT wykonywano u pacjentów z niezerowym wychwytem DPD w obszarze serca w SCYNTplan. Regionalny wychwyt w SPECT analizowano w 17-seg. modelu lewej komory (LV) w 5-st. „odwróconej skali perfuzji" [0 – brak wychwytu, 4 –maksymalny wychwyt w LV]. Wprowadzono procentowy wskaźnik wychwytu (AMYL%) w 5 regionach [śc .przednia-ANT, śc. boczna-LAT, śc. dolna-INF, przegroda-SEP, koniuszek-APEX] oraz w całej LV. SCYNT oceniało 2 doświadczonych obserwatorów – wyniki ustalano na zasadzie konsensu. Ostateczne rozpoznanie ATTR-CA postawiono na podstawie badań genetycznych, histopatologicznych i hematologicznych.

Wyniki. ATTR-CA potwierdzono u 63 (19%) pacjentów (10-ATTRm, 53-ATTRw). Wiek pacjentów istotnie różnił się między grupami (54±8 vs 77±7 lat). W badaniach WB wychwyt DPD oceniano na 2,9±0,3 w ATTRm vs 2,9±0,2 w ATTRw (NS). Nie wykazano istotnych różnic w AMYL% w regionalnej ani całościowej ocenie ATTRm i ATTRw. W łącznej grupie 63 pacjentów najwyższą wartość AMYL% stwierdzono w SEP (90±12%). Najniższą wartość AMYL% stwierdzono w APEX [(43±34%), istotnie niższa niż w INF (58±19%, $p < 0,003$)]. Wartość AMYL% w LAT wynosiła 48±23% (niższa niż w INF, $p = 0,01$), w ANT - 53±24%.

Wnioski. U ok. 20% chorych z kardiomiopatią, po wykluczeniu amyloidozy AL w laboratoryjnych badaniach krwi i moczu, dzięki zastosowaniu SCYNTplan wykrywamy nieinwazyjnie ATTR-CA, rzadką chorobę możliwą obecnie do leczenia przyczynowego.
W naszej ocenie amyloidoza ATTR zawsze obejmowała przegrodę międzykomorową, w istotnie mniejszym stopniu rozprzestrzeniała się na dolną, przednią i boczną ścianę LV, w najmniejszym stopniu obejmowała koniuszek. Rozkład względnego wychwytu radioznacznika w mięśniu LV w badaniu SPECT nie różnicował pacjentów z ATTRm i z ATTRw.

Kardiologia

Korekcja osłabienia w scyntygrafii perfuzyjnej mięśnia sercowego SPECT/CT: problem kliniczny, nie tylko techniczny

Anna Teresińska

Jacek Wnuk, Katarzyna Jóźwik-Plebanek, Marek Cacko, Bartosz Sawicki

Samodzielna Pracownia Medycyny Nuklearnej, Narodowy Instytut Kardiologii, Warszawa, Polska

Wstęp. Wartość SPECT jest ograniczona przez zjawisko osłabienia promieniowania. Wytyczne ESC definiują niedokrwienie (ISCH) obejmujące ≥ 10% mięśnia lewej komory serca (MYOC) jako wskaźnik wysokiego ryzyka zdarzeń niepożądanych, na podstawie badań, w których nie stosowano korekty osłabienia (AC). Z drugiej strony, wytyczne EANM i ASNC zalecają ocenę obrazów serca bez AC (NoAC) oraz z AC (nie odnosząc się do 10-procentowej wartości progowej (ISCH-tresh)).

Cel. Przeanalizowanie wyników badań perfuzji MYOC, rejestrowanych techniką SPECT/CT i ocenianych po rekonstrukcji typu NoAC oraz AC.

Materiał i Metody. W 2025 r. w pracowni zbadano 777 chorych (459M, 318F) pod kątem ukrwienia MYOC, przy użyciu [99mTc]Tc-MIBI, stosując 2-dniowy protokół obciążeniowo-spoczynkowy i akwizycję SPECT/CT. Rekonstrukcję obrazów SPECT przeprowadzono metodą iteracyjną (OSEM 3D Flash z możliwą korekcją rozproszenia-i-osłabienia). Skorygowano artefakty ruchowe i wynikające z niedopasowania obrazów SPECT i CT.
Wychwyt w MYOC oceniano półilościowo na podstawie standardowych przekrojów i map perfuzji w 17-segmentowym modelu MYOC. Wyniki segmentarne połączono dla oceny 5 regionów (śc.przednia-ANT, boczna-LAT, dolna-INF; przegroda-SEP; koniuszek-APEX) i całego MYOC. Wpływ AC na wynik badania SPECT zbadano u pts, u których w badaniu SPECT-NoAC stwierdzono ISCH-tresh 10±2% (8-12% MYOC). Wyniki ustalało 2 doświadczonych obserwatorów (konsens).

Wyniki.

1. W zbadanej rocznej populacji chorych, w badaniu NoAC, istotne niedokrwienie indukowane obciążeniem (≥ 5% MYOC) stwierdzono u 92 (11,8%) pts – w tym ISCH < 8% MYOC u 53 (6,8% pts), ISCH-tresh 8–12% MYOC u 21 (2,7% pts; 11M, 10F) oraz ISCH > 12% MYOC u 18 (2,3% pts).
2. W grupie 21 pts z ISCH-tresh, po zastosowaniu AC:
a. ISCH zmniejszyło się istotnie z 10,5% do 7,3% MYOC (p < 0,03); u 14 z tych chorych (67%) ISCH spadło poniżej 8%,
b. W łącznej liczbie 42 badań spoczynkowych i obciążeniowych:
– w żadnym badaniu wychwyt w APEX nie uległ poprawie (uległ pogorszeniu w 24/42 badań); w ANT – najczęściej ulegał pogorszeniu (20/42 badań);
– w żadnym badaniu wychwyt w INF się nie pogorszył (najczęściej ulegał poprawie (27/42)); w LAT – najczęściej ulegał poprawie (20/42); w SEP – najczęściej pozostawał bez zmian (23/42).
3. Łącznie w grupie 21 pts z ISCH-tresh wykryto przejściowe ubytki (ub.) perfuzji w 80 regionach. Po zastosowaniu AC 59/80 ub. przejściowych zachowało swój charakter, a 21/80 (26%) zmieniło charakter (12-normalizacja, 9-ub. trwałe).

Wnioski. Korekta osłabienia CT-AC jest metodą niedoskonałą, działa odmiennie w różnych obszarach MYOC (służy korekcji wychwytu w INF i LAT, nie służy ocenie wychwytu w APEX i ANT) i nie powinna być stosowana do globalnej oceny ISCH w MYOC. Obowiązujące progowe kryterium prognostyczne (10% niedokrwienia) zostało ustalone na podstawie badań SPECT-NoAC i globalne ISCH powinno być raportowane z oceny takich badań. Ocena po AC spowodowałby, że u wysokiego odsetka chorych z ISCH-tresh niedokrwienie spadłoby poniżej 8% (w naszej grupie – 67% chorych) i chorzy ci zostaliby przesunięci do grupy niższego ryzyka bez scyntygraficznych wskazań do postępowania inwazyjnego. Natomiast kwalifikacja do rewaskularyzacji powinna opierać się na uważnym powiązaniu regionalnych zaburzeń perfuzji w obrazach NoAC i AC (po odrzuceniu fałszywych wyników korekcji) z odpowiadającymi tętnicami wieńcowymi.

Kardiologia

Clinical Evaluation of Myocardial Flow Reserve Values Calculated using Different Kinetic Models in SPECT Studies, Based on Invasive Coronary Angiography Dat

***Pawel Cichocki*[1]**

Anna Plachcinska[1]*, Zbigniew Adamczewski*[1]

[1]*Department of Nuclear Medicine, Medical University, Lodz, Poland*

Introduction. Myocardial perfusion imaging (MPI) is a well-established modality in diagnosis of coronary artery disease (CAD). However, it has some notable limitations, especially in diagnosis of triple-vessel CAD, where it has lower sensitivity. Quantitative measurements of myocardial blood flow (MBF) and myocardial flow reserve (MFR) were introduced to improve diagnostic utility of MPI in these situations. Gamma cameras equipped with semiconductor cadmium-zinc-telluride (CZT) detectors, such as Discovery NM 530c, can measure MBF and MFR in single photon emission computed tomography (SPECT) studies.

However, not all data processing models perform well with dynamic SPECT data. In our previous studies, we observed significant differences in MFR values calculated using 1 tissue compartment (1C) and net tracer retention (NR) models. The simpler NR model was also characterized by better interobserver processing repeatability compared to 1C.

The aim of this study was to assess the clinical usefulness of MFR values calculated using 1C and NR models, with invasive coronary angiography results used as a reference method.

Material and methods: Study included 43 patients (25 male, 18 female), with no prior history of myocardial infarction, referred for dynamic SPECT MPI who also underwent invasive coronary angiography (ICA). MPI studies were performed using Discovery NM530c camera according to the two-day rest-dipyridamole protocol with 587 MBq of 99mTc-MIBI administered intravenously each day. Dynamic images were acquired for 8 minutes (starting with MIBI injection). MFR values were calculated using 1C and NR models in the test version of Corridor 4DM v2024 software.

Results. 23/43 patients did not have features of significant stenosis in ICA (0% - 70% stenosis), while 20 had significant stenosis (>70%), including 9 patients with features of multi-vessel CAD.

Cut-off points of MFR values according to ROC curves were 1.66 for NR and 1.79 for 1C model. Sensitivity, specificity, and accuracy of the whole myocardium MFR values in detection of CAD were as follows: for 1C model – 0.75, 0.65 and 0.70; while for NR model – 0.55, 0.74, and 0.70, respectively. Area under the ROC curve was 0.67 for 1C model and 0,65 for NR model.

In patients with multi-vessel CAD, MFR calculated using 1C model had higher sensitivity compared to NR model (0.89 vs 0.67), with areas under ROC curves 0.80 and 0.70, respectively.

Conclusions. MFR values calculated using 1C model have better sensitivity and accuracy in diagnosis of CAD and multi-vessel CAD, compared to MFR values derived from NR model.

Kardiologia

Optimisation of Assessment of Myocardial Perfusion Studies on Discovery NM 530c Camera – Myocardial Flow Reserve Values Combined with Static SPECT Data

***Pawel Cichocki*[1]**

Anna Plachcinska[1]*, Zbigniew Adamczewski*[1]

[1]*Department of Nuclear Medicine, Medical University, Lodz, Poland*

Introduction. Dedicated cardiac gamma camera Discovery NM 530c allows for dynamic myocardial perfusion imaging (MPI) studies with myocardial flow reserve (MFR) assessments, providing cheaper and more widely available alternative to cardiac PET studies. Dynamic studies are still followed by routine static image acquisition. This gives an opportunity to expand the routine semi-quantitative static study assessment with MFR values, to potentially improve its diagnostic utility in coronary artery disease (CAD), especially in multi-vessel CAD.

The aim of this study was to select the best combination of parameters, from MFR values and summed rest, stress and difference scores (SRS, SSS, SDS, respectively), offering optimal diagnostic accuracy of MPI in detection of CAD, with particular focus on multi-vessel CAD. Invasive coronary angiography was used as a reference method.

Material and methods. Study included 43 patients (25 male, 18 female), with no prior history of myocardial infarction, referred for dynamic SPECT MPI who also underwent invasive coronary angiography (ICA). MPI studies were performed using Discovery NM530c camera according to the two-day rest-dipyridamole protocol with 587 MBq of [99mTc] Tc-MIBI administered intravenously each day. Dynamic images were acquired for 8 minutes (starting with MIBI injection) and were followed by a standard 3-minute static SPECT image acquisition approximately 1 hour after injection. MFR values were calculated using one tissue compartment model in the test version of Corridor 4DM v2024 software.

SPECT studies were visually assessed by two experienced nuclear medicine specialists by consensus, according to the 17-segment model of the left ventricle. Summed rest, stress and difference scores (SRS, SSS, and SDS, respectively) for the whole myocardium were calculated. SSS > 3 and MFR < 1.8 were considered features of significant perfusion defects.

Results. 23/43 patients did not have features of significant stenosis in ICA (0% - 70% stenosis), while 20 had significant stenosis (>70%), including 9 patients with features of multi-vessel CAD.

MPI studies achieved the best diagnostic utility when both SSS values and MFR values were indicative of ischaemia. With SSS > 3 and MFR < 1.8, sensitivity, specificity and accuracy in detection of CAD were respectively 0.65, 0.96, and 0.81, while in detection of multi-vessel CAD – 0.89, 0.82 and 0.84. Areas under the ROC curves were 0.80 for detection of CAD and 0.86 for multi-vessel CAD.

Conclusions. SSS from static MPI combined with MFR from dynamic study offers very good positive predictive value of CAD, especially in cases of multi-vessel CAD.

Kardiologia

Zastosowanie [^{99}mTc]Tc-MIBI SPECT do obiektywnej oceny wpływu implantacji reduktora zatoki wieńcowej na perfuzję mięśnia sercowego u pacjentów z oporną dławicą piersiową

***Tomasz Górnik*[1]**

Konrad Masiarek[1], Włodzimierz Grabowicz[1], Jakub Pitura[1], Paweł Gadzicki[2], Paweł Cichocki[2], Zbigniew Adamczewski[2], Michał Plewka[1]

[1]Klinika Kardiologii Interwencyjnej i Zaburzeń Rytmu Serca, Uniwersytecki Szpital Kliniczny nr 2 Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, Polska
[2]Zakład Medycyny Nuklearnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Polska

Wstęp. Oporna dławica piersiowa (ang. refractory angina pectoris – RAP) definiowana jest jako utrzymywanie się objawów niedokrwienia mięśnia sercowego pomimo optymalnej farmakoterapii (OMT) przy braku możliwości dalszej rewaskularyzacji przezskórnej (PCI) lub chirurgicznej (CABG). Problem ten dotyczy rosnącej populacji pacjentów z zaawansowaną chorobą wieńcową, u których wyczerpano klasyczne metody leczenia, a objawy dławicowe istotnie ograniczają codzienne funkcjonowanie oraz jakość życia.
Jedną z metod leczenia w tej grupie jest implantacja reduktora zatoki wieńcowej (ang. Coronary Sinus Reducer – CSR). Mechanizm działania urządzenia polega na wytworzeniu kontrolowanego zwężenia w obrębie zatoki wieńcowej, co indukuje wzrost ciśnienia żylnego. Prowadzi to do korzystnej redystrybucji przepływu krwi do niedokrwionych warstw podwsierdziowych. Dotychczasowe badania kliniczne wykazały, że zastosowanie CSR może prowadzić do istotnej redukcji nasilenia objawów. Mimo dowodów na poprawę kliniczną, wciąż ograniczona jest liczba danych dotyczących obiektywnych zmian perfuzji mięśnia sercowego.

Cel. Celem badania jest ocena wpływu implantacji CSR na perfuzję mięśnia sercowego w badaniu [99mTc]Tc-MIBI SPECT, tolerancję wysiłku oraz jakość życia pacjentów z RAP.

Materiał i metody. 8 pacjentów (7 mężczyzn, 1 kobieta) z rozpoznaną stabilną RAP (CCS II–IV) bez możliwości dalszej rewaskularyzacji, zakwalifikowanych do implantacji CSR. Każdy pacjent przed zabiegiem miał wykonaną scyntygrafię perfuzyjną mięśnia sercowego [99mTc]Tc-MIBI SPECT zarówno z korekcją atenuacji jak i bez, w której miał udokumentowane istotne indukowane obciążeniem niedokrwienie (obejmujące ≥ 10% miokardium ocenianych wg map polarnych i przekrojów). Badanie SPECT

Kardiologia

Ocena wczesnej kardiotoksyczności oraz dysfunkcji serca związanej z terapią radioligandową u pacjentów z nowotworami neuroendokrynnymi

Katarzyna Jóźwik-Plebanek

Marek Saracyn, Maciej Kołodziej, Weronika Mądra, Adam Daniel Durma, Mirosław Dziuk, Zuzanna Balcerska, Katarzyna Janiak, Katarzyna Gniadek-Olejniczak, Grzegorz Kamiński

Wojskowy Instytut Medyczny Państwowy Instytut Badawczy, Klinika Endokrynologii i Terapii Izotopowej, Warszawa, Polska

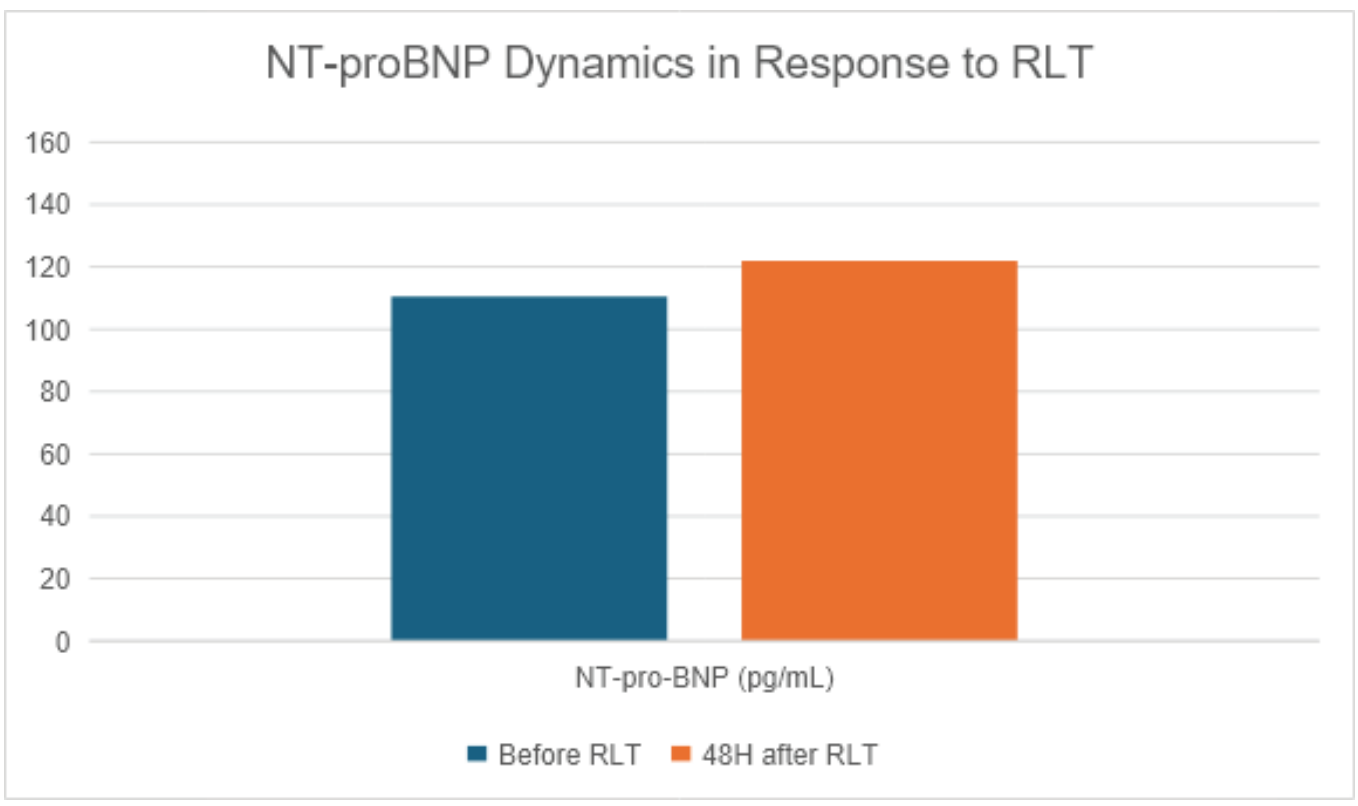
Wstęp. Kardiotoksyczność pozostaje problemem w wielu terapiach onkologicznych. Dotychczas brakuje szeroko zakrojonych badań oceniających potencjalny wpływ terapii radioligandowej (RLT) na uszkodzenie mięśnia sercowego u pacjentów z nowotworami neuroendokrynnymi (NET), szczególnie w podgrupach o zwiększonej podatności na takie uszkodzenie.

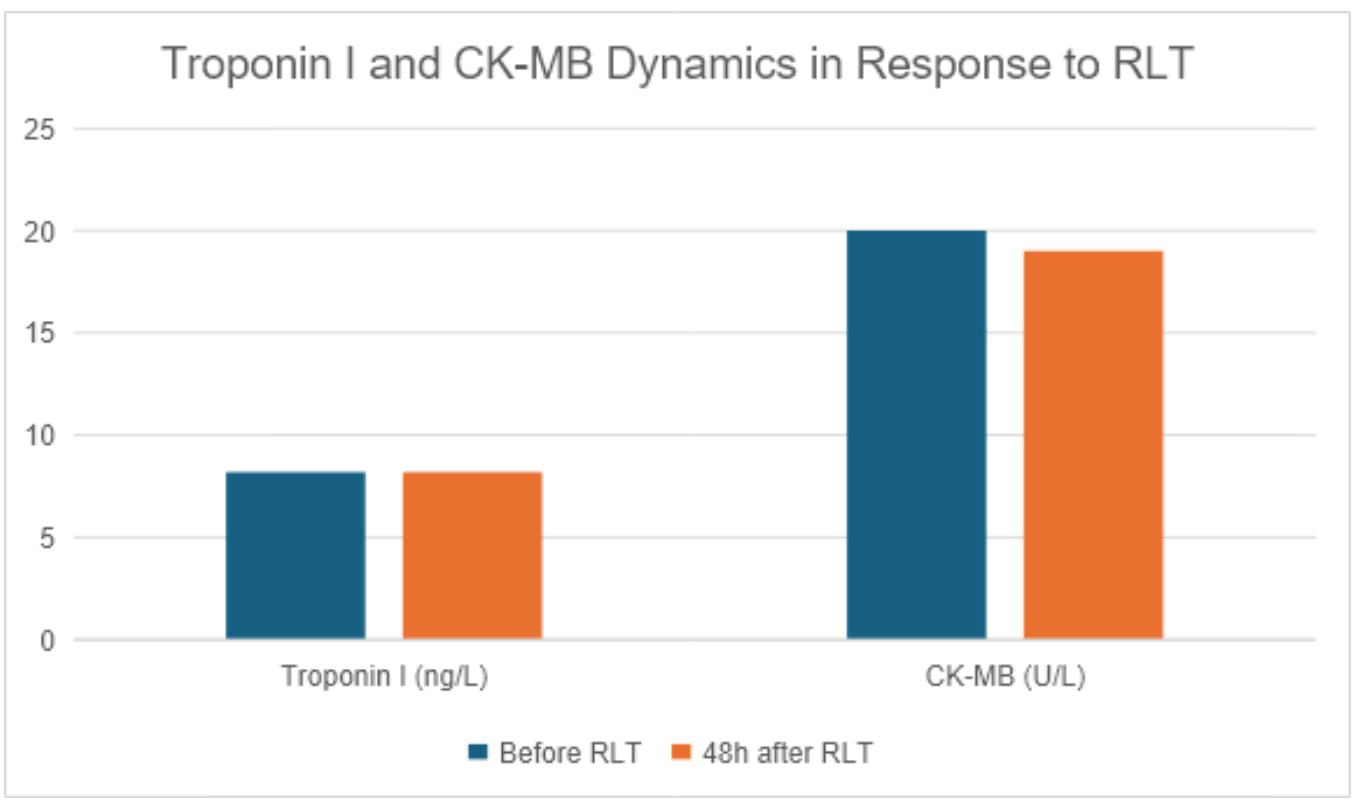
Cel. Celem niniejszego badania była ocena potencjalnych kardiotoksycznych efektów oraz dysfunkcji mięśnia sercowego związanych z RLT z wykorzystaniem zarówno [177Lu] Lu-DOTA-TATE, jak i terapii tandemowej [177Lu]Lu-DOTA-TATE/[90Y]Y-DOTA-TATE u pacjentów z NET, w tym w wybranych podgrupach wysokiego ryzyka, takich jak chorzy z wcześniej rozpoznaną niewydolnością serca, kardiomiopatią rakowiakową lub uprzednio leczeni chemioterapią. Oceny dokonywano poprzez monitorowanie stężenia troponiny I, CK-MB oraz NT-proBNP w surowicy przed i po terapii RLT.

Metody. Retrospektywnie przeanalizowano 60 kolejnych pacjentów z NET, którzy przeszli łącznie 228 cykli RLT. Wykonano kompleksową ocenę kardiologiczną, obejmującą szczegółowy wywiad medyczny. Ponadto oznaczono stężenia troponiny I, CK-MB oraz NT-proBNP w surowicy przed leczeniem oraz 48 godzin po terapii. 52 pacjentów otrzymało monoterapię [177Lu]Lu-DOTA-TATE, natomiast u 8 zastosowano terapię tandemową.

Wyniki. W całej badanej populacji nie zaobserwowano wzrostu markerów uszkodzenia mięśnia sercowego po podaniu RLT (ΔTroponina −0,2 [−1,4–0,3] ng/L, p = 0,007; ΔCK-MB 0,0 [−4,0–3,0] U/L, p = 0,90; ΔNT-proBNP 4,0 [−45,6–33,6] pg/mL), ani w podgrupie otrzymującej terapię tandemową (ΔTroponina 0,7 [−1,7–0,13] ng/L, p = 0,68; ΔCK-MB −0,5 [−10,7–3,0] U/L, p = 0,21; ΔNT-proBNP −21,6 [−44,1–16,7] pg/mL).Ponadto w żadnej z wcześniej zdefiniowanych podgrup pacjentów nie stwierdzono objawów kardiotoksyczności ani dowodów dysfunkcji mięśnia sercowego.

Wnioski. Terapia radioligandowa (RLT) jest bezpieczną opcją leczenia przeciwnowotworowego u pacjentów z NET pod względem kardiotoksyczności i zaburzeń funkcji serca, także u chorych z grupy podwyższonego ryzyka powikłań sercowo-naczyniowych.





Grupa tematyczna

Fizyka medyczna

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

Fizyka medyczna

Optymalizacja aktywności [^{18}F]FDG do badań PET/CT

***Mateusz Borsukiewicz*[1]**

Karolina Osińska[1], Monika Tulik[1,2], Jolanta Kunikowska[1,2]

[1]Zakład Medycyny Nuklearnej, Centralny Szpital Kliniczny, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Warszawa, Polska
[2]Zakład Medycyny Nuklearnej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

Wstęp. Zgodnie z obowiązującą procedurą wzorcową z 2014 r. zalecana aktywność do badań PET/CT z [18F]FDG wynosi 5-7MBq/kg. Aktywność ta odnosi się do skanerów analogowych PET/CT operujących w tamtym czasie. Obecnie technika ToF jest dostępna w większości urządzeń. Wprowadzono również rekonstrukcje o wysokiej rozdzielczości, a także pojawiły się cyfrowe systemy o rozszerzonym osiowym polu widzenia (>18 cm). Biorąc to pod uwagę oraz stosując dyrektywę BSS, wydaje się, że można podawać zdecydowanie niższe aktywności [18F]FDG, ale placówka wykonująca badanie musi wykazać, że nie spowoduje to utraty jakości obrazu lub możliwości kwantyfikacji. Wytyczne EANM odnoszące się do badań [18F]FDG PET/CT zalecają indywidualne wyznaczenie minimalnej podanej aktywności, która będzie dostosowana do możliwości danego skanera PET/CT oraz używanych parametrów akwizycyjno-rekonstrukcyjnych.

Cel. Określenie najniższej możliwej podanej aktywności [18F]FDG, która nie spowoduje utraty jakości obrazu PET/CT lub dokładności kwantyfikacji, zgodnie z procedurą przewidzianą przez EANM w Zakładzie Medycyny Nuklearnej CSK UCK WUM.

Materiał i metoda. Badania z użyciem fantomu NEMA/IEC PET Body wykonano na skanerze cyfrowym Biograph 600 Edge (Siemens Healthineers) zainstalowanym w 2024 r. Stosunek koncentracji aktywności sfer do tła ustalono na 10:1 przy wyjściowej koncentracji aktywności w tle 2 kBq/ml. Fantom skanowano co godzinę przez 5 kolejnych godzin od napełnienia, uzyskując 7 obrazów do analizy. Obraz 1 (2 pozycje łóżka po 10 min) wykorzystano do potwierdzenia parametrów rekonstrukcji zgodnie ze standardem 2 EARL. Obrazy 2–7 (od T=0 do T=5h od napełnienia) uzyskano dla parametrów standardowej akwizycji diagnostycznej w ZMN CSK UCK WUM (przesuw ciągły, 1,6 cm/min). Na każdym obrazie PET oceniano współczynniki odzyskiwania SUV CRmean, CRmax, jak również współczynnik COV. Minimalna dopuszczalna podana aktywność [18F]FDG dla pacjenta o masie ciała 75 kg dla użytych parametrów akwizycyjno/rekonstrukcyjnych została wyznaczona dla obrazu fantomu, który nadal spełniał 2 kryteria: brak pogorszenia wartości SUV CRmean, CRmax względem obrazu 1 oraz COV<15%.

Wyniki. Określono następujące parametry rekonstrukcji: TrueX+TOF, matryca 440x440, 2 iteracje, 5 podzbiorów, filtr Gaussa FWHM 5,0 mm, zgodne ze standardem 2 EARL (parametry stosowane standardowo w ZMN CSK UCK WUM). Obraz uzyskany po 2 godzinach od przygotowania fantomu spełniał nadal założone kryteria, co pozwoliło określić, że najniższa aktywność, która może zostać podana pacjentowi bez utraty jakości obrazu diagnostycznego, to 1,8 MBq/kg.

Podsumowanie. Postępowanie zgodnie z aktualnymi zaleceniami EANM pozwala znacząco obniżyć wartość aktywności podawanej pacjentowi do badania PET/CT z [18F]FDG do 1,8 MBq/kg, bez utraty jakości diagnostycznej.

Referencja. Boellaard R, et al. [18F]FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 3.0. The EANM Journal, 1 (2025) 100006. https://doi.org/10.1016/j.eanmj.2025.100006 [dostęp: 22.02.2026]

Fizyka medyczna

Od świadectwa wzorcowania do wyniku pomiaru: współczynniki kalibracyjne i niepewność

Marek Czudek

Natalia Lisowska, Justyna Marganiec-Gałązka, Paweł Saganowski, Zbigniew Tymiński

Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Otwock-Świerk, Polska

Celem pracy jest uporządkowane i praktyczne przedstawienie drogi prowadzącej od świadectwa wzorcowania mierników aktywności promieniotwórczej do wiarygodnego wyniku pomiaru aktywności promieniotwórczej w rutynowej praktyce medycyny nuklearnej. W środowisku klinicznym, w którym dawka podawana pacjentowi bezpośrednio przekłada się na skuteczność diagnostyki i terapii, poprawna interpretacja dokumentacji wzorcowania oraz właściwe stosowanie współczynników kalibracyjnych stanowią kluczowy element zapewnienia jakości i bezpieczeństwa.

W pracy omówiono, jak prawidłowo odczytywać informacje zawarte w świadectwie wzorcowania wydawanym przez Laboratorium Wzorców Radioaktywności, w tym: wartość współczynnika wzorcowania (lub liczby kalibracyjnej), geometrię pomiarową oraz budżet niepewności.

Przedstawiono również praktyczną procedurę samodzielnego wyznaczania liczby kalibracyjnej oraz współczynnika wzorcowania przy użyciu materiału odniesienia – źródła promieniotwórczego posiadającego aktualne świadectwo pomiaru z akredytacją PCA. Omówiono korektę na rozpad promieniotwórczy, wpływ geometrii próbki i objętości na uzyskany wynik. Zaprezentowano sposób wyznaczenia nowej liczby kalibracyjnej oraz obliczenia współczynnika wzorcowania jako ilorazu aktywności odniesienia i wskazania miernika, a także ocenę związanej z tym niepewności.

W pracy wskazano również, jak wprowadzić nową liczbę kalibracyjną do wybranych typów mierników aktywności promieniotwórczej, z uwzględnieniem procedur producenta.

Końcowa część pracy koncentruje się na praktycznych aspektach wykonywania pomiaru i szacowaniu niepewności całkowitej, obejmującej niepewność wzorcowania oraz statystyki odczytanych aktywności. Wskazano najczęstsze źródła błędów oraz elementy, na które użytkownik powinien zwracać szczególną uwagę w codziennej pracy.

Praca ma charakter dydaktyczny i stanowi poradnik dobrych praktyk, którego celem jest zwiększenie świadomości metrologicznej personelu medycyny nuklearnej oraz wzmocnienie kultury jakości w pomiarach aktywności promieniotwórczej.

Fizyka medyczna

Szacowanie dawki pochłoniętej w niewielkich kryształach scyntylacyjnych YAG:Ce i LuAG:Ce napromienianych w roztworach izotopu 99mTc w celu oceny możliwości zastosowania tych detektorów w procedurach medycznych

Mateusz Wędrowski[1,3,]

Artur Majewski[1], Bogdan Małkowski[1,3,] Yuriy Zorenko[2,3]

[1]Collegium Medicum Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Bydgoszcz, Polska
[2]Wydział Fizyki Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, Polska
[3]Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka, Bydgoszcz, Polska

Celem pracy jest oszacowanie dawki pochłoniętej w kryształach scyntylacyjnych YAG:Ce oraz LuAG:Ce, o rozmiarach do 1 cm x 1 cm x 3 mm, zanurzonych w roztworze izotopu 99mTc o znanej aktywności. Analiza ma na celu określenie odpowiedzi detekcyjnej kryształów oraz opracowanie wstępnej procedury ich kalibracji w warunkach ekspozycji na promieniowanie gamma emitowane przez 99mTc. W obliczeniach uwzględniono zmierzoną aktywność roztworu, czas ekspozycji próbek, geometrię układu pomiarowego oraz parametry fizyczne procesu oddziaływania promieniowania z materią, w tym energię emitowanych fotonów oraz współczynniki osłabienia promieniowania w ośrodku ciekłym i materiale detektora. Na tej podstawie oszacowano liczbę kwantów promieniowania docierających do kryształu oraz odpowiadającą im energię zdeponowaną w jego objętości. Celem końcowym pracy jest ocena przydatności małogabarytowych kryształów YAG:Ce i LuAG:Ce jako detektorów promieniowania w zastosowaniach medycznych, w szczególności w dozymetrii.

Fizyka medyczna

Znaczenie zmienności osobniczej w analizie dozymetrycznej u pacjentów z guzami neuroendokrynnymi leczonych analogiem somatostaty znakowanym lutetem

Małgorzata Poniatowska-Roszkowska

lek. Sara Kurkowska, prof. dr hab. n. med. Bożena Birkenfeld, prof. PUM dr hab. n. zdr. Hanna Piwowarska-Bilska

Zakład Medycyny Nuklearnej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Szczecin, Polska

Wstęp. Terapia z wykorzystaniem analogów somatostatyny znakowanych lutetem jest coraz częściej stosowana u pacjentów w zaawansowanym stadium NET. Obecnie większość pacjentów otrzymuje standardowe aktywności radiofarmaceutyków terapeutycznych. Najnowsze badania kliniczne dostarczają coraz liczniejszych dowodów na istnienie ścisłej zależności pomiędzy zaabsorbowaną dawką radiofarmaceutyku a efektem leczniczym terapii radioizotopowej oraz narażeniem narządów krytycznych. Zróżnicowanie wartości dawki pochłoniętej na 1 MBq podanej aktywności leku u poszczególnych pacjentów stanowi poważne wyzwanie dla indywidualizacji leczenia. Cel. Celem pracy była ocena zmienności osobniczej dawek pochłoniętych w narządach krytycznych podczas terapii guzów neuroendokrynnych z zastosowaniem analogów somatostatyny znakowanych lutetem.

Metodyka. Przeprowadzono analizę dozymetryczną u 10 pacjentów leczonych z zastosowaniem analogu somatostatyny znakowanego 177Lu-DOTATATE. Każdy pacjent otrzymał 4 dawki leku w odstępach około 8 tygodni. Obrazowania pacjentów wykonywano po 24, 48, 96 i 192 godzinach od podania radiofarmaceutyku. Akwizycję obrazów przeprowadzano z użyciem gammakamery Siemens Symbia Intevo Bold. Rekonstrukcję ilościową wykonano przy użyciu oprogramowania Hermes (Hermes Medical Solutions). Segmentacji narządowej dokonano manualnie na składowej TK badania SPECT/CT na obrazach z drugiego punktu czasowego. Segmentacje te zostały następnie przeniesione i dopasowane do pozostałych punktów czasowych. Następnie przy użyciu oprogramowania OLINDA/EXM 2.2 obliczono dawki pochłonięte (Gy/GBq) dla nerek, wątroby, śledziony oraz całego organizmu na cykl terapii.

Wyniki. Wartości średniej dawki pochłoniętej dla całego organizmu były względnie zbliżone u wszystkich pacjentów (0,03 ± 0,01 Gy/GBq). Nerki (0,42 ± 0,10 Gy/GBq) oraz śledziona (0,56 ± 0,16 Gy/GBq) wykazywały umiarkowane zróżnicowanie wyników, natomiast dawki pochłonięte w wątrobie charakteryzowały się największym zróżnicowaniem względem wartości średniej (0,30 ± 0,31 Gy/GBq).

Wnioski. Zróżnicowanie wartości dawki pochłoniętej u poszczególnych pacjentów, w zależności od narządu, podkreśla znaczenie indywidualnej oceny dozymetrycznej w terapii 177Lu-PRRT.

Fizyka medyczna

Wpływ wyboru protokołu akwizycyjnego na zmienność współczynnika kalibracyjnego dla aktynu-225

Monika Tulik[1]

Jakub Krzemiński[1], Dariusz Pawlak[2], Frank Bruchertseifer[3], Elena Livia Chilug[3], Jakub Baran[1,4], Jolanta Kunikowska[1]

[1]Zakład Medycyny Nuklearnej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Polska

[2]Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock - Świerk, Polska

[3]Joint Research Centre, European Commission, Karlsruhe, Niemcy

[4]Siemens Healthcare Sp. z o.o., Warszawa, Polska

Wstęp. Na ten moment nie określono optymalnego protokołu akwizycji obrazowania ilościowego po podaniu 225Ac. Różni autorzy stosowali różne protokoły akwizycji planarnej i SPECT, w tym różne geometrie pomiarowe, inaczej zdefiniowane okna energetyczne, liczbę projekcji czy czas pojedynczej projekcji. Każdy z tych czynników może potencjalnie mieć wpływ na dokładność obrazowania ilościowego, w tym na samą wartość współczynnika kalibracyjnego ICF (ang. imaging calibration factor, określającego związek pomiędzy liczbą liczeń na obrazie a aktywnością zgromadzoną w obrazowanym obiekcie). Wybór protokołu akwizycyjnego dla obrazowania ilościowego jest zadaniem podstawowym, jeśli kolejne kroki badawcze mają obejmować dozymetrię 225Ac i przeprowadzenie leczenia pod jej kontrolą.

Cel. Głównym celem niniejszego badania była ocena wpływu wyboru protokołu akwizycyjnego na zmienność współczynnika ICF dla 225Ac.

Materiał i metoda. Pomiary przeprowadzono dla gamma-kamery SPECT/CT Symbia T6 i dwóch geometrii: źródła punktowego (aktywność 14,9 MBq) oraz cylindra wypełnionego równomiernie roztworem 225Ac (aktywność 41,4 MBq: przypadek odpowiadający podaniu lokoregionalnemu 225Ac). Zdefiniowano następujące protokoły akwizycyjne: planarny dla źródła punktowego (odległość źródła od detektorów 20 cm, czas trwania akwizycji 20 min, matryca 128x128) oraz dwa tomograficzne (SPECT/CT) dla fantomu cylindrycznego i matrycy 128x128 (protokół 1: step and shoot, 2×64 projekcje, czas pojedynczej projekcji 30 s; protokół 2: step and shoot, 2×16 projekcje, czas pojedynczej projekcji 210 s). Powyżej zdefiniowane protokoły zrealizowano dla dziewięciu różnych kombinacji okien energetycznych dla 225Ac. Uzyskane dane akwizycyjne zostały przeanalizowane również dla matrycy 64×64. Akwizycje tomograficzne zostały powtórzone, gdy całkowita aktywność w fantomie cylindrycznym spadła do 4,2 MBq (przypadek odpowiadający podaniu systemowemu 225Ac) oraz dla wybranych kombinacji okien energetycznych. Współczynniki ICF dla protokołu planarnego zostały określone na podstawie całkowitej liczby zliczeń w całym polu widzenia kamery. Współczynniki ICF dla obrazów SPECT/CT zostały określone przy użyciu czterech różnych metod segmentacji.

Wyniki. Wartość współczynnika ICF może istotnie różnić się dla różnych geometrii źródeł (planarnej/tomograficznej), różnych konfiguracji protokołu akwizycji i wybranych metod segmentacji obrazu. Stabilizację ICF (uzyskanie porównywanych wartości tego współczynnika) dla różnych geometrii i protokołów uzyskuje się w przypadku zdefiniowania dwóch głównych okien energetycznych (dla 213Bi i 221Fr, jąder potomnych 225Ac) wraz z towarzyszącymi im dolnymi i górnymi oknami energetycznymi do korekcji rozpraszania TEW. Należy również rozważyć korzyści płynące z zastosowania matrycy 64×64.

Fizyka medyczna

Propozycje zmian do rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 12 grudnia 2022 r. w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych (Dz.U. 2022 poz. 2759) w medycynie nuklearnej – stanowisko wspólne Sekcji Fizyki Medycznej przy Polskim Towarzystwie Medycyny Nuklearnej oraz Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej

***Anna Płachcińska*[1]**

Monika Tulik[2], Anna Budzyńska[3], Krzysztof Filipczak[1], Izabela Gorczewska[4], Jacek Iwanowski[5], Krzysztof Kacperski[6,7,] Monika Kempińska[8], Aneta Kluczewska-Gałka[4], Wioletta Lenda-Tracz[9,10], Krzysztof Matuszewski11, Maciej Piec[12], Hanna Piwowarska-Bilska[5], Agata Walęcka-Mazur[13], Mateusz Wędrowski[12], Leszek Wojciuch[4], Tomasz Piotrowski[11,14]

[1]Zakład Kontroli Jakości Badań i Ochrony Radiologicznej SPZOZ, Centralny Szpital Kliniczny Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, Łódź, Polska

[2]Zakład Medycyny Nuklearnej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

[3]Zakład Fizyki Medycznej, Narodowy Instytut Onkologii – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie, Warszawa, Polska

[4]Zakład Medycyny Nuklearnej i Endokrynologii Onkologicznej, Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie, Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Gliwicach, Gliwice, Polska

[5]Zakład Medycyny Nuklearnej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Szczecin, Polska

[6]Zakład Medycyny Nuklearnej, Wojskowy Instytut Medyczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska

[7]Zakład Fizyki i Techniki Akceleracji Cząstek (TJ1), Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk, Polska

[8]Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Olsztynie, Olsztyn, Polska

[9]Zakład Medycyny Nuklearnej, Szpital Uniwersytecki w Krakowie, Kraków, Polska

[10]Zakład Elektroradiologii Collegium Medicum Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Kraków, Polska

[11]Zakład Fizyki Medycznej, Wielkopolskie Centrum Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie, Poznań, Polska

[12]Zakład Medycyny Nuklearnej / Wytwórnia Radiofarmaceutyków, Centrum Onkologii im. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy, Bydgoszcz, Polska

[13]Zakład Medycyny Nuklearnej, Świętokrzyskie Centrum Onkologii, Kielce, Polska

[14]Katedra i Zakład Elektroradiologii, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu, Polska

Praca przedstawia wspólne stanowisko Sekcji Fizyki Medycznej Polskiego Towarzystwa Medycyny Nuklearnej oraz Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej dotyczące propozycji zmian do rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 12 grudnia 2022 r. w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych (Dz.U. 2022, poz. 2759) w zakresie medycyny nuklearnej. Jest ona wynikiem kilkumiesięcznych konsultacji Zespołu Stałego ds. analiz, opiniowania i inicjatyw ustawodawczych dotyczących aktów prawnych z obszaru medycyny nuklearnej powołanego na wniosek Prezesa Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej w dniu 30 sierpnia 2024 r. Zespół zrzesza praktyków z wieloletnim doświadczeniem w zakresie medycyny nuklearnej, którzy na co dzień przeprowadzają i/lub nadzorują wykonywanie testów eksploatacyjnych w ośrodkach medycyny nuklearnej zlokalizowanych na terenie całego kraju.

W ramach niniejszej pracy zaprezentowany zostanie zakres proponowanych zmian wraz z ich uzasadnieniem, które odnoszą się do rutynowej kontroli jakości (ang. quality control, QC), a więc testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych stosowanych w ośrodkach medycyny nuklearnej. W opinii autorów prezentowane stanowisko określa minimalne wymagania pozwalające na zapewnienie właściwej i stabilnej pracy aparatury stosowanej w medycynie nuklearnej. Testy odbiorcze nie były przedmiotem niniejszej pracy.

Ponadto przedstawione zostaną plany wdrożenia zmian do obowiązującej przestrzeni prawnej, jak również przyszłe inicjatywy Zespołu.

Referencja. Płachcińska A, et al. Propozycje zmian do rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 12 grudnia 2022 r. w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych (Dz.U. 2022 poz. 2759) w medycynie nuklearnej – stanowisko wspólne Sekcji Fizyki Medycznej przy Polskim Towarzystwie Medycyny Nuklearnej oraz Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej. Inżynier i Fizyk Medyczny, 6/2025

Grupa tematyczna

Sesja plakatowa

XIX ZJAZD NAUKOWY
PTMN
MEDYCYNA NUKLEARNA 360°
DOKŁADNA DIAGNOSTYKA – PRECYZYJNE LECZENIE

Sesja plakatowa

Metastatic pulmonary calcification w scyntygrafii perfuzyjnej płuc – przypadek kliniczny

Maciej Kołodziejczyk

Ingrid Wenzel-Duszyńska, Andrzej Kołodziejczyk

[4] Wojskowy Szpital Kliniczny we Wrocławiu, Zakład Medycyny Nuklearnej, Wrocław, Polska

Przerzutowe zwapnienia płucne to rzadkie zjawisko występujące wtórnie do schorzeń ogólnoustrojowych, w których upośledzony metabolizm gospodarki wapniowo-fosforanowej powoduje odkładanie się depozytów wapnia w tkance płucnej. Związane jest przede wszystkim ze schyłkową niewydolnością nerek i/lub nadczynnością przytarczyc, zarówno pierwotną, jak i wtórną. Proces ma najczęściej subkliniczny przebieg i jest rozpoznawany incydentalnie w trakcie diagnostyki. Nieczęsto występują dolegliwości ze strony układu oddechowego, zazwyczaj pod postacią duszności. Pomimo nazewnictwa bardzo rzadko ma związek z procesem złośliwym.

Prezentujemy przypadek pacjenta skierowanego do Zakładu Medycyny Nuklearnej w okresie przygotowawczym do przeszczepu nerki w przebiegu schyłkowej niewydolności nerek na tle wielotorbielowatości oraz związanej z nią ciężkiej nadczynności przytarczyc. W badaniach laboratoryjnych obserwowano wysokie wartości PTH pomimo terapii cynakalcetem. Pacjent nie prezentował w tym czasie objawów ze strony układu oddechowego. W toku diagnostyki wykonano badanie echokardiograficzne, którego wynik z wysokim prawdopodobieństwem przemawiał za obecnością nadciśnienia płucnego. Podejrzewając tło zakrzepowo-zatorowe nadciśnienia płucnego (CTEPH), zdecydowano o wykonaniu scyntygrafii perfuzyjnej płuc.
W obrazie scyntygraficznym wykonanym techniką planarną oraz SPECT uwidoczniono w obu płucach dość liczne rozproszone subsegmentowe obszary niejednorodnie obniżonej perfuzji o nieregularnym kształcie i nieostrych granicach, nie dające obrazu klinowatych, obwodowych ubytków typowych dla zmian zatorowych. Strefy upośledzonej perfuzji płucnej pokrywały się z widocznymi w obrazie low-dose CT obszarami bardzo drobnych, centrolobularnych guzów i zagęszczeń nadających miąższowi płucnemu charakter uogólnionego zmatowienia. W korelacji z prezentowanym obrazem klinicznym oraz dostępną literaturą przedmiotu wysunięto w raporcie badania podejrzenie upośledzonej perfuzji płucnej wtórnej do przerzutowych zwapnień płucnych.

Prezentowany przypadek podkreśla wartość badania scyntygraficznego w diagnostyce różnicowej przyczyn upośledzonej perfuzji płucnej i nadciśnienia płucnego. Pomimo rzadkości opisywanego powyżej procesu zwracamy dzięki niemu dodatkową uwagę na konieczność znajomości szerokiego wachlarza powikłań, które można zaobserwować w toku diagnostyki obrazowej schorzeń systemowych.

Sesja plakatowa

Hiperkalcemia paraneoplastyczna w przebiegu przerzutowego guza neuroendokrynnego trzustki – odpowiedź metaboliczna i onkologiczna na leczenie radioizotopowe [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE

Katarzyna Kaczmarek1

Agnieszka Stefańska[2], Mateusz Fiema[3], Małgorzata Szumińska[3], Anna Sowa-Staszczak[2], Alicja Hubalewska-Dydejczyk[2], Marta Opalińska[2]

[1]Studenckie Koło Naukowe Medycyny Nuklearnej, Katedra Endokrynologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska
[2]Katedra i Klinika Endokrynologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska
[3]Oddział Endokrynologii, Endokrynologii Onkologicznej, Medycyny Nuklearnej i Chorób Wewnętrznych, Szpital Uniwersytecki w Krakowie, Kraków, Polska

Wstęp. Nowotwory neuroendokrynne trzustki (pNET) należą do rzadkich nowotworów złośliwych o heterogennym przebiegu klinicznym, często związanym z aktywnością hormonalną oraz tworzeniem przerzutów odległych. W stadium uogólnienia najczęstszymi lokalizacjami zmian przerzutowych są wątroba, węzły chłonne oraz kości. Leczenie pacjentów z rozsianą postacią choroby wymaga indywidualnego podejścia terapeutycznego. Należy uwzględnić zarówno kontrolę progresji nowotworu, jak i leczenie powikłań wynikających z nadmiernego wydzielania hormonów lub mediatorów humoralnych. W większości przypadków wystąpienie zespołów paraneoplastycznych istotnie pogarsza rokowanie i jakość życia chorych.

Opis przypadku. W 2019 roku u 52-letniej wówczas kobiety rozpoznano dobrze zróżnicowany pNET G2 (Ki-67 8%) z obecnością licznych przerzutów do wątroby, regionalnych węzłów chłonnych oraz pojedynczych struktur kostnych. Początkowo w leczeniu zastosowano chemioterapię opartą na etopozydzie i cisplatynie, a następnie długodziałającym analogu somatostatyny. Pomimo stosowanego leczenia onkologicznego oraz wspomagającego, w tym dożylnych bisfosfonianów, nie uzyskano kontroli zaburzeń gospodarki wapniowo-fosforanowej. Stężenia wapnia w surowicy utrzymywały się na poziomach znacznie przekraczających normę, z najwyższym odnotowanym stężeniem wapnia całkowitego w surowicy 4,50 mmol/l (zakres referencyjny: 2,15–2,50). W kolejnych latach oprócz istotnej klinicznie hiperkalcemii obserwowano w badaniach obrazowych progresję choroby nowotworowej. Z uwagi na wysoką ekspresję receptorów somatostatynowych w badaniu PET/CT z zastosowaniem [^{68}Ga]Ga-DOTA-TATE pacjentkę zakwalifikowano do leczenia radioizotopowego (RLT). W 2024 roku podano dwa cykle terapii z użyciem [^{177}Lu]Lu-DOTA-TATE o aktywności 7,4GBq. Leczenie przerwano z powodu utrzymującej się mielotoksyczności stopnia G3 (leukocyty 1,66×10^3/µl (zakres referencyjny: 4,00–10,00), neutrofile 0,8×10^3/µl (zakres referencyjny: 1,9–7,0), limfocyty 0,59×10^3/µl (zakres referencyjny: 1,5–4,5), płytki krwi 52×10^3/µlm (zakres referencyjny: 150–400), hemoglobina 9,8 g/dl (zakres referencyjny: 12,0–16,0). Pomimo podania jedynie połowy wstępnie planowanego leczenia

Sesja plakatowa

Fibrotic Lesion Metabolic Activity Predicts Progression-Free Survival and Clinical Severity in Idiopathic Pulmonary Fibrosis

[1]Charles Ward (https://orcid.org/0009-0004-7931-7824)

[1]Aleksandra Oppmann-Ward (https://orcid.org/0009-0001-2159-6291)
[1]Stephen Wilczynski (https://orcid.org/0009-0004-8731-333X)
[1]Johannes Korneliussen (https://orcid.org/0009-0003-0601-9861)
[2]Sławomir Żegleń (https://orcid.org/0000-0002-7708-4340)
[2]Katarzyna Rogoza (https://orcid.org/0000-0002-5361-655X)
[3]Wojciech Cytawa (https://orcid.org/0000-0002-9583-7721)*

[1]Nuclear Medicine Student Scientific Circle, Medical University of Gdańsk, Gdańsk, Poland
[2]Department of Pneumonology, Medical University of Gdańsk, Gdańsk, Poland
[3]Department of Nuclear Medicine, Medical University of Gdańsk, Gdańsk, Poland
** Corresponding Author*

Introduction. Idiopathic pulmonary fibrosis (IPF) is characterised by a variable and unpredictable clinical course. While GAP (gender, age, physiology) score remains the clinical standard for staging, it does not provide real-time insight into lesion metabolic activity. This study evaluates the prognostic utility of 8F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography (18F-FDG PET/CT), investigating whether maximum standardised uptake values (SUVmax) within fibrotic lesions can predict clinical severity and patient outcomes.

Materials and Methods. We retrospectively analysed 30 patients diagnosed with IPF who underwent 18F-FDG PET/CT for comorbid disease. Metabolic activity was quantified via logarithmically-transformed SUVmax in fibrotic lung parenchyma, while clinical severity was staged using longitudinal GAP scoring. Correlation was assessed using Spearman's rank coefficient (ρ) and PFS outcomes were analysed using the Mantel-Cox log-rank test where a median-split SUVmax 2.75 defined "high" and "low" metabolic activity.

Results. Significant positive correlation was observed between GAP score at diagnosis and fibrotic SUVmax (Spearman's ρ=0.488, p=0.013), indicating that intensity of metabolic activity reflects clinical disease severity. At a borderline statistical power, high SUVmax activity predicted shorter PFS than low SUVmax (20.8 vs 41.0 months) and almost three-fold increased risk of progression (HR: 2.99, 95% CI: 0.80-11.16, p=0.087).

Conclusions. Our results suggest that the assessment of lung tissue metabolic activity in 18F-FDG PET/CT provides a potent imaging biomarker for disease severity and may predict progression in IPF patients. 18F-FDG PET/CT can augment traditional physiological assessments to better identify high-risk IPF patients.

Keywords. Idiopathic pulmonary fibrosis; interstitial lung disease; IPF; PET-CT, FDG-PET; nuclear medicine

Sesja plakatowa

Chłoniak NK/T-komórkowy pozawęzłowy imitujący GPA: pułapki diagnostyczne w 18F-FDG PET/CT

Anastazja Szkarupa

Weronika Żołądek, Małgorzata Kobylecka, Aleksander Kieroński

Zakład Medycyny Nuklearnej Wojewódzki Szpital Specjalistyczny w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Wstęp i cel. Pozawęzłowy chłoniak NK/T typu nosowego (ENKTL) i ziarniniakowatość z zapaleniem naczyń (GPA) są chorobami rzadkimi, często przebiegającymi ze zmianami niszczącymi linię środkową twarzy. W Europie zapadalność na GPA wynosi 7,7–15,4/mln rocznie, podczas gdy ENKTL stanowi < 1% wszystkich chłoniaków nieziarniczych i występuje głównie endemicznie w Azji i Ameryce Południowej. W literaturze opisano zaledwie kilka przypadków ENKTL pierwotnie błędnie rozpoznanych jako GPA. Celem jest analiza pułapek diagnostycznych w ^{18}F-FDG PET/CT na podstawie przypadku 32-letniej pacjentki z masywnym naciekiem nosa, zatok i podniebienia.

Materiał i metody. Retrospektywna analiza pacjentki z gwałtownie postępującą destrukcją tkanek twarzy, gorączką (39,5°C) i początkowym rozpoznaniem GPA. Wdrożono wysoką immunosupresję (metyloprednizolon + rytuksymab) przed wykonaniem ^{18}F-FDG PET/CT. Pomimo intensywnej diagnostyki i leczenia immunosupresyjnego, początkowo maskowany proces nowotworowy postępował dynamicznie, prowadząc do zgonu pacjentki w ciągu 5 miesięcy. Porównano SUVmax, wzorce wychwytu i lokalizację zmian z danymi literaturowymi ENKTL/GPA oraz wpływem leczenia na metabolizm.

Wyniki. PET/CT wykazało SUVmax 6,5 w masywnym nacieku (grubość 20–35 mm) obejmującym nos, zatoki i podniebienie, z rozległymi polami martwicy. Wartość ta była niższa niż typowa dla ENKTL (mediana SUVmax 12,8) i zbliżona do GPA (5,5–8,0). Histopatologia ujawniła ENKTL (CD56+, Ki-67 60%) z polami martwicy, naciekami granulocytarnymi oraz negatywnym odczynem EBER. Skumulowana immunosupresja oraz martwica obniżyły SUVmax, maskując prawdziwą aktywność metaboliczną guza (~14,0 → 6,5).

Kluczowe różnice w PET/CT:

ENKTL: wysokie SUVmax, ogniskowy wzorzec wychwytu, częste zajęcie struktur głębokich, ograniczona wrażliwość na sterydy w przypadkach nieleczonych.

GPA: umiarkowane SUVmax, rozlany wzorzec zapalny, częstsze zajęcie zatok i dróg oddechowych, szybka odpowiedź na immunosupresję.
Czynniki maskujące: masywna martwica, sterydoterapia i rytuksymab – obniżenie SUVmax o 30–55%, co opóźniło właściwe rozpoznanie.

Wnioski. ENKTL należy uwzględniać w diagnostyce różnicowej niszczących zmian linii środkowej twarzy, szczególnie przy ANCA-ujemnych i atypowych objawach. SUVmax 5–10 w PET/CT nie wyklucza agresywnego chłoniaka po terapii sterydowej. Masywna martwica i leczenie immunosupresyjne mogą maskować rzeczywistą aktywność metaboliczną guza. W takich przypadkach zaleca się biopsję celowaną z obszarów o największej aktywności metabolicznej oraz pełną ocenę immunohistochemiczną (CD56, CD3, EBER, Ki-67). PET/CT wykonane po rozpoczęciu sterydoterapii ma ograniczoną wartość diagnostyczną w różnicowaniu procesów zapalnych od nowotworowych – badanie najlepiej wykonać przed immunosupresją.

Sesja plakatowa

Leczenie raka gruczołu krokowego opornego na kastrację (mCRPC) [^{177} Lu] Lu-PSMA w ramach ratunkowego dostępu do technologii lekowych (RDTL) – opis przypadku

***Olga Kamińska*[1]**

Maciej Kołodziej[2]*, Katarzyna Jóźwik-Plebanek*[2]*, Mirosław Dziuk*[1]

[1]*Zakład Medycyny Nuklearnej, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska*
[2]*Klinika Endokrynologii i Terapii Izotopowej, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska*

66-letni chory na raka gruczołowego zrazikowego gruczołu krokowego (G2, Gleason 7 (3+4), grade group II – 2.01.2023 r.), z początkowym stężeniem PSA 159 ng/ml i licznymi przerzutami do kośćca w badaniach obrazowych ze względu na uogólniony proces nowotworowy został zdyskwalifikowany z leczenia radykalnego. Wdrożono leczenie inhibitorami szlaku sygnałowego zależnego od androgenów ARPI (enzalutamidem) i antyandrogenowe (abirateronem).
12.01.2023 r. zastosowano radioterapię na obszar zmian przerzutowych w kośćcu dolnej połowy ciała. Od lutego do lipca 2023 r. chory otrzymał chemioterapię (docetaxel). Następnie w kwietniu 2024 r. przeprowadzono radioterapię na obszar gruczołu krokowego i pęcherzyków nasiennych. Od czerwca do listopada 2024 r. otrzymał kolejną chemioterapię (kabazitaksel). W grudniu 2024 r. wykonano kolejne paliatywne napromienianie na obszar przerzutu w okolicy kości podstawy czaszki.
W grudniu 2024 r. wykonano badanie PET-CT z [68Ga]Ga-PSMA, w którym stwierdzono bardzo wysoką ekspresję PSMA we wszystkich zmianach nowotworowych.
Ze względu na progresję choroby, chory został rekomendowany przez zespół wielodyscyplinarny do dalszej terapii radioligandowej (RLT) z użyciem [177Lu]Lu-PSMA (Pluvicto) w ramach Ratunkowego Dostępu do Technologii Lekowej (RDTL).
08.01.2025 r. podano pierwszą dawkę 7,4GB [177Lu]Lu-PSMA. W poterapeutycznym badaniu scyntygraficznym uwidoczniono wychwyt we wszystkich zmianach nowotworowych. Po 6 tygodniach od pierwszego kursu RLT stwierdzono zmniejszenie stężenia PSA o 35% w stosunku do wartości wyjściowych.
19.02.2025 r. przeprowadzono drugi kurs RLT. W poterapeutycznym badaniu scyntygraficznym odnotowano częściową regresję zmian przerzutowych i wzrost PSA o 10% w stosunku do wyniku poprzedniego.
02.04.2025 r. przeprowadzono trzeci kurs RLT. W poterapeutycznym badaniu scyntygraficznym stwierdzono stabilizację choroby bez regresji stężenia PSA.
8.06.2025 r. wykonano badanie kontrolne PET-CT z [68Ga]Ga-PSMA, w którym stwierdzono progresję choroby, co zakończyło RLT w ramach RDTL. W dalszej obserwacji u chorego odnotowano małopłytkowość oraz niedokrwistość, które wymagały wielokrotnych przetoczeń. Ze względu na pojawienie się krwiaka nadtwardówkowego, w trybie pilnym, przeprowadzono skuteczną kraniotomię czołowo-ciemieniową (08.06.2025 r.).
Od czerwca do lipca 2025 r. zastosowano nieskuteczne kolejne leczenie ARPI (re-Xtandi). Po wyczerpaniu wszystkich możliwości terapeutycznych zadecydowano o dalszym leczeniu paliatywnym, które w tym samym miesiącu zakończyło się zgonem chorego.

Wnioski. *Na podstawie opisanego przypadku wydaje się, że jedynie zastosowanie RLT we wcześniejszych liniach terapii (np. przed chemioterapią) mogłoby przyczynić do lepszej skuteczności leczenia chorego na mCRPC.*

Sesja plakatowa

*Optymalizacja syntezy zabezpieczonego izotiomocznika jako kluczowego etapu w technologii otrzymywania nowoczesnych prekursorów [*I]MIBG n.c.a.*

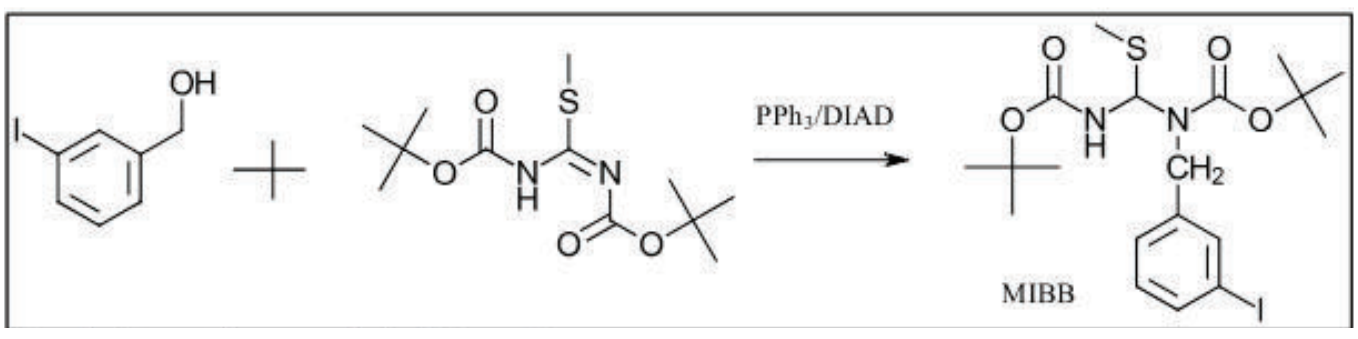
Justyna Łęcka

Michał Wrzecionek, Dominik Kłudkiewicz, Antoni Jaroń, Olga Sekerzh-Zenkovich, Justyna Pijarowska-Kruszyna

Narodowe Centrum Badań Jądrowych Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Otwock-Świerk, Polska

Wstęp. Znakowana radionuklidami jodu meta-jodobenzyloguanidyna (MIBG), będąca analogiem noradrenaliny, odgrywa kluczową rolę w diagnostyce i terapii guzów neuroendokrynnych oraz w ocenie unerwienia współczulnego mięśnia sercowego[1,2,3]. Klasyczne metody znakowania radioizotopowego, oparte na wymianie izotopowej, charakteryzują się niską wydajnością, co skutkuje otrzymaniem znacznika o niskiej aktywności właściwej (SA). We współczesnej radiofarmacji dąży się do stosowania znaczników beznośnikowych (n.c.a.). W przypadku MIBG otrzymywanie radioznaczników z zastosowaniem prekursorów organometalicznych[2] pozwala na uzyskanie radiofarmaceutyków o wysokiej aktywności właściwej, poprawiając jakość i bezpieczeństwo obrazowania/terapii. Wykorzystanie pochodnych boronowych (np. estrów pinakolowych) jest szczególnie perspektywiczne ze względu na ich niską toksyczność, wysoką stabilność oraz unikalny potencjał w zakresie syntezy dywergentnej, umożliwiającej wprowadzenie fluoru-18 na potrzeby obrazowania PET przy użyciu tego samego prekursora[4,5].

Cel pracy. Celem badań jest optymalizacja pierwszego etapu ścieżki syntezy nowoczesnych prekursorów [*I]MIBG otrzymywanie zabezpieczonego związku pośredniego, N,N'-bis(tert-butyloksykarbonylo)-N-(3-jodobenzylo)-S-metyloizotiomocznika (MIBB – zabezpieczony izotiomocznikowy prekursor MIBG). W toku dalszych badań zoptymalizowany związek pośredni MIBB posłuży jako fundament do otrzymania serii czterech autorskich prekursorów organometalicznych klasy n.c.a. Planowane jest znakowanie otrzymanego prekursora izotopami jodu-123 (diagnostyka SPECT) oraz jodu-131 (terapia celowana).



Rys. 1. Prowadzona reakcja Mitsunobu

Materiały i metody. Syntezę MIBB przeprowadzono metodą Mitsunobu, poprzez reakcję alkoholu 3-jodobenzylowego z N,N'-bis-Boc-S-metyloizotiomocznikiem w obecności układu trifenylofosfina/DIAD. Postęp reakcji monitorowano opracowaną metodą HPLC. Tożsamość produktu potwierdzono spektroskopią NMR (1H,13C) oraz analizą elementarną (EA). Czystość chemiczną oraz wydajność procesu oznaczono techniką HPLC, wykorzystując indywidualne krzywe kalibracyjne oraz obliczenia stechiometryczne względem substratu limitującego.

Wyniki. W wyniku optymalizacji parametrów procesu osiągnięto powtarzalną wydajność na poziomie 55–70%, co stanowi wynik wysoce satysfakcjonujący i porównywalny z danymi literaturowymi dla analogicznych struktur (ok. 65%)[3,4]. Wyizolowany produkt charakteryzował się wysokimi parametrami jakościowymi. Analiza elementarna wykazała 99,2% zawartości produktu głównego przy zachowaniu czystości chromatograficznej (HPLC) na poziomie 96%. Integralność strukturalną cząsteczki potwierdzono za pomocą spektroskopii protonowego i węglowego rezonansu jądrowego (1H NMR, 13C NMR).

Wnioski. Opracowana metoda pozwala na wydajne otrzymywanie MIBB – kluczowego substratu do dalszej produkcji prekursora o stopniu czystości przewyższającym założone wymagania dla prekursorów radiofarmaceutycznych (>94%). Wysoka czystość chemiczna uzyskanego produktu pośredniego MIBB będzie skutkować wyeliminowaniem zanieczyszczeń procesowych mogących hamować reakcję znakowania lub negatywnie wpływać na aktywność właściwą produktu końcowego.

Literatura.

[1] Rossouw, D. D.; Macheli, L. Large-scale synthesis of no-carrier-added [123I]mIBG, using two different stannylated precursors. J. Labelled Compd. Radiopharm. 2007, 50(9–10), 857–861. https://doi.org/10.1002/jlcr.1668

[2] Vaidyanathan, G.; Affleck, D. J.; Zalutsky, M. R. No-carrier-added synthesis of a 4-methyl-substituted meta-iodobenzylguanidine analogue. Appl. Radiat. Isot. 2005, 62 (3), 435–440. https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2004.07.001

[3] Wafelman, A. R.; Konings, M. C. P.; Hoefnagel, C. A.; Maes, R. A. A.; Beijnen, J. H. Synthesis, radiolabelling and stability of radioiodinated m-iodobenzylguanidine: A review. Appl. Radiat. Isot. 1994, 45 (10), 997–1007. https://doi.org/10.1016/0969-8043(94)90168-6

[4] Wilson, T. C.; McSweeney, G.; Preshlock, S.; Verhoog, S.; Tredwell, M.; Cailly, T.; Gouverneur, V. Radiosynthesis of SPECT tracers via a copper mediated [^{123}I]iodination of (hetero)aryl boron reagents. Chem. Commun. 2016, 52 (90), 13277–13280. https://doi.org/10.1039/C6CC07417K

[5] Zhang, P.; Zhuang, R.; Guo, Z.; Su, X.; Chen, X.; Zhang, X. A highly efficient copper-mediated radioiodination approach using aryl boronic acids. Org. Lett. 2018, 20 (21), 7095–7098. https://doi.org/10.1021/acs.orglett.8b02878

Sesja plakatowa

Wartość kliniczna badania PET/CT z 3'-deoksy-3'-[18F]-fluorotymidyną (FLT) w nowotworach obrębu jamy brzusznej oraz zmian przerzutowych. Pierwsze doświadczenia, ocena zaproponowanego protokołu diagnostycznego

***Joanna Gaweł*[1,3]**

Klaudia Koszel[1], *Agnieszka Giżewska*[1,2], *Mirosław Dziuk*[1,2]

[1]*Affidea sp. z o.o. Pracownia PET/CT, Warszawa, Polska*

[2]*Zakład Medycyny Nuklearnej Wojskowego Instytutu Medycznego - Państwowego Instytutu Badawczego, Warszawa, Polska*

[3]*Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski, Warszawa, Polska*

Cel. Celem niniejszej analizy była ocena możliwości zastosowania badania PET/CT ze znakowaną 3'-deoksy-3'-[18F]-fluorotymidyną (18F-FLT) w różnicowaniu zmian łagodnych i złośliwych oraz ocena przydatności opracowanej dla tego celu procedury radiologicznej i jej poszczególnych parametrów.

Metoda. Badanie PET/CT z 3'-deoksy-3'-[18F]-fluorotymidyną wykonano u dwóch pacjentów, skierowanych w celu pogłębionej diagnostyki. Pierwszy pacjent z rozpoznaniem nowotworu złośliwego nerki (jasnokomórkowy rak nerki) w celu oceny zmiany prawdopodobnie przerzutowej w płucu lewym. Drugi pacjent z rozpoznaniem nowotworu o niepewnym charakterze prawdopodobnie wychodzącym z narządów trawiennych, skierowany na badanie PET/CT w celu oceny charakteru zmian o niejasnej etiologii w postaci zagęszczenia zlokalizowanych w sieci większej (podejrzenie pierwotnego raka otrzewnej lub przerzutów raka jajnika).
3'-deoksy-3'-[18F]-fluorotymidyna po podaniu dożylnym szybko gromadzi się w tkankach docelowych i pozostaje stabilna przez około 60 minut. Ulega kumulacji w szpiku kostnym, nerkach, pęcherzu, wątrobie i tkance nowotworowej o wysokim stopniu proliferacji. W odróżnieniu od szeroko stosowanej [18F] – fluoro-2-deoksyglukozy (18F-FDG) nie akumuluje w zmianach zapalnych, w związku z tym znacznik ten może dostarczyć dodatkowych informacji diagnostycznych dotyczących zaobserwowanych zmian potencjalnie nowotworowych.
Zgodnie z zaproponowanym protokołem badania pacjentom podano radiofarmaceutyk: 3'-deoksy-3'-[18F]-fluorotymidynę o aktywności wynoszącej 3 MBq/kg masy ciała (275 MBq oraz 193 MBq), akwizycję wykonano po odpowiednio 47 minutach oraz 48 minutach od podania dożylnego. Obrazowanie wykonano na skanerze GE Omni Legend. Jest to skaner cyfrowy oparty na technologii cyfrowego kryształu BGO, czułość skanera wg protokołu NEMA wynosi do 45,25 cps/kBq, co pozwoliło na obniżenie podawanej pacjentom aktywności. Zakresem badania objęto obszar od czubka głowy do połowy uda ciała pacjenta. Czas akwizycji w badaniu PET wynosił 2 minuty na łóżko. Dodatkowo dla celów korekcji atenuacji wykonano niskodawkową tomografię komputerową. Wartości DLP dla badania CT wyniosły odpowiednio: 524,30 mGy*cm oraz 439,10 mGy*cm i są to wartości nieprzekraczające diagnostycznych poziomów referencyjnych dla tego typu badań. Wykonano rekonstrukcje VPHD oraz QClear oraz pomiar tła w rejonie wątroby, a także dodatkowo, ze względu na fakt, że znacznik ten akumuluje w wątrobie, oceniono wychwyt w obrębie śledziony. Wyniki dla tła wynosiły odpowiednio dla wątroby: SUVav: 3,9 oraz 4,5 natomiast dla śledziony: SUVav: 1,5 oraz 1,6.

Wyniki. Na podstawie interpretacji półilościowej z zastosowaniem miary SUV dokonano oceny występowania ognisk nieprawidłowej akumulacji 18F-FLT. W przypadku pierwszego pacjenta w badaniu uwidoczniono ognisko o wzmożonym wychwycie znacznika (SUVmax-4,4) o wymiarach: (18x18x16) mm, w obrębie dolnej części wnęki płuca lewego. Wynik badania wykazał ognisko wzmożonej proliferacji komórkowej we wnęce puca lewego – przerzut raka jasnokomórkowego nerki. W przypadku drugiego pacjenta uwidoczniono obszary umiarkowanie wzmożonej proliferacji komórkowej w zmianach w sieci większej – zmiany niejednoznaczne, do dalszej weryfikacji. Wychwyt znacznika w rejonie zainteresowania był na poziomie SUVav: 0,9.

Wnioski. Pierwsze doświadczenia ze znacznikiem 3'-deoksy-3'-[18F]-fluorotymidyną pokazały, że badania te mogą wnieść dodatkową wartość kliniczną w ocenie niejednoznacznych zmian. Pozwoliły one na weryfikację podejrzanych zmian pod kątem występowania w nich tkanki proliferujacej, co wskazywałaby na aktywność nowotworową. Wykazano także, że zaproponowane parametry protokołu diagnostycznego oraz dawka radiofarmaceutyku są odpowiednie do zamierzonego zastosowania.

Sesja plakatowa

Zastosowanie badania ultrasonograficznego do kontroli wkłucia dostawowego podczas radioizotopowej synowektomii stawów kolanowych – czy scyntygrafia poiniekcyjna jest zawsze konieczna?

Michał Włodarczyk

Zbigniew Adamczewski

[1]Zakład Medycyny Nuklearnej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, Łódź, Polska

Cel, wstęp. Radioizotopowa synowektomia jest uznaną metodą leczenia wysięków stawowych. Polega na dostawowym podaniu koloidu znakowanego izotopem emitującym promieniowanie beta. Warunkiem bezpiecznego przeprowadzenia tego typu zabiegu jest zdeponowanie izotopu w jamie stawowej. Wypływ płynu stawowego potwierdza prawidłowe położenie końcówki igły podczas iniekcji. Dodatkowo stosuje się obrazowanie ultrasonograficzne w celu monitorowania wkłucia lub wyboru najlepszego miejsca iniekcji tuż przed jej rozpoczęciem. Wytyczne dotyczące radiosynowektomii zalecają przeprowadzenie poiniekcyjnej scyntygrafii w celu potwierdzenia prawidłowej dystrybucji radiofarmaceutyku, co w wielu przypadkach wydaje się zbędne.

Materiały i metody. Zakład Medycyny Nuklearnej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi posiada bogate doświadczenie w wykonywaniu radiosynowektomii stawów kolanowych. Od początku 2013 roku wykonano ponad 1300 zabiegów tego typu. W ostatnich latach 153 zabiegi radiosynowektomii u wybranych pacjentów bez torbieli podkolanowej ani przegród maziowych wykonano pod kontrolą ultrasonograficzną z zastosowaniem przenośnego aparatu wyposażonego w głowicę liniową o częstotliwości 4–12 MHz. U pacjentów po wcześniejszej artroskopii lub endoprotezoplastyce zachowano wymagane 2-miesięczne odstępy czasowe.

Wyniki. Podczas zabiegów wykonywanych pod kontrolą badania ultrasonograficznego, jedynie w 18 przypadkach (12%) nie udało się uzyskać wypływu płynu stawowego. We wszystkich 153 przypadkach bezpieczną depozycję izotopu uzyskano dzięki potwierdzeniu obecności końcówki igły w jamie stawowej (zarejestrowano dokumentację fotograficzną). W 18 przypadkach tzw. „suchych stawów" niezbędne było wcześniejsze podanie niewielkiej ilości soli fizjologicznej. Tylko w 1 przypadku konieczne okazało się wykonanie ponownego nakłucia z powodu znacznego przerostu błony maziowej i braku możliwości zlokalizowania końcówki igły w jamie stawowej. Wyboru alternatywnego miejsca wkłucia dokonano na podstawie obrazu ultrasonograficznego, co pozwoliło na przeprowadzenie zabiegu z powodzeniem. We wszystkich 153 przypadkach późniejsza scyntygrafia potwierdziła prawidłowe rozmieszczenie radiofarmaceutyku.

Wnioski. Zastosowanie badania ultrasonograficznego pozwala na wybór najlepszego miejsca nakłucia stawu oraz na uzyskanie wypływu płynu stawowego z dużym prawdopodobieństwem. Jakość generowanego obrazu jest wystarczająca do wizualizacji igły podczas wkłucia, co jest szczególnie istotne w przypadku tzw. „suchych stawów". Prawidłowo wykonane wkłucie pod kontrolą badania ultrasonograficznego pozwala pominąć dodatkową akwizycję obrazu scyntygraficznego u wybranych pacjentów, co znacznie skraca czas i obniża koszty całego zabiegu.

Sesja plakatowa

Zastosowanie dynamicznej scyntygrafii nerek z oceną względnej i bezwzględnej funkcji klirensowej w diagnostyce zespołu Barttera

Paweł Cichocki[1]

Jacek Kuśmierek[1], Błażej Kieszek[2], Michał Nowicki[2], Anna Masajtis-Zagajewska[2], Zbigniew Adamczewski[1]

[1]Zakład Medycyny Nuklearnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, Polska
[2]Klinika Nefrologii, Nadciśnienia Tętniczego i Transplantacji Nerek, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Centralny Szpital Kliniczny, Łódź, Polska

Wstęp. Zespół Barttera (ZB) to grupa rzadkich, wrodzonych chorób nerek o charakterze tubulopatii, prowadzących do utraty sodu, potasu i chlorków. Wyróżnia się 5 typów tego zespołu, związanych z innym fenotypem. Większość opisanych przypadków ZB dotyczy populacji pediatrycznej, a pozostałe wczesnego dzieciństwa. U dorosłych ZB występuje bardzo rzadko.

Niniejsza praca przedstawia zastosowanie dynamicznej scyntygrafii nerek na dwóch etapach diagnostyki rzadkiego przypadku zespołu Barttera u osoby dorosłej, leczonej za pomocą embolizacji tętnicy nerkowej i przeszczepu nerki.

Opis przypadku. 35-letnia kobieta bez istotnego wywiadu chorobowego została przyjęta do szpitala z powodu nawracających omdleń i wymiotów. Stwierdzono niskie ciśnienie tętnicze krwi, hipokaliemię, hiponatremię i hipochloremię. Ostatecznie postawiono rozpoznanie ZB, potwierdzone w badaniach genetycznych jako typ 3. W wieku 44 lat, dziewięć lat po rozpoznaniu ZB, pacjentka była wyniszczona, cierpiała na przewlekły ból i nie była samodzielna, pomimo stosowania suplementacji elektrolitów. Jedyną szansą dla pacjentki było zahamowanie nadmiernej utraty elektrolitów z moczem. Podjęto decyzję o jednostronnej czynnościowej nefrektomii jako leczeniu ostatniej szansy.

Przed zabiegiem wykonano dynamiczną scyntygrafię nerek z użyciem [99mTc]Tc-etylenodicysteiny. Względna rozdzielcza funkcja prawej nerki wyniosła 33%, a lewej - 67%. Oznaczono również wskaźnik wydolności nerek (kidney efficiency index – KEi) – parametr bezwzględny, proporcjonalny do indywidualnej funkcji klirensowej nerki, który wyniósł 7,46 dla prawej nerki i 9,82 dla lewej (norma > 8). Ze względu na lepszą funkcję lewej nerki, a co za tym idzie jej większy udział w utracie elektrolitów, pacjentkę zakwalifikowano do nefrektomii lewostronnej techniką embolizacji tętnicy nerkowej. Po zabiegu, w wyniku stopniowej utraty funkcji nerek, pacjentkę poddano przewlekłej hemodializoterapii. Zastosowane procedury doprowadziły jednak do stabilizacji poziomu elektrolitów i stopniowej poprawy stanu ogólnego. Ze względu na postępujące upośledzenie funkcji natywnej prawej nerki, po 1,5 roku zakwalifikowano pacjentkę do przeszczepu, po którym zaobserwowano stopniowy wzrost dziennej diurezy, bez współistniejących zaburzeń elektrolitowych, co umożliwiło zaprzestanie hemodializoterapii. Kontrolna dynamiczna scyntygrafia nerek potwierdziła dobrą funkcję przeszczepionej nerki (KEi = 8,09). Po sześciu miesiącach intensywnej terapii i rehabilitacji pacjentka była w stanie wykonywać codzienne czynności, a nawet powrócić do pracy.

Zaprezentowany przypadek demonstruje zastosowanie dynamicznej scyntygrafii nerek do identyfikacji lepiej funkcjonującej nerki w kwalifikacji do jej prewencyjnej nefrektomii u dorosłego pacjenta z ZB. Kolejne kontrolne badanie zostało również wykorzystane do potwierdzenia czynności nerki przeszczepionej, gdzie szczególne znaczenie miało oznaczenie parametru KEi, pozwalającego ocenić czynność nerki w wartościach bezwzględnych.

Sesja plakatowa

Podejrzenie artropatii amyloidowej w badaniu PET-TK z wykorzystaniem [18F]FDG u chorej leczonej z powodu szpiczaka plazmocytowego

Michał Pasternak

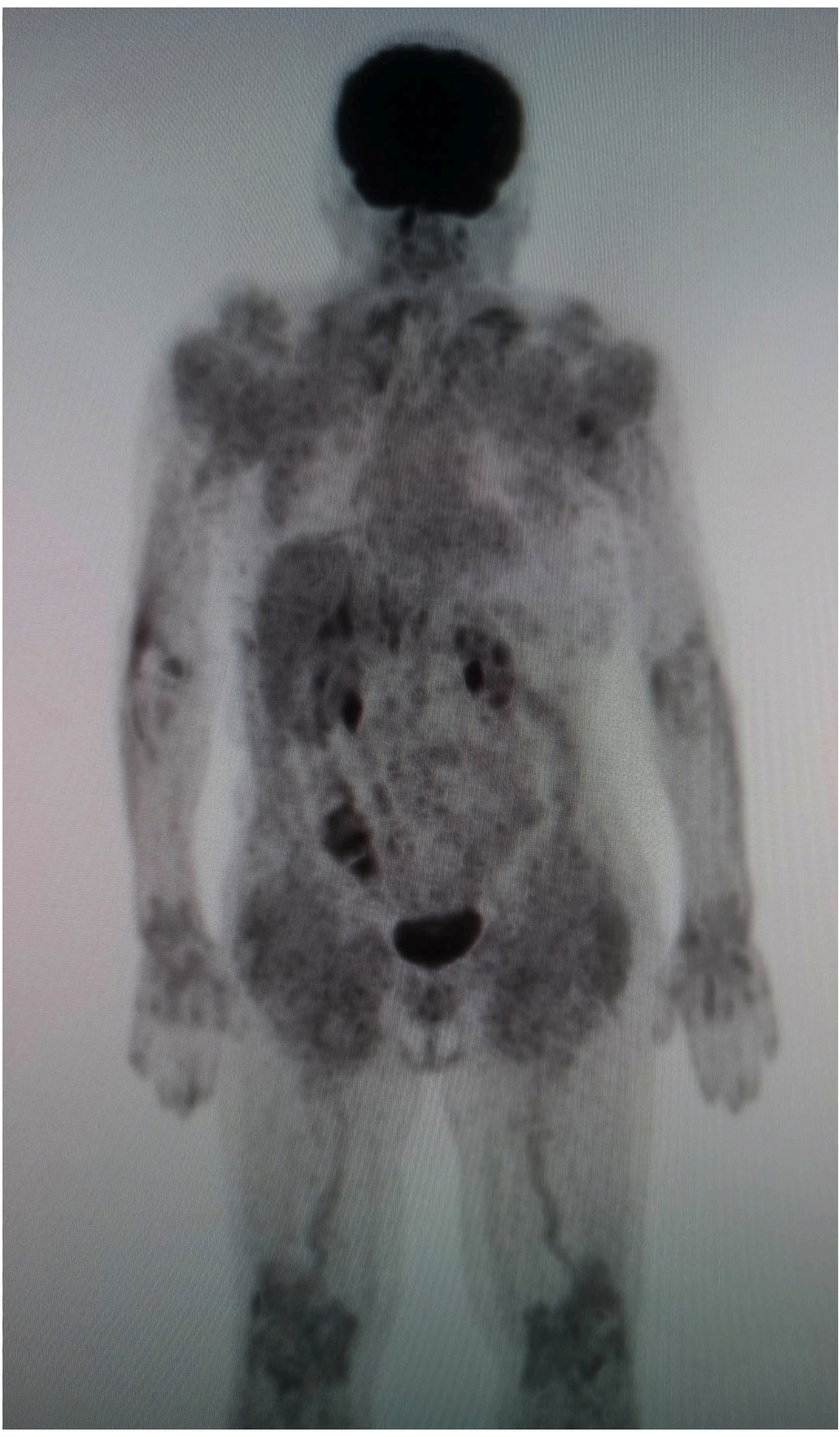
Ingrid Wenzel-Duszyńska, Andrzej Kołodziejczyk

Dolnośląskie Centrum Onkologii, Pulmonologii i Hematologii, Wrocław, Polska

Wstęp. Szpiczak plazmocytowy to choroba nowotworowa, w której dochodzi do niekontrolowanej proliferacji plazmocytów, wytwarzających monoklonalną immunoglobulinę lub łańcuchy lekkie przeciwciał. Wśród dyskrazji plazmocytowych wymienić można bezobjawowe: gammapatię monoklonalną oraz szpiczaka tlącego. Objawowy szpiczak, jedno- lub wieloogniskowy, manifestuje się głównie bólami kostnymi, niedokrwistością, niewydolnością nerek czy hiperkalcemią. W niektórych przypadkach może dojść do transformacji w białaczkę plazmocytową.
W przebiegu szpiczaka plazmocytowego u części pacjentów może rozwinąć się pierwotna amyloidoza łańcuchów lekkich, która w strukturach stawowych może prowadzić do tzw. artropatii amyloidowej. To rzadkie powikłanie szpiczaka plazmocytowego może być mylone np. z reumatoidalnym zapaleniem stawów.
Badanie PET-TK z wykorzystaniem [18F]FDG pozwala ocenić m.in. zaawansowanie procesu rozrostowego u chorych na szpiczaka, obecność zmian pozaszpikowych oraz efekt terapeutyczny stosowanego leczenia.

Opis przypadku. U 71-letniej pacjentki postawiono w 2017 r. rozpoznanie szpiczaka plazmocytowego IgG kappa IIIA. Chora była kolejno leczona w ramach schematu VMP oraz lenalidomidem, rozwinęła niewydolność serca i upośledzenie czynności nerek. W badaniu TK z marca 2025 r., oprócz licznych zmian osteolitycznych w kośćcu, opisano miękkotkankowe nacieki obejmujące struktury kostne oraz mięśnie obręczy barkowych. Do naszego ośrodka chora zgłosiła się w listopadzie 2025 r. w trakcie 3. linii leczenia w celu oceny skuteczności terapii. Wśród zgłaszanych objawów były utrzymujące się bóle kości biodrowych.
W obrazie MIP dominowało mierne pobudzenie metaboliczne pogrubiałych tkanek miękkich okolic niemal wszystkich objętych zakresem badania stawów.
W badaniu PET-TK liczne ogniska osteolityczne nie były aktywne metabolicznie. Nacieki miękkotkankowe, wywołujące wtórną lizę kości np.: biodrowych, kulszowych, ramiennych, także nie wykazywały wzmożonego metabolizmu.
Uwagę zwróciły umiarkowanie aktywne metabolicznie miękkotkankowe nacieki mięśni obręczy kończyn m.in.: pośladkowych, zasłonowych, podgrzebieniowych i podłopatkowych. Uwidoczniono także cechy przerostu błony maziowej, a w przestrzeniach okołostawowych separowały się masy miękkotkankowe o niewysokim metabolizmie, np. w dołach pod kolanowych. Całościowy obraz zmian w okolicach stawów nie był charakterystyczny dla szpiczaka, przy braku rozpoznania chorób reumatologicznych nasunął podejrzenie artropatii amyloidowej.

Wnioski. Obraz PET-TK pozwolił na wysunięcie podejrzenia powikłania szpiczaka pod postacią artropatii amyloidowej, co może tłumaczyć zgłaszane dolegliwości i wymagać włączenia dodatkowego postępowania terapeutycznego.
Przypadek podkreśla użyteczność badania PET-TK w diagnostyce możliwych rzadkich powikłań szpiczaka plazmocytowego.



Sesja plakatowa

Multiple non avid pulmonary nodules in PET-CT 18F-FDG – a case of pulmonary benign metastasizing uterine leiomyoma (PBML).

Anna Czechowska[1,2]

Aleksander Kieroński[1,2]

[1]Zakład Medycyny Nuklearnej w WSS w Olsztynie,
[2]Centrum Diagnostyczne Affidea PET/CT Olsztyn

The patient (66, female) was presented to the PET-CT laboratory with indeterminate nodular lesions in the lungs on the recent CT scan. The patient had no previous history of imaging studies. A single episode of haemoptysis one year prior had been resolved with antibiotic therapy. Bronchoscopy revealed macroscopic bleeding from the left nostril, with no abnormalities in the trachea and bronchi. Gastric endoscopy identified a gastric fundus polyp and diagnosed chronic gastritis. A colonoscopy and abdominal ultrasound showed no abnormalities. Tuberculosis testing was negative. The patient had a history of hysterectomy due to fibroids, with her last menstrual period occurring 17 years ago.

The PET-CT scan with 18F-FDG revealed multiple nodules in both lungs, approximately 10 well-defined lesions ranging from 3 to 10 mm, predominantly located in the lower lobes. The lesions showed no increased radioisotope accumulation. Additionally, three hypermetabolic nodules in the thyroid were noted, with a history of thyroid nodules verified as benign adenomatous changes. Due to the suspicion of multiple metastatic lung lesions, a verification of histopathology for one of the lung nodules and revaluation of the thyroid nodules were recommended.

A lung fragment with nodular lesions had been excised. Microscopic findings, in correlation with immunohistochemistry, were consistent with benign metastasizing leiomyomas (BML). In cases of lung metastases, these lesions are referred to as pulmonary BML (PBML).

BML is a rare disease. The lungs are the most common site of metastasis, with other reported locations including lymph nodes, myocardium, breasts, liver, oesophagus, trachea, central nervous system, soft tissues, and bones [1, 2, 3]. Over 150 cases of BML have been reported in literature [4]. Lesions in PET-CT imaging usually do not show increased radioisotope accumulation or show trace accumulation. In the analysis of 25 cases, high radioisotope accumulation was only noted in 3 cases [5]. Known cases of transformations into sarcomas have been reported, showing an increased 18F-FDG accumulation [6].

PBML lesions can occur many years after a hysterectomy. Patients are usually diagnosed due to a suspicion of lung metastases with an unknown origin. In daily practice, when interpreting PET-CT scans, it is essential to check whether the uterus shows any myomatous changes or whether it has been previously removed for this reason. Due to such a common, benign condition as fibroids, a hysterectomy may be downplayed or even omitted in the patient's history and differential diagnosis when suspecting disseminated cancer. In cases of multiple PBML lesions or a size progression identified in imaging studies, PET-CT with 18F-FDG should be considered to complement the diagnostic assessment, in order to indicate high-risk lesions with an aggressive course of the disease and a potential transformation into a sarcoma.

Bibliography:

(1) Jo, JH, Lee, JH, Kim, DC, et al. A case of benign metastasizing leiomyoma with multiple metastasis to the soft tissue, skeletal muscle, lung and breast. Korean J Intern Med 2006;21: 199–201.
(2) Yoon, G., Kim, TJ, Sung, CO, et al. Benign metastasizing leiomyoma with multiple lymph node metastasis: a case report. Cancer Res Treat 2011;43: 131–3.
(3) Zong, D., He, W., Li., J, Peng, H., Chen P., Ouyang, R. Concurrent benign metastasizing leiomyoma in the lung and lumbar spine with elevated standardized uptake value level in positron-emission tomography computed tomography: A case report and literature review. Medicine (Baltimore). 2018 Jul;97(27): e11334. doi: 10.1097/MD.0000000000011334. PMID: 29979408; PMCID: PMC6076117.
(4) Pulmonary benign metastasizing uterine leiomyoma (PBML): a case report and review of the literature Mark R. Brincat, MD, MSc, MRCOG, EFOGa,* Sarah Lam Shang Leen, FRCPathb , Asma Faruqi, FRCPathb , Michail Sideris, MD, MDRes, PhD, MRCOGa,d, Kelvin Kar Wing Lau, MA, DPhil, FRCS(CTh)c, Alexandra Lawrence, MD, MRCOGa.
(5) Benign metastasizing leiomyoma and 18□FDG□PET/CT: A case report and literature review YUSUKE SAWAI, TOSHIKI SHIMIZU, YUTA YAMANAKA, MAIKO NIKI and SHOSAKUNOMURA First Department of Internal Medicine, Kansai Medical University, Moriguchi, Osaka 570□8507, Japan DOI: 10.3892/ol.2017.6609.
(6) Ogawa, M., Hara, M., Ozawa, Y., et al. Benign metastasizing leiomyoma of the lung with malignant transformation mimicking mediastinal tumour. Clin Imaging. 2011;35:401–4. doi: 10.1016/j.clinimag.2010.11.003.

Sesja plakatowa

Dodatkowe ślinianki przyuszne w badaniu PET/CT z użyciem [^{68}Ga]Ga-PSMA-11: częstość występowania i cechy obrazowe

Julia Stępień-Dziekan

Katsiaryna Rydsik, Alain Iskandar

Uniwersyteckie Centrum Kliniczne Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Warszawa, Polska

Wstęp. Dodatkowe ślinianki przyuszne (accessory salivary glands, ASG) stanowią wariant anatomiczny, który może być uwidaczniany w badaniach PET/CT z użyciem [^{68}Ga]Ga-PSMA-11. Dane literaturowe wskazują, że dodatkowe gruczoły ślinowe, zwłaszcza ślinianka przyuszna dodatkowa, występują u ok. 20–30% populacji, jednak ich charakterystyka w obrazowaniu PSMA PET/CT pozostaje ograniczona i opiera się głównie na opisach przypadków. Struktury te mogą imitować ogniska patologiczne w obrębie tkanek miękkich twarzy.

Cel. Ocena częstości występowania cech anatomicznych oraz parametrów ilościowych wychwytu dodatkowych ślinianek przyusznych wykrywanych incydentalnie w badaniu [^{68}Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT.

Materiał i metody. Przeprowadzono retrospektywną analizę 359 badań [^{68}Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT wykonanych w 2025 roku. Badania wykonano na aparacie Siemens Biograph Vision 600, 60 minut po dożylnym podaniu 1,8 MBq/kg mc. [^{68}Ga]Ga-PSMA-11. Główne wskazanie stanowiła diagnostyka raka prostaty; pojedyncze badania wykonano w celu oceny zaawansowania raka wątrobowokomórkowego oraz glejaka. Obrazy analizowane były niezależnie przez lekarzy rezydentów, a weryfikowane przez specjalistę medycyny nuklearnej. Dodatkowe gruczoły ślinowe definiowano jako ogniskowy wychwyt znacznika zlokalizowany do przodu względem ślinianki przyusznej lub w jej bezpośrednim sąsiedztwie, z odpowiadającą zmianą morfologiczną w TK. Oceniano liczbę gruczołów na pacjenta, lateralność, maksymalny wymiar w TK oraz SUVmax. Zastosowano analizę opisową parametrów ilościowych.

Wyniki. Dodatkowe ślinianki przyuszne zidentyfikowano u 115 pacjentów (32,0%, CI: 95% CI: 27,4%–37,0%), w tym u 113 mężczyzn i 2 kobiet w wieku 67+/10 lat. Łącznie wykryto 142 dodatkowe ślinianki; u 90 pacjentów (78,3%) stwierdzono jeden gruczoł dodatkowy, częściej zlokalizowany po stronie lewej niż prawej (54 vs 36). U 23 pacjentów (20,0%) stwierdzono dwie dodatkowe ślinianki przyuszne, a u 2 (1,7%) trzy. Chociaż w grupie jednostronnej obserwowano przewagę lewej strony, analiza nie wykazała istotnej asymetrii lateralizacji. Mediana SUVmax wynosiła 11,35 (zakres 4,2–22,4), a mediana wymiaru długiego w CT 15 mm (6–32 mm). W badaniu TK nie stwierdzono zmian morfologicznych sugerujących proces złośliwy. Stwierdzono umiarkowaną dodatnią korelację między wielkością gruczołu a SUVmax (ρ=0,37; p<0,001). Nie wykazano różnic SUVmax między stroną lewą a prawą (p=0,57). Wiek wykazywał słabą, lecz istotną zależność z SUVmax (p=0,008).

Wnioski. Dodatkowe ślinianki przyuszne stanowią częste znalezisko incydentalne w [^{68}Ga]Ga-PSMA-11 PET/CT, obserwowane u około jednej trzeciej pacjentów. Wykazują umiarkowany do wysokiego wychwyt PSMA, porównywalny z fizjologicznymi śliniankami. Intensywność wychwytu znacznika jest determinowana przede wszystkim przez wielkość gruczołu, a nie przez jego lateralizację. Znajomość ta jest kluczowa dla uniknięcia nadrozpoznania zmian patologicznych.

Sesja plakatowa

The role of somatostatin receptor scintigraphy in the management of a patient with olfactory neuroblastoma – case report

***Stephen Wilczynski*[1]**

Michał Szulc[2], Grzegorz Romanowicz[3], Renata Świątkowska-Stodulska[2], Anna Lewczuk-Myślicka[2], Wojciech Cytawa[3]

[1]*Student Scientific Circle, Department of Nuclear Medicine, Medical University of Gdańsk*
[2]*Department of Endocrinology and Internal Diseases, Medical University of Gdańsk*
[3]*Department of Nuclear Medicine, Medical University of Gdańsk*

Background. Olfactory neuroblastoma (esthesioneuroblastoma) is a rare malignant neoplasm of the sinonasal tract originating from the olfactory neuroepithelium and showing neuroblastic differentiation. It is locally aggressive and presents most frequently in the superior nasal cavity, with metastasis occurring via both lymphatic and hematogenous routes. Mean age of presentation is between 40 and 70 years, with no gender predilection. Clinical presentation is typically subtle and non-specific, mimicking various benign causes with symptoms including epistaxis, nasal obstruction, anosmia, headache, and fatigue. Diagnosis is often delayed. Treatment involves surgery, external beam radiation, and chemotherapy. Prognosis is both grade and stage dependent but can be as low as 25% 5-year survival for high-grade tumours. Recurrence is common, as is metastasis. Local metastasis occurs in 35% of cases, most often to the cervical lymph nodes. Distant metastasis is seen in 10% of cases, with the lungs, bone, liver, and skin being the most likely areas of distant spread.

Objective. The purpose of this case study is to illustrate the role of 99mTc-EDDA/HYNIC-TOC (Tektrotyd) scintigraphy (somatostatin receptor scintigraphy) in the management of a patient with olfactory neuroblastoma.

Case Presentation. A lesion was discovered incidentally in a 51-year-old female receiving imaging for a head injury (2019). In February 2020 a non-radical resection of the lesion (located in the sella turcica region) was performed. Subsequent histopathology confirmed olfactory neuroblastoma. As resection was incomplete, she also received radical teleradiotherapy of the tumour and the sphenoid sinuses (66 Gy/30 fractions) from February to April 2020. She has reported fluctuating symptoms (headaches, vomiting, bone pain, chronic fatigue, nosebleeds).
Follow-up imaging revealed tumour regrowth/progression, and in June 2021 she received 99mTc-Tektrotyd SPECT/CT imaging, demonstrating a bicyclic tumour with markedly increased somatostatin analogue accumulation (Krenning 4). 18F-FDG PET/CT revealed only moderate glucose metabolism in the tumour. The findings from the SPECT/CT prompted initiation of treatment with somatostatin analogues, first octreotide, and then lanreotide (120 mg), beginning in September 2021. Since the initiation of somatostatin analogue therapy, there has been a reduction in tumour size (37x38x24mm to 30x33x20mm from 2021 to 2023 in follow-up MRI), and symptoms have either improved or stabilized.

Conclusions. This case demonstrates the importance of performing somatostatin receptor scintigraphy in relapsed neuroectodermal tumours. When total surgical excision was not possible, and radiotherapy proved ineffective, somatostatin analogue treatment provided an option which has arrested further tumour growth (stable disease at imaging), and improved the patient's quality of life and survival.

Sesja plakatowa

Analiza wpływu geometrii pomiaru na oznaczenie aktywności roztworu ^{161}Tb przy pomocy komór jonizacyjnych oraz określenie jego czystości radionuklidowej metodą HPGe

Paweł Saganowski

Ryszard Broda, Daniel Cacko, Marek Czudek, A. Kamiński, Ewa Kołakowska, Edyta Lech, Natalia Lisowska, Justyna Marganiec-Gałązka, Zbigniew Tymiński

Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Otwock-Świerk, Polska

Terb-161 (161Tb) jest w ostatnim czasie wskazywany jako obiecujący radionuklid do zastosowań w medycynie nuklearnej, co przekłada się na rosnące zapotrzebowanie na precyzyjne metody oznaczania jego aktywności. W praktyce klinicznej do rutynowych pomiarów powszechnie stosowane są układy z komorami jonizacyjnymi (tzw. mierniki aktywności promieniotwórczej), dlatego bardzo istotne jest określenie wpływu geometrii pomiaru na uzyskiwane wyniki.

Celem pracy jest określenie wpływu rodzaju naczynia pomiarowego oraz objętości roztworu radioaktywnego na wskazania układów pomiarowych z komorami jonizacyjnymi podczas pomiaru aktywności promieniotwórczej 161Tb. Pomiary wykonano na czterech układach pomiarowych – miernikach aktywności Capintec CRC-15 Beta i Capintec CRC-55tR oraz układach z komorami jonizacyjnymi IG12 oraz KG-4π-2,5/20. Wyznaczono wartości 3 współczynników kalibracji dla różnych naczyń pomiarowych oraz dla każdego z nich określono wpływ objętości roztworu. Uzupełnieniem badań były pomiary spektrometryczne wykonane przy użyciu detektorów HPGe, które posłużyły do wyznaczenia czystości radionuklidowej badanego roztworu.

Sesja plakatowa

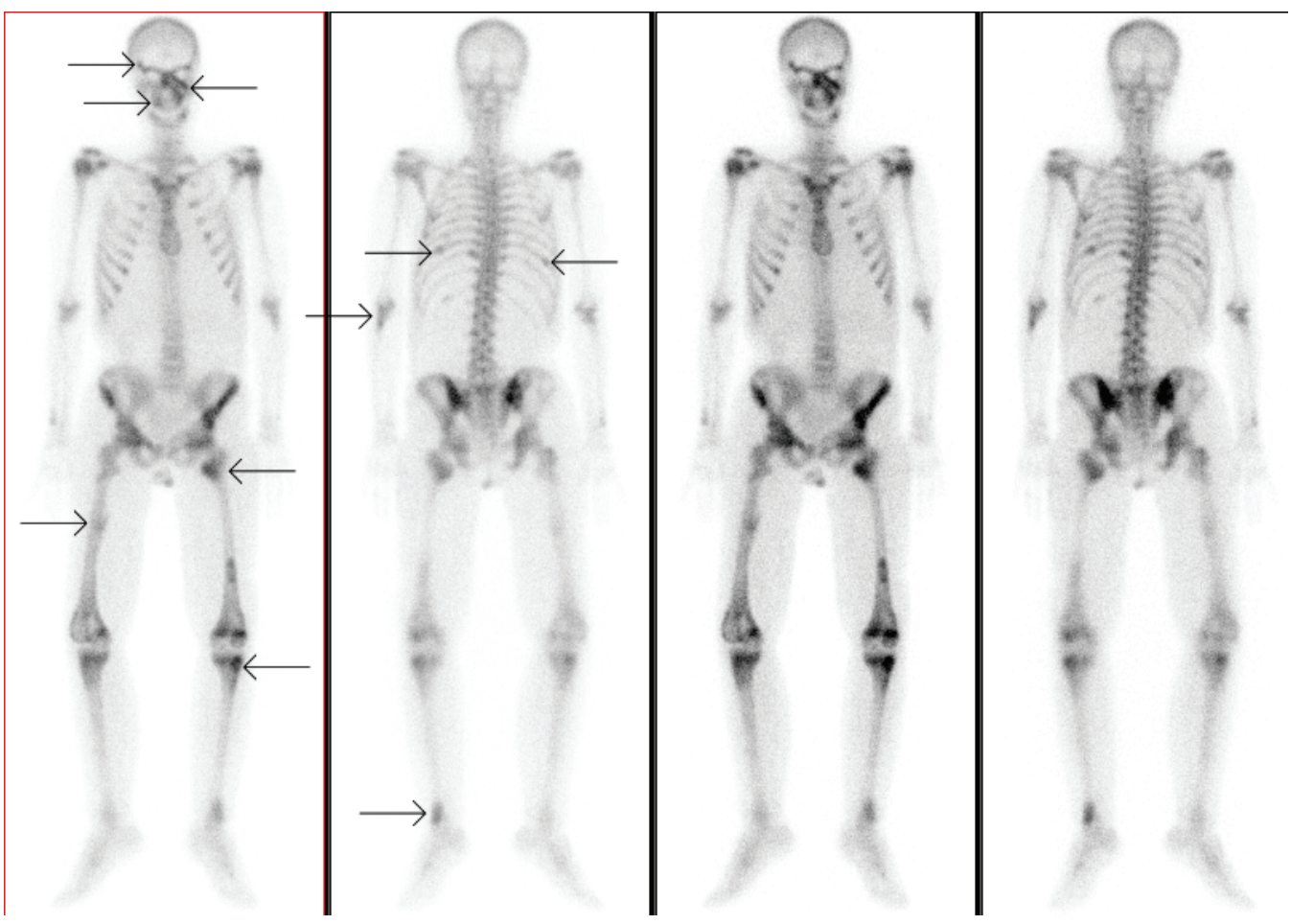
Scyntygraficzny obraz osteodystrofii przytarczycowej z mnogimi guzami brunatnymi w przebiegu niewydolności nerek

Agnieszka Besztak

Ingrid Wenzel-Duszyńska

4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Poliklinika SPZOZ we Wrocławiu, Wrocław, Polska

Osteodystrofia przytarczycowa z występowaniem guzów brunatnych stanowi rzadkie powikłanie ciężkiej, przewlekłej nadczynności przytarczyc, szczególnie w jej postaci drugo- i trzeciorzędowej u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. Guzy brunatne to nienowotworowe ogniska kostne manifestujące się jako osteolityczne zmiany rozrostowe z rozrzedzeniem warstwy korowej. Celem pracy jest przedstawienie roli scyntygrafii kości w ocenie rozległości zmian kostnych na przykładzie młodej pacjentki z zaawansowaną chorobą metaboliczną kości. Opisano przypadek 24-letniej chorej po obustronnej nefrektomii z powodu kłębuszkowego zapalenia nerek, po przeszczepie nerki od dawcy zmarłego zakończonym odrzuceniem graftu oraz w trakcie przewlekłej dializoterapii. Pacjentka prezentowała liczne objawy ogólnoustrojowe, w tym ciężką niedokrwistość, utratę widzenia w oku lewym, liczne lityczne zmiany kostne oraz osłabienie mięśniowe (prowadzona jest diagnostyka w kierunku miopatii). W badaniu przedmiotowym wewnątrzustnym widoczne było wygórowanie w rzucie zębów 14–16. Badania laboratoryjne wykazały podwyższone stężenie parathormonu (1391pg/ml), hipokalcemię oraz niewydolność nerek w stadium schyłkowym. Całość obrazu klinicznego sugerowała istotne zajęcie układu kostnego, dlatego w celu oceny charakteru oraz określenia rozległości zmian wykonano scyntygrafię kośćca z użyciem [99mTc]Tc-MDP. W obrazie scyntygraficznym stwierdzono uogólnione, nierównomierne gromadzenie radioznacznika w całym układzie kostnym, co odpowiada zwiększonemu obrotowi kostnemu wskutek zaburzeń metabolicznych. Na tym tle zaznaczają się liczne rozsiane ogniska wzmożonej aktywności odpowiadające najpewniej guzom brunatnym m.in. w topografii lewej zatoki szczękowej, przy wyrostku zębodołowym prawej kości szczękowej, prawostronnie w kości czołowej, żebrach, miednicy oraz kości łokciowych, udowych i piszczelowej lewej. Ponadto uwidoczniono nierówny obrys trzonu kości udowej prawej, mogący wynikać z przebytego wskutek osteodystrofii złamania. Strukturalnie zmiany w obrębie czaszki uwidocznione zostały również w badaniu TK głowy, w którym stwierdzono rozległą, destrukcyjną zmianę w obrębie lewej zatoki szczękowej z naciekaniem sąsiednich struktur oraz możliwym uciskiem nerwu wzrokowego. Opisano również inne zmiany o podobnym charakterze m.in. w kości szczękowej prawej (zmiana modeluje korzenie zębów 15–18). Badanie histopatologiczne największej zmiany zlokalizowanej w kości szczękowej lewej potwierdziło rozpoznanie ziarniniaka olbrzymiokomórkowego, zgodnego z obrazem guza brunatnego. Opisany przypadek podkreśla znaczenie kompleksowej diagnostyki obrazowej i laboratoryjnej w rozpoznawaniu zaawansowanej metabolicznej choroby kości z aktywną przebudową struktury kostnej oraz jej powikłań. Badanie scyntygraficzne układu kostnego może być cennym narzędziem wspomagającym podjęcie decyzji o konieczności rozpoczęcia ukierunkowanego leczenia przyczynowego.



Sesja plakatowa

Wyzwania obrazowania z MIBG znakowanego [^{123}I]/[^{131}I] u dzieci z neuroblastomą - doświadczenia z projektu wieloośrodkowego

Małgorzata Poniatowska-Roszkowska

lek. Agnieszka Marciniak, lek. Anna Górnik, Dr. rer. nat. Esam Eldin Ahmed Mohamed, dr n. zdr. Jacek Iwanowski, dr hab. n. zdr. Hanna Piwowarska-Bilska, prof. dr hab. n. med. Bożena Birkenfeld

Institut für Diagnostische Radiologie, Neuroradiologie und Nuclearmedizin Universitätsmedizin Greifswald, Niemcy
Zakład Medycyny Nuklearnej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego nr 1 PUM w Szczecinie, Szczecin, Polska

Wstęp. Neuroblastoma jest najczęstszym pozaczaszkowym guzem litym u dzieci. Najczęściej dotyka pacjentów poniżej 10. roku życia. Z uwagi na trudności terapeutyczne większość pacjentów leczona jest w wyspecjalizowanych ośrodkach onkologii dziecięcej. Badania z ^{123}I/^{131}I - MIBG mają kluczowe znaczenie w diagnostyce, określaniu stopnia zaawansowania, ocenie odpowiedzi na leczenie i długoterminowym monitorowaniu pacjentów z neuroblastomą. Praca jest częścią projektu TEMICARE 2.0*, który ma na celu poprawę sytuacji zdrowotnej i psychospołecznej pacjentów chorujących na neuroblastomę w Euroregionie Pomerania.

Cel. Celem pracy była retrospektywna analiza zastosowania badań z ^{123}I/^{131}I - MIBG w diagnostyce neuroblastomy u dzieci oraz porównanie praktyki klinicznej w Klinice Onkologii i Hematologii Dziecięcej w Szpitalu Uniwersyteckim w Greifswaldzie oraz Klinice Pediatrii, Onkologii i Immunologii Dziecięcej USK 1 PUM w Szczecinie.

Metodyka. Do analizy włączono pacjentów z rozpoznaną neuroblastomą lub z jej podejrzeniem, u których wykonano badania scyntygraficzne z użyciem ^{123}I/^{131}I - MIBG wykonane w latach 2019–2024. Przeprowadzono retrospektywną analizę tych badań.

Wyniki. Przeanalizowano łącznie 373 badania wykonane u 88 pacjentów. W ośrodku w Szczecinie wykonano 243 badania przy użyciu ^{131}I-MIBG, natomiast w ośrodku w Greifswaldzie wykonano 130 badań z 123I-MIBG. U 55 pacjentów badanie wykonano po raz pierwszy. Średni wiek pacjentów wynosił 3 lata (przedział wiekowy pacjentów od 3 mies. Do 14 lat). Średnia liczba badań przypadających na jednego pacjenta wyniosła cztery.

Wniosek. Obrazowanie z wykorzystaniem I-MIBG jest niezbędne do określania stopnia zaawansowania choroby oraz monitorowania odpowiedzi na leczenie. Zalecane jest badanie z zastosowaniem ^{123}I-MIBG. Dostępność tego radiofarmaceutyku jest ograniczona; wynika to z większych kosztów i złożonej logistyki transportu do ośrodków oddalonych od miejsca produkcji.

*W projekcie TEMICARE 2.0 uczestniczą instytucje partnerskie: Szpital Uniwersytecki w Greifswaldzie, Uniwersytecki Szpital Kliniczny Nr 1 im. prof. Tadeusza Sokołowskiego PUM w Szczecinie, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie – Collegium Medicum, Gdański Uniwersytet Medyczny.