

Radiofarmakum ^{68}Ga -PSMA-11 pro diagnostiku karcinomu prostaty

Michal Budinský, Ján Melicherík, Petr Vyšinský

Masarykův onkologický ústav, Ústavní lékárna, Úsek přípravy radiofarmak, Brno

Úvod: Radiofarmakum ^{68}Ga -PSMA-11 představuje peptid značený radionuklidem gallia-68, jehož molekulárním cílem je prostatický specifický membránový antigen (PSMA) u karcinomu prostaty.

Cíl práce: Cílem této práce je popsat zkušenosti s tímto radiofarmakem z pohledu radiofarmaceutické technologie přípravy a radiofarmaceutické analýzy.

Metodika: Práce sleduje a vyhodnocuje kvalitativní parametry radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11.

Výsledky: Kvalitativní vlastnosti radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11 připraveného na našem pracovišti z kitů pro přípravu radiofarmaka a registrovaného radionuklidového generátoru $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ jsou ve shodě s požadavky specifikace v téměř 99 %.

Závěr: Vzhledem ke komerční dostupnosti tohoto peptidu v podobě kitu pro přípravu radiofarmaka a radionuklidu z radionuklidového generátoru $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ je možné toto radiofarmakum snadno zajistit farmaceutickou přípravou i na pracovištích nukleární medicíny bez nutnosti splnění požadavků správné výrobní praxe.

Klíčová slova: ^{68}Ga -PSMA-11, karcinom prostaty, radiofarmacie, radiofarmakum, gallium-68.

Radiopharmaceutical ^{68}Ga -PSMA-11 for prostate cancer diagnostics

Introduction: Radiopharmaceutical ^{68}Ga -PSMA-11 represents gallium-68 radiolabeled peptide, molecular target for prostate-specific membrane antigen (PSMA) in prostate cancer.

Objective: The aim of this paper is to describe the experience with this radiopharmaceutical in view of radiopharmaceutical technology of preparation and radiopharmaceutical analysis.

Methods: This work studies and evaluates quality parameters of radiopharmaceutical ^{68}Ga -PSMA-11.

Results: Quality parameters of radiopharmaceutical ^{68}Ga -PSMA-11 prepared at our department from kits for radiopharmaceutical and radionuclide generator $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ are in conformity with specification almost in 99 %.

Conclusion: Thanks to commercial availability of this peptide in the form of kit for radiopharmaceutical and radionuclide from radionuclide generator $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$, it is possible to prepare it at the department of nuclear medicine without good manufacturing practice conformity requirements.

Key words: ^{68}Ga -PSMA-11, prostate cancer, radiopharmacy, radiopharmaceutical, gallium-68.

Úvod

Radiofarmakum ^{68}Ga -PSMA-11 k molekulárnímu zobrazení zvýšené exprese prostatického specifického membránového antigenu (PSMA) nepředstavuje ve světě nukleární medicíny a uroonkologie žádnou novinku. První zahraniční publikace popisující zobrazení tohoto antigenu pocházejí z období let 2012 až 2014 (1, 2, 3, 4). V České republice jsou první zkušenosti s radiofarmakem ^{68}Ga -PSMA-11 v podobě klinické studie z období let 2017 až 2019 z Fakultní nemocnice Plzeň (5). V období let

2021 až 2023 bylo toto radiofarmakum dostupné v režimu specifického léčebného programu (SpLP), kdy byl pro jeho syntézu využíván kit pro přípravu radiofarmaka PSMA-11 Sterile Cold Kit (Telix Inovations, Herstal, Belgie) (6, 7). Od srpna 2023 je v České republice dostupný registrovaný kit pro přípravu radiofarmaka Locametz (Novartis, Basilej, Švýcarsko), od května 2025 je registrovaný kit pro přípravu radiofarmaka Illuccix (Telix Inovations, Herstal, Belgie), který je totožný s kitem pro přípravu radiofarmaka dříve využívaným ve SpLP. Jako zdroj radionuklidu gallia-68 pro

PharmDr. Michal Budinský, Ph.D.

Masarykův onkologický ústav, Ústavní lékárna, Úsek přípravy radiofarmak, Brno
michal.budinsky@mou.cz

Cit. zkr: Čes. slov. Farm. 2025;74(4):238-242

Článek přijat redakcí: 30. 6. 2025

Článek přijat po recenzích: 31. 10. 2025

syntézu radiofarmaka je využíván registrovaný radionuklidový generátor Galliapharm (Eckert & Ziegler GmbH, Berlín, Německo).

Radiofarmakum ^{68}Ga -PSMA-11 představuje radionuklidem gallia-68 značený peptid gozetotid s afinitou k prostatickému specifickému membránovému antigenu, transmembránovému glykoproteinu, který je exprimován v membránách mnoha buněk lidského těla včetně prostaty, centrálního nervového systému, tenkého střeva, proximálních tubulů, slinných a slzných žláz (8). V případě karcinomu prostaty je v prostatických epitelálních buňkách exprese tohoto antigenu mnohonásobně zvýšená, což zvyšuje jeho atraktivitu pro možnosti molekulárního zobrazení prostřednictvím radionuklidem značených ligandů. Radiofarmakum ^{68}Ga -PSMA-11 tak patří k vysoce specifickým a hojně využívaným radiofarmakům v uroonkologické diagnostice v zahraničí i u nás (9). V České republice je toto radiofarmakum prozatím jediným dostupným přípravkem pro tuto diagnostiku. V průběhu roku 2025 lze očekávat příchod ligandu ^{18}F -DCFPyL (známého také jako ^{18}F -piflufolostat) s afinitou k PSMA – přípravku Pylclari (Curium PET France, Saint-Beauzire, Francie), radiofarmaka značeného tentokrát fluorem-18. Kromě toho existuje celá řada dalších nadějných radioligandů k molekulárnímu zobrazení PSMA (10), mj. třeba ^{18}F -PSMA-1007. Ty jsou však prozatím ve fázi studií (11, 12, 13).

Příprava radiofarmaka

Příprava radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11 probíhá za aseptických podmínek v souladu se souhrnem údajů o přípravku (SmPC) a požadavky správné radiofarmaceutické praxe. Jeho příprava je svěřena do rukou radiofarmaceutického personálu pracovišť nukleární medicíny. Při přípravě radiofarmaka je kladen důraz nejen na kvalitu, ale i bezpečnost s ohledem na práci se zdrojem ionizujícího záření. Proces přípravy představuje operace radiofarmaceutické technologie přípravy zvláště náročných lékových forem v podobě zisku radionuklidu gallia-68 elucí z radionuklidového generátoru $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ a jeho využití k radionuklidovému značení gozetotidu za vhodných reakčních podmínek. Následně se připravené radiofarmakum podrobí hodnocení jakosti a v případě shody hodnocených parametrů s požadavky specifikace je radiofarmakum propuštěno k aplikaci.

Jako zdroj radionuklidu gallia-68 v podobě $[^{68}\text{Ga}]\text{chloridu}$ gallitého se využívá registrovaný radionuklidový generátor Galliapharm 1,48 GBq, ze kterého se získává eluce roztokem 0,1M sterilní ultračistě kyseliny chlorovodíkové. Dále je využíván peptid gozetotid dostupný v podobě kitu pro přípravu radiofarmaka (v režimu SpLP nebo jako registrovaný přípravek).

K zisku radionuklidu gallia-68 z radionuklidového generátoru $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ je využívána instrumentace – eluční pumpa EluGen (Eckert & Ziegler GmbH, Berlín, Německo). Další kroky přípravy (radionuklidové značení a odběr vzorku k hodnocení jakosti radiofarmaka) pak probíhají manuálně bez využití instrumentace.

Kit pro přípravu radiofarmaka PSMA-11 Sterile Cold Kit v režimu SpLP se skládá ze tří injekčních lahviček (injekční lahvička s obsahem 25 μg peptidu, injekční lahvička s obsahem 2,5 ml octanového pufru a evakuovaná lahvička pro eluci radionuklidového generátoru). V prvním kroku se tyto lahvičky vyjmou ze sekundárního obalu, následně se z nich

odstraní uzávěry a povrch septa lahviček se otře antiseptikem k dezinfekci povrchu. Po oschnutí antiseptika se na sterilní lahvičku s octanovým pufrem umístí bezjehlový přepouštěcí adaptér a zatlačením se perforuje její septum. Takto připravená injekční lahvička s bezjehlovým adaptérem se obrátí dnem vzhůru, nasadí se na sterilní injekční lahvičku s obsahem peptidu PSMA-11 a zatlačením se perforuje její septum. Octanový pufr vteče do lahvičky s peptidem. Krouživým pohybem se obsah lahvičky důkladně promíchá. Po připojení injekční stříkačky na boční ventil adaptéru se odebere obsah injekční lahvičky. K prázdné evakuované injekční lahvičce se pomocí sterilní jehly potažené silikonem a membránového filtru připojí výstupní linka radionuklidového generátoru. Generátor se propláchne pomocí peristaltické pumpy 5 ml sterilního roztoku ultračisté 0,1M kyseliny chlorovodíkové přímo do sterilní evakuované injekční lahvičky. Na konci eluce se generátor odpojí od sterilní injekční lahvičky s obsahem eluátu $[^{68}\text{Ga}]\text{chloridu}$ gallitého vytažením jehly ze septa a přidá se 2,5 ml reakčního pufru smíchaného s peptidem PSMA-11. Radiofarmakum se ponechá v klidu inkubovat po dobu 5 minut při laboratorní teplotě.

Registrovaný kit pro přípravu radiofarmaka Locametz se skládá pouze z jedné injekční lahvičky s obsahem peptidu a octanového pufru. Po vyjmutí injekční lahvičky ze sekundárního obalu se odstraní uzávěr, povrch septa lahvičky se otře antiseptikem k dezinfekci povrchu. Po oschnutí antiseptika se pomocí sterilní jehly potažené silikonem připojí výstupní linka radionuklidového generátoru k lahvičce kitu. Generátor se propláchne pomocí peristaltické pumpy 5 ml sterilního roztoku ultračisté 0,1M kyseliny chlorovodíkové přímo do lahvičky kitu. Na konci eluce se generátor odpojí vytažením jehly z pryžového septa kitu. Promísení eluátu s peptidem se zajistí jednorázovým obrácením lahvičky kitu dnem vzhůru.

Po pětiminutové inkubaci se odebere vzorek radiofarmaka k hodnocení jakosti a stanoví se celková aktivita. Vytiskne se identifikační štítek, který se nalepí do protokolu o přípravě a kontrole radiofarmaka.

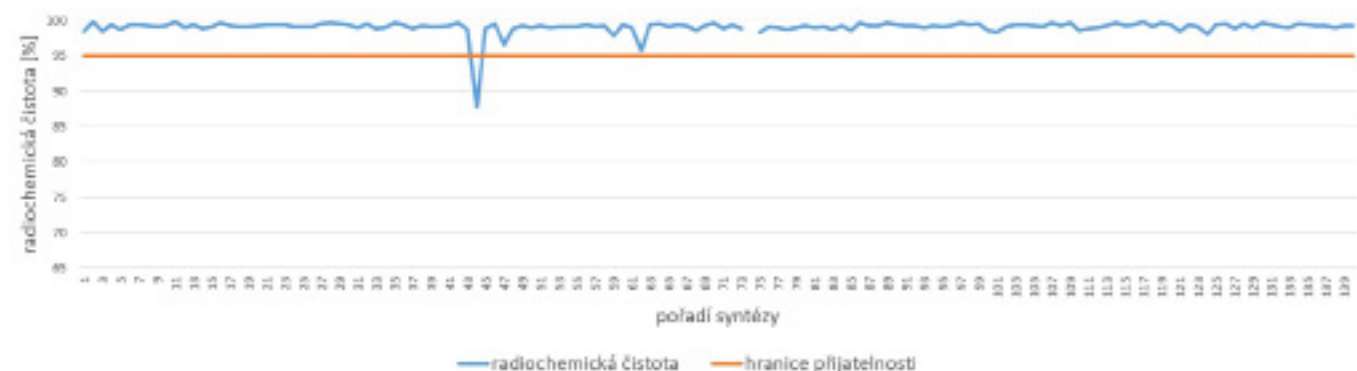
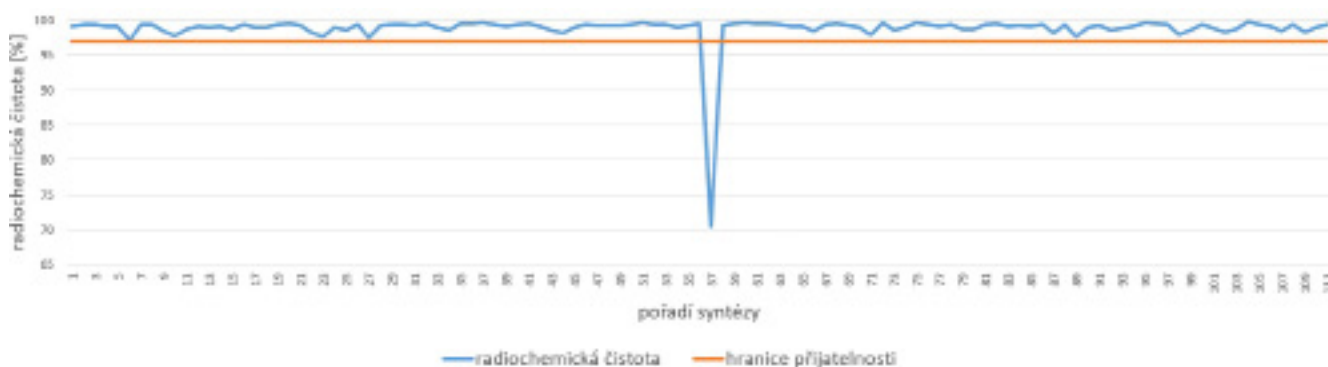
Hodnocení jakosti radiofarmaka

U připraveného radiofarmaka se hodnotí vzhled, hodnota pH a efektivita značení.

Vzhled radiofarmaka se hodnotí vizuální kontrolou. V případě použití kitu pro přípravu radiofarmaka v režimu SpLP musí být roztok bezbarvý až slabě nažloutlý, prakticky bez viditelných částic. Pokud je k přípravě použit registrovaný kit pro přípravu radiofarmaka, musí být roztok čirý, bezbarvý a bez viditelných částic.

Hodnota pH se hodnotí pomocí indikátorových proužků MQuant (Merck, Darmstadt, Německo) k měření pH. Na indikátorový proužek se nanese injekční stříkačkou kapka vzorku. Požadovaná hodnota pH je v rozsahu 4,0–5,0 v případě použití kitu pro přípravu radiofarmaka v režimu SpLP a 3,2–6,5 v případě použití registrovaného kitu pro přípravu radiofarmaka Locametz.

Efektivita značení se hodnotí metodami tenkovrstvé chromatografie. Stanovuje se množství nekomplexovaných forem gallia-68. Jako stacionární fáze se využívá chromatografický papír se skleněnými vlákny iTLC-SG (Agilent Technologies, Santa Clara, USA) nastříhaný na proužky 1×12 cm, jako mobilní fáze roztok octanu amonného (VWR chemicals,

Obr. 1. Radiochemická čistota ^{68}Ga -PSMA-11 z kitu pro přípravu radiofarmaka v režimu SpLP – nečistoty v podobě nekomplexovaných forem gallia-68**Obr. 2.** Radiochemická čistota ^{68}Ga -PSMA-11 z registrovaného kitu pro přípravu radiofarmaka – nečistoty v podobě nekomplexovaných forem gallia-68

Radnor, USA) ve vodě (77 g/l) smísený s methanolem (VWR chemicals, Radnor, USA) v poměru 1 : 1 v/v. Vyvíjecí komory se připraví nalitím mobilních fází do výšky 3–4 mm. Analyzovaný vzorek radiofarmaka se nanese na proužek chromatografického papíru pomocí injekční stříkačky 1 cm od spodního okraje a vloží se do vyvíjecí komory. Po dosažení čela ve vzdálenosti 6–7 cm od místa startu se chromatografický papír vyjme z komory, osuší a zanalyzuje s využitím iTLC skeneru. Akceptovatelný obsah nečistot v podobě nekomplexovaných forem gallia-68 v případě použití kitu pro přípravu radiofarmaka v režimu SpLP je maximálně 5 % a při použití registrovaného kitu pro přípravu radiofarmaka Locametz pak maximálně 3 %.

Příprava aplikační dávky radiofarmaka

Po propuštění radiofarmaka k aplikaci se připraví aplikační dávka přípravku s využitím instrumentálního zařízení $\mu\text{DDS-A}$ (Tema Sinergie, Faenza, Itálie). Připravená injekční stříkačka ve wolframovém stínění se opatří signaturou a společně s průvodním listem se předá k aplikaci.

Cíl práce

Cílem této práce je popsat zkušenosti s přípravou a hodnocením jakosti radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11.

Metodika

Práce je založena na sledování a vyhodnocení kvalitativních parametrů (radiochemické čistoty a hodnoty pH) radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11 připraveného z registrovaného radionuklidového generátoru $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ a kitů pro přípravu radiofarmaka od dvou různých výrobců na pracovišti

Masarykova onkologického ústavu (MOÚ) v Brně v období let 2021 až 2025.

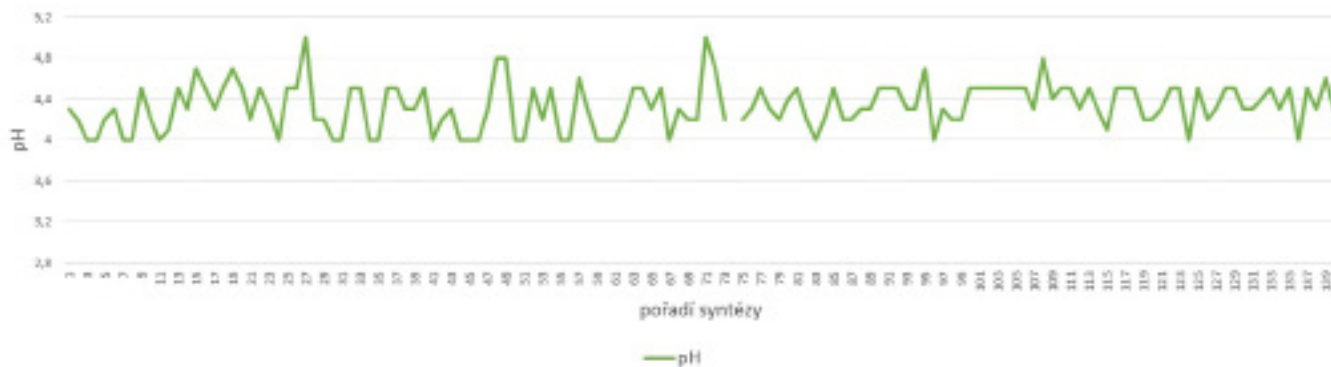
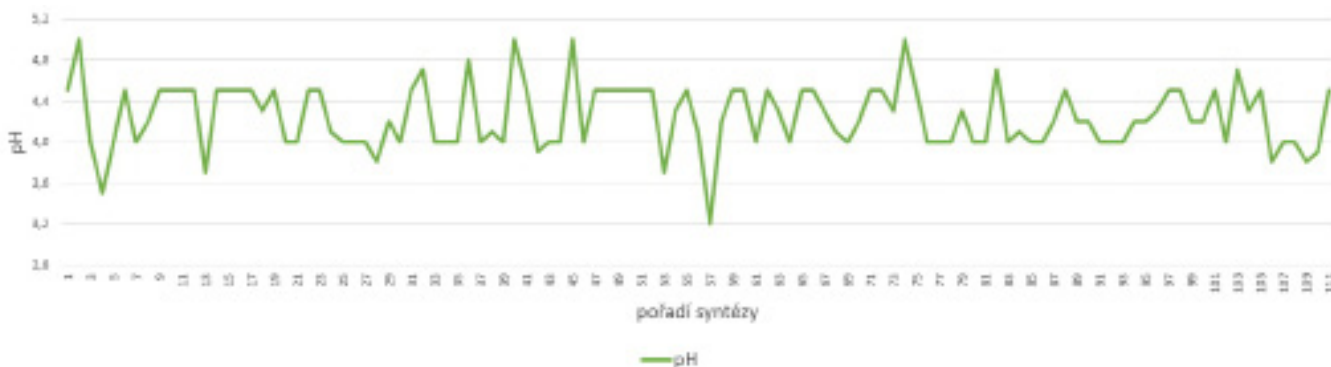
Výsledky

Radiofarmakum ^{68}Ga -PSMA-11 je v MOÚ připravováno od března 2021 a za více než 4 roky (do konce června 2025) bylo celkem provedeno 251 syntéz pro 527 pacientů.

V režimu SpLP s využitím kitu pro přípravu radiofarmaka PSMA-11 Sterile Cold Kit bylo provedeno 140 syntéz radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11 (včetně dvou neúspěšných) pro 259 pacientů. Úspěšnost syntézy byla 98,6 %. Z registrovaného kitu pro přípravu radiofarmaka bylo provedeno celkem 111 syntéz (včetně jedné neúspěšné) pro 268 pacientů. Úspěšnost syntézy byla 99,1 %.

Radiochemická čistota u radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11 připravovaného z kitu pro přípravu radiofarmaka v režimu SpLP byla v průměru $99,06 \pm 1,09$ %, hodnota pH byla v průměru $4,3 \pm 0,2$. Ve 138 případech byly hodnocené kvalitativní parametry připraveného radiofarmaka ve shodě s požadavky specifikace, v jednom případě (syntéza č. 44) byla radiochemická čistota nižší (87,70 %), a radiofarmakum nebylo propuštěno k aplikaci. V jednom případě (syntéza č. 74) nebylo možné radiofarmakum z technických důvodů připravit, a hodnocení jakosti v tomto případě nebylo prováděno. Proto není hodnota radiochemické čistoty a pH pro tuto syntézu v grafech uvedena.

Radiochemická čistota u radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11 připravovaného z registrovaného kitu pro přípravu radiofarmaka Locametz byla v průměru $98,82 \pm 2,75$ %, hodnota pH byla v průměru $4,2 \pm 0,3$. Ve

Obr. 3. Hodnota pH ^{68}Ga -PSMA-11 z kitu pro přípravu radiofarmaka v režimu SpLP**Obr. 4.** Hodnota pH ^{68}Ga -PSMA-11 z registrovaného kitu pro přípravu radiofarmaka

110 případech byly hodnocené kvalitativní parametry připraveného radiofarmaka ve shodě s požadavky specifikace, v jednom případě (syntéza č. 57) nebylo připravené radiofarmakum propuštěno k aplikaci z důvodu nevyhovující radiochemické čistoty.

Výsledky hodnocení jakosti jednotlivých syntéz radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11 jsou uvedeny v grafech (Obr. 1 a 3) (Radiochemická čistota ^{68}Ga -PSMA-11 z kitu pro přípravu radiofarmaka v režimu SpLP – nečistoty v podobě nekomplexovaných forem gallia-68 a Radiochemická čistota ^{68}Ga -PSMA-11 z registrovaného kitu pro přípravu radiofarmaka – nečistoty v podobě nekomplexovaných forem gallia-68) a Obr. 2 a 4 (Hodnota pH ^{68}Ga -PSMA-11 z kitu pro přípravu radiofarmaka v režimu SpLP a Hodnota pH ^{68}Ga -PSMA-11 z registrovaného kitu pro přípravu radiofarmaka).

Diskuze

Na základě našich zkušeností s přípravou tohoto radiofarmaka z kitů pro přípravu radiofarmaka a registrovaného radionuklidového generátoru $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ lze konstatovat, že technologická náročnost jeho přípravy a hodnocení jakosti je po stránce radiofarmaceutické technologie srovnatelná s technologickou náročností přípravy a hodnocení jakosti konvenčních radiofarmak značených techneciem-99m.

Úspěšnost syntézy ^{68}Ga -PSMA-11, posuzovaná na základě hodnocení kvalitativních parametrů radiofarmaka, je velmi vysoká a dosahuje téměř 99 % (248 úspěšných syntéz z celkového počtu 251). Je opět srovnatelná s úspěšností syntéz konvenčních radiofarmak značených techneciem-99m, byť množství syntéz radiofarmak značených galliem-68 nemůže (a nikdy nebude) konkurovat množství syntéz konvenčních radiofarmak.

Zkušenosti s přípravou ^{68}Ga -PSMA-11 z kitů pro přípravu radiofarmaka jsou dostupné v publikaci od autorů Wang et al. z roku 2024. Úspěšnost syntézy i radiochemická čistota jsou zde při použití kitu pro přípravu radiofarmaka Locametz nižší, když dosahují úspěšnosti syntézy v 95,03 % (172 úspěšných syntéz z celkového počtu 181) s průměrnou radiochemickou čistotou $98,41 \pm 0,47$ %. Při použití kitu pro přípravu radiofarmaka Illuccix dosahují 99,22% úspěšnosti syntézy (254 úspěšných syntéz z celkového počtu 256) s průměrnou radiochemickou čistotou $97,81 \pm 0,71$ % (14).

Z pohledu radiofarmaceutické technologie může být příprava ^{68}Ga -PSMA-11 z kitu pro přípravu radiofarmaka složeného pouze z jedné injekční lahvičky (Locametz) některými pracovišti či pracovníky preferována. Na tuto skutečnost poukazuje i Wang et al. v publikaci z roku 2024 (14). Na pracovištích s bohatými technologickými zkušenostmi je však takové odůvodnění preference konkrétního kitu pro přípravu radiofarmaka irelevantní.

Závěr

Příprava radiofarmaka ^{68}Ga -PSMA-11 z kitů pro přípravu radiofarmaka a registrovaného radionuklidového generátoru přináší výborné výsledky hodnocených kritérií jakosti radiofarmaka. Tyto výsledky jsou téměř v 99 % syntéz ve shodě s požadavky specifikace. Průměrná hodnota radiochemické čistoty u radiofarmaka připraveného z kitu pro přípravu radiofarmaka dostupného v rámci SpLP je sice numericky vyšší než u radiofarmaka připravovaného z registrovaného kitu pro přípravu radiofarmaka (99,06 % vs. 98,82 %), avšak v obou případech jsou výsledné hodnoty radiochemické čistoty akceptovatelné, a proto není nutné z těchto důvodů jeden z kitů pro přípravu radiofarmaka upřednostňovat.

LITERATURA

1. Afshar-Oromieh A, Malcher A, Eder M, et al. PET imaging with a [⁶⁸Ga]gallium-labelled PSMA ligand for the diagnosis of prostate cancer: biodistribution in humans and first evaluation of tumour lesions. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2013;40(4):486-495. DOI: 10.1007/s00259-012-2298-2.
2. Barrett JA, Coleman RE, Goldsmith SJ, et al. First-in-Man Evaluation of 2 High-Affinity PSMA-Avid Small Molecules for Imaging Prostate Cancer. *J Nucl Med*. 2013;54(3):380-387. DOI: 10.2967/jnumed.112.111203.
3. Hillier SM, Maresca KP, Lu G, et al. ^{99m}Tc-Labeled Small-Molecule Inhibitors of Prostate-Specific Membrane Antigen for Molecular Imaging of Prostate Cancer. *J Nucl Med*. 2013;54(3): 1369-1376. DOI: 10.2967/jnumed.112.116624.
4. Eder M, Neels O, Müller M, et al. Novel Preclinical and Radiopharmaceutical Aspects of [⁶⁸Ga]Ga-PSMA-HBED-CC: A New PET Tracer for Imaging of Prostate Cancer. *Pharmaceuticals*. 2014;7(7):779-796. <https://doi.org/10.3390/ph7070779>.
5. Ferda J, Vokurka S, Ferdová E, et al. Podání ligandu prostatického specifického membránového antigenu ⁶⁸Ga-PSMA-11 pro zobrazení nádorů prostaty pomocí PET/CT a PET/MR - iniciační zkušenosti s tolerancí podané látky a kvalitou zobrazení. *Čes radiol*. 2018;72(1):51-57.
6. Ferda J, Ferdová E, Pernický J, et al. Zobrazení karcinomu prostaty pomocí PET/CT a PET/MR s podáním ⁶⁸Ga-PSMA-11. *Čes radiol*. 2021;75(1):31-44.
7. Budinský M, Vyšinský P, Řehák Z, et al. Zkušenosti s přípravou ⁶⁸Ga-PSMA-11. *Chem Listy*. 2022;116(2):746-750.
8. Rodríguez-Fraile M, Alonso PT, Rosales JJ, et al. The role of PSMA radioligands in the diagnosis and treatment of prostate carcinoma. *Rev Espan Med Nucl Imag Mol*. 2022;41(2):126-135. DOI: 10.1016/j.remnie.2022.02.001.
9. Müller J, Ferraro DA, Muehlematter UJ, et al. Clinical impact of ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET on patient management and outcome, including all patients referred for an increase in PSA level during the first year after its clinical introduction. *Eur J Nucl Med Mol Imag*. 2019;46(4):889-900. <https://doi.org/10.1007/s00259-018-4203-0>.
10. Pastorino S, Riondato M, Uccelli L, et al. Toward the Discovery and Development of PSMA Targeted Inhibitors for Nuclear Medicine Applications. *Curr Rad*. 2020;13(1):63-79. DOI: 10.2174/1874471012666190729151540.
11. Olivier P, Giraudet A, Skanjeti A, et al. Phase III Study of ¹⁸F-PSMA-1007 Versus ¹⁸F-Fluorocholine PET/CT for Localization of Prostate Cancer Biochemical Recurrence: A Prospective, Randomized, Crossover Multicenter Study. *J Nucl Med*. 2023;579-585. DOI: 10.2967/jnumed.122.264743.
12. Alberts A, Bütikofer L, Rominger A, et al. A randomised, prospective and head-to-head comparison of [⁶⁸Ga]Ga-PSMA-11 and [¹⁸F]PSMA-1007 for the detection of recurrent prostate cancer in PSMA-ligand PET/CT-Protocol design and rationale. *PLoS ONE* 17(7): e0270269. 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270269>.
13. Mojsak M, Szumowski P, Amelian A, et al. Application of ¹⁸F-PSMA-1007 PET/MR Imaging in Early Biochemical Recurrence of Prostate Cancer: Results of a Prospective Study of 60 Patients with Very Low PSA Levels ≤ 0.5 ng/mL. *Cancers*. 2023;15(16): <https://doi.org/10.3390/cancers15164185>.
14. Wang IE, Morrisette LJ, Wong KK, et al. A comparison of routine [⁶⁸Ga]Ga PSMA 11 preparation using Locametz and Illuccix kits. *EJNMMI Radiopharmacy and Chemistry*. 2024;9(84). <https://doi.org/10.1186/s41181-024-00317-4>.

Tip na dárek



SOLEN MEDICAL EDUCATION

Potěšte své přátele a blízké z řad lékařů či farmaceutů předplatným některého z časopisů vydavatelství SOLEN.

- Česká a slovenská farmacie
- Dermatologie pro praxi
- Medicína pro praxi
- Neurologie pro praxi
- Onkologie
- Pediatrie pro praxi
- Psychiatrie pro praxi
- Urologie pro praxi
- Vnitřní lékařství

Na webu vybraného časopisu zakliněte předplatné.
Do poznámky napište komu a kam časopis zasílat.
Pak si jen stáhněte a vytiskněte dárkový certifikát a dárek je na světě.

Seznam časopisů

