

# 56. DNY NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY

Hradec Králové

18. – 20. 9. 2019

*sborník vybraných abstrakt*



## HLAVNÍ PARTNEŘI



GE Healthcare



SIEMENS



## PARTNEŘI



## VYSTAVOVATELÉ

CANBERRA-PACKARD, s. r. o.

EDOMED, a. s.

Eisai GesmbH, organizační složka

MEDKONSULT s. r. o.

MeMed CZ s. r. o.

Proton Therapy Center Czech s. r. o.

Sanofi Genzyme

### ► Příprava, výroba a možnosti využívání neregistrovaných radiofarmak – nekonečný příběh?

Adam J.<sup>1,2</sup>, Pech L.<sup>1</sup>, Čepa A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ÚJV Řež, a. s., Husinec, <sup>2</sup> Regionální centrum aplikované a molekulární onkologie (RECAMO), MOÚ, Brno,

<sup>3</sup> Ústav nukleární medicíny, 1. lékařská fakulta UK a VFN, Praha 2, ČR

**Úvod:** Ačkoli je PET rychle a dynamicky se rozvíjejícím oborem (70% nárůst počtu skenerů v ČR od roku 2015), je zavádění nových PET radiofarmak do klinické praxe (nejen v ČR) provázáno překážkami odvozenými ze specifické povahy této skupiny látek, což vede k neoptimální dostupnosti inovativních PET radiofarmak pro pacienty.

**Popis problematiky:** Koordinovaná aktivita nukleární obce se snaží v ČR najít cestu a právní rámec, jak neregistrovaná radiofarmaka využívat podobně, jako v zahraničí. Dílčí snahy se týkají zejména úpravy podmínek specifických léčebných programů, případné akceptace správné radiofarmaceutické praxe (GRPP) – významné zejména v případě generátorových radiofarmak – či usnadnění použití „klasických“ cyklotronových PET radiofarmak bez registrace, kde bylo nejnověji ze strany SÚKL navrženo řešení v podobě specifického léčebného programu s měkčími požadavky, než vyplývají z registrace, a to obzvláště v případech, kdy objektivní skutečnosti (primárně rozsah dostupné dokumentace k prekurzoru farmaka) plně vyhovění požadavkům registrace komplikují či znemožňují. Zvláštní podskupinou problematiky je příprava/výroba radiofarmak značených ultra-krátkými radionuklidy (<sup>13</sup>N, <sup>15</sup>O), která jsou v důsledku svých vlastností mimo legislativní a praktické použití v ČR.

**Závěr:** V závěru je evaluováno doposud dosažené a nastíněny možné další scénáře vývoje v této oblasti. Z hlediska rozvoje nukleární medicíny v ČR je nutností prosazovat principy translace nových typů radiofarmak do klinické praxe v přijatelných časových intervalech.

### ► Siemens syngo.via – vzdálená správa, prohlížení a hodnocení obrazových dat v mobilní aplikaci

Bartl J.

Oddělení nukleární medicíny, MOÚ, Brno, ČR

**Úvod:** Možnost vzdálené správy a prohlížení a hodnocení obrazových dat v mobilní aplikaci pod OS iOS. Praktické zkušenosti a doporučení pro zprovoznění vzdálené správy diagnostických WS Siemens na serverové platformě syngo.via, prohlížení a hodnocení obrazových dat a připojení k firemnímu prostředí IBM Lotus Notes.

#### Popis problematiky:

- 1) Připojení do firemní sítě – SoftEther VPN s dvoufázovým ověřením: a) jednorázové heslo – ESET Secure Authentication b) připojení nativním VPN klientem s protokolem L2TP
- 2) Aplikace pro vzdálenou správu • SSH klient – Termius • Remote Desktop klient – RD Client • Server syngo.via Připojení (standardně bez výchozí brány) vyžaduje: a) ssh klient & Dynamic Port Forwarding – Termius b) web browser & SOCKS Proxy – iCab Mobile c) ssh & syngo.via servery ve stejné síti – ssh server např. na diagnostické WS syngo.via
- 3) Prohlížení & hodnocení obrazových dat • syngo@.via WebViewer • RD Client Pozn.: Nevýhodou aplikace RD Client je zasahování do aktivit na konkrétní diagnostické WS syngo.via.
- 4) Připojení k firemnímu IS – IBM Lotus Notes Poskytované služby:

mail, kalendář, kontakty, úkoly • nativní aplikace – mail, kalendář, kontakty • šifrovaný mail – IBM Traveler Companion • úkoly – IBM Notes Traveler To Do

Pozn.: V případě rozdílných certifikátů poštovního serveru pro LAN a WAN síť je nutné u aplikací „šifrovaný mail“ a „úkoly“ uvést LAN i WAN adresu poštovního serveru.

**Závěr:** Uvedené řešení jen s pomocí volně dostupných aplikací je možné vyjma některých speciálních technik, které jsou součástí jen placených aplikací (iCab). Pozn.: Diagnostické hodnocení obrazových dat není v některých zemích povoleno.

### ► Zlepšení reprodukovatelnosti hodnocení beta-amyloidu v mozku s využitím dvoufázové PET

Bělohávek O., Jarůšková M., Skopalová M., Szárazová G., Šimonová K.

Oddělení nukleární medicíny – PET centrum, Nemocnice Na Homolce, Praha, ČR

**Cíl:** Doložit, jaký vliv na reprodukovatelnost nálezů má nově navržená metoda hodnocení přítomnosti beta-amyloidu v mozku s využitím dvoufázové PET.

**Metoda:** Dvoufázová PET s flutemetamolem byla provedena u 121 pacientů s mírnou kognitivní poruchou. Pět lékařů vyhodnotilo nálezy standardním způsobem (STD) a nezávisle na tom i novou originální metodou (GM-EDGE) s využitím delineaace šedé kůry extrahované z perfuzní fáze vyšetření. V obou případech byla využita jak pětistupňová, tak i binární klasifikace nálezů. K porovnání hodnot byla využita Cohenova kappa (Ck), Fleissova kappa (Fk) a korelační koeficient mezi třídami (ICC).

**Výsledky:** Ck pro pětistupňové hodnocení se pohybovala mezi 0,63–0,73 (medián 0,70) pro STD a 0,76–0,89 (medián 0,80) pro GM-EDGE s ICC = 0,84 (95 % CI 0,79–0,88) pro STD a ICC = 0,91 (95 % CI 0,89–0,94) pro GM-EDGE. Ck pro binární hodnocení se pohybovala mezi 0,73–0,93 (medián 0,82) pro STD a 0,90–0,97 (medián 0,93) pro GM-EDGE s Fk = 0,82 (95 % CI 0,77–0,88) pro STD a Fk = 0,93 (95 % CI 0,87–0,99) pro GM-EDGE. Při binárním hodnocení se nezávisle na sobě shodlo na nálezech všech 5 hodnotitelů v 80,8 % případů s použitím STD a v 91,6 % případů s využitím GM-EDGE metody.

**Závěr:** Při využívání nové GM-EDGE metody dosahují hodnotitelé významně vyšší shodu v hodnocení nálezů, než při standardním postupu. Plný text otištěn v Eur J Nucl Med Mol Imaging 2019,46(2), 297–303.

**Podpořeno:** MZ ČR – RVO (NNH, 00023884), IG184401

### ► Detekce sentinelové uzliny u žen pomocí <sup>99m</sup>Tc-nanokoloid

Breznická O.

Klinika radiologie a nukleární medicíny, Lékařská fakulta MU a FN Brno, ČR

**Cíl:** Seznámení s prací NLZP při detekci sentinelové uzliny u žen pomocí <sup>99m</sup>Tc-nanokoloid.

**Popis problematiky:** Vyšetření slouží k detekci sentinelových uzlin a zobrazení přívodného lymfatického řečiště. Nejčastější indikace jsou maligní tumory prsu a vulvy. Sentinelová uzlina je první uzlinou v primární lymfatické drenáži z tumoru, proto je nejpravděpodobněji jako první postižena metastázami. Po aplikaci radiofarmaka následuje 15 minutová masáž oblasti aplikace a za 1 hodinu krátká stati-

ka a SPECT/CT. Toto vyšetření provádíme na dvouhlavé scintilační kameře SYMBIA INTEVO EXCEL nebo SYMBIA T2 SPECT/CT, kolimátory LEHR s paralelními otvory. Od roku 2015 do konce roku 2018 jsme celkově vyšetřili 277 pacientek, z toho u 2 pacientek se jednalo o detekci sentinelové uzliny vulvy. Počet zobrazených uzlin se lišil, ale nejčastěji se zobrazila alespoň jedna.

**Závěr:** Standardní léčba karcinomu prsu obsahuje kompletní odstranění tumoru nebo u mastektomie odstranění uzlin I. a II. etáže. Lymfadenektomie axilárních uzlin je výkon, který je spjat s určitými riziky. Lymfedém horní končetiny je komplikace, která následně ovlivní život pacientky.

### ▶ PET/MR jater a rektu

Bučková S.

*Klinika radiologie a nukleární medicíny, Lékařská fakulta MU a FN Brno, ČR*

**Cíl:** Cílem mého sdělení je přiblížit posluchačům vyšetřování pomocí hybridního přístroje PET/MR se zaměřením na vyšetření rektu a jater.

**Popis problematiky:** Vyšetřování pomocí PET/MR spadá do tzv. hybridních metod. Přístroj PET/MR SIGNA od firmy GE je složen z plnohodnotné magnetické rezonance a plnohodnotné PET kamery v jednom gantry. Během vyšetření lze získat obě informace zároveň. Nejčastějším vyšetřením na naší klinice je vyšetření pacientů s karcinomem rektu. Snímání pacienta provádíme po jedné hodině akumulace radiofarmaka (FDG). Zároveň se snímáním PETu provádíme skenování pomocí MR. Po ukončení PET/MR trupu pokračujeme samostatným vyšetřením MR na určitou oblast zájmu. V našem případě se jedná o MR rektu ke stagingu tumoru a MR jater ke zjištění případných metastáz.

**Výsledky:** Za tři roky plného provozu (instalace přístroje proběhla v roce 2015), tedy od 11. 5. 2016 do 30. 5. 2019 jsme vyšetřili 2940 pacientů, z toho 599 pacientů s podezřením na karcinom rektu s metastázami jater.

**Závěr:** Vzhledem k narůstajícímu počtu onemocnění karcinomem rektu patří vyšetření pomocí hybridních přístrojů k jedněm z nejpřesnějších zobrazovacích metod.

### ▶ Výhody a limitace semikvantitativních postupů hodnocení $^{99m}\text{Tc}$ -DPD akumulace v myokardu

Buncová M., Kubánek M., Terš J., Čepa A., Krebsová A.

*Radioizotopové pracoviště, IKEM, Praha, ČR*

**Cíl:** Porovnání postupů semikvantitativního hodnocení akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v srdci při aTTR kardiomyopatii: postup dle Peruginiho, z planárního scanu vycházející srovnávací stranová analýza, poměr akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v srdci s aktivitou časného, popřípadě pozdního WB scanu, postupy v IKEM vycházející ze SPECT/CT – Index Maximální Akumulace (IMA), Procentuální Podíl Akumulace v Myokardu (PPM).

**Metoda:** U 18 mužů a 2 žen ( $78 \pm 6$  let) s kardiomyopatií aTTR byla provedena standardní akvizice  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD: časný a pozdní WB scan, SPECT/CT hrudník, kvantifikace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v myokardu stanovena šesti způsoby. Vzájemná korelace výsledků při kombinaci jednotlivých metod byla posuzována Spearmanovou neparametrickou korelací.

**Výsledky:** Semikvantitativní postupy vzájemně významně korelovaly. Relativně nejnižší závislost byla u IMA, který však hodnotí lokální maximální akumulaci  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v myokardu – předností IMA je zá-

chtý časného lokálního zvýšení akumulace. Při hodnocení globální akumulace byla nejnižší korelace u Peruginiho postupu a stranové analýzy. Nejtěsnější korelace byla mezi PPM a hodnocením pomocí WB scanů. Každý semikvantifikující postup má specifické výhody a omezení. Peruginiho hodnocení je vizuální, subjektivní. Kvantifikaci vycházející z WB scanů může ovlivňovat akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD ve svalech, plicích, překrytí myokardu sternem, žebry, skoliotickou páteří, patologická akumulace ve skeletu, zevní kontaminace, paravenózní vpich. Metodiky vycházející ze SPECT/CT může ovlivňovat při PPM alterovaná akumulace v žebrech procházejících transversální vrstvou hrudníku vymezenou myokardem, u IMA v referenčních žebrech.

**Závěr:** Postupy semikvantifikace vzájemně korelovaly, jejich specifické přednosti a limity nabízejí možnost výběru při průkazu a monitoraci aTTR kardiomyopatie.

### ▶ Změny akumulace $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v myokardu, korelace se změnami ECHO ukazatelů IVS a ZS s ročním odstupem

Buncová M., Kubánek M., Terš J., Čepa A., Lánská V., Krebsová A.

*Radioizotopové pracoviště, IKEM, Praha, ČR*

**Cíl:** Posoudit změny akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v myokardu, tloušťky interventrikulárního septa (IVS) a zadní stěny (ZS) při aTTR.

**Metoda:** U 13 mužů a 7 žen (věk  $78,9 \pm 8,7$  let) s kardiomyopatií aTTR byla v odstupech 13,7  $\pm$  5,1 měsíců opakována standardní akvizice  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD – časný a pozdní WB scan, SPECT/CT hrudníku. Semikvantifikace akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v myokardu byla provedena IMA a PPM, ECHO stanovena tloušťka IVS a ZS. K statistickému hodnocení vztahu změn akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD (IMA, PPM) a změn tloušťky IVS a ZS byla použita neparametrická Spearmanova korelace.

**Výsledky:** Změny akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v čase hodnocení IMA a PPM vzájemně korelovaly ( $p = 0,0482^*$ ), oba ukazatele poklesly u 4/14, stouply u 6/14, pouze u IMA stoupl u 10/14, PPM u 8/14 pacientů. Změny IMA i PPM nekorelovaly se změnami tloušťky IVS, ale korelovaly nepřímo úměrně se změnami tloušťky ZS (IMA  $0,0254^*$ , PPM  $0,0010^*$ ). Největší změna tloušťky ZS byla při malém vzestupu akumulace, při výrazném vzestupu akumulace byl vzestup tloušťky ZS malý.

**Závěr:** Změna akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v myokardu při kardiomyopatii jeví časem trend vzestupu akumulace – celkové akumulace i lokálního maxima. Malé navýšení akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD bylo spojeno s větším nárůstem šířky zadní stěny LK, vyšší navýšení akumulace bylo spojeno s relativně menším nárůstem šířky zadní stěny. Změna akumulace  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD v myokardu při aTTR se jeví spojena s remodelací stěn LK.

### ▶ Teranostické konjugáty polymerních nosičů s chelátory a monoklonálními protilátkami značenými izotopy mědi

Červenák J.<sup>1</sup>, Čepa A.<sup>2</sup>, Ráliš J.<sup>1</sup>, Tomeš M.<sup>1</sup>, Lebeda O.<sup>1</sup>, Pola R.<sup>3</sup>, Etrych T.<sup>3</sup>, Hermann P.<sup>4</sup>, Ehn M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Oddělení radiofarmak, Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i., Řež-Husinec, <sup>2</sup> Radioizotopové pracoviště, IKEM, Praha, <sup>3</sup> Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v. v. i., Praha, <sup>4</sup> Přírodovědecká fakulta UK, Praha, ČR

**Úvod:** Konstrukce nosičů léčiv na bázi polymerů mají obecně za cíl optimalizovat farmakokinetiku aktivních molekul, prodloužit clearan-

## 56. Dny nukleární medicíny

ce léku v krvi, zlepšit případnou lokalizaci léčiva v nádorech nebo místě zánětu, snížit toxicitu a imunogenicitu a solubilizovat molekuly nerozpustné ve vodě. Cílem této práce bylo optimalizovat metody přípravy  $^{64}\text{Cu}$  a  $^{67}\text{Cu}$ , studovat potenciál polymerních nosičů konjugovaných se zavedenými a novými chelátory mědi a monoklonální protilátkou jako cílovým vektorem pro teranostika. Cetuximab je monoklonální protilátka cílící receptory epidermálního růstového faktoru (EGFR), který byl zvolen jako model vektoru cílení. NOTA a nový cb-TE2N3P4 chelátory byly použity jako chelatační činidla.

**Metoda:** Ve vodě rozpustné lineární HPMA kopolymery byly konjugovány s vhodnými chelátory pro izotopy mědi a protilátkou Cetuximab, následně purifikovány a lyofilizovány. Na cyklotronu U-120M byly připraveny dva radionuklidy mědi –  $^{64}\text{Cu}$  a  $^{67}\text{Cu}$ , separovány a použity pro značení polymerních konjugátů. Výtěžky značení byly stanoveny pomocí SEC-HPLC. Stabilita značených konjugátů byla měřena v MES-pufu (0,25 M, pH = 6,2) a v lidském séru v časových bodech: 30 minut, 1, 2, 4, 8 a 24 hodin po značení.

**Výsledky:**  $^{64}\text{Cu}$  i  $^{67}\text{Cu}$  připravena s radionuklidovou čistotou > 99 %. Metody značení byly optimalizovány pro podmínky protilátky a specifických chelátorů. Vybrané konjugáty byly značeny s výtěžky vyššími než 95 % a stabilitou  $\geq 85\%$  po 24 hodinách. Výsledky naznačují potenciál cílových polymerních konstruktů v teranostických aplikacích.

**Závěr:** Výsledky práce ukázaly slibné vlastnosti značených polymerních konjugátů, které budou dále zkoumány a testovány in vivo jako potenciální nová teranostická radiofarmaka.

**Podpořeno:** The work was funded by the project no. 17-13721S of the Grant Agency of the Czech Republic

### ► **Kvantitativní vícefázová scintigrafie příštítých tělísek v diagnostice primární hyperparatyreózy pro optimalizaci radiačně navigované operace**

Dedek V.<sup>1</sup>, Koláček M.<sup>1</sup>, Havel M.<sup>1</sup>, Formánek M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Klinika nukleární medicíny, <sup>2</sup> Klinika ORL, Lékařská fakulta OSU a FN Ostrava, ČR*

**Cíl:** Zjištění přínosu kvantitativní vícefázové scintigrafie pro individualizaci načasování radiačně navigované operace.

**Metoda:** U 48 nemocných (10 mužů, 38 žen) jsme prováděli třífázové nebo čtyřfázové SPECT/CT vyšetření za 10, 90, 150 a 210 min. po aplikaci MIBI. Gama kamera Siemens Symbia Intevo kalibrována pro měření SUV (Standardized Uptake Value). Parametry: program xSPECT-Quant, měření aplikované aktivity v MBq, matice 256 x 256, velikost pixelu 1,65 mm, zoom 1,45, iterativní rekonstrukce OSCGM. Oblasti zájmu (VOI) SUV para (patologické PT) a SUV tyr (lalok tyreoidy). Hodnotili jsme podíly a rozdíly SUV v daných časech. Změny hodnot SUV v čase reprezentovaly rychlost vyplavování RF z patologického PT a byly určující pro doporučený časový odstup mezi aplikací RF a zahájením plánované RGS.

**Výsledky:** Eutopický adenom PT byl prokázán u 27/48 pacientů, ektopický adenom PT u 21/48 případů. Pomalé vyplavování RF bylo pozorováno ve 34/48 případů (doporučený časový interval pro RGS 120–240 minut po aplikaci MIBI) a rychlé vyplavování RF pak ve 14/48 případů (interval pro RGS 30–120 minut). Do konce května 2019 bylo operováno 25/48 nemocných. Ve 24/25 případů byl adenom PT úspěšně detekován, odstraněn a histologicky potvrzen. Jen v jednom případě adenom PT nebyl nalezen, operace byla provedena za týden znovu a úspěšně. Trvání RGS se pohybovalo mezi 20–80 minutami (průměrně 39 minut).

**Závěr:** Vícefázová kvantitativní scintigrafie příštítých tělísek přináší přesnější informaci o rychlosti vyplavování MIBI z adenomu PT a umožňuje tak individualizovat zahájení radiačně navigované operace. Zejména se jedná o případy rychlého vyplavování MIBI, jejichž podíl v našem souboru činil 29 %.

**Podpořeno:** Grant č. 409/2016 *Institucionální podpora MZ ČR - RVO - FNOs/2016*

### ► **Detekce recidivy epiteloidního hemangioendoteliomu jater pomocí dvoufázového hybridního $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT**

Doležal J.<sup>1</sup>, Pleskačová Z.<sup>2</sup>, Jandura J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Oddělení nukleární medicíny, <sup>2</sup> Klinika onkologie a radioterapie, <sup>3</sup> Radiologická klinika, Lékařská fakulta UK v Hradci Králové a FN Hradec Králové, ČR*

**Cíl:** Cílem sdělení je prezentovat případ 38letého pacienta, u kterého byla detekována recidiva epiteloidního hemangioendoteliomu v játrech pomocí dvoufázového hybridního  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT.

**Průběh:** Pacient vyhledal lékaře pro několik týdnů trvající bolesti v bedrech. UZ a CT břicha zjistilo vícečetné ložiskové postižení jater. Biopsie zjistila epiteloidní hemangioendoteliom jater. Následovala chemoterapie. Na kontrolních zobrazovacích vyšetřeních počet ložisek i jejich charakter zůstával beze změny a svědčil pro grafickou stabilizaci onemocnění. Na dalším kontrolním CT se nově objevilo hypovaskularizované ložisko v pravém laloku jater, které indukovalo podezření na recidivu.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT bylo provedeno za 60 minut po aplikaci  $^{18}\text{F}$ -FDG. Zobrazila se hypovaskularizovaná ložiska v obou lalocích jater, která neakumulovala  $^{18}\text{F}$ -FDG a jejich počet i velikost byla stacionární. Dále se zobrazilo nové hypovaskularizované ložisko v pravém laloku jater, které také neakumulovalo  $^{18}\text{F}$ -FDG. Následoval další PET/CT sken za 3 hodiny po aplikaci  $^{18}\text{F}$ -FDG. Inkriminované ložisko vykazovalo relativně vysoký stupeň akumulace  $^{18}\text{F}$ -FDG ve srovnání s okolní tkání jater, což svědčilo pro recidivu epiteloidního hemangioendoteliomu, která byla potvrzena i následnou biopsií. Z důvodu rychlejšího vyplavování  $^{18}\text{F}$ -FDG z hepatocytů ve srovnání s nádorovými buňkami došlo k relativnímu vzestupu intenzity akumulace  $^{18}\text{F}$ -FDG v nádorovém ložisku ve srovnání s okolní jaterní tkání a zvýšil se poměr detekovaných radioaktivních impulzů z tumoru versus z okolní jaterní tkáně a léze se stala detekovatelnou. Vyšetření vyloučilo přítomnost extrahepatálních metastáz.

**Závěr:** Dvoufázové  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT vyšetření správně potvrdilo recidivu epiteloidního hemangioendoteliomu v játrech. Doplnění pozdního skenu zvýšilo senzitivitu vyšetření v případě léze se střední intenzitou akumulace  $^{18}\text{F}$ -FDG, která nebyla patrná na rutinním PET/CT zobrazení 60 minut po aplikaci radiofarmaka.

### ► **Komunikace s těhotnými a kojícími pacientkami podstupujícími lékařské ozaření**

Dostálová P.

*Oddělení nukleární medicíny – PET centrum, Nemocnice Na Homolce, Praha, ČR*

**Úvod:** Před kterýmkoliv výkonem v nukleární medicíně je důležité zjistit, zda pacientka je těhotná či kojící, neboť se jedná o relativní, nikoli však absolutní, kontraindikaci vyšetření. Proveditelnost a realizace lékařské expozice v těhotenství a při kojení vyžaduje samostatnou úvahu pro vnímavost vyvíjejícího se zárodku/plodu na ozaření.

**Popis problematiky:** Ročně jsou na celém světě vyšetřovány tisíce žen v době těhotenství. Pro převážnou většinu vyšetřovaných žen je riziko z ozáření plodu nevýznamné a je na stejné úrovni jako ozáření z jiných činností, např. od přírodního pozadí nebo dálkových letů letadlem. Je nutné si uvědomit, že řada poruch, které mohou vzniknout v těhotenství v důsledku ozáření ionizujícím zářením, se vyskytuje i bez tohoto vlivu a častokrát je obtížné možný vliv ionizujícího záření prokázat. Spontánní potraty probíhají v prvních dvou týdnech s pravděpodobností > 25 %, výskyt genetických abnormalit 4–10 %, nitroděložní retardace 4–5 % a výskyt velkých malformací 2–4 %. Těhotná pacientka má právo znát závažnost a typ možných radiačních účinků, které by mohly být následkem ozáření in-utero. Téměř vždy, je-li diagnostické radiologické vyšetření lékařsky indikováno, je riziko pro matku z neprovedeného vyšetření vyšší než riziko z potenciálního poškození zárodku/plodu. Kojícím ženám je potřeba věnovat obdobnou pozornost jako těhotným.

**Závěr:** Těhotenství není absolutní kontraindikací vyšetření pomocí ionizujícího záření, nicméně je třeba velmi pečlivě zvážit přínos vyšetření spojeného s lékařským ozářením pro další rozhodování o léčbě. Platí, že při jednom diagnostickém vyšetření nebude nutné se radiační zátěží plodu znepokojovat. Opakovaná vyšetření však již vyžadují důkladné zvážení stran jejich indikace a očekávaného zdravotního přínosu pro matku.

#### ► Příspěvek nukleární medicíny k diagnostice průjmu s neobvyklou příčinou a závažným průběhem

Engelmann V.<sup>1</sup>, Šafaříková T.<sup>2</sup>, Legátová V.<sup>2</sup>, Grossmannová P.<sup>1</sup>, Grossmann V.<sup>1</sup>, Chocholáčová M.<sup>2</sup>, Cyrany J.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Oddělení nukleární medicíny, <sup>2</sup> Interní oddělení, Oblastní nemocnice Jičín a. s., ČR

**Úvod:** Průjem patří k nejčastějším symptomům, se kterými se v klinické gastroenterologické praxi setkáváme. Dle patogeneze rozlišujeme průjem osmotický, daný hromaděním osmoticky aktivní látky ve střevním lumen s následnou retencí vody, a sekreční, jehož příčinou je porucha transportních mechanismů enterocyty, nerovnováha mezi sekrecí a absorpcí podmíněná např. bakteriálními toxiny nebo endokrinně aktivními působilky. Pro sekreční průjem jsou typické vysokoobjemové vodnaté stolice přetrvávající i při lačnění a v noci.

**Průběh:** Vzácnou příčinou chronického sekrečního průjmu jsou cirkulující substance vyvolávající změny v absorpci a sekreci vody a elektrolytů v enterocytech a změny střevní motility. Vzhledem k expresi somatostatinných receptorů hormonálně aktivními tumory využíváme při jejich diagnostice kromě klasických zobrazovacích a endoskopických metod také scintigrafii značeným octreotidem – analogem somatostatinu. V naší kazuistice se objevila vyšší akumulace oktrotidu asymetricky v pravém laloku štítné žlázy, což bývá popisováno při medulárním karcinomu. Sekreční průjem může být jedním z příznaků medulárního karcinomu štítné žlázy. Nasměrovali jsme tedy kliniky k vyšetření štítné žlázy. Pozitivně v smyslu medulárního karcinomu bylo i vyšetření punktátu z pravého laloku štítné žlázy. Po dramatické totální tyreoidektomii, kdy dehydratace v důsledku intenzivní ataky průjmu na operačním stole pacienta málem zahubila, byla překvapivá histologie, která byla v pravém laloku negativní. Přesto po odstranění štítné žlázy pacientovy obtíže vymizely.

**Závěr:** Ačkoli se nám nepodařilo prokázat příčinnou souvislost mezi průjmem našeho pacienta a patologií štítné žlázy, vzhledem ke kli-

nickému průběhu stonání jsme přesvědčeni, že se jednalo o sekreční průjem způsobený neurčeným endokrinně aktivním působkem uvolňovaným epizodicky ze štítné žlázy.

#### ► Vývoj <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga radionuklidových generátorů

Fialová K.<sup>1,2</sup>, Vlk M.<sup>1,2</sup>, Kozempel J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinika nukleární medicíny a endokrinologie, 2. lékařská fakulta UK a FN v Motole, Praha 5, <sup>2</sup> Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, ČR

**Úvod:** Diagnostický radionuklid <sup>68</sup>Ga využíváný v pozitronové emisní tomografii je získáván z <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga radionuklidového generátoru. Právě způsob přípravy patří mezi hlavní výhody použití tohoto radionuklidu oproti jiným PET radionuklidům. Z tohoto důvodu je <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga radionuklidový generátor jedním z nejdůležitějších zdrojů radionuklidu pro PET.

**Popis problematiky:** Při přípravě <sup>68</sup>Ga je kladen největší důraz především na radionuklidovou čistotu. Procento nečistoty <sup>68</sup>Ge nesmí podle lékopisu přesáhnout hodnotu 0,001 %. Z počátku se při přípravě <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga radionuklidového generátoru zdála být překážkou příprava takového generátoru, který by poskytoval galium ve vhodné chemické formě. Původní <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga radionuklidové generátory byly eluovány roztokem EDTA a pevné komplexy Ga–EDTA nedovolovaly další chemickou úpravu eluátu pro širší využití. V současnosti jsou v medicíně praxi využívány generátory eluované různě koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou a galium z nich získané je ve formě volného galitého kationtu. Iontová forma galia tak otevřela cestu přípravě nových typů radiofarmak jím značených. Jako sorbent jsou v dnešních komerčně dodávaných generátorech používány anorganické iontoměniče: oxid titaničitý, oxid čínčitý a dodecyl-galátem modifikovaný silikagel. Kromě výše zmíněných anorganických iontoměničů byl pro možnosti využití v separaci <sup>68</sup>Ge a <sup>68</sup>Ga rozsáhleji studován i sorbent ve formě oxidu ceričitého granulovaný v polyakrylonitrilové matici. Tomuto sorbentu je věnována pozornost i v naší laboratoři.

**Závěr:** I když moderní komerčně dodávané generátory poskytují galium ve vhodné chemické formě, neposkytují jej vždy v dostatečné radionuklidové čistotě a je potřeba zařazovat dodatečné dočišťovací kroky. Výzkum a vývoj nových sorbentů pro <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga radionuklidové generátory je tedy stále aktuálním tématem.

**Podpořeno:** Technická agentury České republiky, číslo grantu: TJ01000334

#### ► Využití zavedených cévních vstupů pro aplikaci radiofarmak

Golisová J.<sup>1,2</sup>, Materová H.<sup>1,2</sup>, Kraft O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinika nukleární medicíny, FN Ostrava, <sup>2</sup> Lékařská fakulta, Ostravská univerzita, ČR

**Cíl:** Při scintigrafických a PET/CT vyšetřeních se setkáváme s pacienty se zavedenými periferními nebo centrálními cévními vstupy. Zde se nabízí a v některých případech jde o jedinou možnost, jak aplikovat radiofarmakum. Otázkou je, zda aplikace radiofarmak do katétrů nepřináší nežádoucí komplikace. Cílem sdělení je specifikovat aspekty aplikace radiofarmak do dlouhodobých cévních vstupů.

**Metoda:** Na základě zkušeností jsme vytypovali nejčastěji využívané cévní vstupy, tj. netunelizované centrální žilní katétry, PICC katétry (peripherally implanted central catheter) a implantované portové systémy. Za dodržení správných postupů jsme aplikovali radiofar-

## 56. Dny nukleární medicíny

maka katétrů a sledovali efektivitu aplikace, měření rezidua jsme ověřovali scintigraficky, při PET/CT vyšetření odečtem z nálezů. V prezentaci uvedeme přehledovou tabulku, obrazovou dokumentaci včetně kazuistik.

**Výsledky:** V současné době máme katétrů aplikováno desítky pacientů, v průměru 3 aplikace za měsíc. U pěti pacientů jsme pozorovali komplikace. Ve čtyřech případech šlo o aplikaci do centrálního žilního katétru, kde jsme pozorovali reziduum v externí části katétru, malpozici katétru a distribuci extravasálně do podkoží hrudníku a depozici radiofarmaka z důvodu trombózy cévy či počínající vegetace. V jednom případě došlo k depozici v PICC katétru.

**Závěr:** Při splnění všech požadavků na aplikaci do správně zavedeného cévního vstupu může být výsledkem nenáročná, neriziková, rychlá aplikace s úsporou materiálu i času, minimalizace paravenózní komplikace, biologické a radiační kontaminace, bez zatížení pacienta dalším vpichem. Vzhledem k odlišnostem katétrů je pro aplikujícího odborníka nutná orientace v této oblasti a znalost použití v praxi. Základním požadavkem zůstává proškolení v oblasti cévních vstupů, podmínek jejich používání a řádně vedená a dostupná dokumentace (zápis v dokumentaci, průkaz cévního vstupu atd.).

### Prognostická hodnota koronárního kalciového skóre v kombinaci se SPECT myokardu u pacientů s diabetes mellitus

Havel M.<sup>1</sup>, Kamínek M.<sup>2</sup>, Koranda P.<sup>2</sup>, Quinn L.<sup>2</sup>, Metelková I.<sup>2</sup>, Budíková M.<sup>2</sup>, Henzlová L.<sup>2</sup>, Kincl V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Klinika nukleární medicíny, Lékařská fakulta OSU a FN Ostrava*, <sup>2</sup> *Klinika nukleární medicíny, Lékařská fakulta UP a FN Olomouc*, <sup>3</sup> *Mezinárodní centrum klinického výzkumu, Lékařská fakulta MU a FN u svaté Anny Brno, ČR*

**Úvod:** Pacienti s diabetes mellitus (DM) mají vyšší riziko výskytu kardiovaskulárních chorob, zhodnocení prognózy konkrétního jedince může být zásadní pro nastavení odpovídající terapie k minimalizaci výskytu kardiálních příhod (CE). Z tohoto pohledu jsme sledovali význam vyšetření myokardiální perfuze (MPI SPECT) v kombinaci s vyšetřením koronárního kalciového skóre (CACS).

**Metoda:** Retrospektivně jsme zhodnotili výsledky vyšetření MPI SPECT a CACS u 334 pacientů s DM (průměrný věk 65 ± 10 let, 211 mužů). Zaznamenáván byl výskyt CE, tj. srdeční smrt, infarkt myokardu nebo potřeba revaskularizace. Data byla statisticky vyhodnocena.

**Výsledky:** Během střední doby sledování 17 měsíců bylo zaznamenáno 77 CE. Tyto se vyskytovaly častěji u pacientů s diagnostikovanou ischemií na MPI SPECT (59,8 % vs. 8,0 %,  $P < 0,0001$ ), ve skupině pacientů s CE bylo i prokazatelně vyšší CACS (medián 977 vs. 225,  $P < 0,0001$ ). CE byly zaznamenány během prvního roku sledování u 42,2 % pacientů s ischemií vs. u 3,3 % bez ischemie, u 24,7 % u pacientů s CACS > 1000 vs. u 6,0 % s CACS ≤ 1000. Za důležité považujeme zjištění, že ve skupině pacientů bez detekovatelné ischemie na MPI SPECT a s CACS > 1000 byly CE během prvního roku zaznamenány u 7,9 % vyšetřených, ale jen u 1,9 % pacientů s negativním MPI SPECT a CACS ≤ 1000.

**Závěr:** MPI SPECT a CACS jsou obě dostupné neinvazivní metody vhodné k predikci CE u rizikové skupiny pacientů s DM. Navíc CACS umožňuje dále stratifikovat riziko u diabetiků, kteří měli negativní MPI SPECT.

### Imunoterapie a PET/CT

Havel M.<sup>1,2</sup>, Havlová G.<sup>1</sup>, Bukovanský K.<sup>1</sup>, Kraft O.<sup>1,2</sup>, Vávrová M.<sup>1</sup>, Bobková S.<sup>1</sup>, Trulíková S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Klinika nukleární medicíny, FN Ostrava*, <sup>2</sup> *Lékařská fakulta, Ostravská univerzita, ČR*

**Úvod:** Imunoterapie přináší v indikovaných případech výrazný pokrok v terapii maligního melanomu, ale také u některých jiných onkologických onemocnění. Nedílnou součástí léčby je monitorování její odpovědi, kde je využívána komplexnost informace z PET/CT. Ze své podstaty ale tato terapie vyžaduje specifický způsob hodnocení výsledků s přihlédnutím ke změnám, které v organizmu tento způsob terapie navozuje.

**Průběh:** V následujících kazuistikách předkládáme především obraz některých vedlejších účinků, se kterými jsme se při vyšetření setkali.

- 35letý muž s maligním melanomem na adjuvantní imunoterapii INF alfa, na <sup>18</sup>F-FDG PET/CT dochází k vývoji lymfadenopatie mediastina a plicních hilů, při kontrole po přerušení léčby tato regreduje.
- 68letý muž s rizikovým melanomem, při adjuvantní imunoterapii INF alfa na <sup>18</sup>F-FDG PET/CT zobrazen vývoj nápadných intersticiálních plicních změn, lymfadenopatie mediastina a plicních hilů a také atypických infiltrátů v podkoží horních i dolních končetin. Při přerušení léčby a nasazení kortikoterapie morfologicky na CT plicní nález regreduje, pacient bez nápadnější kliniky, další vyšetření plánována.
- 68letý muž s generalizovaným karcinomem ledviny, provedeno <sup>18</sup>F-FDG PET vyšetření po ukončené imunoterapii, na kterém jsou kromě ložisek charakteru viabilní nádorové tkáně patrné známky vaskulitidy a revmatické polymyalgie.

**Závěr:** PET/CT je důležitou součástí v managementu imunoterapie, při hodnocení PET/CT je třeba brát v úvahu i možné vedlejší účinky této léčby.

### Zobrazení ektopicky uložené štítné žlázy

Honzárek D., Libus P.

*Oddělení nukleární medicíny, Nemocnice Havlíčkův Brod, ČR*

**Úvod:** S rozvojem ultrazvuku a tenkojehlové biopsie se v současné době snižuje četnost scintigrafických vyšetření v rámci diferenciální diagnostiky uzlů štítné žlázy. Nezastupitelnou metodou je však scintigrafie při určování ektopicky uloženého orgánu.

**Průběh:** 28letá pacientka M. se od mládí léčí pro kongenitální hypotyreózu, nejprve v dětské endokrinologické ambulanci a později v endokrinologické ambulanci pro dospělé. Dle UZ se příčina hypofunkce připisuje agenezi štítné žlázy. Pacientka dostává substituci hormonů s postupnou eskalací k věku a hmotnosti. Při jedné z pravidelných endokrinologických kontrol je standardně odebrán TSH, T3, T4 a dispenzarizující lékař srovnává následující biochemické hodnoty: 3. 7. 2017 (TSH 34; T4 9; T3 3) 26. 10. 2017 (TSH 0,2; T4 28; T3 4,9) 19. 11. 2018 (TSH 3,3; T4 19,4; T3 3,8). V diferenciální diagnostice se nabízí možnost non-compliance užívání substituční hormonální léčby nebo ektopické uložení štítné žlázy s částečnou produkcí hormonů. Endokrinolog odesílá pacientku na oddělení nukleární medicíny, kde provádíme scintigrafické vyšetření štítné žlázy pomocí <sup>123</sup>I. Na celotělovém snímku se zobrazuje výrazně jód akumulující oblast při bazi lební. Na <sup>123</sup>I SPECT/CT s i.v. kontrastem ve venózní fázi se zobrazuje okrouhlé ložisko při kořeni jazyka s výrazně zvýšenou akumulací <sup>123</sup>I a s homogenním syčením kontrastem. Struktura parenchymu ektopicky uložené štítné žlázy je bez uzlů



a má velikost 12 x 18 x 13 mm. V obvyklém pretracheálním uložení se dle <sup>123</sup>I SPECT/CT vyšetření parenchym štítné žlázy nenachází.

**Závěr:** Význam hybridní zobrazovací metody <sup>123</sup>I SPECT/CT doceníme při přesném určování polohy tkáně štítné žlázy, při popisu morfologických vlastností štítné žlázy a při určení vztahu orgánu k jeho okolním strukturám.

### Úloha <sup>18</sup>F-DOPA PET/CT v diagnostice fokální formy kongenitálního hyperinzulinismu u dětí

Chroustová D.<sup>1</sup>, Trnka J.<sup>1</sup>, Pudlač A.<sup>2</sup>, Černá L.<sup>1</sup>, Obermanová B.<sup>3</sup>, Zogala D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ústav nukleární medicíny, <sup>2</sup> Radiologická klinika, 1. lékařská fakulta UK a VFN, Praha 2, <sup>3</sup> Pediatrická klinika, 2. lékařská fakulta UK a FN v Motole, Praha 5, ČR

**Úvod:** Kongenitální hyperinzulinismus (CHI) je vážné neuroendokrinní onemocnění. Zatímco difúzní formy jsou zpravidla rezistentní na farmakologickou léčbu a vyžadují téměř úplnou pankreatektomii, fokální forma může být vyřešena cílenou chirurgickou resekci. Cílem práce bylo ověření <sup>18</sup>F-DOPA PET/CT při identifikaci fokální formy CHI.

**Metoda:** Celkem bylo vyšetřeno 19 dětí (11 chlapců, 8 dívek ve věku od 2 do 54 měsíců) s klinickými příznaky CHI a s pozitivním genetickým vyšetřením. Po i.v. podání <sup>18</sup>F-DOPA (4 MBq/kg) byly provedeny časné obrazy za 5 minut a pozdní za 60 minut. Obě akvizice byly prováděny v dynamickém režimu (1 snímek/min, celkem 10 a 20 snímků). Pozdní PET/CT akvizice byla provedena za mírné sedace dítěte s parametry: helikální režim, 80 kV, 100 mA, Pitch 0,948 : 1 (39,47 mm/h). Obrazy byly hodnoceny vizuálně a snímky dobré kvality byly sečteny do jednoho statického obrazu. Nález byl považován za fokální, když poměr SUVbw v podezřelé oblasti s vysokým kontrastem a reziduální tkáně pankreatu byl větší než 1,2.

**Výsledky:** Fokální formy CHI byly zaznamenány u 13/19 dětí, 4 z nich byly operovány s úplným uzdravením. 9 pacientů nebylo možné operovat z důvodů hůře přístupné lokalizace ložiska či jiných komplikací. Významné zlepšení CHI bez nutnosti další léčby bylo u 2 dětí, ostatní děti zůstávají na farmakologické terapii a jsou pravidelně sledovány.

**Závěr:** Podle našich zkušeností je <sup>18</sup>F-DOPA PET/CT velmi přínosná při detekci fokálního CHI. Dvojfázové vyšetření umožňuje vyloučit nespecifickou aktivitu žluči a dynamické PET akvizice jsou velmi užitečné při snímání malých dětí, protože umožňují vyloučit snímek s pohybem nebo jinými artefakty.

### Detekce recidiv/metastáz radiojód-negativních diferencovaných karcinomů štítné žlázy pomocí <sup>18</sup>F-FDG PET/CT

Koranda P., Polzerová H., Hudson L., Formánek R., Buriánková E., Quinn L.

Klinika nukleární medicíny, Lékařská fakulta UP a FN Olomouc, ČR

**Úvod:** Lokalizace recidiv diferencovaných karcinomů štítné žlázy (DTC) nezobrazených na radiojódovém skenu pomocí <sup>18</sup>F-FDG PET/CT je předpokladem správné léčby včetně efektivní loko-regionální terapie.

**Metoda:** Celkem 160 pacientů při negativitě <sup>131</sup>I scintigramu bylo vyšetřeno <sup>18</sup>F-FDG PET/CT s podáním i.v. kontrastu. 150 pacientů

bylo indikováno pro pozitivitu TSH-stimulovaného thyreoglobulinu (TSH-Tg) (při TSH-Tg < 2 µg/l bylo vyšetření provedeno pro současný suspektní sonografický nález nebo pro vysoce rizikové onemocnění), v 10 případech byla indikací přetrvávající elevace nebo vzestup TgAb. Byla hodnocena pouze první vyšetření u jednotlivých pacientů.

**Výsledky:** Výsledky jsou shrnuty v tabulce. Náhodně byly zjištěny 2 jiné malignity a 1 intersticiální plicní onemocnění. Na základě PET/CT nálezu byla indikována operace (56) nebo zevní ozáření (19) nebo systémová terapie (2). Terapeutický plán byl změněn u 61/160 pacientů (38 %).

Tg (µg/l), TgAb	Počet pacientů	Pozitivní PET/CT	Správně pozitivní	Falešně pozitivní	Senzitivita
< 2	26	8 (30 %)	7 (27 %)	1	n. a.
2–10	46	22 (48 %)	20 (44 %)	2 (4 %)	44 %
> 10	78	44 (56 %)	43 (55 %)	1 (1%)	55 %
TgAb	10	6 (60 %)	6 (60 %)	0	60 %
<b>Celkem</b>	<b>160</b>	<b>80 (50 %)</b>	<b>76 (48 %)</b>	<b>4 (3 %)</b>	<b>n.a.</b>

**Závěr:** <sup>18</sup>F-FDG PET/CT detekuje recidivy DTC nezobrazené na radiojódovém scintigramu u významného počtu pacientů s elevací TSH-Tg, TgAb patologií nebo s jiným podezřením na recidivu tumoru. Četnost detekce recidiv stoupá s nárůstem TSH-Tg, přesto i u nízkých hodnot TSH-Tg je detekční účinnost významná (dolní limit TSH-Tg pro indikaci <sup>18</sup>F-FDG PET/CT nenalezen). <sup>18</sup>F-FDG PET/CT je účinný diagnostický nástroj s významným vlivem na terapii.

### Změny funkce slinných žláz po ablaci zbytků štítné žlázy 3,7 GBq <sup>131</sup>I-Nal

Krčálová E.<sup>1,2</sup>, Horáček J.<sup>3,2</sup>, Gabalec F.<sup>3,2</sup>, Žák P.<sup>3,2</sup>, Doležal J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Oddělení nukleární medicíny, <sup>2</sup> Katedra interních oborů, <sup>3</sup> IV. interní hematologická klinika, Lékařská fakulta UK v Hradci Králové a FN Hradec Králové, ČR

**Úvod:** V současnosti je patrný trend k vynechání ablace zbytků štítné žlázy radiojódem (RRA) u low-risk pacientů s diferencovaným karcinomem štítné žlázy (DTC). V recentních debatách o rizicích a přínosech RRA u low-risk pacientů je živě diskutováno i poškození slinných žláz, ale dosud publikovaná data jsou pro aktivitu 3,7 GBq ojedinelá a nejednoznačná. Cílem naší práce je zhodnocení funkčních změn slinných žláz po RRA aktivitou 3,7 GBq.

**Metoda:** Dynamická scintigrafie slinných žláz s <sup>99m</sup>Tc-pertechneťátem u 31 pacientů (6 mužů, 25 žen, medián věku 52 let) před a 4,6 měsíců po RRA. Gamakamera MB 9200, software Interview XP. Změny akumulace a exkreční frakce byly hodnoceny Wilcoxonovým testem. Orientačně byly zhodnoceny i subjektivní symptomy po podání radiojódu pomocí nevalidovaného českého překladu v originále validovaného dotazníku RTOG Modified University of Washington Head and Neck Symptom Scale.

**Výsledky:** Signifikantní pokles akumulace radiofarmaka nebyl pozorován ani v parotidách (p = 0,268) ani v submandibulárních žlázách (p = 0,855). Stejně tak ani v parotidách (p = 0,899) ani v submandi-

## 56. Dny nukleární medicíny

bulárních žlázách ( $p = 0,124$ ) neklesla po RRA jejich exkreční frakce, přičemž síla testu kalkulovaná pro minimální klinicky relevantní rozdíl 25 % a velikost souboru 31 pacientů se pohybovala mezi 86 % a 96 % pro jednotlivé proměnné. Dle subjektivního hodnocení nedošlo ke změnám v množství či konzistenci slin. Nápadnější byly změny chuti.

**Závěr:** Naše data ukazují, že obavy z poškození funkce slinných žláz při RRA aktivitou 3,7 GBq nejsou opodstatněné. Pacienty po podání RAI mohou obtěžovat změny chuti - vzhledem k vysoké akumulaci radiojodu v zubních výplních však lze uvažovat o poškození přilehlých chuťových pohárků.

**Podpořeno:** MZ-ČR RVO (FNHK, 00179906)

### ► **Terapeutická aplikace $^{131}\text{I}$ -Nal pro karcinom štítné žlázy u dialyzovaných pacientů s chronickým renálním selháním**

Krčálová E.<sup>1,2</sup>, Pecinová D.<sup>1</sup>, Horáček J.<sup>3,2</sup>, Dusilová-Sulková S.<sup>4,2</sup>, Šafránek R.<sup>4,2</sup>, Čepková J.<sup>3,2</sup>, Gabalec F.<sup>3,2</sup>, Moučka P.<sup>4</sup>, Doležal J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Oddělení nukleární medicíny, <sup>2</sup> Katedra interních oborů, <sup>3</sup> IV. interní hematologická klinika, <sup>4</sup> Hemodialyzační středisko, II. interní klinika, Lékařská fakulta UK v Hradci Králové a FN Hradec Králové, ČR

**Úvod:** Ablace zbytků štítné žlázy pomocí  $^{131}\text{I}$ -Nal snižuje mortalitu i četnost rekurencí u pacientů s diferencovaným karcinomem štítné žlázy (DTC). Pro emisi záření v však musí být prováděna za hospitalizace v kontrolovaném pásmu (KP). Vzhledem k převážně renální eliminaci radiojodu je třeba u nemocných s chronickým renálním selháním v dialyzační léčbě optimalizovat nejen podávanou aktivitu, ale i načasování a provádění dialýz v podmínkách KP, jak ukazuje i naše práce.

**Metoda:** Dvěma dialyzovaným pacientům s DTC (jednomu zcela anurickému, T1bN1bMx, druhému s diurézou 50–100 ml, T1am N1bMx) bylo podáno 1850 MBq  $^{131}\text{I}$ -Nal. Dialýzy byly provedeny za 44, 68 a za 174, resp. 150 hodin po podání radiojodu. Sledována byla jak radioaktivita v krvi pacienta, tak hodnota dávkového fotonového ekvivalentu Hp(10) zdravotníků. Dávka na kostní dřev byla odhadnuta dle metodiky EANM.

**Výsledky:** Efektivní poločas radiojodu v krvi činil 48, resp. 44 hodin u druhého pacienta. U zdravých jedinců činí 12 hodin. Odhadované efektivní dávky na kostní dřev činily 1,56, resp. 1,13 Gy, přičemž za bezpečnou je považována dávka 2 Gy. Nejvyšší hodnota dávkového fotonového ekvivalentu Hp(10) byla detekována u sester napojujících pacienta při prvních dialýzách (0,050, resp. 0,035 mSv). Za 20, resp. 6 měsíců po podání radiojodu jsou oba pacienti bez biochemických či grafických známek onemocnění.

**Závěr:** Empiricky redukována aktivita 1850 GBq vedla k zatím výborné léčebné odpovědi, aniž by došlo k nepřijatelnému ozáření krevetvorné tkáně. Radiační zátěž ošetřujícího personálu byla minimální, dialyzační přístroj nebyl kontaminován. Prodloužení efektivního poločasu radiojodu v krvi potvrdilo nutnost redukce aplikované aktivity.

**Podpořeno:** MZ ČR - RVO (FNHK, 00179906)

### ► **Nové nanočástice pro nukleární medicínu**

Kukleva E., Vlk M., Kozempel J.

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, ČR

**Úvod:** Nanočástice (NP) jsou vhodnými nosiči radionuklidů, především protože mohou být připraveny z mnoha materiálů splňujících

požadavky na medicínální účely (organické, anorganické, kovové, biologické) a jsou dostupné v mnoha velikostech a tvarech. Nanočástice mají schopnost začlenit odlišné typy zobrazovacích a terapeutických entit v jednom systému. Jádro nanočástic může být vybráno tak, aby poskytovalo potřebnou charakteristiku, zejména multimodální zobrazovací činidlo bude například zahrnovat magnetické jádro pro kontrast MRI, jako je oxid železitý. Nanočástice mohou být funkcionalizovány buď k cílení s ligandy nebo proteiny nebo umožňující přidání radionuklidu.

**Výsledky:** Nanočástice na bázi oxidu železa konjugované s NOTA a radioaktivně značené  $^{68}\text{Ga}$  a modifikované cílicím agens umožňují současnou PET a MRI diagnostiku. Modifikace dextranem umožňuje značení  $^{64}\text{Cu}$  a cílení cévního zánětu a konjugací s  $^{111}\text{In}$ -mAbMb umožňuje zobrazování rakovin exprimujících mesothelin. Zlaté nanočástice umožňují cílení izotopů  $^{64}\text{Cu}$  a  $^{125}\text{I}$ . Účinnost in vivo zobrazování zlatými NP byla prokázána pro nádorové buňky modelové rakoviny myši. Cílení radioimuno-zlatých NP na karcinom plic bylo dosaženo značením nanočástic protilátkou cetuximab a  $^{131}\text{I}$ . Actinium-225 byl úspěšně inkorporován do nanočástic fosfátu lanthanu, cílení bylo zajištěno modifikací mAb. Radium-223 byl schválen FDA (Xofigo®) a optimalizace tohoto alfa-emitoru je také předmětem výzkumu. Tento izotop demonstruje značné výhody oproti  $^{225}\text{Ac}$ , jako je lepší dostupnost. Současný výzkum je zaměřen na inkorporaci radionuklidu do vhodného systému, například do nanočástic oxidu železa, hydroxyapatitu a fosforečnanu lanthanitého.

**Závěr:** Nanočástice díky svým vlastnostem, jako je vysoká sorpční kapacita, schopnost vázat různé látky a radiační stabilita zejména anorganických materiálů, jsou velice perspektivní nosiče radionuklidů, avšak otázky cílení a biodistribuce ještě nejsou dostatečně prozkoumány.

**Podpořeno:** ČVUT: SGS19/194/OHK4/3T/14, AZV: NV16-30544A

### ► **Efekt lymfodrenáže u pacientů se syndromem diabetické nohy**

Lang O.<sup>1,2,3</sup>, Kuníková I.<sup>1</sup>, Prýmková V.<sup>4</sup>, Daňhová B.<sup>5</sup>  
Klinika nukleární medicíny, 3. lékařská fakulta UK a FN Královské Vinohrady, Praha 10, <sup>2</sup> Oddělení nukleární medicíny, ON Příbram, a. s., <sup>3</sup> Oddělení nukleární medicíny, PMCD s. r. o., Praha 6, <sup>4</sup> Interní oddělení, <sup>5</sup> Rehabilitační oddělení, ON Příbram, a. s., ČR

**Úvod:** Potíže pacientů se syndromem diabetické nohy jsou způsobeny periferní neuropatií a vaskulopatií, které mají za následek zvýšenou tvorbu intersticiální tekutiny. Cílem práce bylo zjistit efekt lymfodrenáže na subjektivní potíže.

**Metoda:** Lymfodrenáž podstoupilo 8 pacientů, 5 žen a 3 muži průměrného věku 60 let. Lymfodrenáž byla provedena standardním způsobem. U pacientů jsme sledovali klinický efekt (zlepšení pocitu těžkých nohou a otoku) a jeho závislost na transportní kapacitě lymfatického systému a přítomnosti kožních kolaterál (dermal backflow). Pro srovnání jsme použili párový t-test.

**Výsledky:** Subjektivní zlepšení potíží po lymfodrenáži referovali 3 pacienti (38 %), 2 z nich (66 %) měli přítomný dermal backflow. 5 pacientů (62 %) nepocítovalo žádný nebo sporný efekt, dermal backflow jsme prokázali pouze u 2 z nich (40 %). Transportní kapacita lymfatického systému se mezi oběma skupinami nelišila ani celkově ( $p = 0,989$ ), ani pro jednotlivé končetiny – viz tabulka.

	PDK				LDK			
	klid	p	zátěž	p	klid	p	zátěž	p
<b>efekt ano</b>	4,3	0,498	13,5	0,221	7,5	0,214	23,6	0,351
<b>efekt ne</b>	6,4		20,7		4,7		17,4	

**Závěr:** Provedená lymfodrenáž DK zlepšila subjektivní potíže pouze u třetiny našich pacientů, dvě třetiny z nich však mělo přítomny dermal backflow. Přítom rozdílu v transportní kapacitě lymfatického systému nebyl mezi oběma skupinami statisticky významný. Domníváme se tedy, že transportní kapacita lymfatického systému DK dosáhla svého maxima a ani lymfodrenáž ji nezvyšuje. Léčba by tedy měla být zaměřena na omezení tvorby intersticiální tekutiny.

### ► Vliv dvou kovových náhrad na SPECT obrazy

Linhartová H.<sup>1,2</sup>, Šimková Z.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, <sup>2</sup> Oddělení nukleární medicíny, Nemocnice Havlíčkův Brod, <sup>3</sup> Oddělení nukleární medicíny, MOÚ, Brno, ČR

**Úvod:** Kovové předměty (např.: zubní implantáty, kyčelní a kolenní náhrady atd.) mohou ovlivnit kvalitu obrazů z různých modalit. Vliv kovu na obrazy v nukleární medicíně není příliš prozkoumán, protože se předpokládá, že není významný. Tato práce ukazuje, jaký mohou mít vliv dva kovové předměty ve fantomu a v těle pacienta na jejich SPECT obrazy.

**Metoda:** Při akvizici dat byl využit hybridní SPECT/CT přístroj Precedence 6 (výrobce Philips Healthcare) a standardní protokol k zobrazení ložisek pomocí <sup>99m</sup>Tc značených leukocytů. Použitý fantom zjednodušeně simuluje oblast pánve se dvěma kovovými implantáty a se dvěma horkými lézemi. Tento fantom obsahoval i část bez kovu, která byla použita ke kvantifikaci vlivu kovu na horké léze. U pacienta se snímala oblast pánve, kde měl pacient dvě kovové kyčelní náhrady.

**Výsledky:** U SPECT obrazů fantomu došlo ke změně tvaru i intenzity simulovaných horkých lézí. U obou lézí došlo k podhodnocení intenzity o více než polovinu. V oblasti mezi kovy u SPECT obrazu pacienta došlo také k výraznému snížení aktivity. Toto podhodnocení nelze přesně kvantifikovat, ale projevuje se i na nižší aktivitě v měkkých tkáních mezi kovy (v pozadí). Zároveň se v močovém měchýři objevilo výrazné lokální podhodnocení, které nemělo reálný základ a lékař by tuto nehomogenitu mohl interpretovat jako patologii.

**Závěr:** Získaná data prokázala, že kov může výrazně ovlivnit SPECT obrazy. Vliv kovu je největší v okolí a mezi kovy.

**Podpořeno:** SGS18/193/OHK4/3T/14 „Metody měření a vyhodnocování dat v radiační fyzice a radiační ochraně“

### ► Patologická zlomenina humeru při osteosarkomu

Malinová P., Lang O.

Klinika nukleární medicíny, 3. lékařská fakulta UK a FN Královské Vinohrady, Praha 10, ČR

**Úvod:** 29letá pacientka byla v 1/2019 přijata pro patologickou frakturu diafýzy humeru vlevo. Doposud se léčila pouze s astmatem. Udávala bolest levé paže trvající asi půl roku až rok hlavně v úrovni

úponu deltového svalu. Skiografie paže provedená praktickým lékařem byla negativní. EMG vyšetření svědčilo pro počínající syndrom karpálního tunelu.

**Průběh:** Při práci v zaměstnání náhle ucítila silnou bolest levé paže, pro kterou byla hospitalizována. Provedené CT vyšetření ukázalo nehomogenní projasnění spongiozy s nepravidelným ztenčením kortikalis v proximálních 2/3 levého humeru s patologickou frakturou střední třetiny diafýzy, diferenciatně diagnosticky zahrnující fibrózní kostní dysplazii nebo fibrosarkom. Na MR levého humeru byla popsána patologická infiltrace kostní dřevě, kde v diferenciatně diagnostice byla na prvním místě hematologická malignita, na druhém místě pak fibrózní dysplazie. Plánovala se biopsie kostní dřevě. Před ní byla ještě indikována scintigrafie skeletu k vyloučení metastáz. Vyšetření jsme provedli jako třífázový scan s <sup>99m</sup>Tc-HDP. Ve druhé i třetí fázi byla zvýšená akumulace radiofarmaka v oblasti levé pažní kosti. Na celotělovém snímku byla zobrazena akumulace radiofarmaka v pažní kosti, ostatní skelet byl bez ložiskových změn. Na SPECT/LDCT hrudníku se zobrazila difúzně zvýšená akumulace v hlavici a v diafýze levé pažní kosti, jiná ložiska jsme neprokázali. Vzhledem k tomu bylo hematologem ustoupeno od biopsie kostní dřevě a byla provedena otevřená biopsie pažní kosti. Histologicky byl určen chondroblastický osteosarkom. Materiál byl odeslán ke druhému čtení se závěrem chondrosarkom. Pacientka byla nadále léčena v jiné nemocnici.

**Závěr:** Kazuistika potvrzuje význam kostní scintigrafie pro určení stadia onkologického onemocnění. Pacientka byla ušetřena zbytečné biopsie kostní dřevě.

### ► Automatická subtrakce snímků ve scintigrafii příštítných tělísek

Maříková I., Šámal M., Trnka J., Zogala D., Skibová D., Chroustová D.

<sup>1</sup> Ústav nukleární medicíny, 1. lékařská fakulta UK a VFN, Praha 2, ČR

**Úvod:** Detekce adenomů příštítných tělísek je pro svoji obtížnost perspektivní aplikací metod umělé inteligence. V současné etapě vývoje jsou to zejména metody strojového učení. Předpokladem jejich využití je extrakce charakteristik snímků vhodných pro detekci a klasifikaci zobrazených struktur. Ve scintigrafii příštítných tělísek je to rozdíl snímků získaných pomocí různých radiofarmak anebo v různých časových intervalech. Cílem pilotní studie bylo ověřit automatickou subtrakci snímků pro budoucí využití metodami strojového učení.

**Metoda:** Pro automatický výpočet rozdílu dvou snímků jsme použili metodu hlavních komponent (principal component analysis, PCA), která transformuje původní snímky do obrazů první a druhé hlavní komponenty (PC1 a PC2). Snímek PC1 představuje přibližně průměr obou původních snímků, snímek PC2 jejich rozdíl. Výhodou PCA je automatický průběh výpočtu bez interakce operátora a optimalizace subtrakčních vah. Nevýhodou je citlivost k vzájemnému posunutí, rotaci anebo změně měřítka: PCA proto vyžaduje předchozí registraci snímků. V pilotní studii jsme aplikovali PCA u 18 vyšetření scintigrafie příštítných tělísek indikovaných pro detekci a lokalizaci adenomu. Vstupními snímky byly časná a pozdní distribuce <sup>99m</sup>Tc-MIBI a technecianu.

**Výsledky:** Výsledky dosažené pomocí PCA se shodovaly s výsledky dosaženými lékařem s využitím interaktivního subtrakčního programu. Byly však dosaženy automaticky bez interakce operátora.

## 56. Dny nukleární medicíny

V několika případech bylo obtížné rozlišit rozdíly v distribuci radiofarmak od rozdílů způsobených nedokonalou registrací snímků.

**Závěr:** Automatická subtrakce snímků pomocí PCA představuje vhodný nástroj k přípravě scintigrafických dat pro metody strojového učení. Vyžaduje ovšem předchozí registraci hodnocených snímků. V další etapě budeme zjišťovat, zda je možné takové registrace dosáhnout pomocí emisních anebo transmisních snímků nebo zda bude nutné využít externí značky.

### KNM FN Ostrava v číslech a grafech od roku 2010

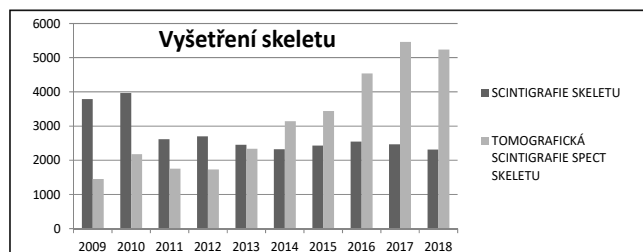
Materová H.<sup>1,2</sup>, Golisová J.<sup>1,2</sup>, Kraft O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Klinika nukleární medicíny, FN Ostrava,* <sup>2</sup> *Lékařská fakulta, Ostravská univerzita, ČR*

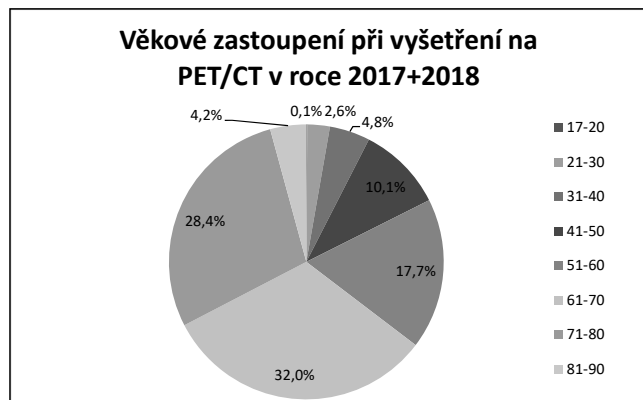
**Cíl:** Nová legislativa, přijetí GDPR, rozvoj techniky, informačních technologií, nové poznatky v medicíně, fyzice, chemii a farmacii přináší změny, které se promítají do praxe NM. Cílem sdělení je seznámit odbornou i laickou veřejnost s tím, co se změnilo v posledním desetiletí na pracovišti Kliniky nukleární medicíny v Ostravě-Porubě. V roce 2010, po 37 letech své existence, prošla budova kliniky rozsáhlou stavební rekonstrukcí a v roce 2017 byla přistavena budova pro PET/CT. Jak se změnilo/nezměnilo spektrum a počet vyšetření v návaznosti na další sledované parametry?

**Metoda:** Sledováním statistik počtu prováděných výkonů, diagnóz, pacientů, pojišťoven, počtu zaměstnanců, počtů a frekvence používání přístrojů, vytíženosti lůžek apod., byly vytvořeny přehledové soubory, které jsou dále zpracovány do tabulek a vyjádřeny v grafech.

**Výsledky:** Na prvním ukázkovém grafu je přehled počtu vyšetření scintigrafie skeletu a tomografické scintigrafie SPECT skeletu; je zde vidět tendence vývoje frekvence vyšetření, jejich úbytek/nárůst v časové ose.



Na druhém grafu je věkové zastoupení u vyšetření PET/CT.



**Závěr:** Nabídka prováděných služeb na KNM se mírně rozšiřuje, některá vyšetření se provádějí méně nebo byla nahrazena novými metodami a postupy díky modernizaci přístrojů nebo díky mezioborové spolupráci s jinými pracovišti.

Každoročně řešíme úsporná opatření na snižování nákladů kliniky, které vedou k regulaci provádění některých dražších výkonů, na druhé straně dle potřeby žádáme pojišťovny o individuální povolení výkonů nebo podání radiofarmaka.

Zakoupení PET/CT kamery do ostravské FN v roce 2017 doplnilo a rozšířilo spektrum prováděných vyšetření a nabídlo tak pacientům v regionu komplexnější služby.

### Stanovení glomerulární filtrace u žijících dárců ledvin na RIP IKEM

Nevenka S., Terš J., Chytrá K., Čepa A.

*Radioizotopové pracoviště, IKEM, Praha, ČR*

**Úvod:** V tomto sdělení je shrnuta problematika stanovení glomerulární filtrace (GFR) metodou odběru krevních vzorků u žijících dárců ledvin za období 2018/2019 na RIP IKEM. Vzhledem k charakteru vyšetření je vyžadována multidisciplinární spolupráce lékaře, farmaceuta, radiologického asistenta/sestry a radiologického fyzika.

**Popis problematiky:** Správná funkce ledvin se u žijících dárců hodnotí na základě stanovení glomerulární filtrace (GFR). Klinika nefrologie IKEM požaduje víceodběrovou metodu stanovení GFR, která by byla srovnatelná s inulinovou metodou. Zavedena byla metodika dle britské asociace NM, výpočet dle jednokompartmentového modelu s Bröchner-Mortensenovou korekcí.

Na posteru je prezentována metodika stanovení GFR na RIP IKEM, porovnání výsledků získaných pomocí 2, 3 a 4 odběrů v odlišných časech. Největší odchylky byly zjištěny mezi GFR stanovenou ze 4 odběrů v časech 1 h, 1,5 h, 2 h, 4 h po aplikaci a GFR stanovenou ze 2 odběrů v časech 2 h a 4 h po aplikaci. Naopak GFR stanovená ze 3 odběrů po 2 h, 3 h a 4 h vykazuje minimální odchylku od GFR stanovené ze 2 odběrů po 2 h a 4 h.

Během zavádění metodiky jsme narazili na řadu chyb, které se mohou během vyšetření vyskytnout a ovlivnit výsledek. Příkladem je paravenózní aplikace, kontaminace podložky či zkumavky nebo chyba při pipetování vzorků krevní plasmy.

**Závěr:** Je prezentována metodika stanovení GFR pomocí <sup>99m</sup>Tc-DTPA na RIP IKEM včetně rozboru zdrojů chyb při vyšetření. Cílem sdělení je také poukázat na bodové ohodnocení výkonu, které je vzhledem k časové a personální náročnosti výkonu nedostatečné.

### Preklinické hodnocení hydroxyapatitových nanočástic značených techneciem-99m jakožto potenciálních diagnostik solidních tumorů

Nový Z.<sup>1</sup>, Lobaz V.<sup>2</sup>, Vlk M.<sup>3</sup>, Kozempel J.<sup>3</sup>, Hrubý M.<sup>2</sup>, Drymlová J.<sup>4</sup>, Navrátil R.<sup>4</sup>, Petřík M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Ústav molekulární a translační medicíny, Lékařská fakulta UP v Olomouci,* <sup>2</sup> *Ústav makromolekulární chemie, Akademie věd České republiky, Praha,* <sup>3</sup> *Katedra jaderné chemie, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze,* <sup>4</sup> *Klinika nukleární medicíny, Lékařská fakulta UP a FN Olomouc, ČR*

**Úvod:** Základním konceptem této studie je využití efektu zvýšené propustnosti a záchytu, tzv. EPR efektu (Enhanced Permeability and Retention). Předpokládáme, že na základě EPR efektu bude docházet k akumulaci hydroxyapatitových nanočástic označených pomocí konvenčního radiofarmaka <sup>99m</sup>Tc-HDP. Po základních in vitro testech jsme se zaměřili zejména na ověření biodistribuce těchto nanočástic in vivo a pokusili jsme

se je zobrazit v myším nádorovém modelu pomocí SPECT/CT. **Metoda:** Byly provedeny stabilitní studie v prostředí fyziologického roztoku a lidské plazmy. Následovaly ex vivo biodistribuční studie na zdravých myších i nádorových myších. Biodistribuce značených nanočástic byla také monitorována pomocí  $\mu$ SPECT/CT systému a to pro dva aplikační přístupy (in vitro označené nanočástice a  $^{99m}\text{Tc}$ -HDP podáno s různým časovým odstupem po nanočásticích). Byl zjišťován vliv antiangiogenní terapie pomocí antiVEGF monoklonální protilátky bevacizumabu na změnu biodistribuce nanočástic u myší nesoucích nádor.

**Výsledky:** In vitro označené nanočástice vykazovaly vysokou radiochemickou čistotu a uspokojivou stabilitu. Ex vivo biodistribuční studie ukázaly dominantní akumulaci sledovaných látek v játrech a slezině. Z ex vivo dat nádorových myší byl zjištěn příznivý poměr akumulace nanočástic nádor/krev. Pomocí SPECT/CT byla zobrazena zejména játra a slezina. U nádorových myší léčených bevacizumabem nebyla pozorována signifikantní změna akumulace nanočástic v nádoru oproti neléčené skupině.

**Závěr:** Ex vivo biodistribuční studie ukazují výraznou akumulaci nanočástic ve slezině a v játrech. Tyto výsledky potvrzují i SPECT/CT zobrazování. V případě dvojfázového přístupu v aplikaci se ukazuje jako funkční odstup 3–6 hodin mezi podáním nanočástic a  $^{99m}\text{Tc}$ -HDP. Modelové nádory se pomocí označených nanočástic nepodařilo na SPET/CT vizualizovat.

**Podpořeno:** AZV ČR 16-30544A

#### ► Aplikace fluorescent nuclear track detectors (FNTD) v mikrodozimetrii cílené alfa částicové terapie

Ondrák L.<sup>1</sup>, Vlk M.<sup>2</sup>, Kozempel J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Radioizotopové pracoviště, IKEM, Praha, <sup>2</sup> Katedra jaderné chemie, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, ČR

**Úvod:** Užití radioterapie pomocí iontových svazků je spojené s většími hodnotami relativní biologické účinnosti (RBE) v porovnání s konvenční radioterapií pomocí fotonů. Toto je velmi důležitý fakt, který je nutné brát v úvahu při odhadování klinického efektu jakéhokoliv druhu radioterapie, jelikož pro každý druh záření je typická jiná hodnota RBE. Proto vzniklo již několik modelů, např. model lokálního efektu (LEM) nebo mikrodozimetrický kinetický model (MKM), které byly implementovány do plánovacích procedur zařízení využívajících radioterapie pomocí iontových svazků. Přestože tyto modely umožnily do výpočtů skutečných dávek zahrnout rozdílnost RBE, neposkytují odpovědi v otázce korelace mezi fyzikálními vlastnostmi iontového svazku a biologickou odpovědí organismu na úrovni jedné buňky.

**Popis problematiky:** Aby mohlo dojít k lepšímu pochopení molekulárního mechanismu vedoucího k výslednému radiobiologickému efektu částicové radioterapie, je nutné dosáhnout simultánní detekce buněčné odpovědi na ozáření a samotné depozice energie záření. K tomuto cíli byly vyvinuty nové hybridní fluorescenční detektory (Cell-Fit-HD) založené na fluorescenčních detektorech na bázi monokrystalů oxidu hlinitého dopovaných uhlíkem a hořčíkem, které poskytují téměř stoprocentní účinnost detekce iontových stop pomocí konfokálních laserových skenovacích mikroskopů (CLSM). K vytvoření hybridního detektoru dochází pokrytím monokrystalu oxidu hlinitého buněčnou kulturou dle pracovního protokolu lišícího se podle zvolené buněčné kultury.

**Závěr:** Z publikovaných skutečností je patrné, že FNTD detektory jsou inertní, autoklavovatelné a mají biokompatibilní povrch, z čehož plyne, že nabízí ve formě hybridních Cell-Fit-HD detektorů velmi

slibné možnosti v posunu poznání v oblasti subcelulární dozimetrie a poznání molekulárních pochodů zodpovědných za biologickou odpověď spojenou s částicovou radioterapií.

**Podpořeno:** Agentura pro zdravotnický výzkum České republiky (grant č. NV16-30544A) a Technologická agentura České republiky (TJ01000334)

#### ► Modifikace struktury triacetylfusarininu C pro zobrazování infekcí a nádorů

Petřík M.<sup>1</sup>, Summer D.<sup>2</sup>, Kaeopookum P.<sup>2</sup>, Palyzová A.<sup>3</sup>, Havlíček V.<sup>3</sup>, Grossrubatscher L.<sup>2</sup>, Michalčíková T.<sup>1</sup>, Nový Z.<sup>1</sup>, Decristoforo C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ústav molekulární a translační medicíny, Lékařská fakulta UP v Olomouci, ČR, <sup>2</sup> Klinika nukleární medicíny Innsbruck, Rakousko, <sup>3</sup> Mikrobiologický ústav AV ČR, Praha, ČR

**Úvod:** Triacetylfusarinin C (T AFC) je siderofor secernovaný plísní *Aspergillus fumigatus*. Siderofory jsou nízkomolekulární chelátory železa produkované převážnou většinou mikroorganismů, které slouží k transportu esenciálního železa do mikrobiální buňky. Železo má podobné fyzikálně-chemické vlastnosti jako gallium a některé siderofory lze označit  $^{68}\text{Ga}$  nebo  $^{67}\text{Ga}$ . Využití chelatačních vlastností sideroforů a jejich vhodná derivatizace by mohla vést k přípravě nových biokonjugátů s optimalizovanou farmakokinetikou a cílením na různé typy infekcí a nádorů.

**Metoda:** Radioaktivní značení derivátů T AFC bylo prováděno pomocí  $^{68}\text{Ga}$  v acetátovém pufru. In vitro charakterizace studovaných látek zahrnovala stabilitní studie, stanovení rozdělovacího koeficientu, vazbu na plazmatické proteiny a specifitu vychytávání v příslušných mikrobiálních kulturách nebo nádorových buněčných liniích. Biodistribuce studovaných látek byla sledována v infekčních a nádorových zvířecích modelech ex vivo a za použití zobrazovacích metod.

**Výsledky:** Testované deriváty T AFC byly označeny  $^{68}\text{Ga}$  s vysokou radiochemickou čistotou. Výsledné komplexy vykazovaly příznivé in vitro charakteristiky. Analogy T AFC se specificky vychytávaly v testovaných mikrobiálních kulturách a deriváty T AFC s navázanými peptidy prokázaly vysokou vazebnou afinitu k příslušným receptorům exprimovaným na vybraných nádorových buněčných liniích. Multimodální zobrazování infikovaných i nádorových zvířat ukázalo specifickou akumulaci  $^{68}\text{Ga}$  značených derivátů T AFC v příslušných cílových strukturách.

**Závěr:** Deriváty T AFC bylo možné označit pomocí  $^{68}\text{Ga}$ . Specifická in vitro i in vivo akumulace testovaných komplexů v testovaných mikrobiálních kulturách a nádorových buněčných liniích, stejně tak jako jejich uspokojivé farmakokinetické vlastnosti, činí z těchto sloučenin nadějně použitelné pro multimodální zobrazování infekcí i nádorů.

**Podpořeno:** grant NPU č. LO1304, TAČR č. TE01020028 a GAČR č. 19-10907S

#### ► Situs viscerum inversus břicha – náhodný nález

Píchová R.<sup>1</sup>, Pícha D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinika nukleární medicíny, 3. lékařská fakulta UK a FN Královské Vinohrady, Praha 10, <sup>2</sup> Klinika infekčních, parazitárních a tropických nemocí, 2. lékařská fakulta UK a Nemocnice Na Bulovce, Praha, ČR

**Cíl:** Prezentace atypického nálezu s možností falešně pozitivní interpretace na scintigrafii značenými leukocyty při detekci zánětlivého fokusu.

**Průběh:** 72letá pacientka přijata na infekční kliniku pro horečky, bolest hlavy, krční páteře s progresí do šíje a PHK. Laboratorní nález svědčil pro bakteriální infekci. Pro podezření na ložisko zánětu v krční oblasti vyšetřeno CT krční páteře, zjištěny těžké degenerativní změny se stenózou páteřního kanálu, bez jasného vyloučení spondylodiscitidy. Indikována MRI páteře, která potvrdila degenerativní změny. Nález v likvoru byl normální. Po dvoutýdenní empirické antibiotické léčbě, bez prokázání ložiska, potíže ustupovaly. Vzhledem k výskytu v. s. melenózní stolice doplněna gastrokopie se závěrem mírné gastritidy a deformací žaludku, který stočený v oblasti kurvatury na opačnou stranu. Na sonografii břicha hepatomegalie se zvětšeným levým lalokem, vlevo dosahující ke slezině, ta popsána jako nezvětšená homogenní (jinak normální nález). V rámci pátrání po infekčním fokusu doplněna scintigrafie <sup>99m</sup>Tc-HMPAO značenými autologními leukocyty na gamakameře s obrazy časnými břicha, pozdními celotělovými a cílenými SPECT/lowdose CT, kde zachycena 3 ložiska s patologickou akumulací v pravém epi- až mezogastriu dorzolaterálně pod sebou se závěrem dif. dg. zánět, splenóza? Doplněno diagnostické CT břicha a malé pánve, kde zjištěn situs viscerum inversus v oblasti břicha, játra dominantně vlevo (pravý lalok velký, levý relativně malý), srdce v obvyklé lokalizaci. Nálezu na scintigrafii odpovídala fragmentovaná slezina lokalizovaná vpravo a složená ze 4 částí.

**Závěr:** Scintigrafie s ložiskovým nálezem výrazně akumulujících značených leukocytů jako možný falešně pozitivní obraz infekčního fokusu odhalila u 72leté pacientky dosud neznámý situs viscerum inversus břicha s atypickou lokalizací fragmentované sleziny.

### Diagnostika komplikací TEP kyčelního kloubu metodami NM

Quinn L.

*Klinika nukleární medicíny, Lékařská fakulta UP a FN Olomouc, ČR*

**Úvod:** U pacientů po TEP kyčelního kloubu může docházet k řadě komplikací, mezi nejčastější patří aseptické a septické uvolnění. Diagnostika musí být komplexní, posuzován je klinický nález, důležitou roli hrají laboratorní i zobrazovací metody.

**Popis problematiky:** Třífázová scintigrafie skeletu je vysoce senzitivní metodou pro detekci uvolnění endoprotézy, pro diferenciální diagnostiku neinfekčního a infekčního uvolnění je však málo specifická. K odlišení aseptického vs. septického uvolnění je vhodnější provedení scintigrafie s <sup>99m</sup>Tc-HMPAO značenými leukocyty, popřípadě značenými antigranulocytárními protilátkami. Senzitivitu i specifitu těchto metod zvyšuje provedení planárního a SPECT/CT vyšetření zájmové oblasti v režimu dvoudenního protokolu s adekvátním prodloužením akvizičního času dle rozpadu <sup>99m</sup>Tc. Záznamy jsou hodnoceny jak vizuálně, tak kvantitativně, hodnocen je nárůst akumulace radiofarmaka za 24 hod. Důležité je nejen posouzení přítomnosti infektu, ale i stanovení lokalizace a rozsahu infekčního poškození. Nález může významně ovlivnit následující léčebnou strategii a tedy rozhodování mezi metodou DAIR (Debridement, Antibiotics, Implant Retention), jednodobou a dvoudobou výměnou TEP. Dalšími využívanými metodami v diagnostice uvolnění TEP kyčelního kloubu jsou PET/CT vyšetření s <sup>18</sup>F-FDG, <sup>18</sup>F-FDG značenými leukocyty a s osteotropním radiofarmakem <sup>18</sup>F-NaF.

**Závěr:** Metody nukleární medicíny jsou nedílnou součástí komplexní diagnostiky komplikací po TEP kyčelního kloubu. Výsledky radionuklidových vyšetření mohou významnou měrou ovlivnit výběr následného léčebného postupu.

### Scintigrafie kůry nadledvin – kauzistika

Rytířová P., Machová H., Lang. O.

*Klinika nukleární medicíny, 3. lékařská fakulta UK a FN Královské Vinohrady, Praha 10, ČR*

**Cíl:** Při diagnostice příčin hyperkortizolismu je možné použít scintigrafii s <sup>131</sup>I-norcholesterolem. Cílem sdělení je popsat provedení scintigrafického vyšetření u vybraného pacienta.

**Průběh:** 54letá pacientka přijata do nemocnice k vyšetření nálezu na CT břicha – zvětšení obou nadledvin. Měla arteriální hypertenzi, hyperthyreózu, mediastinální lymfadenopatii, gastroezofageální reflux. Subjektivně byla bez potíží, při fyzikálním vyšetření zjištěna pouze obezita (BMI 31), na kůži břicha ojedinělé strie, jinak bez patologie. Na základě provedených vyšetření (biochemické a hematologické vyšetření, sonografie břicha, vyšetření hormonální aktivity, dexametazonový supresní test) byl stav uzavřen jako hyperkortizolismus, zatím ponechána bez léčby. Požadována scintigrafie s <sup>131</sup>I-norcholesterolem k průkazu subklinického Cushingova syndromu. Příprava: Dexametazon (4 mg/den, 7 dnů, do aplikace RF), Kalium jodatum (100 mg/den, večer před aplikací RF + dalších 6 dnů), bisacodyl (100 mg/den, v den aplikace RF + další 2 dny). Aplikovali jsme 37 MBq <sup>131</sup>I-norcholesterolu i.v., snímali jsme 3 dny po aplikaci. Parametry: kolimátor MEGP, energie 364 keV ± 10 %; WB – krok po 10 min., planární snímek břicha – 256 x 256, 15 min., SPECT/CT břicha (128 x 128, rotace 2 x 180°, krokování 3°, 30 s/frame; 120 kV, 20 mA). Prokázali jsme hyperfunkci kůry obou nadledvin – odpovídá perifernímu Cushingovu syndromu. Další patologie neprokázána. Pacientka je stále bez klinických příznaků, proto bez léčby, klinikem bylo doporučeno pouze sledování.

**Závěr:** Scintigrafie s <sup>131</sup>I-norcholesterolem je vyšetření známé řadu let, klinickými lékaři je ale požadováno velmi zřídka. Pro pacienta je náročné pouze délkou (příprava + snímání několik dnů po aplikaci). Díky použití SPECT/CT se nemuselo provádět opakované snímání pro přesnou lokalizaci.

### Příprava videoedukace

Schejbalová J., Golisová J.

*Klinika nukleární medicíny, Lékařská fakulta OSU a FN Ostrava, ČR*

**Úvod:** Edukace pacientů před podáním léčebné dávky radiojodu je velmi obsáhlá a pro pacienty náročná. Pro zlepšení úrovně ošetrovatelské péče jsme se rozhodli vytvořit videoedukaci, která pacientům umožní bližší seznámení s celým procesem.

**Popis problematiky:** Základem videoedukace byla textová část, kterou jsme kolektivně vytvořili na základě písemné formy, kterou se pacienti poučovali dosud. Rozdělena byla na 3 části. Pokyny před podáním terapie, průběh samotného podání a pokyny po podání terapie s následnou instrukcí, kdo pacienty poučí před odchodem domů. Za spolupráce kameramana tiskového oddělení naší nemocnice jsme utvořili scénář. Nasnímaly se činnosti, které pacient musí vykonat během celého procesu. Veškeré činnosti byly vytvořeny dle provozního řádu lůžkové části naší kliniky. Po celou dobu tvorby videoedukace jsme vše konzultovali s vrchní sestrou naší kliniky, která schvalovala také závěrečnou podobu.

**Závěr:** Videoedukace je pro ošetrovatelskou péči značným přínosem. Pacientům může být promítnuta i několikrát, podle toho, jak

to po nás požadují, a lépe vstřebávají informace. Personál není tak časově zatížen dlouhým vysvětlováním a opakováním. Zlepšila se úroveň komunikace mezi personálem a pacienty.

### ► **Zobrazení $^{131}\text{I}$ bez použití HE kolimátorů? Reálný příklad z praxe**

Steinberger T., Lang O.

*Klinika nukleární medicíny, 3. lékařská fakulta UK a FN Královské Vinohrady, Praha 10, ČR*

**Úvod:** Účelem práce bylo prověřit možnost zobrazení vysokoenergetického radionuklidu  $^{131}\text{I}$  na SPECT kameře vybavené kolimátory pro střední energii.

**Metoda:** Použili jsme 3,7 MBq diagnostickou tobolku (5 x 10 mm) s  $^{131}\text{I}$ , což je smíšený  $\beta/\gamma$  zářič s hlavní energií  $\gamma$  na 364,5 keV (81,2 %), a SPECT/CT kameru (Optima NM/CT 640, GE Medical-Systems) vybavenou kolimátory MEGP (doporučená max. energie 250 keV). Při měření byla provedena série statických snímků (180 sekund; matice 256 x 256; zoom 1,0; energetický peak 364 keV  $\pm$  10 %) ve vzdálenosti 12 cm, 22 cm a 32 cm od zdroje. Hodnocení kvality zobrazení proběhlo na pracovní stanici Xeleris 3.1 určením FWHM alternativním způsobem, který poskytuje lepší statistiku výpočtu FWHM a vizualizaci přenosové funkce. Ve windowing tool byla nejdříve nalezena hodnota MAXima v obraze. Nastavením horního prahu na MAX/2 byla odlišena oblast v obraze s hodnotami nad a pod MAX/2. Vzniklý tvar hranice byl několiknásobně proměřen funkcí pro měření vzdáleností, tím byl získán přímo odhad hodnoty FWHM.

**Výsledky:** FWHM ve vzdálenosti 12 cm byla  $12,3 \pm 1,2$  mm, ve 22 cm byla  $17,3 \pm 1,4$  mm a ve 32 cm byla  $20,8 \pm 1,2$  mm. Po konzultaci s aplikujícím odborníkem byl tento způsob zobrazení zhodnocen jako zcela vyhovující vzhledem k potřebě stanovit pouze přítomnost či nepřítomnost radiofarmaka.

**Závěr:** Pro rozhodnutí typu ano/ne je použitý zobrazovací řetězec  $^{131}\text{I}$ -Optima-MEGP plně vyhovující, proto bylo následně přistoupeno k vyšetření pacientky, u které byla prokázána zřetelná akumulace radiofarmaka v kůře nadledvin.

### ► **Scintigrafie příštítných tělísek**

Šíma J.

*Klinika radiologie a nukleární medicíny, Lékařská fakulta MU a FN Brno, ČR*

**Cíl:** Účelem přednášky je seznámení s prací NLZP při scintigrafii příštítných tělísek.

**Popis problematiky:** Scintigrafie příštítných tělísek je vyšetření sloužící k zobrazení hyperfunkčního parenchymu příštítných žláz. Vyšetřujeme pomocí  $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$  a snímáme za 10 minut a 2 hodiny po aplikaci. Standardně provádíme statický snímek + SPECT/CT po deseti minutách a navazující statický + SPECT/CT (dle rozhodnutí lékaře) za 2 hodiny od aplikace na dvouhlavé hybridní kameře Symbia Intevo Excel při použití LEHR kolimátorů. Za tři roky (2016–2018) jsme vyšetřili celkem 400 pacientů, z toho 5 ve věkovém rozmezí 0–19 let, z nichž nejmladšímu bylo 12 let, dále pak ve věkové skupině 21–40 let bylo vyšetřeno 28 pacientů a ve věku 40–59 let jsme vyšetřili celkem 144 pacientů. Nejvíce vyšetřených pacientů bylo ve věkové skupině starších 60 let, a to sice 223.

**Závěr:** Scintigrafie příštítných tělísek je diagnostické vyšetření pro-

váděné při hyperfunkci parenchymu příštítných žláz, hyperplaziích či před extirpační adenomu příštítných tělísek. Při vyšetření určujeme lokalizaci zmnožené paratyreoidální tkáně u pacientů s prokázanou hyperparatyreózou.

### ► **Přínos SPECT/CT vyšetření u lymfoscintigrafie dolních končetin (kazuistika)**

Šimánek M.

*Oddělení nukleární medicíny, Nemocnice Pelhřimov, ČR*

**Úvod:** Doporučení pro provádění lymfoscintigrafie v ČR z roku 2018 nezmiňuje možnost využití SPECT/CT. Přínos této metodiky prezentujeme u pacienta s lokálním otokem pravého nártu.

**Metoda:** Použit modifikovaný jednodenní protokol dle Doporučení s epifasciální aplikací 50 MBq Nano-Albumonu v 0,15 ml subkutánně do 1. a 4. meziprstí obou dolních končetin. „Klidové“ snímky provedeny do 30 minut, další snímky po 30 minutách zátěže chůzí. Pro chabé zobrazení lymfatického systému pravé dolní končetiny doplněna aplikace 50 MBq Nano-Albumonu v 0,3 ml subfasciálně do trigonum Kageri (mezi patní kost a Achillovu šlahu). Další snímky pak provedeny po 15 minutách zátěže chůzí. Pro nemožnost odlišit povrchový a hluboký lymfatický systém zejména při variantním zobrazení popliteálních uzlin navázáno SPECT/CT vyšetřením na hybridním přístroji AnyScan SC, firma Mediso. Pro SPECT vyšetření jsme užívali parametry: rotace 2 x 180 stupňů, každá hlava 64 snímků po 3 stupních, 30 s, matice 128 x 128. Pro LDCT: 16 řad po 2,5 mm, 100 mAs, 120 V, rotace za 1 s, pitch faktor 1. S použitím hybridního tomografického zobrazení jsme jednoznačně odlišili povrchový a hluboký lymfatický systém se zachováním jednodenního protokolu vyšetření. Přídavná radiační zátěž při LDCT byla 0,04 mSv. Dosud sporadické práce o SPECT/CT v lymfologii předkládají široké spektrum poznatků s návazností na různé terapeutické využití. V ČR prozatím tato metoda není používána.

**Závěr:** Hybridní SPECT/CT zobrazení v oblasti kolenních kloubů nám umožnilo jednoznačnou identifikaci hlubokého a povrchového lymfatického systému na základě přesné topografické lokalizace lymfatických cév a uzlin. Tím byl umožněn cílený terapeutický zásah.

### ► **DICOM formát a možnosti jeho zpracování v tabulkových procesorech**

Šimperský I.

*Oddělení nukleární medicíny, Nemocnice Blansko, ČR*

**Cíl:** Cílem toho technického sdělení je poukázat na možnost práce s DICOM daty ve volně dostupných a široce používaných tabulkových procesorech Microsoft Excel a Calc. Práce je řešena v kontextu zjišťování RC křivek systému PET/CT.

**Popis problematiky:** DICOM formát využívají všechny zobrazovací modalita používané v nukleární medicíně. Prohlížení a práce s DICOM daty jsou možné prostřednictvím řady softwarových nástrojů. Ty se od sebe liší svými funkcemi i platformami, na kterých jsou použitelné. DICOM prohlížeče jsou buď volně přístupné nebo placené. V obou případech je uživatel nucen získat nezbytné znalosti a zkušenosti s rozhraním, což nemusí být vždy jednoduchou a časově nenáročnou záležitostí. Z tohoto důvodu jsme se zaměřili na možnost zobrazení a zpracování DICOM souborů v běžně dostupných, všeo-

## 56. Dny nukleární medicíny

becně známých a hojně užívaných tabulkových procesorech Microsoft Excel (Microsoft Office) a Calc (LibreOffice). Zvolený problém se podařilo vyřešit netypickým způsobem. DICOM formát je nejprve nutné převést do formátu tabulkovými procesory využitelného a graficky data zobrazit. Velkou výzvu představovalo samotné ukládání a manipulace s velkými objemy dat. Jednotlivé buňky je nutné uspořádat do matic, z nichž se používané řezy vybírají pomocí standardních vzorců, vlastních funkcí a maker. Výpočty a zobrazení histogramů, různých rovin řezů, výběry ROI dle kritérií uživatele a volba barevných škál jsou řešeny prostřednictvím vytvořených doplňkových funkcí.

**Závěr:** Námi navržené řešení poskytuje možnost jednoduchého zobrazení a práce s daty v DICOM formátu v tabulkových procesorech i běžným uživatelům PC, kteří z nějakého důvodu nemohou nebo nechtějí používat specializovaný software.

### **Kazuistika: lymfedém u komplexního regionálního bolestivého syndromu**

Štablová L., Knotková V., Zogala D.

*Ústav nukleární medicíny, 1. lékařská fakulta UK a VFN, Praha 2, ČR*

**Úvod:** 17letá pacientka byla referována lymfologem k provedení lymfoscintigrafie pro komplexní regionální bolestivý syndrom (KRBS) pravé horní končetiny.

**Průběh:** Pacientka sledována pro edém a bolest pravé horní končetiny (HK), které se rozvinuly v návaznosti na úraz (pád na snowboardu) se zhmožděním měkkých tkání akrální části HK. Rtg snímek bez známek fraktury, základní interní vyšetření bez patologického nálezu. Bezprostředně po úrazu léčena konzervativně (imobilizace, podpůrná léčba), následně zahájena rehabilitace a fyzikální léčba s měnlivým efektem. Lymfoscintigrafie byla provedena 14 a 30 měsíců po úrazu na gamakamerě GE Infinia HawkEye 3/8 dle metodiky doporučené ČSNM (NuklMed 2018;7(3)S2). Radiofarmakum Nanoalbumon o aktivitě 50 MBq bylo aplikováno subkutánně do prvních meziprstních prostor pravé i levé HK. Časná statická akvizice byla provedena za klidových podmínek (30 min. od aplikace) a pozdní po zátěži (30 min., intermitentní pohyb horních končetin). Obrazy byly hodnoceny vizuálně a semikvantitativně s výpočtem relativního podílu akumulace RF v regionálních uzlinách oproti aktivitě v lymfatických cestách celé HK. Vstupně patrný obraz výrazně zrychleného lymfatického transportu vpravo (poměr aktivity axilárních uzlin časně 22,8 % vpravo, oproti 1,7 % vlevo). Při kontrole pak vpravo již obraz těžké insuficience lymfatického systému prakticky s absencí známek odtoku lymfy. Nálezy kompatibilní s KRBS. Prezentována obrazová dokumentace případu a shrnutí statistiky všech prováděných lymfoscintigrafických vyšetření na pracovišti.

**Závěr:** Lymfoscintigrafie je zobrazovací modalita volby pro diagnostiku lymfedému. Kazuistika dokládá její přínos při objektivizaci poruch lymfatické drenáže při KRBS.

### **Optimalizace četnosti mikrobiologického monitorování čistých prostorů přípravy radiofarmak**

Štěpán J.

*Klinika radiologie a nukleární medicíny, Lékařská fakulta MU a FN Brno, Oddělení nukleární medicíny, Uherskohradištská nemocnice a. s., ČR*

**Úvod:** Pokyn SÚKL LEK-17 ukládající monitorování čistých prostorů má doporučující charakter, tj. optimální četnost monitorování je pro

konkrétní pracoviště možné nastavit analýzou rizik a výsledků předchozího monitorování. Zahrnuje i zkoušky sterility produktů.

**Metoda:** 1) aeroskop MAS – 100 Eco + misky s krevním agarem Ø 90 mm – odběr 100litrových vzorků vzduchu, 2) spadové misky s krevním agarem Ø 90 mm – vyšetření 4hodinového vzdušného odkryvu, 3) kontaktní destičky s krevním agarem Ø 55 mm – otisky plochy, 4) stěrové soupravy – provádění stěrů povrchů stěrovou tyčinkou, 5) misky s krevním agarem Ø 90 mm – otisk rukavic 2 × 5 prstů, 6) vzorky na sterilitu – zbytek rozplňovaného radiofarmaka, simulace aseptické přípravy, <sup>99m</sup>Tc-eluat. Na základě dlouholetých výsledků 2) a 4) a v 2018 zavedených 1), 5), 6) byla četnost od 3/2019 zavedeného komplexního monitorování 1) – 6) s přehodnocenými odběrovými místy nastavena na 1x za 2 měsíce, kromě 1) 1x za 3 měsíce a 4) 1x ročně. Mikrobiologické hodnocení provádí OKM FN Brno, vyhodnocení přijatelnosti dle limitů LEK-17 provádí KRNM a OKINH FN Brno.

**Výsledky:** Vzorky: 1) 30/30 (100 %) vyhovujících, 2) 13/14 (93 %) vyhovujících, 3) 22/23 (96 %) vyhovujících, 4) 13/14 (93 %) vyhovujících, 5) 38/40 (95 %) prstů sterilních – vyhovujících, 6) 9/9 (100 %) sterilních – vyhovujících. Podrobnosti viz: [http://www.sci.muni.cz/~jirs/radiochem\\_anal\\_methods/Mikrob.monitoring\(J.StepanDNM,HK2019\).pdf](http://www.sci.muni.cz/~jirs/radiochem_anal_methods/Mikrob.monitoring(J.StepanDNM,HK2019).pdf)

**Závěr:** Četnost mikrobiologického monitorování se dle výsledků jeví pro dané pracoviště jako přijatelná a je mnohonásobně nižší než dle LEK-17! Při nevyhovujícím výsledku se přijmou nápravná opatření a odebere opakovaný vzorek. U 1) a 6) je možno vzhledem k 100 % vyhovujících výsledků zvážit snížení četnosti.

### **Neobvyklá příčina studeného ložiska při scintigrafii skeletu – kazuistika**

Štufková I., Lang O.

*Oddělení nukleární medicíny, ON Příbram, a. s., ČR*

**Cíl:** Prezentace neobvyklé příčiny studeného ložiska při scintigrafii skeletu.

**Průběh:** 52letá pacientka byla odeslána na kontrolní scintigrafii skeletu v rámci restagingu při karcinomu prsu. V roce 2016 jí byl diagnostikován karcinom pravého prsu, v červnu 2016 byla provedena mastektomie s exenterací axily. Poté následovala adjuvantní chemoterapie a radioterapie, antiestrogenní léčba Anastrozolem. Léčí se s hypertenzí, je po cholecystektomii v roce 2012, v roce 2007 měla tříštivou frakturu předloktí vlevo řešenou osteosyntézou kostí předloktí. Provedena scintigrafie skeletu pomocí <sup>99m</sup>Tc-oxidronátu (HDP), byly snímány celotělové scany časně a pozdní (cca za 2 min., respektive 2 hod. po aplikaci RF), následoval SPECT/CT pánve. Na celotělové scintigrafii je nález bez významných ložiskových změn kostní přestavby s jen lehkou asymetrií v zobrazení lopat kyčelních kostí. Na doplněném SPECT/CT je patrné snížení akumulace v lopatě kosti kyčelní vpravo ventrálně, na low-dose CT obraz je zde patrná porucha kontinuity kosti s obdélníkovým defektem. Při cíleném dotazu zjišťujeme, že byl z lopaty kosti kyčelní vpravo v roce 2008 proveden odběr kostního štěpu pro spongioplastiku radia vlevo. Při kontrolním vyšetření v březnu 2018 je scintigrafický nález obdobný.

**Závěr:** V kazuistice prezentujeme neobvyklou příčinu studeného ložiska – defekt v kosti po odběru štěpu kostní tkáně. Upozorňujeme na důležitost dobře odebrané anamnézy a provedení tomografických snímků.



### Diagnostika cévních malformací v játrech na nukleární medicíně

Švagriková J.

*Klinika radiologie a nukleární medicíny, Lékařská fakulta MU a FN Brno, ČR*

**Úvod:** Hemangiom je nejčastější benigní ložisková léze mezenchymálního původu. Klinicky je zpravidla zcela němý, diagnostikovaný většinou náhodně. Cílem je seznámení s vyšetřením průkaznosti jaterního hemangiomu na KRNM FN Brno, úsek Pracoviště diagnostiky in vivo.

**Popis problematiky:** Vyšetření umožňuje dobrou anatomickou orientaci a odlišení léze od okolních vaskularizovaných struktur. Hranice detekovatelnosti hemangiomů je u SPECT kolem 1 cm. Vyšetření jater pomocí  $^{99m}\text{Tc}$  značených erytrocytů je považováno za standardní metodu. Na KRNM FN Brno se od ledna roku 2008 vyšetřilo celkem 29 pacientů. Většina nálezů byla negativních. Nejvíce vyšetření bylo provedeno v roce 2013 a celkově převažuje ženské pohlaví. Vyšetření provádíme na dvouhlavé scintilační kameře Symbia T2 Siemens nebo Symbia Intevo Excel, kolimátory LEHR.

**Závěr:** Hlavní indikací pro vyšetření jsou ložiskové léze jater, u kterých je potřeba provést diagnostiku nebo diferenciální diagnostiku kavernózního jaterního hemangiomu. Vyšetření pomocí  $^{99m}\text{Tc}$  značených erytrocytů je na KRNM FN Brno standardní metodou, i když ne zcela častou. Metoda není sceningová a je považována za nej-specifičtější z neinvazivních vyšetřovacích metod.

### Terapie karcinomu štítné žlázy

Uhrinová S.

*Oddělení nukleární medicíny, Lékařská fakulta UK v Hradci Králové a FN Hradec Králové, ČR*

**Cíl:** Cílem prezentace je přinést ucelený souhrn o průběhu léčebných postupů při terapii radiojódem.

**Popis problematiky:** Na počátku 19. století si lidé mysleli, že tvrdá struma vede ke smrti. Ve 30. letech 20. století se objevuje klasifikace karcinomů štítné žlázy. Rakovina štítné žlázy se dělí na diferencované, anaplastické a medulární karcinomy. Pro léčbu pomocí radiojódem  $^{131}\text{I}$  jsou vhodné pouze diferencované karcinomy, folikulární a papilární. Postup léčby spočívá v kombinované metodě, kam patří chirurgická léčba, vlastní podání radiojodu a substituce hormonů štítné žlázy. Pacient musí být doživotně dispenzarizován.

Před přijetím do nemocnice obdrží pacient zvací dopis s poučením. Hospitalizace začíná vstupním vyšetřením včetně scintigrafie štítné žlázy a akumulačního testu. Nemocného seznámíme s průběhem hospitalizace a režimovými opatřeními, např.: izolace na pokoji, dostatečná hydratace, stimulace tvorby slin, častější sprchování, zvýšená hygiena... Než pacientovi podáme terapeutickou dávku radiojodu, všechno s nemocným probereme a nanečisto vyzkoušíme. V den propuštění hospitalizovanému ještě nasnímáme celotělovou scintigrafii. Režimová opatření doma se musí dodržovat ještě alespoň 10 dní, např.: nepobývat v blízkosti jiných osob, spát odděleně, omezit cestování MHD, zvýšená hygiena...

**Závěr:** Léčba přináší i úskalí a možné komplikace. Důležitá je doživotní dispenzarizace pacientů. Terapeutické využívání otevřených zářičů je neoddelitelně spjata s dodržováním zásad radiační ochrany.

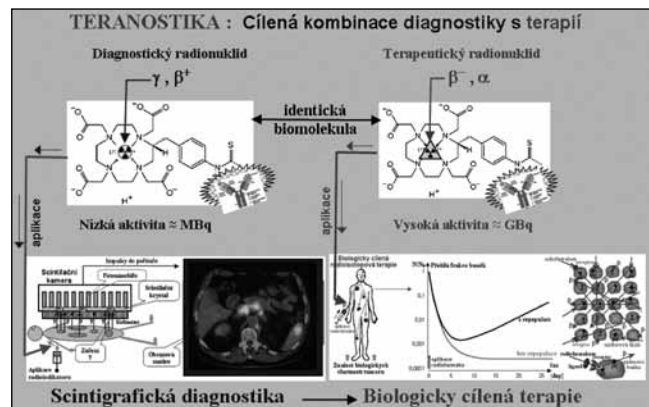
### Nukleární medicína – teranostický obor: radionuklidy a radiofarmaka pro integrovanou diagnostiku a terapii

Ullmann V., Havel M., Koláček M., Kraft O., Golisová J.

*Klinika nukleární medicíny, Lékařská fakulta OSU a FN Ostrava, ČR*

**Úvod:** V přednášce se zabýváme teranostikou v nukleární medicíně, čili cílenou kombinací diagnostiky s terapií.

**Metoda:** Molekulární zobrazení v nukleární medicíně a biologicky cílená radionuklidová terapie umožňují integrovat individuální (personalizovanou) diagnostiku a cílenou terapii do společné platformy – teranostiky. Jako nosiče teranostického účinku u nádorových onemocnění jsou nejhodnější radioimunokonjugáty monoklonálních protilátek díky možnosti navázání diagnostických a následně terapeutických radionuklidů.



Obrazek: Schéma teranostického postupu scintigrafické diagnostiky a následné radionuklidové terapie.

**Popis problematiky:** Rozebíráme vlastnosti radionuklidů, které mohou sloužit jako „teranostický tandem“ pro scintigrafickou diagnostiku ( $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{123}\text{I}$ ,  $^{18}\text{F}$ ,  $^{68}\text{Ga}$ ,  $^{89}\text{Zr}$ ) a biologicky cílenou radionuklidovou terapii ( $^{90}\text{Y}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{177}\text{Lu}$ ,  $^{223}\text{Ra}$ ,  $^{227}\text{Th}$ ,  $^{225}\text{Ac}$ ). Uvádíme rozpadová schémata a změřená spektra na našem pracovišti. Některé alfa radionuklidy s rozpadovým řetězcem fungují jako „in vivo generátory“; analyzujeme efekty úniku dceřiných radionuklidů z nosičových molekul radiofarmaka.

**Závěr:** Teranostika je a do budoucna ještě více bude důležitou součástí nukleární medicíny. Více informací na: <http://www.astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika4.htm>, <http://www.astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#BiologTerapie>, <http://www.astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#RadionuklTerapie>

### Jak zviditelnit neviditelné? Zobrazení fotonových, elektronových a protonových radiačních svazků

Ullmann V.<sup>1</sup>, Havel M.<sup>1</sup>, Máca P.<sup>3</sup>, Knybel L.<sup>2</sup>, Andrlík M.<sup>3</sup>, Zámečník L.<sup>3</sup>, Molenda L.<sup>2</sup>, Koláček M.<sup>1</sup>

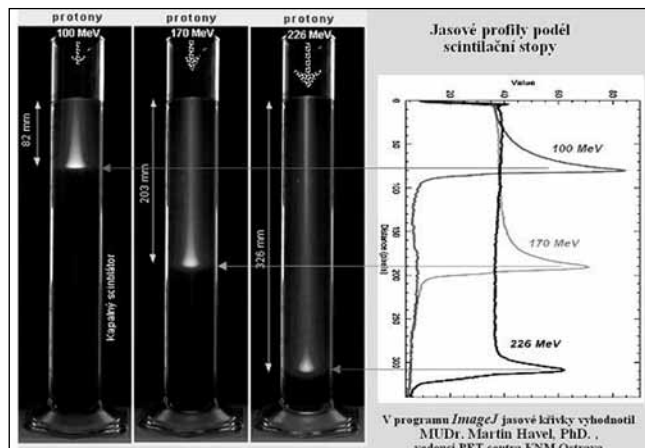
<sup>1</sup> Klinika nukleární medicíny, <sup>2</sup> Onkologická klinika, Lékařská fakulta OSU a FN Ostrava, <sup>3</sup> Protonové terapeutické centrum (PTC), Praha, ČR

**Úvod:** Ionizující záření používané v radioterapii a nukleární medicíně je naším zrakem neviditelné, můžeme je registrovat jen pomocí speciálních metod detekce a spektrometrie.

**Metoda:** Pokusili jsme se „zviditelnit“ průchod ionizujícího záření látkou dvěma metodami: Čerenkovovo záření v opticky průhledném prostředí (např. ve vodě) a scintilační záření (v kapalném scintilátoru).

## 56. Dny nukleární medicíny

ru). Tyto metody jsme na fantomech experimentálně použili u elektronových a fotonových svazků na našem pracovišti a u protonových svazků na PTC. Získaná obrazová data jsme následně dále zpracovali a kvantifikovali.



Obrázek: Scintilační zobrazení fotonových a protonových paprsků.

**Závěr:** Naším postupem se podařilo zviditelnění neviditelného svazku ionizujícího záření, kdy můžeme znázornit prostorovou distribuci radiační dávky k dozimetricky nezávislé verifikaci. Lze jej optoelektronicky kvantifikovat. Více informací na: <http://www.astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika6.htm> <http://www.astronuklfyzika.cz/DetekceSpektrometrie.htm>, <http://www.astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#6>

### Magnetické nanočástice značené terapeutickými radionuklidy

Valová V.<sup>1,2</sup>, Sobkuliaková Z.<sup>2</sup>, Vlk M.<sup>1,2</sup>, Kozempel J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Klinika nukleární medicíny a endokrinologie, 2. lékařská fakulta UK a FN v Motole, Praha 5,* <sup>2</sup> *Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, ČR*

**Úvod:** Radioaktivně značené magnetické nanočástice představují nosiče léčiv s možným potenciálem pro klinické aplikace v radioterapii. Beta-zářiče jako <sup>90</sup>Y, <sup>177</sup>Lu jsou nejrozšířenějšími radionuklidy využívanými v terapii nádorových onemocnění. V paliativní léčbě jsou například používány radionuklidy jako <sup>188</sup>Re a <sup>89</sup>Sr. Další izotop rhenia <sup>186</sup>Re je v klinické praxi používán pro synovectomii. V této práci jsou studovány značené nanočástice terapeutickými radionuklidy <sup>186</sup>Re a <sup>90</sup>Y, které by mohly přispět k vývoji nových nosičů léčiv.

**Metoda:** Nanočástice magnetitu (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) byly připraveny koprecipitací železnatých a železitých solí. Následně byla část těchto nanočástic stabilizována citronanem sodným. Stabilizované i nestabilizované nanočástice byly inkubovány s [<sup>186</sup>Re]sulfidem rhenistým (40 MBq/ml) a [<sup>90</sup>Y]citronanem yttritým (5 MBq/1 ml). U částic značených <sup>186</sup>Re byly provedeny in vitro stability ve fyziologickém roztoku při laboratorní teplotě po dobu 96 hodin.

**Výsledky:** Stabilizované i nestabilizované nanočástice značené povrchovou sorpcí <sup>186</sup>Re a <sup>90</sup>Y byly připraveny ve výtěžcích nad 80 %. Hodnoty kumulované aktivity stabilizovaných částic dosahovaly 15 % a pro nestabilizované nanočástice nepřesáhly hodnotu 7 % po 96 hod.

**Závěr:** Připravené magnetické nanočástice značené <sup>186</sup>Re a <sup>90</sup>Y poskytovaly vysoké výtěžky a rovněž vykazovaly příznivé hodnoty uvolněné aktivity. Materiály se jeví jako perspektivní nosiče pro tyto radionuklidy a budou dále studovány.

**Podpořeno:** AZV – grant č.: NV16 30544A, TAČR TJ01000334, ČVUT v Praze – grant č.: SGS19/194/OHK4/3T/

### Současný pohled na možnost systémové léčby u nemocných s radiojód rezistentním karcinomem štítné žlázy

Vlček P.

*Klinika nukleární medicíny a endokrinologie, 2. lékařská fakulta UK a FN v Motole, Praha 5, ČR*

**Úvod:** Podání radiojódů (RJ) jak k tyreoblasti pooperačních zbytků tyreoidální tkáně, tak i k léčbě nádorové tkáně má více jak 60letou tradici a je jím dosahováno excelentních výsledků. Bohužel přibližně 1/3 pacientů s metastatickou formou DTC neakumuluje RJ. Tito tzv. radiojód-refrakterní pacienti mají špatnou prognózu – 10leté přežití je jen v 10 % a medián přežití od objevení metastáz je 3–5 let.

**Popis problematiky:** Jako RJ refrakterní karcinom je považován takový stav, kdy nádorová léze je bez vychytávání RJ na scintigrafii, dojde k progresi onemocnění během 12 měsíců po podání RJ či se jedná o perzistující progredující chorobu po podání kumulativní aktivity ≥ 22,2 GBq RJ. Možnou alternativou k ovlivnění progredujícího procesu u těchto pacientů je cílená systémová léčba pomocí inhibitorů tyrozinkinázy. Je důležité správné načasování, kdy tato léčba má být zahájena. Je-li systémová léčba „odložena“, délka PFS proti včasné léčbě klesá. Systémová léčba by měla být zvážena u symptomatických pacientů nebo u pacientů, kteří mají léze větší než 1 cm nebo rychle progredují (zdvojení za 2–3 roky). Je nutné si odpovědět na některé otázky: jsou metastatické léze RJ refrakterní, je pacient symptomatický anebo rizikový z pohledu vývoje symptomů kvůli lokalizaci onemocnění, je stanovena rychlost progresu strukturálního onemocnění, dosáhl nádor velikosti průměru 1–2 cm – inflexní bod?

**Závěr:** Do budoucna stojí před komunitou odborníků nukleární medicíny úkol zpřesnění indikací a definice konsenzu pro léčbu radiojódem u pacientů s DTC a rutinně dostupné cílené systémové léčby. Prezentace by měla této diskusi napomoci.

### Scintigrafie sentinelové uzliny na ONM Chrudimské nemocnice

Vyčítalová R., Pelcák M.

*Oddělení nukleární medicíny, Chrudimská nemocnice a. s. – Nemocnice Pardubického kraje, ČR*

**Úvod:** Sentinelová uzlina je první spádová lymfatická uzlina zhoubného nádoru. Scintigrafii sentinelové uzliny provádíme nejčastěji u pacientů s karcinomem prsu nebo melanomem kůže.

**Popis problematiky:** Aplikace radiofarmaka k detekci sentinelové uzliny u karcinomu prsu provádíme subareolárně a peritumorózně, u melanomu kůže subkutánně v okolí nálezu nebo jizvy. Jako radiofarmakum volíme lidský sérový albumin ve formě nanokoloidu značený <sup>99m</sup>Tc (Sentiscint) o aktivitě 150 MBq den před operací a do 100 MBq v den operace. U karcinomu prsu se po aplikaci radiofarmaka provádí lehká masáž místa vpichu 2–5 minut, poté je za 30 minut pacient uložen pod kameru, snímkuje se standardně v přední a přední šikmé projekci. Lékař zakreslí sentinelovou uzlinu nesmývavým fixem. U pacientů s melanomem kůže začínáme studii dynamickými snímky. Někdy doplňujeme i SPECT/CT.

**Závěr:** Popisujeme postup vyšetření sentinelové uzliny na ONM Chrudimské nemocnice z pohledu radiologického asistenta/sestry včetně kazuistik a obrazové dokumentace.



### Osteopoikilóza, kazuistiky

Vyhnánková I.<sup>1</sup>, Vodová H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Oddělení nukleární medicíny, <sup>2</sup> Radiodiagnostické oddělení, Chrudimská nemocnice – Nemocnice Pardubického kraje, a. s., ČR

**Úvod:** Osteopoikilóza je autozomálně dominantní kostní dysplázie charakteristická přítomností drobných ostrůvků sklerózy (enostosis, bone islands) v kostech o velikosti 2–20 mm. Nejčastější výskyt je v dlouhých kostech, karpálních a tarzálních kostech, v pánvi, sakru a lopatkách, méně často v lebce a obratlích. Onemocnění je typicky asymptomatické. Někdy bývá spojeno s jinými vrozenými onemocněními skeletu (např. myelorheostózou). Incidence je 1 : 50000, muži a ženy jsou postiženi prakticky stejně, nejčastěji ve věku 15–60 let. Ložiska bývají průkazná na rtg snímku a při CT vyšetřeních. V nukleární medicíně se s tímto onemocněním setkáváme při hybridních vyšetřeních SPECT/CT a PET/CT a je třeba ho odlišit zejména od osteoplastických metastáz. Kostní scintigrafie bývá u osteopoikilózy normální či s minimálním zachytem radiofarmaka, obdobně i <sup>18</sup>F-FDG PET/CT bývá negativní.

**Metoda:** Kazuistika dvou pacientů s vícečetnými osteosklerotickými ložisky ve skeletu patrnými na rtg snímku respektive na CT a odeslanými ke scintigrafii skeletu s podezřením na kostní metastázy. Ani jeden z pacientů neměl v anamnéze onkologické onemocnění. U jednoho byla vícečetná sklerotická ložiska zachycena na CT LS páteře, u druhého v proximálních femurech na RTG snímku. Scintigrafie skeletu (WB + SPECT/low dose CT (dvouhlavá gamakamera Symbia Intevo Excel Siemens, WB 15 cm/s, SPECT 15 s/sn.) za 2–4 hod. po i.v. aplikaci <sup>99m</sup>Tc-HDP (800 MBq/70 kg)) byla u obou negativní, nález byl uzavřen jako osteopoikilóza.

**Závěr:** U dvou pacientů prezentujeme osteopoikilózu, která vyvolala na rtg snímku respektive CT podezření na osteoplastické metastázy. Negativní scintigrafický nález u sklerotických lezí vyloučil osteoplastické meta postižení skeletu.

