

55.

DNY NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY

Mikulov

19. – 21. 9. 2018

sborník vybraných abstrakt

LYMFOSCINTIGRAFIE
provedení vyšetření a jeho interpretace

GENERÁLNÍ PARTNEŘI

BANK
SYS

G AND G
ME



GE Healthcare

IC SOLID
spol. s r.o.

Lacomed, spol. s r.o.
LABELLED COMPOUNDS FOR MEDICINE



 RadioMedic

SIEMENS



HLAVNÍ PARTNEŘI

BIONT

Lynax

VYSTAVOVATELÉ

BAYER, s. r. o.

CANBERRA-PACKARD, s. r. o.

EDOMED, a. s.

ENZC

Proton Therapy Center

VF, a. s.

PARTNER DLE INDIVIDUÁLNÍCH PODMÍNEK

Bdp Development

Nuvia

^{99m}Tc-DPD akumulace v myokardu při ATTRwt a AL amyloidóze

Buncová M.¹, Terš J.¹, Kubánek M.², Krebsová A.², Čepa A.¹
¹ Radioizotopové pracoviště, ² Kardiocentrum, IKEM, Praha, ČR

Úvod: Cílem je porovnat zvýšenou akumulaci ^{99m}Tc-DPD v myokardu při kardiomyopatii u ATTRwt a AL amyloidózy pomocí IMA a PPA.

Materiál a metody: Ke kvantifikaci akumulace v myokardu využíváme SPECT/CT hrudníku provedený za 3 hodiny po aplikaci 740 MBq ^{99m}Tc-DPD. Index maximální akumulace (IMA) reflektuje maximální lokální akumulaci radiofarmaka, procentuální podíl akumulace (PPA) globální akumulaci v myokardu včetně pravé komory. Retrospektivně porovnan soubor 17 mužů s kardiomyopatií ATTRwt (věk 65–90 let) se skupinou 5 mužů a ženy (61–71 let) s kardiomyopatií při AL amyloidóze.

Výsledky: Ve skupině AL amyloidózy se IMA pohyboval od 0,4 do 3,4 (průměr 1,4 ± 1,1), u 4/6 pacientů byl patologicky zvýšen. PPA byl 12–35 (24 ± 11). U pacientů s ATTRwt byl IMA patologicky zvýšen, rozmezí 2,2–12,7 (6,0 ± 2,5), PPA 24–53 (38 ± 8). Skupiny se překrývaly v hodnotách IMA 2,2–3,3 (1 pacient s AL, 2 s ATTRwt amyloidózou), v hodnotách PPA 24–35 (2 pacienti AL amyloidóza, 5 ATTRwt). Porovnali jsme vstupní faktory pro IMA: max. četnost/voxel v myokardu při AL amyloidóze 18–494 (163 ± 180), při ASTTw 187–1634 (804 ± 405), referenční četnost v kostní tkáni při AL amyloidóze 38–162 (93 ± 51), u ASTTw 40–214 (137 ± 55).

Závěr: U pacientů s patologickými hodnotami IMA poblíž normální hranice je vhodné k diferenciální diagnóze ATTRwt a AL amyloidózy přistupovat obezřetně, posuzovat diagnózu v kontextu s klinikou. Zvýšená akumulace ^{99m}Tc-DPD podporuje diferenciaci ATTRwt od AL kardiomyopatie.

^{99m}Tc-DPD a ^{99m}Tc-HDP při ATTRwt kardiomyopatii

Buncová M.¹, Terš J.¹, Kubánek M.²
¹ Radioizotopové pracoviště, ² Kardiocentrum, IKEM, Praha, ČR

Úvod: Cílem bylo porovnat akumulaci a rozložení patologicky zvýšené akumulace ^{99m}Tc-DPD a ^{99m}Tc-HDP v myokardu při ATTRwt kardiomyopatii.

Materiál a metody: Žena a 4 muži měli při ^{99m}Tc-HDP scintigrafii skeletu zvýšenou akumulaci radiofarmaka v myokardu. Do 2 měsíců byla doplněna ^{99m}Tc-DPD scintigrafie, neinvazivní diagnostika ATTRwt kardiomyopatie. Podaná aktivita ^{99m}Tc-DPD a ^{99m}Tc-HDP (cca 740 MBq) se prakticky nelišila. Akvizice byla zahájena mezi 3. – 4. hodinou po aplikaci. Ze SPECT/CT hrudníku byla hodnocena relativní míra akumulace uvedených radiofarmak v myokardu. Index maximální akumulace (IMA) poměrně hodnotí maximální lokální akumulaci radiofarmaka v myokardu, procentuální podíl akumulace (PPA) reflektuje globální akumulaci v srdci včetně pravé komory.

Výsledky: Kvalitativně hodnocené ^{99m}Tc-DPD scintigrafické obrazy vykazovaly vyšší kontrast akumulovaného radiofarmaka v myokardu v porovnání s ^{99m}Tc-HDP. Rozloha zvýšené akumulace ^{99m}Tc-DPD přesahovala rozsah zvýšené akumulace ^{99m}Tc-HDP. Maximální akumulace obou radiofarmak je v septu. Ze semikvantitativních hodnocení vyplývá, že ^{99m}Tc-DPD IMA (rozsah získaných hodnot 4,09–8,72) i PPA (27–40) je u všech pacientů vyšší než ^{99m}Tc-HDP IMA (1,7–3,7) a PPA (16–33). IMA i PPA stanovené pro ^{99m}Tc-DPD jsou vyšší než pro ^{99m}Tc-HDP. Poměr IMA ^{99m}Tc-DPD/^{99m}Tc-HDP

(1,33–4,20) byl u 4/5 pacientů vyšší než poměr PPA ^{99m}Tc-DPD/^{99m}Tc-HDP (1,33–1,69). Z toho vyplývá, že poměrná lokální maximální akumulace ^{99m}Tc-DPD/^{99m}Tc-HDP v myokardu není úměrná globální akumulaci ^{99m}Tc-DPD/^{99m}Tc-HDP v myokardu.

Závěr: Předností ^{99m}Tc-DPD je vyšší afinita k amyloidu TTR v myokardu v porovnání s ^{99m}Tc-HDP. Distribuce obou radiofarmak není v myokardu zcela totožná. Vyšší afinita ^{99m}Tc-DPD poskytuje podrobnější hodnotící škálu, umožňující přesnější kvantifikaci.

Příspěvek ke vztahu makro a mikrocirkulace při syndromu diabetické nohy (DN)

Buncová M.¹, Bém R.²

¹ Radioizotopové pracoviště, ² Centrum diabetologie, IKEM, Praha, ČR

Cíl: Porovnání rychlosti perfuze velkými tepnami na DK (makrocirkulace), velikosti krevního poolu v akru DK (mikrocirkulace) a aktivity kostní přestavby na DK se syndromem DN při cukrovce prvního (DM1) a druhého typu (DM2) prostřednictvím vícefázové scintigrafie ^{99m}Tc-HDP skeletu.

Materiál a metody: Při vícefázové scintigrafii ^{99m}Tc-HDP skeletu (740 MBq) s modifikovanou první dynamickou fází stanovena absolutní rychlost perfuze aktivního bolu v obou DK (cm/s). V druhé fázi hodnocena velikost krevního poolu v celém akru DK i v místě maximálního zvýšení, prezentováno poměrem četnosti v ROI na DK se syndromem DN ku symetrické ROI na kontralaterální DK ve scintigramu 3.–5. minuty po aplikaci. Kostní přestavba byla hodnocena ze SPECT/CT nohou za 4 hodiny po aplikaci, udávána poměrem imp./voxel v místě nejvyšší akumulace v akru se syndromem DN ku referenční četnosti v kostech bérců. Výsledky byly analyzovány u 15 pacientů s DM1, 29 pacientů s DM2 s jednostrannou aktivní Charcotovou osteoartropatií (CHOAP).

Výsledky: Při syndromu DN byla rychlost perfuze vyšší než na kontralaterální DK. Průměrná rychlost na DK se syndromem DN a DK bez komplikací se mezi DM1 a DM2 nelišila. Ve skupině DM1 byl na DK se syndromem DN statisticky významný vztah mezi patologicky urychlenou perfuzí a zvětšením krevního poolu v celém akru i maximální aktivitou, dále i s maximální aktivitou kostní přestavby. U DM2 nebyla zjištěna žádná z uvedených souvislostí.

Závěr: U DM1 při syndromu DN rychlost perfuze, velikost krevního poolu a aktivita patologické přestavby vzájemně souvisejí, zřejmě reakce na faktory ovlivňující cirkulaci je u DM1 a DM2 odlišná.

Možnosti zobrazení jaterních ložisek pomocí ¹⁸F-FDG PET/CT

Dombková H.¹, Havel M.^{1,2}, Vávrová M.¹

¹ Klinika nukleární medicíny, FN Ostrava, ² LF, Ostravská univerzita, ČR

Úvod: Cílem přednášky je poukázat na výhody dvoufázové výpočetní tomografie při diagnostice jaterních ložisek v rámci vyšetření PET/CT.

Materiál a metoda: Pracoviště PET/CT ve FN v Ostravě v období od zahájení provozu od září 2017 do konce dubna 2018 vyšetřilo celkem 1206 pacientů, z toho 158 bylo klinikem odesláno k diferenciální diagnostice jaterních ložisek. U 72 (6 %) pacientů bylo doplněno rutinní celotělové zobrazení CT v portální fázi vyšetřením jater v časné arteriální fázi. Pozorovali jsme přínos tohoto rozšíření standardního vyšetřovacího protokolu.

Výsledky: U 11 pacientů byl popsán díky provedené arteriální fázi další ložiskový nález jater. V případě chirurgického řešení byla navíc informace z arteriální fáze vyšetření využita i v plánování chirurgického postupu.

Závěr: Dvoufázové CT vyšetření jater může napomoci k zobrazení dalších ložisek, která nemusí být ¹⁸F-FDG avidní či mohou splývat s okolním parenchymem v portální fázi, přináší také další anatomickou informaci.

▶ Stanovení funkce reziduální tkáně jater před resekcí výkonem

Havel M.^{1,3}, Havlová G.¹, Kraft O.^{1,3}, Dedek V.^{1,3}

¹ Klinika nukleární medicíny, ² Chirurgická klinika, FN Ostrava,

³ Ústav zobrazovacích metod, LF, Ostravská univerzita, ČR

Cíl: Stanovení funkce budoucího rezidua jater (FLR) ještě před rozsáhlým resekcí výkonem je důležité pro odhad pooperačního průběhu, který může být komplikován jaterním selháním.

Pacienti a metody: Hodnotili jsme míru akumulace ^{99m}Tc-Mebrofeninu během dynamické cholescintigrafie na základě metodiky založené na práci Ekmana M. et al., retrospektivně na souboru 8 pacientů vyšetřených před plánovaným resekcí výkonem na játrech (7 mužů, 1 žena, 69,4 ± 8,1 let). Tyto dynamické studie však měly suboptimální časování snímků 30 s/frame, potřebné hodnoty musejí být dopočteny či odhadnuty. Vypočítána byla hodnota gradientu nárůstu akumulace ^{99m}Tc-Mebrofeninu v játrech (LCI) vztažená k povrchu těla pacienta (%/min/m²). Jako limit pro „bezpečnou“ resekcii je literárně uváděna hodnota 2,7 %/min/m².

Výsledky: Průměrná hodnota LCI v souboru byla 5,5 ± 0,9 %/min/m², pro FLR pak 3,6 ± 0,8 %/min/m², při průměrném podílu FLR na celkové funkci 64,3 ± 10,9 %. U dvou pacientů byla hodnota < 2,7 %/min/m² – u jednoho nebyl operační výkon pro další progresi onemocnění proveden, druhý pacient měl pooperační průběh bez fatálních komplikací. Naopak jeden pacient s FLR 3,4 %/min/m² zemřel v pooperačním období.

Závěr: Stanovení funkce pooperačního rezidua jater může identifikovat pacienty s vyšším rizikem jaterního selhání, uvedenou metodikou je však nutné ještě ověřit i prospektivně s danými akvizičními parametry studie..

▶ Nález patologického ložiska v pánvi při PET/CT suspektního z recidivy karcinomu těla děložního – kazuistika

Havel M.^{1,3}, Klát J.², Vávrová M.¹, Bobková S.¹, Kraft O.^{1,3}, Havlová G.¹

¹ Klinika nukleární medicíny, ² Gynekologicko-porodnická klinika, FN Ostrava, ³ Ústav zobrazovacích metod, LF, Ostravská univerzita, ČR

Cíl: Vyšetření PET/CT po aplikaci ¹⁸F-FDG je dnes důležitou součástí diagnostiky v onkologii. Problematická někdy může být jistá nespecifičnost metody. Předkládáme kazuistiku pacientky odeslané k PET/CT vyšetření ke zjištění recidivy onkologického onemocnění.

Pacienti a metody: 60letá pacientka s anamnézou karcinomu těla děložního, po hysterektomii a adnexektomii v srpnu 2012, byla odeslána k PET/CT pro nález ložiska při ultrasonografickém vyšetření. PET/CT vyšetření bylo provedeno 1 hodinu po aplikaci 245 MBq ¹⁸F-FDG.

Výsledky: Při PET/CT pozorujeme ložisko patologické akumulace ¹⁸F-FDG v pánvi vpravo, velikosti 27 x 21 x 30 mm, charakterem s vysokou pravděpodobností svědčící pro přítomnost viabilní nádorové tkáně. Pacientka podstoupila laparoskopii s nálezem zvětšené mezenterické uzliny v dané lokalizaci, která byla exstirpována. Dle histologického nálezu se jednalo o lymfadenitidu, maligní změny v ložisku nebyly prokázány.

Závěr: Nález ukazuje nespecifičnost vyšetření ¹⁸F-FDG PET/CT, ke které je nutné vždy přihlížet.

▶ ¹⁸F-FDG avidní uzliny supraklavikulárně u pacientů s onkologickým onemocněním

Havel M.^{1,2}, Mrhač L.¹, Vávrová M.¹, Kraft O.^{1,2}, Havlová G.¹

¹ Klinika nukleární medicíny, FN Ostrava, ² Ústav zobrazovacích metod, LF, Ostravská univerzita, ČR

Cíl: U několika pacientů jsme při PET/CT vyšetření pozorovali obraz ¹⁸F-FDG akumulujících uzlin supraklavikulárně. Předkládáme hypotézu, že by se mohlo jednat o analogii zobrazených uzlin v téže lokalizaci při lymfoscintigrafii dolních končetin. Strukturální a anatomická variabilita v utváření ductus thoracicus je velmi častá. Sbírá mizu z dolní poloviny těla včetně nitrobřišních orgánů a části interkostální oblasti. Také vústění do levostranného angulus venosus je značně variabilní, před vtokem mohou být také vmezeřeny uzliny.

Pacienti a metody: Ve sledovaném období 6 měsíců bylo vyšetřeno na PET/CT 877 pacientů po aplikaci ¹⁸F-FDG. Zaznamenávali jsme výskyt atypických nálezů, včetně zobrazení vzdálených ložisek akumulace ¹⁸F-FDG supraklavikulárně vlevo, toto jsme porovnali s výskytem akumulace radiokoloidu supraklavikulárně vlevo při lymfoscintigrafii dolních končetin na jiném souboru.

Výsledky: Výskyt vzdálených ložisek akumulace ¹⁸F-FDG supraklavikulárně vlevo jsme zjistili u 7 pacientů – 6 žen, 1 muž, průměrný věk 56,7 ± 5,6 let, s diagnózami karcinom děložního čípku (3x), karcinom vaječnicku (1x), karcinom ledviny (1x), karcinom prsu (2x).

Při lymfoscintigrafii dolních končetin jsme akumulaci radiokoloidu v lymfatických uzlinách v této lokalizaci pozorovali v jiném souboru v 5 % případů.

Závěr: Jeví se, že v určitých případech může výskyt vzdálených supraklavikulárních metastáz u některých nádorů souviset s obecnou variabilitou utváření lymfatického systému.

▶ Naše první zkušenosti s dozimetrií oční čočky na oddělení nukleární medicíny Oblastní nemocnice Příbram, a. s.

Hefka P.¹, Zelenka Z.², Fil L.¹

¹ Oddělení nukleární medicíny, ON Příbram, a. s., ² NUVIA Dosimetry, s. r. o., Třebíč, ČR

Cíl: Sledování dávky pro oční čočku v souladu se zákonem č. 263/2016 Sb. a vyhláškou č. 422/2016 Sb.

Materiál a metoda: K dozimetrii oční čočky používáme filmový dozimetr od společnosti NUVIA Dosimetry, s. r. o. Jedná se o zjednodušený filmový dozimetr s dozimetrickým filmem FOMA kalibrovaným pro účely dozimetrie oční čočky. Dozimetr pro oční čočku byl v lednu 2018 přidělen farmaceutickým asistentům, u kterých se předpokládá vyšší hodnota dávky na oční čočku než u ostatních zaměstnanců. Dávky byly průběžně vyhodnocovány společností NUVIA Dosimetry, s. r. o. jednou měsíčně. Monitorování probíhalo 3 měsíce, tj. leden

– březen 2018. Na základě obdržených dávek jsme odhadli roční obdržené dávky.

Výsledky: Výsledné hodnoty za monitorovací období leden – březen 2018 jsou zobrazeny v tabulce. Teoretická dávka za rok 2018 byla vypočtena dle následujícího vzorce:

$$D_{roční} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

kde n je počet monitorovacích období a x_i je výsledná hodnota měření v monitorovaném období.

Monitorování dávkového ekvivalentu na oční čočku		
Období (rok 2018)	$H_p(3)$ [mSv]	
	FA. č. 1	FA. č. 2
leden	0,18	0,10
únor	0,22	0,19
březen	0,16	0,12
SUMA	0,56	0,41
PRŮMĚR	0,19	0,14
SMĚRODATNÁ ODCH.	0,02	0,04
Teoretická dávka za rok 2018	2,28	1,68

Závěr: Získané hodnoty prokázaly, že při současném provozu na oddělení nukleární medicíny Oblastní nemocnice Příbram, a. s. nedojde k překročení limitů na oční čočku. Dávka nesmí překročit jednorázově ekvivalentní dávku 10 mSv za sledované období nebo 15 mSv při sečtení jednotlivých hodnot za všechny monitorovací období pro radiační pracovníky kategorie A.

► Vyšetření ledvin na nukleární medicíně

Holíková H.

Klinika radiologie a nukleární medicíny, LF MU a FN Brno, ČR

Cíl: Cílem práce je seznámení s různými druhy vyšetření ledvin na KRNM LF MU a FN Brno.

Materiál a metody: Při zpracování tématu byla použita odborná literatura, internetové zdroje, SOP a MRS. Na klinice provádíme tři druhy vyšetření ledvin. Fázovou scintigrafií ledvin (FSL), kdy používáme ^{99m}Tc -MAG3 pro zjištění funkce ledvin nebo ^{99m}Tc -DTPA, kdy je potřeba zjištění glomerulární filtrace. Dalším druhem vyšetření je statická scintigrafie ledvin pomocí ^{99m}Tc -DMSA.

FSL pomocí ^{99m}Tc -MAG3 provádíme 4 dny v týdnu na jednohlavé maďarské gama kameře NUCLINE PAC a NUCLINE MB 9200. Nejčastější diagnózy, s kterými k nám klienti přicházejí, jsou ledvinové kameny, stavy po renálních kolikách, hydronefrózy a tumory ledvin. Fázovou scintigrafií ledvin s výpočtem glomerulární filtrace s použitím ^{99m}Tc -DTPA provádíme nejčastěji u dětí s onkologickým onemocněním při chemoterapeutické léčbě.

Statickou scintigrafií ledvin pomocí ^{99m}Tc -DMSA provádíme převážně u dětí, a to po zánětech ledvin, při podezření na vývojové vady nebo agenezi ledviny. Toto vyšetření provádíme na dvouhlavé gama kameře ECAM DUAL.

Výsledky: Fázovou scintigrafií ledvin provádíme v průměru u 2200 pacientů ročně. Vyšetření ledvin pomocí ^{99m}Tc -DTPA provedeme

v průměru u 45 dětí ročně. DMSA vyšetření je v průměru 80 ročně. Fázová scintigrafie ledvin je u nás současně se scintigrafií skeletu nejčastějším druhem vyšetření.

Závěr: Vyšetření ledvin pomocí radioizotopů je pro pacienty časově nenáročné, s nízkou radiační zátěží, s minimálním rizikem alergických reakcí. Toto vyšetření poskytuje lékařům informace o funkčním a morfologickém stavu ledvin, které se nedají získat jinou vyšetřovací metodou.

► Dlouhodobé sledování vybraných parametrů přístrojů KNM FNO

Janičková D.¹, Ullmannová L.¹, Sukalovská A.¹, Koláček M.^{1,2}
¹ Klinika nukleární medicíny, FN Ostrava, ² Katedra zobrazovacích metod, LF, Ostravská univerzita, ČR

Cíl: Sledování krátkodobé i dlouhodobé provozní stálosti měřících přístrojů je velice důležité pro zajištění radiační ochrany a kvality prováděných vyšetření na pracovišti nukleární medicíny. Naším cílem bylo zhodnotit trend vývoje charakteristických parametrů přístrojů pro měření aktivity, dávkových příkonů a plošné kontaminace v průběhu let 2014–2018.

Metody: Kontrola správné funkce měřících přístrojů probíhala v souladu s doporučením SÚJB pro přístrojovou techniku v nukleární medicíně. V případě sledování stálosti měřičů aktivity odezvou na kontrolní etalonový vzorek ^{137}Cs , pro měřiče dávkového příkonu sledování odezvy na vzorek ^{99m}Tc a ^{131}I o známé aktivitě a pro měřiče plošné kontaminace kontrolou pomocí etalonového plošného zdroje ^{137}Cs .

Výsledky: V průběhu dlouhodobého sledování měřičů aktivity byl zjištěn trend poklesu odezvy jednoho z přístrojů. Bylo zjištěno, že pravděpodobně uniká pracovní plyn uvnitř ionizační komory, což způsobuje podhodnocení měřených aktivit. Přístroje pro měření dávkového příkonu vykazují dostatečnou stabilitu bez ohledu na vnější podmínky. Údaje odečítané z měřičů plošné kontaminace jsou citlivé na úroveň nabití akumulátoru a překrytí měřící plochy byť i tenkou mikrotenovou ochrannou fólií.

Závěr: V rutinní praxi pracoviště s otevřenými radionuklidovými zdroji je mnoho situací, kdy je nutné mít správně, přesně a spolehlivě fungující přístroje: ať už se jedná o přesné měření malých aktivit, kvantifikaci odchylek od běžného provozu při monitorování pracoviště, pro měření dávkových příkonů pacientů po terapii před propuštěním do domácího ošetřování nebo pro havarijní monitorování v případě radiační mimořádné události.

► Značení monoklonální protilátky cetuximab izotopem ^{89}Zr a její in vitro testování

Kleinová M.¹, Čepa A.^{1,2}, Červenák J.¹, Kontrová K.¹, Lebeda O.¹

¹ Oddělení radiofarmak, Ústav jaderné fyziky Akademie věd České republiky, v. v. i., Řež-Husinec, ² Pracoviště radioizotopové laboratoře, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové Univerzity Karlovy v Praze, ČR

Cíl: Konjugace monoklonální protilátky cetuximab s chelátorem desferoxaminem (DFO) a jeho derivátem (DFOSqOEt). Značení konjugátu izotopem ^{89}Zr a testování značené protilátky in vitro.

Úvod: Pro značení monoklonálních protilátek izotopem ^{89}Zr je široce rozšířené použití komerčně dostupného chelátoru desferoxaminu. Jednoduchou organickou syntézou lze připravit jeho squaramide

55. Dny nukleární medicíny

ester derivát, který je díky své kompatibilitě s vodnými rozpouštědly a dlouhodobé stabilitě slibnou alternativou DFO. Cetuximab je vysoce specifická monoklonální protilátka využívaná v léčbě EGFR pozitivních nádorů.

Materiál a metody: DFOSqOEt byl připraven reakcí DFO-mesyátu s diethylsquarátem v přítomnosti N,N-diethylformamidu. Konjugace cetuximabu s chelátorem DFOSqOEt byla provedena v prostředí borátového pufru při pH 9. Konjugace s chelátorem SCN-DFO byla provedena v prostředí 0,5M EPPS při pH 8,5. Značení bylo provedeno za laboratorní teploty po dobu 1,5 hod (DFO) resp. 0,5 hod (DFOSqOEt). Roztok ⁸⁹Zr byl přidán v takovém množství, aby při 100% výtěžku značení byla specifická aktivita 1 MBq/μg. Pro in vitro testování byly použity buněčné linie A431 EGFR+ a NIH3T3 EGFR-.

Výsledky: Byl připraven DFOSqOEt s výtěžkem 75 %. Následně byla provedena konjugace DFOSqOEt a SCN-DFO s protilátkou cetuximab. Poměr protilátky a chelátoru byl 1 : 3,5. Purifikované konjugáty byly značeny radionuklidem ⁸⁹Zr se specifickou aktivitou 1 MBq/μg. Značená protilátka byla testována in vitro na EGFR+ a EGFR- buněčných kulturách se signifikantním rozdílem vychytávání značené protilátky na EGFR+ buňkách.

Závěr: Konjugáty protilátky cetuximab značené radionuklidem ⁸⁹Zr lze potenciálně využít pro diagnostické aplikace v nukleární onkologii pro zobrazování EGFR pozitivních nádorů, typicky kolorektální karcinom.

Hodnocení efektu terapie maligního melanomu pomocí ¹⁸F-FDG PET/CT a jeho úskalí

Koranda P., Henzlová L.

Klinika nukleární medicíny, LF UP a FN, Olomouc, ČR

V současné době má významné místo v systémové terapii maligního melanomu imunoterapie a u pacientů s pozitivní mutací BRAF V600 genu i terapie BRAF inhibitory. Aby bylo možno posoudit efekt terapie vůči nádoru a diagnostikovat projevy toxicity léčby, musí hodnocení efektu těchto terapií vycházet z pochopení jejich léčebného mechanismu.

Imunoterapie ipilimumabem (anti-CTLA4 monoklonální protilátka inhibující proces, který oslabuje aktivaci T-buněk) i nivolumabem nebo pemrolizumabem (anti-PD1 checkpoint inhibitory restartující imunitní reakci proti nádorovým buňkám) vyvolávají zánětlivé a jiné metabolické procesy vedoucí ke zvýšené utilizaci glukózy. Objevuje se obraz pseudoprogrese (metabolický flare fenomén, kdy zvýšená akumulace ¹⁸F-FDG není obrazem metabolické aktivity nádorové buňky). Dochází tak k možné falešné pozitivitě nejen PET obrazu, ale i CT (pro CT je RECIST 1.1 modifikován na irRECIST). Významnou část zánětlivých procesů lze však odlišit od skutečné progrese nádoru.

Mezi typické zánětlivé projevy patří symetrické změny na hilových a mediastinálních uzlinách, reaktivní změny na svodných uzlinách a difúzně vyšší akumulace ¹⁸F-FDG ve slezině. ¹⁸F-FDG PET/CT je schopno zobrazit i nežádoucí zánětlivé komplikace, které imunoterapie může vyvolat (gastrointestinální a kožní toxicita, pankreatitidy, endokrinní toxicita, atd. – častěji u anti-CTLA4 protilátek).

U terapie BRAF inhibitory perzistence nebo reaktive akumulace ¹⁸F-FDG v lézích svědčí pro primární nebo získanou rezistenci k terapii.

Důležitým přínosem vyšetření je i detekce heterogenity terapeutické odpovědi, která se vyskytuje u části pacientů s metastatickým procesem. Mohou být také zobrazeny důsledky imunomodulační odpovědi na terapii, které se projevují aktivací spádových lymfatických uzlin a případně sleziny.

¹⁸F-FDG PET/CT follow-up pacientů léčených pro echinokokózu

Krčálová E.¹, Vaňásek J.², Slanina M.², Kalousová D.², Beránková M.¹, Tilšer J.¹, Gebouský P.³, Podhola M.⁴, Doležal J.¹

¹ Oddělení nukleární medicíny, ² Radiologická klinika, ³ Klinika infekčních nemocí, ⁴ Fingerlandův ústav patologie, Lékařská fakulta UK v Hradci Králové a Fakultní nemocnice Hradec Králové, ČR

Úvod: Echinokokóza resp. alveolární hydatidóza je vzácné, ale závažné onemocnění způsobené tasemnicí *Echinococcus granulosus* resp. *Echinococcus alveolaris*, jejichž je člověk náhodným mezipřevoditelem. Larvy tasemnice infiltrují nejčastěji játra mezipřevoditele, kde tvoří cysty, v nichž se parazit množí a vyvíjí. Infekce bývá dlouho asymptomatická, časem dochází k útlaku parenchymu rostoucí cystou. Nebezpečná je infekce či ruptura cyst. Je-li nález operabilní, je metodou volby chirurgické odstranění cyst a léčba albendazolem. Ten se dlouhodobě podává i pacientům s inoperabilním nálezem. Efekt antiparazitární léčby zhodnotí ¹⁸F-FDG PET/CT, které detekuje zánětlivou reakci hostitele na množení parazita v cystě. Opakovaně negativní nález umožňuje antiparazitární terapii vysadit.

Metodika: ¹⁸F-FDG PET/CT za 60 a 180 minut po i. v. podání 5 MBq/kg ¹⁸F-FDG. Pozdní scan proveden při negativitě či nejednoznačném nálezů na prvním scanu. Follow-up scany provedeny u dvou pacientek.

Výsledky: První pacientka: Vstupní PET/CT za 2 měsíce po operaci odhalilo akumulaci ¹⁸F-FDG při resekcími okraji jater, která mohla souviset jak s aktivitou parazita, tak s pooperačními změnami. Follow-up scan za dalších 7 měsíců již okrsky hypermetabolismu ¹⁸F-FDG v játrech nedetekoval, stejně jako scan za další rok. Pacientce mohl být albendazol vysazen.

Druhá pacientka: ¹⁸F-FDG PET/CT provedeno za 7 měsíců po nasazení albendazolu pro inoperabilní alveolární hydatidózu. Scan odhalil hypermetabolismus ¹⁸F-FDG při mediokaudálním okraji léze. Follow-up scan provedený za další 2 roky antiparazitární léčby odhalil přetrvávající akumulaci ¹⁸F-FDG.

Závěr: ¹⁸F-FDG PET/CT je efektivním nástrojem pro sledování účinku antiparazitární terapie u pacientů s echinokokovou infekcí a pomáhá klinikovi určit nezbytnou délku nákladné léčby.

Glykemie, diabetický pacient vs. PET/CT

Kuhejdová J.¹, Havel M.^{1,2}

¹ Klinika nukleární medicíny, FN Ostrava, ² LF, Ostravská univerzita, ČR

Cíl: Poukázání na důležitost a správnost přípravy diabetického pacienta objednaného na PET/CT vyšetření.

Pacienti a metody: Sledovali jsme počet komplikací spojených s přípravou diabetiků před PET/CT vyšetřením v rozsahu vyšetřených pacientů od začátku provozu na PET/CT ve FN Ostrava. Zaznamenávány byly hyperglykémie, pro které bylo nutno vyšetření přeoobjednat, a jiné komplikace spojené i s léčbou samotného diabetu.

Výsledky: Za dobu provozu PET/CT na KNM FNO bylo k 30. 4. 2018 vyšetřeno 1206 pacientů. Z nich 256 mělo anamnézu diabetu, přibližně 53 pacientů bylo kompenzováno inzulínoterapií, zbytek perorálními antidiabetiky či dietou. I přes důkladné apelování na danou potřebnou přípravu došlo v 19 případech k situacím, kdy vyšetření nebylo provedeno – v 5 případech pro špatnou kompenzaci

diabetu, v 9 případech pro nedostavení se pacienta na vyšetření, v 1 případě pro zrušení vyšetření z důvodu nemoci, ve 2 případech pro vysokou hladinu cukru v krvi a ve 2 případech pro komplikace – 1x hypoglykemický šok, 1x dušnost.

Závěr: I přes snahu o dostatečnou informovanost o přípravě na vyšetření dochází u pacientů s diabetem k situacím, pro které není možné objednané vyšetření provést.

Farmaka pro cílenou alfa terapii – klinické zkoušky

Kukleva E.^{1,2}, Čepa A.¹, Kupcová B.¹, Solár N.¹

¹ Radioizotopové pracoviště, IKEM, Praha, ČR

² ČVUT, FJFI v Praze, ČR

Dnes nejvíce rozšířeným zářičem v cílené alfa terapii je ²²³Ra, který se používá ve formě chloridu a jeho cílcí mechanismus je založen na podobnosti radia a vápníku, což klade značná omezení na oblast jeho použití. Mezi další alfa emitující radionuklidy použitelné v medicíně patří ²¹¹At, ²¹³Bi a ²²⁵Ac, které ještě nejsou registrovány, avšak procházejí klinickými zkouškami.

Radium chlorid (Xofigo®) prochází různými klinickými hodnocení k rozšíření indikaci, zejména pro léčbu rakoviny prsu s metastazemi v kostech v Česku. Velké množství studií s ²²³Ra se koná v Americe a převážně se zabývají rozšířením poznatků týkajících karcinomu prostaty a studiem interakci cytostatik a různých inhibitorů (paclitaxel, pazopanib, sorafenib, Niraparib a dalších) nebo biologické léčby (Atezolizumab, sipuleucel-T, Dexamethasone a dalších) v kombinaci s Xofigo® s cílem zesílení účinků terapie.

Dále velice intenzivně se rozvíjí PSMA v kombinaci s různými radionuklidy zejména ²²⁵Ac a už jsou i první výsledky terapie PSMA pozitivní rakoviny prostaty, kde bylo docíleno skoro kompletního zničení všech ložisek. Dále se provádějí klinické testy monoklonální protilátky HuM195 značené jak ²²⁵Ac tak i ²¹³Bi pro terapii myeloidní leukemie a bylo zjištěno značné potlačení leukemie u 17 z 18 pacientů (v případě Bi).

Jednou z velice perspektivních látek je DOTATOC, která se velice často značí různými radionuklidy včetně terapeutických, třeba ²¹³Bi. V roce 2010 byla zahájena první studie a ukázalo se, že existuje možnost obejít rezistenci neuroendokrinních nádorů vůči beta terapii. Bohužel v mnoha studiích ještě nebyly publikovány výsledky, ale směr, kterým se ubírá výzkum dává naději na úspěšnou terapii.

Redakčně kráceno.

Zbytková aktivita ve stříkačce po aplikaci radiofarmaka

Kuníková I., Lang O., Židková A.

¹ Klinika nukleární medicíny, 3. LF UK a FN Královské Vinohrady, Praha 10, ČR

Úvod: Se snahou minimalizovat radiační zátěž pacientů i pracovníků souvisí potřeba sledovat pohyb zářičů v provozu pracoviště nukleární medicíny.

Cíl: Zmapovat množství a rozložení zbytkové aktivity v podmínkách našeho pracoviště.

Metoda: Změřili jsme 96 stříkaček po aplikaci ^{99m}Tc-HDP s měrnou aktivitou 892,84–1094,19 MBq/ml (Me 985,39 MBq/ml). U části A (48 stříkaček) byla provedena standardní manipulace (odložení do misky, oddělení jehly do kontejneru), pak změřením aktivity ve stříkačce. U části B (48 stříkaček) jsme po aplikaci nasáli maximum aktivity zpět do stříkačky a pak změřili. Poté jsme oddělili jehlu do plastové nádoby a změřili její aktivitu.

Výsledky: Aktivita části A: 12,43–73,68 MBq (Me 34,69 MBq). Aktivita části B: stříkačka včetně jehly 17,25–93,83 MBq (Me 72,90 MBq), nádoba s jehlou 3,10–34,42 MBq (Me 10,60 MBq). Aktivita stříkačky s jehlou po aplikaci (část B) = 17,25–93,83 (Me 72,90) MBq z 500–1000 (Me 785) MBq, tj. 2,83–12,82 % (Me 8,39 %) aplikované aktivity.

Pokud budeme považovat aktivitu ve stříkačce s jehlou u části B za 100 % zbytkové aktivity a pro jednotlivé hodnoty použijeme jejich mediány, pak ve stříkačce zpracované standardní manipulací zůstává 47,6 % aktivity a v jehle 14,5 % aktivity. Zbývajících 37,9 % aktivity uniká do prostředí.

Závěr: Reálně aplikovaná aktivita ^{99m}Tc-HDP byla většinou o cca 8 % nižší než aktivita připravená k aplikaci. Více než třetina zbytkové aktivity uniká při manipulaci, je potenciálním rizikem pro kontaminaci a zaslouží si pozornost. Aspirací ihned po aplikaci lze únik aktivity snížit. Slabinou práce je limitace ekonomikou a potřebou minimalizovat riziko kontaminace.

Scintigrafie u pacienta s diabetickou nohou

Lang O.^{1,2}, Kuníková I.¹, Prýmková V.³

¹ Klinika nukleární medicíny, 3. LF UK a FN Královské Vinohrady, Praha 10, ² Oddělení nukleární medicíny, ³ Interní oddělení, ON Příbram, a. s., ČR

Úvod: Syndrom diabetické nohy je závažná komplikace diabetu, zhoršuje kvalitu života, vede k hospitalizaci, prodražuje léčbu a často končí ztrátou končetiny. K používaným scintigrafickým metodám patří scintigrafie skeletu (SSK) a scintigrafie značenými leukocyty (SZL). Naše kazuistika představuje příklad použití těchto metod.

Kazuistika: 60letý pacient s diabetem 2. typu byl na naše pracoviště poprvé odeslán v červnu 2007 s defektem na plantární ploše a s píštěl pod 2. prstem pravé nohy s podezřením na osteomyelitidu (OM). Provedli jsme SZL s nálezem OM. Pacient byl kromě lokální terapie léčen antibiotiky (ATB) a intenzifikovanou inzulinovou terapií (IIT), defekt se zhojil. V září 2009 byl pro podezření na CHOAP levé nohy odeslán na SSK, která CHOAP potvrdila. V červenci 2011 jsme pro podezření na OM 4. prstu pravé nohy provedli SZL s pozitivním nálezem a byla provedena resekce. V prosinci 2013 byl pro podezření na OM 1. metatarsu pravé nohy opět vyšetřen SZL, tentokrát s negativním nálezem. V lednu 2015 se mu objevila píštěl na plosce levé nohy, SZL potvrdila absces měkkých tkání. Pro nezvladatelnou flegmónu byla provedena amputace v bérce LDK.

Závěry: Naše kazuistika ilustruje nejčastější použití diagnostické scintigrafie u pacienta se syndromem diabetické nohy. SSK je vhodná zejména při podezření na CHOAP, zatímco SZL je vhodnější při podezření na OM. Je to dáno především tím, že SSK prokazuje změny průtoku krve končetinou a intenzitu lokální metabolické aktivity kostní tkáně, které jsou u CHOAP zvýšené. SZL je na druhé straně specifická pro zánět a to nejen v kosti, ale také v měkkých tkáních.

Příprava sterilních léčivých přípravků v lékárně a zdravotnických zařízeních podle LEK-17

Moša M.

¹ Přírodovědecká fakulta UK, Praha, MB PHARMA s. r. o., Praha, ČR

Od 15. 4. 2016 platí pro všechna pracoviště, která připravují radiofarmaka, **pokyn LEK-17** vydaný Státním ústavem pro kontrolu léčiv (SÚKL). Cílem tohoto pokynu je seznámit lékárny a zdravotnická

zařízení, která jsou oprávněna připravovat sterilní léčivé přípravky, s požadavky na jejich přípravu. Jedná se zejména o přípravu infuzních roztoků, injekcí, očních přípravků, roztoků pro parenterální výživu, cytostatik, **radiofarmak**, humánních autogenních vakcín a přípravků pro genovou terapii.

Příprava sterilních léčivých přípravků (radiofarmak) má probíhat v dobře kontrolovaném prostředí. Je to prostor, v němž jsou také řízeny ostatní relevantní parametry, např. teplota, vlhkost a tlak. Tyto čisté prostory, **přístupné pouze propustmi** pro zaměstnance a/nebo pro zařízení a materiály, mají být udržovány v souladu s vhodným standardem čistoty a má do nich být přiváděn vzduch, který prošel filtry přiměřené účinnosti.

Metody testování čistých prostor jsou popsány v normách EN ISO 14644 „Čisté prostory a příslušné řízené prostředí“. **Monitoring** sestává z klasifikace „za klidu“ (validace) a sledování „za provozu“ a je možné jej rozdělit na **fyzikální a mikrobiologický**. Fyzikální monitoring zahrnuje zejména měření tlaku a počty částic. Mikrobiologický monitoring se zaměřuje především na potvrzení, že radiofarmakum není pravděpodobně kontaminováno (vzhledem k tomu, že se standardně neprovádí zkoušky na mikrobiologickou čistotu konečného léčivého přípravku nebo že se léčivý přípravek používá ještě dříve, než jsou známy výsledky zkoušek).

Postupy pro kontrolu přípravy by měly zahrnovat provádění zkoušek sterility konečných produktů ve stanovených intervalech v závislosti na rozsahu a četnosti přípravy, které jsou definovány v LEK-17 (spadové misky, vzorky aktivního vzduchu, kontaktní destičky a otisky rukavic).

In vivo biodistribuční studie hydroxyapatitových nanočástic značených ^{99m}Tc u laboratorních myší

Nový Z.¹, Lobaz V.², Vlk M.³, Kozempel J.³, Hrubý M.², Hajdúch M.¹, Drymlová J.⁴, Navrátil R.⁴, Petřík M.¹

¹ Ústav molekulární a translační medicíny, LF UP v Olomouci, ² Ústav makromolekulární chemie, Akademie věd ČR, Praha, ³ Katedra jaderné chemie, JFI, ČVUT v Praze, ⁴ Klinika nukleární medicíny, LF UP a FN, Olomouc, ČR

Úvod: Cílem této studie bylo zobrazení biodistribuce nových typů nanočástic označených pomocí ^{99m}Tc-HDP. K experimentům bylo použito čtyř variant hydroxyapatitových nanočástic na povrchu modifikovaných různými biokompatibilními polymery. Označené nanočástice by v budoucnu mohly sloužit pro zobrazování solidních nádorů na základě tzv. EPR efektu.

Materiál a metody: Po označení nanočástic ^{99m}Tc-HDP byla provedena kontrola radiochemické čistoty preparátu. Následovaly ex vivo biodistribuční studie na zdravých myších ve dvou časových intervalech po podání (1 h, 6 h). Biodistribuce značených nanočástic byla též monitorována pomocí μ SPECT/CT systému 1 h, 3 h, 6 h a 24 h po jejich podání a to pro tři různé aplikační přístupy (in vitro označené nanočástice, ^{99m}Tc-HDP podáno 1 h a 24 h po neznačených nanočásticích). Finálním experimentem bylo zobrazení biodistribuce in vitro označených nanočástic v nádorovém modelu. Bylo použito buněk lidského kolorektálního karcinomu v myších kmene SCID.

Výsledky: Značení zvolených nanočástic vykazovalo dobré výsledky, radiochemická čistota po označení byla ve všech případech nad 90 %. In vivo biodistribuční studie ukazují dominantní akumulaci nanočástic ve slezině a v játrech. SPECT/CT myší po aplikaci značených nanočástic zobrazuje především játra, slezinu a částečně též močový měchýř, v brzkých časových intervalech od podání

i srdce. SPECT/CT u nádorových myší ukazuje stejné biodistribuční výsledky jako u zdravých myší. Radioaktivita v nádoru nebyla touto metodou detekována.

Závěr: Biodistribuční studie ukazují výraznou akumulaci nanočástic ve slezině a v játrech ve všech sledovaných časech po podání a to jak pro zdravé tak i nádorové myši. Akumulace sledovaných nanočástic v nádorové tkáni nebyla pomocí SPECT/CT potvrzena.

Projekt byl spolufinancován z prostředků projektu AZV ČR 16-30544A.

Preklinický vývoj radiodiagnostik multiformního glioblastomu

Petřík M.¹, Štěpánková J.¹, Šporíková Z.¹, Trojanec R.¹, Drymlová J.², Hajdúch M.¹, Nový Z.¹

¹ Ústav molekulární a translační medicíny, LF UP v Olomouci, ² Klinika nukleární medicíny, LF UP a FN, Olomouc, ČR

Úvod: Multifonní glioblastom (GBM) je nejčastěji se vyskytující a zároveň nejagresivnější maligní primární mozkový nádor dospělých. Některé ⁶⁸Ga značené peptidy se jeví jako potenciálně vhodná radiodiagnostika pro zobrazení glioblastomu. Vybrané experimentální radioaktivně značené peptidy byly testovány in vitro a in vivo v myším modelu GBM a porovnávány s klinicky používanými radiofarmaky.

Materiál a metody: Radioaktivní značení experimentálních peptidů bylo prováděno pomocí gallia-68 v prostředí acetátového pufru. Podmínky radioaktivního značení testovaných peptidů byly optimalizovány a byla stanovena jejich radiochemická čistota. U všech ⁶⁸Ga-peptidů byla provedena základní in vitro charakterizace. In vivo experimenty byly prováděny jak na nenádorových myších, tak na nádorovém myším modelu GBM. Biodistribuce studovaných radioaktivně značených peptidů byla sledována ex vivo i pomocí PET/CT.

Výsledky: Radioaktivní značení testovaných peptidů bylo provedeno s vysokou radiochemickou čistotou. ⁶⁸Ga-RGD-peptidy ukázaly vysokou in vitro i in vivo stabilitu. Naproti tomu ⁶⁸Ga-substance P prokázala nízkou in vitro stabilitu a byla také velmi rychle metabolizována in vivo. Multimerní ⁶⁸Ga-RGD-peptidy se u nádorových myší akumulovaly v nádoru ve vyšší míře, než jejich monomerní analogy a než metabolicky degradovaná ⁶⁸Ga-substance P. V porovnání s klinicky používanými radiofarmaky pak ⁶⁸Ga-RGD-peptidy prokázaly výhodnější farmakokinetiku a srovnatelnou akumulaci v nádorové tkáni.

Závěr: Všechny testované peptidy bylo možné radioaktivně označit. Zejména ⁶⁸Ga značené RGD peptidy ukázaly vhodné in vitro a in vivo vlastnosti a výhodnější farmakokinetiku v porovnání s klinicky používanými radiofarmaky. ⁶⁸Ga-RGD-peptidy se zdají být velmi nadějnými látkami pro zobrazování multifonního glioblastomu.

Tato práce byla podpořena grantem NPU No. LO1304.

Kvantitativní třířázová scintigrafie loktů v diagnostice epicondylitis humeri

Píchová R.¹, Lang O.¹, Malinová J.²

¹ Klinika nukleární medicíny, ² Klinika pracovního a cestovního lékařství, 3. LF UK a FNKV, Praha 10, ČR

Cíl: Objektivizace epicondylitis humeri profesionálního původu metodou kvantitativní třířázové scintigrafie loktů k bližšímu posouzení nemoci z povolání (NZP).

Pacienti a metodika: Retrospektivní analýza 2 let byla provedena u 25 jedinců průměrného věku 46 let (15 žen 35–60 let, 10 mužů 34–59

let). Pracovní zátěž byla u mužů v rozmezí 1–15, u žen 1–13 let, pracovní neschopnost u mužů 0–12, u žen 3–12 měsíců. Třífázová scintigrafie cílená na oblast loktů byla provedena vsedě s horními končetinami (HK) na kolimátoru v supináční paralelní poloze s označením oblastí epikondylů humeru. ^{99m}Tc-HDP v dávce 10 MBq/kg bylo aplikováno do povrchových žil dorsa pedis. Hodnocení vizuální, u 2. a 3. fáze i kvantitativní s výpočtem indexů (podíl počtu impulsů/pixel z oblastí zájmu radiálního, ulnárního epikondylu obou HK k průměrné hodnotě impulsů/pixel pravého a levého předloktí (referenční oblast)) a souhrnným indexem (součin indexů 2. a 3. fáze) jako index lokální metabolické aktivity (ILMA).

Výsledky: Průměrné hodnoty ILMA u 10 jedinců se scintigrafickým nálezem negativním činil: Dxrada 1,3 ± 0,5, Dxuln 1,8 ± 0,5, Sinrada 1,4 ± 0,3, Sinuln 1,9 ± 0,4; u 15 jedinců s nálezem pozitivním: Dxrada 4,8 ± 1,6, Dxuln 3,6 ± 0,6, Sinrada 4,3 ± 1,2, Sinuln 3,4 ± 0,3. Dosud u 3 pacientů byla uznána NZP s hodnotami ILMA: 1. Dxrada 5,1, Sinrada 4,9; 2. Dxuln 3,4, Sinrada 3,5, Sinuln 3,6; 3. Dxrada 4,8. U dvou potvrzena chirurgicky, u 3. operace neproběhla. V rámci intraindividuálního šetření rozdíl hodnot indexů u opakovaného vyšetření činil 0–0,9, interpersonální variabilita byla v rozmezí 0,2–1,2.

Závěr: Metoda kvantitativní třífázové scintigrafie loktů umožňuje objektivizovat metabolické změny v oblasti epikondylů a přispět k posuzování NZP.

PET vyšetření s ⁶⁸Ga-DOTATOC – naše první zkušenosti

Povinec P.¹, Hajtš R.¹, Horňanská L.¹, Kuncová L.¹, Čík M.¹, Andrisová J.¹, Pauliny P.¹, Cesnaková Z.¹, Drobná T.¹, Leporis M.², Kassai Z.³

¹ PET centrum, ² Odd. výroby PET radiofarmák, ³ Odd. kontroly kvality PET radiofarmák, BIONT, a. s., Bratislava, SR

Úvod: Od konca prvej dekády 21. storočia sa v diagnostike a liečbe neuroendokrinných nádorov (NET) začali používať somatostatínové analógy označené izotopom ⁶⁸Ga. Na našom pracovisku sme ich zaviedli do klinickej praxe v závere roka 2017.

Materiál a metódy: Výroba aj kontrola kvality radiofarmaka ⁶⁸Ga-DOTATOC prebiehali za GMP podmienok podľa postupov špecifikovaných Európskou farmakopeiou. Do polovice mája 2018 sme realizovali 36 vyšetrení. U 32 boli PET/CT vyšetrenia trupu u pacientov s NET a 4 boli vyšetrenia mozgu pri plánovaní rádioterapie meningeómov. 10 pacientov s NET malo v minulosti vyšetrenie s ¹¹¹In-pentretotidom (Octreoscan).

Výsledky: V skupine NET bolo 15 vyšetrení pozitívnych a 17 negatívnych. V porovnaní s Octreoscanom boli u 3/10 pacientov zaznamenané nové lézie (u 1 dlhodobou nepoznaný primárny NET pankreasu, u 2 predtým nediagnostikované metastázy v pečeni; časový odstup medzi vyšetreniami bol priemerne 1 rok). 7/10 pacientov malo súhlasný nález (3 pozitívne a 4 negatívne). U všetkých pacientov s meningeómom boli lézie zobrazené s vysokým kontrastom voči pozadiu.

Záver: Prvé výsledky vyšetrení s ⁶⁸Ga-DOTATOC na našom pracovisku potvrdzujú veľmi dobrú kvalitu zobrazenia u NET, ako aj meningeómov. I keď malý počet pacientov v skupine porovnávanvej s Octreoscanom neumožňuje kategorické závery, u 3/10 pacientov bol zaznamenaný jednoznačný individuálny prínos vyšetrenia, ktorý zásadne ovplyvnil ďalší terapeutický postup. Vyššia senzitivita detekcie lézií, lepšie priestorové rozlíšenie, významné skrátenie doby vyšetrenia, ako aj zníženie radiačnej záťaže pacienta sú zásadným prínosom metódy. Dúfame, že lepšia dostupnosť prekursorov potrebných na prípravu radiofarmaka už v blízkej budúcnosti umožní jej širšie použitie.

Radionuklidová synovektómie kolenných kĺbov v podmienkach KNM FNKV Praha

Rytířová P., Hlůžová L.

Klinika nukleární medicíny, 3. LF UK a FN Královské Vnohrody, Praha 10, ČR

Úvod: Radionuklidová synovektómie je veľmi účinná, mnoho let používaná metóda k ošetrovaniu bolestivých zápalových ochorení kĺbov. Z rôznych dôvodov ji u nás na klinike praktikueme len 20 mesiacov.

Metóda: Indikácií jsou nejčastěji chronické synovitidy, dekompenzovaná artróza, arropatie při hemofilii, recidivující výpotky v kloubu či nedostatečný efekt artroskopické synovektómie. Vlivem ozáření hypertrofické synoviální membrány kolooidními částicemi dojde k její nekróze s následnou fibrózou. To vede ke zmírnění bolesti v kloubu a k snížení zápalových projevů.

Objednání je nutno zkoordinovat s podmínkami dodavatele radiofarmaka (pátek, minimálně týden dopředu) a časovými možnostmi indikujícího a současně aplikujícího ortopeda. Příprava není nutná. Používáme radiofarmakum ⁹⁰Y-koloid, obvykle 185 MBq/aplikace. Aplikace probíhá na ortopedické ambulanci. Provádí ji ortoped intraartikulární injekcí. Nutná je asistence pracovníka nukleární medicíny pro zajištění bezpečné manipulace s radioaktivitou. Po aplikaci jde pacient na kliniku nukleární medicíny, kde je proveden kontrolní SPECT/CT (zobrazení distribuce radiofarmaka, vyloučení mimokloubní aplikace). Parametry snímání: fotoník 80 keV, okno ± 30 %, matice 128 x 128, úhel rotace 360°, krokování po 6°, 30 s na obrázek, nízkodávkové CT. Pacient odchází z kliniky s písemným poučením o dalším postupu (šetření kloubu, radiační ochrana členů rodiny).

Výsledky: První synovektómii jsme provedli v říjnu 2016, v průběhu roku 2017 jich bylo 16, za prvních 5 měsíců 2018 5 a další jsou objednané. Indikací byla artróza (14x), zápalivá reakce u kloubních implantátů (6x) a jiná artritida (2x). Dosud jsme se neseťkali s žádnými komplikacemi.

Závěr: Přes počáteční problémy se podařilo vytvořit fungující spolupráci mezi oběma klinikami. Nejlepší odměnou jsou spokojení pacienti, kteří vyžadují opakování aplikace.

Diferenciální diagnostika demence s Lewyho tělisky pomocí ¹²³I-MIBG

Suchánek J., Táborská K.

¹ Klinika nukleární medicíny a endokrinologie, 2. LF UK a FN Motol, Praha, ČR

Úvod: Demence s Lewyho tělisky je druhou nejčastější formou degenerativní demence. Neurologické studie prokázaly, že u chorob s Lewyho tělisky dochází ke snížené akumulaci ¹²³I-MIBG v kardiálních nervových sympatických zakončeních. Tato skutečnost je užitečná v diferenciaci Parkinsonovy choroby od dalších parkinsonských plus syndromů, stejně tak jako demence s Lewyho tělisky od Alzheimerovy choroby.

Materiál a metódy: Aplikace ¹²³I-MIBG o aktivitě 185–370 MBq je provedena do periferní žíly přes kanylu a vyžaduje pomalé podání (cca 5 minut). Antidepresiva, antipsychotika a také některé blokátory vápníkových kanálů mohou mít vliv na akumulaci MIBG, proto by měly být 24 hodin před aplikací být vysazeny.

15 minut a 3–4 hodiny od aplikace se provádí planární snímky hrudníku (matice 256 x 256, 10 minut na projekci), může být proveden i SPECT.

Standardně se provádí výpočet poměru aktivity v srdci a mediastinu na pozdních snímcích v přední projekci. Oblasti zájmu se zakreslí

55. Dny nukleární medicíny

na srdci a v horní části mediastina. Střední počet impulsů na pixel v srdci je pak vydělen středním počtem impulsů na pixel v mediastinu.

Výsledek: V metaanalýze, publikované Kingem A. v roce 2011, byly normální hodnoty vypočítaného poměru uvedeny v rozmezí 1,9–2,8 se střední hodnotou přibližně 2,2. Střední hodnota poměru pro Parkinsonovu nemoc je 1,31 a pro demenci s Lewyho tělísky 1,25. V případě Alzheimerovy choroby a multisystémové atrofie je hodnota poměru v hranicích normálu.

Závěr: Včasná a přesná diagnostika degenerativních demencí je nezbytná pro volbu vhodné léčby. Využití ^{123}I -MIBG v této indikaci je užitečné a stalo se dalším biomarkerem v charakteristice demence s Lewyho tělísky.

Redakčně kráceno.

Stanovení plasmatické clearance $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 v dynamické scintigrafii ledvin

Šámal M., Čepa A., Ptáčník V., Jiskrová H., Skibová D., Trnka J., Zogala D.

Ústav nukleární medicíny, 1. LF UK a VFN, Praha 2, ČR

Úvod: V předchozích sděleních jsme popsali měření renální clearance $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 v dynamické scintigrafii ledvin (DSL) doplněné transmisním měřením. Cílem současné práce bylo stanovit přesnost měření plasmatické clearance (PCL) s využitím nativní křivky z ROI srdce.

Metody: Zpracovali jsme data 54 pacientů z databáze www.dynamicalstudy.org. Referenční hodnotu PCL $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 (16–272 ml/min/1,73 m²) měřenou pomocí 2 krevních vzorků jsme odhadovali (a) jednovzorkovou metodou podle Bubecka a dvěma metodami (b, c) využívajícími nekorigovanou křivku z ROI srdce. Metoda (b) založená na Stewart-Hamiltonově principu je analogická postupu in vitro, kde se PCL měří jako podíl podané aktivity a celkové plochy pod clearanční křivkou. Nová metoda (c) využívá grafu závislosti distribučního objemu na normalizovaném čase. Přesnost měření byla hodnocena korelačním koeficientem (r) a průměrnou absolutní a relativní chybou predikce (MAE, MRE).

Výsledek: Bubeckova metoda odhadovala výsledky referenční metody s $r = 0,96$, MAE = 14 ml/min a MRE = 24 %. Metoda vycházející ze Stewart-Hamiltonova principu odhadovala výsledky referenční metody s $r = 0,94$, MAE = 20 ml/min a MRE = 23 %. Nová metoda odhadovala výsledky referenční metody s $r = 0,94$, MAE = 19 ml/min a MRE = 21 %. Diagnostická přesnost přiřazení pacientovy plasmatické clearance $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 pod hodnoty 50, 100, 150 a 200 ml/min/1,73 m² přesáhla u všech tří metod 90 %.

Závěr: Nová metoda vycházející ze závislosti distribučního objemu na normalizovaném čase je stejně přesná jako metoda založená na Stewart-Hamiltonově principu a téměř stejně přesná jako jednovzorková Bubeckova metoda. Nevyžaduje odběry vzorků krve, subtrakci pozadí ani korekci na zeslabení. Její výpočet je jednoduchý a může být automatizován. Rozumně přesná predikce a vysoká diagnostická přesnost měření PCL umožňuje doplnit nález DSL o užitečnou diagnostickou informaci.

Scintigrafické stanovení mozkové smrti

Širůček P., Nováková D., Havel M., Dombková H., Kraft O.
Klinika nukleární medicíny, FN Ostrava, ČR

Cíl práce: Retrospektivní zpracování statistických údajů scintigrafického stanovení mozkové smrti od roku 2003 do roku 2016 na Klinice

nukleární medicíny Fakultní nemocnice Ostrava.

Metodika: Od počátku roku 2003 do konce roku 2016 (tj. za 13 let) jsme celkem vyšetřili 220 ventilovaných pacientů v hlubokém komatu s areflexií nad C1, u kterých jsme provedli 229 scintigrafií z důvodu potvrzení aperfúze mozku. U většiny pacientů bylo indikací k tomuto vyšetření zařazení pacienta do transplantačního programu, výjimečně ukončení anesteziologicko-resuscitační péče.

Výsledky: Většinu vyšetřených pacientů tvořili muži (151; 69 %), necelou třetinu tvořily ženy (69; 31 %). Pacienti měli průměrný věk 43 let, nejmladší pacient byl 10denní novorozenec, nejstarší měl 68 let. K tomuto vyšetření bylo indikováno celkem 25 dětí. Příčinou komatu a následně mozkového edému bylo v 39 % trauma (dopravní nehody, pády, suicidia – skoky z výšky, střelná poranění hlavy), 61 % tvořily ostatní příčiny (AV mozkové malformace, cévní mozkové příhody, komplikace epilepsie, komplikace antikoagulační terapie Warfarinem, utonutí, intoxikace CO, mozkové tumory, abscesy, encefalitidy atd.). Vyšetření jsme hodnotili kvalitativně. Smrt mozku byla potvrzena, pokud nedošlo k akumulaci radiofarmaka supra- i infratentoriálně a to bylo u 207 pacientů (94 %), u 13 pacientů byla při prvním vyšetření částečně zachována mozková perúze.

Závěr: Scintigrafické stanovení mozkové smrti je důležitým vyšetřením nejen před odběrem orgánů určených k transplantaci, ale i před ukončením anesteziologicko-resuscitační péče. Nejčastěji je využíváno u pacientů po kraniotraumatu a po neurochirurgické dekompresi.

Porovnání testu linearity měřiče aktivity AtomLab 500 přeměnovou a atenuační metodou

Štěpán J.^{1,2}, Rašková H.¹

¹ KRNM, LF MU a FN Brno, ² ONM, Uherskohradištská nemocnice, a. s., Uherské Hradiště, ČR

Úvod: Test linearity AtomLab 500 je výrobcem předepsaný při instalaci přístroje a poté čtvrtletně. Přeměnová metoda testu linearity je zdoluhavá, proto byla nahrazena rychlou atenuační metodou za použití dodatečně dokoupené sady stínění (lineatoru).

Materiál a metody: 1) přeměnovou metodu provádí automaticky přístroj, který po vložení vzorku $^{99\text{m}}\text{Tc}$ každých 6 h načítá hodnotu aktivity a test ukončí při cca 0,37 MBq (pro výchozích 750 MBq je test 66 hod.), změřenými body automaticky proloží semilogaritmický graf závislosti aktivity na čase a vyhodnotí odchylky naměřených bodů od přímky, 2) atenuační metoda se provádí měřením vzorku $^{99\text{m}}\text{Tc}$ v různých předepsaných kombinacích stínících tub (1, 2, 3A, 3B, 4) a software počítá faktor zeslabení dané kombinace tub (F) a stanoví jeho poměr k výchozímu faktoru zeslabení (Fv) zjištěnému při kalibračním měření. S rostoucí tloušťkou stínění je měřena menší aktivita (stínění imituje přeměnu). Přípustná odchylka hodnot od linearity je u obou metod ± 5 %.

Výsledky: Přeměnová metoda: A [MBq] po 6 h|odchylka v % od normalizované hodnoty: 782|-0,3; 391|-0,3; 194,6|-0,9; 97,9|-0,3; 49,1|-0,2; 24,6|0,0 (normalizovaná hodnota); 12,32|0,1; 6,17|0,2; 3,08|0,0; 1,551|0,6; 0,781|1,2; 0,394|2,1.

Atenuační metoda: A [GBq]|tuba|F/Fv v %: 10,37|T1|100,00; 1,78|T1&2|100,00; 0,1508|T1&3B|99,75; 0,0439|T1&4|99,60; 0,0268|T1&2&3B|99,98; 0,00792|T1&2&4|100,40; 0,00075|T1&3B&4|100,60; 0,00014|T1&2&3B&4|103,64.

A [MBq]|tuba| F/Fv v %: 1819|T1|100,00; 326|T1&2|100,00; 146,1|T1&3A|99,92; 26,4|T1&2&3A|99,07; 8,23|T1&4|99,55; 1,535|T1&2&4|101,40; 0,6878|T1&3A&4|101,77

0,1202|T1&2&3A&4|99,82.

Podrobnosti viz: [http://www.sci.muni.cz/~jirs/radiochem_anal_methods/Poster\(J.StepanDNM,Mikulov2018\).pdf](http://www.sci.muni.cz/~jirs/radiochem_anal_methods/Poster(J.StepanDNM,Mikulov2018).pdf)

Závěr: Byla zavedena rychlá efektivní metoda měření linearit AtomLab 500, kde test i s přípravou vzorků pro dva rozsahy aktivity trvá cca 0,5 hodiny oproti 3 dnům u přeměnové metody a přístroj není zbytečně blokován prováděným testem.

Zobrazení m. Paget při scintigrafii značenými leukocyty – kazuistika

Štufková I.

Oddělení nukleární medicíny, Oblastní nemocnice Příbram, a. s., ČR

Cíl: Prezentace nálezu Pagetovy choroby při scintigrafii značenými leukocyty a při scintigrafii skeletu.

Metodika: Provedena scintigrafie zánětu autologními leukocyty značenými pomocí ^{111}In . Snímkováno na dvoudetektorové gama kameře SYMBIA T, celotělové scany za 3 a 24 hod. po aplikaci radiofarmaka (RF) následované SPECT/CT trupu. Pomocí $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -oxidronátu (HDP) provedena třífázová scintigrafie pánve, celotělové scany časně a pozdní (cca za 5 min. respektive 2,5 hod. po aplikaci RF), následoval SPECT/CT pánve.

Kazuistika: 60letá pacientka byla odeslána na scintigrafii značenými leukocyty k vyloučení infekčního fokusu. Několik měsíců byla vyšetřována pro recidivující artritidy malých i velkých kloubů s přetrvávající elevací zánětlivých parametrů, v dif. dg. zvažována reaktivní artritida. Při vyšetření není patrné patologické ložiskové zvýšení akumulace leukocytů ani zvýšení akumulace v oblasti kloubů, je však patrná absence akumulace značených leukocytů v levé polovině pánve. V rámci rozvahy vyslovujeme podezření na Pagetovu chorobu. Při scintigrafii skeletu je patrné zvýšení perfuze, časná fixace i pozdní akumulace v kostech levé části pánve. Na low-dose CT v rámci SPECT/CT vyšetření pánve i na doplněném RTG snímku je patrná difúzně vyšší sytost kostí levé části pánve s rozšířením lopaty kosti kyčelní. Tyto nálezy i laboratorní známky kostní přestavby podporují diagnózu m. Paget.

Závěr: V kazuistice prezentujeme nález defektu akumulace v kostech pánve při scintigrafii ^{111}In -značenými leukocyty, který vedl k podezření na Pagetovu chorobu, tato byla dalšími vyšetřeními potvrzena. Na scintigrafii skeletu je v postižené oblasti zvýšená perfuze, časná i pozdní akumulace HDP.

Scintigrafické zobrazení lymfatického systému dolních končetin – lymfoscintigrafie

Uherková H., Peterková L.

Oddělení nukleární medicíny, Oblastní nemocnice Příbram, a. s., ČR

Úvod: Ošetřovatelská péče o pacienta s poruchou lymfatického systému dolních končetin (DK) je důležitá pro správné a komplexní provedení vyšetření.

Metodika: Provedeno scintigrafické vyšetření lymfatického systému DK pomocí $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -nanokolloidu. Aplikace radiofarmaka (RF) byla provedena na dolních končetinách v místě mezi 1. a 2. prstem subkutánně. Snímkování provedeno na jednodetektorové gamakameře SYMBIA E. Místa vpichu snímkovány ihned po aplikaci, klidová fáze za 30 minut a zátěžová fáze (chůze) za 60 minut od aplikace.

Kazuistika: 66letý pacient byl odeslán na vyšetření s podezřením na lymfedém DK po recidivujícím erysipelu (poslední epizoda erysipelu před 10 lety). Jedná se o pacienta s chronickými otoky DK, v některých místech jsou až vazivové zatvrdliny, tkáň je tvrdá, pevná, neposunlivá. Od kolen nahoru bez otoku, kůže v oblasti lýtek fialová, bez erozí. Pacient uvádí pocit těžkých nohou. Z ošetřovatelského pohledu bylo zásadní pacientovi vysvětlit průběh vyšetření se samotnou aplikací RF, dodržení klidového režimu před snímkováním. Aktivovat pacienta chůzí před snímkováním po zátěži. Podpořit ho a zároveň sledovat verbálně i neverbálně jeho projevy. Nedílnou součástí je i vysvětlit pacientovi následná doporučení po samotném výkonu. Spolupráce pacienta se zdravotníky vede k efektivnímu provedení diagnostického testu.

Závěr: V kazuistice prezentujeme význam ošetřovatelské péče, která je důležitou součástí celého výkonu, podílí se na správném celkovém provedení vyšetření a uspokojování potřeb pacienta. Kvalitní multidisciplinární spolupráce je přínosem pro následnou komplexní terapii u pacienta s lymfedémem.

Monoklonální protilátky značené radionuklidy pro diagnostiku a terapii v nukleární medicíně.

Ullmann V., Koláček M., Havel M., Kraft O., Häringová K.

Klinika nukleární medicíny, FN Ostrava, ČR

Monoklonální protilátky díky hybridomové technologii mají přesně definované vlastnosti a specificky se vážou na příslušné receptory. Některé z nich se snaží přiblížit ideálnímu terapeutiku – „**magickému šípu**“, který by zasahoval jen cílové patologické buňky a neměl škodlivé účinky na ostatní zdravé buňky. Toto však zatím nelze 100 % dosáhnout...

Některé monoklonální protilátky, označené gama nebo pozitronovými radionuklidy, se používají v nukleární medicíně jako **radioindikátory** při scintigrafické diagnostice.

Důležitou metodou **biologicky cílené terapie** nádorových onemocnění je spojení cílené vazby monoklonálních protilátek s biologickými účinky ionizujícího záření z **radionuklidů**. Tyto **radioimunokongáty** mají v molekule protilátky navázán beta či alfa radionuklid k biologicky cílené radionuklidové terapii proti konkrétním druhům buňek. Monoklonální protilátka zde zajišťuje „dopravení“ radioaktivní látky k nádorovým buňkám. Záření **gama** může být využito pro **gammagrafické monitorování průběhu radioisotopové terapie**.

Fyzikální vlastnosti radionuklidů pro značení monoklonálních protilátek pro scintigrafickou diagnostiku ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In , ^{123}I , ^{18}F , ^{68}Ga , ^{89}Zr) a biologicky cílenou radionuklidovou terapii (^{90}Y , ^{131}I , ^{177}Lu , ^{223}Ra , ^{227}Th , ^{225}Ac) jsou demonstrovány na rozpadových schématech a změřených spektrech. Zmíněné alfa radionuklidy fungují jako „in vivo generátory“, kde může docházet k úniku dceřiných radionuklidů z monoklonální protilátky.

Radiofarmakum ^{177}Lu – lilotomab satetraxetan (anti CD-37) používáme ve schématu pro terapii nonHodkinových lymfomů.

Monoklonální protilátka je možno použít jako nosiče teranostického účinku u nádorových onemocnění, díky možnosti navázání diagnostických a následně terapeutických radionuklidů.

Více informací:

<http://www.astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika4.htm>

<http://www.astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#BiologTerapie>

<http://www.astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#RadionuklTerapie>

► Magnetické nanočástice značené ^{68}Ga a ^{18}F

Valová V.¹, Sobkuliaková Z.¹, Kukleva E.¹, Mokhodoeva O.², Vlk M.¹, Kozempel J.¹

¹ *Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, ČR*

² *Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

Úvod: Superparamagnetické nanočástice oxidu železa (SPIONs) jsou široce studovány jako kontrastní látky pro MRI a nosiče diagnostických i terapeutických radionuklidů. Jejich přednostmi jsou: jednoduchá příprava, nízká akutní toxicita, biokompatibilita a superparamagnetické vlastnosti. SPIONs mohou být vektorizovány vnějším magnetickým polem k cílovým tkáním. V této práci jsou studovány značené nanočásticové systémy diagnostickými radionuklidy ^{18}F a ^{68}Ga , které by mohly vést k vývoji nových diagnostik.

Materiály a metody: Nanočástice magnetitu (Fe_3O_4) byly připraveny koprecipitací železnatých a železitých solí, následně stabilizovány citrónanem sodným a hydrolyticky obaleny tetraethoxysilanem (TEOS). Modifikované nanočástice ($\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Na}_3\text{Cit@SiO}_2$) byly následně pokryty aminopropyltriethoxysilanem (APTES), funkcionalizovány chráněnou aminokyselinou *t*-Boc-L-histidinem a konjugovány s ligandem DOTAGA, určeným ke komplexaci $^{68}\text{Ga}^{3+}$. Funkcionalizované částice byly dispergovány v pufru při různých hodnotách pH a následně inkubovány s ^{68}Ga (30 MBq) eluovaným z $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ generátoru při 95°C. Nemodifikované nanočástice byly značeny roztokem $\text{Na}^{[18}\text{F}]\text{F}$ (150 MBq) ve fyziologickém roztoku při laboratorní teplotě.

Výsledky: Stabilizovaný povrch magnetických nanočástic byl funkcionalizován a následně značen ^{68}Ga . Výtěžky funkcionalizovaných částic s ligandem DOTAGA dosahovaly 96 %. Výtěžky značení nemodifikovaných nanočástic s ^{18}F dosahovaly 70–74 %.

Závěr: Připravené magnetické nanočástice, funkcionalizované i nemodifikované, byly radioaktivně značeny ^{68}Ga a ^{18}F . Výtěžky značení byly v rozmezí 70–74 % pro ^{18}F a 96 % pro ^{68}Ga .

Poděkování: *Agentura pro zdravotnický výzkum České republiky – grant č.: NV16 30544A, TAČR TJ01000334, České Vysoké Učení Technické v Praze – grant č.: SGS16/251/OHK4/35/14.*

► Multimodální magnetické nanosondy

Vlk M., Valová V., Sobkuliaková Z., Kozempel J.

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, ČR

Úvod: Magnetické nanočástice oxidu železato-železitého (magnetitu) jsou řadu let studovány díky svým fyzikálně-chemickým vlastnostem. Z pohledu nukleární medicíny mají Fe_3O_4 nanočástice potenciál jako látky pro cílený transport teranostických radionuklidů a v medicíně mohou být využity i jako kontrastní látky pro MRI. Jejich předností je jednoduchá příprava, nízká akutní toxicita, biokompatibilita a superparamagnetické vlastnosti, umožňující ovlivnění transportu vnějším magnetickým polem k cílovým tkáním.

Materiál a metoda: Nanočástice magnetitu jsou připravovány nejčastěji koprecipitací železitých a železnatých solí, avšak jsou popsány i termální, mikroemulzní a hydrotermální metody přípravy s následnou stabilizací. V současnosti jsou magnetické nanočástice studovány k zesílení kontrastu u zobrazovacích technik MRI se schopností ovlivňovat pozitivní (T1) i negativní (T2) relaxační dobu. V diagnostice jsou studovány jako nosiče vhodných

radionuklidů pro pozitronovou emisní tomografii (^{18}F , ^{68}Ga , ^{64}Cu) a SPECT ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In). V radioterapii jsou studovány magnetity značené ^{223}Ra , rovněž však byly publikovány studie s beta emitujícími radionuklidy ^{188}Re , ^{186}Ra a ^{90}Y . Připravované superparamagnetické nanočástice zajímavé rovněž pro cílenou distribuci léčiv v organismu, případně je lze využít pro vyvolání hypertermie. Zajímavou aplikací je možnost využití externího magnetického pole k cílenému ovlivnění transportu magnetitu a tím potlačení pasivního cílení zprostředkovaného zvýšenou permeabilitou a retencí (EPR).

Závěr: Magnetické nanomateriály nabízejí rozmanité možnosti uplatnění v separačních a biomedicínálních technologiích. V medicíně je v současnosti klíčové jejich využití jako kontrastních látek pro MRI a důležitý je jejich vysoký potenciál jako systémů pro diagnostiku a terapii (teranostiku).

Poděkování: *Agentura pro zdravotnický výzkum České republiky – grant č.: 16 30544A, TAČR TJ01000334, České Vysoké Učení Technické – grant č.: SGS16/251/OHK4/35/14.*

Redakčně kráceno.

► Extramammární Pagetova choroba skróta s metastatickým postižením skeletu. Kazuistika.

Vyhnánková I.

Oddělení nukleární medicíny, Chrudimská nemocnice – Nemocnice Pardubického kraje, ČR

Úvod: Extramammární Pagetova choroba (EMPD) je vzácný intraepiteliální adenokarcinom obvykle postihující oblasti s vysokou hustotou apokrinních žláz, jako je podpaží, šourek, perineum, perianální oblast, vulva, penis, tříslo, hrudník, oční víčka či zvukovod. Často bývá spojen s nádory močového měchýře, močové trubice, prostaty či kolorekta. Léčbou neinvazivní formy je chirurgická excize s dvoucentimetrovým bezpečnostním lem, v případě inoperability fotodynamická terapie nebo radioterapie. Obecně mají pacienti s EMPD in situ dobrou prognózu. V případě kožní invaze, metastáz nebo spojení s viscerální malignitou je prognóza horší a závisí na včasné diagnóze a definitivní chirurgické léčbě.

Materiál a metody: WB + SPECT (dvouhlavá gamakamera Brightview Philips, SPECT 15 s/snímek) za 2–4 hod. po i. v. aplikaci $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HDP (800 MBq/70 kg).

Výsledky: Kazuistika pacienta s generalizací EMPD do skeletu. 66letý pacient se zarudnutím na skróta vpravo, z biopsie v 7/16 byla diagnostikována EMPD, excize TU v 9/16 diagnózu histologicky potvrdila. V 8/17 došlo k lokální recidivě a na CT břicha byla suspekce na smíšené metastázy L páteře. Na scintigrafii skeletu 8/17 bylo rozsáhlé metastatické postižení, další provedená vyšetření včetně PSA neprokázala jinou malignitu ani orgánové postižení. Pacient prodělal CHT paclitaxel + denosumab, na kontrolní scintigrafii skeletu 11/17 byl patrný dobrý efekt chemoterapie. Postupně však došlo ke zhoršení stavu, progresi scintigrafického nálezu ve skeletu a následnému exitu.

Závěr: U pacienta se vzácnou EMPD skróta je prezentováno rozsáhlé metastatické postižení skeletu, které mělo nepříznivý vliv na další vývoj nemocnění.