

# STANDARDY ZDRAVOTNÍ PÉČE

## „NÁRODNÍ RADIOLOGICKÉ STANDARDY – NUKLEÁRNÍ MEDICÍNA“

### Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických postupů (standardů) na diagnostických a terapeutických pracovištích nukleární medicíny v České republice

Vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR  
ve spolupráci  
se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost,  
Českou společností nukleární medicíny ČLS JEP a Českou společností fyziků v medicíně, o.s.

## OBSAH

### STANDARDY ZDRAVOTNÍ PÉČE

1. „Národní radiologické standardy – Nukleární medicína“.  
Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických postupů (standardů) na diagnostických a terapeutických pracovištích nukleární medicíny v České republice;  
vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR ve spolupráci se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost, Českou společností nukleární medicíny ČLS JEP a Českou společností fyziků v medicíně, o.s.

---

Ministerstvo zdravotnictví vydává podle § 70 odst. 5 zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů, Národní radiologické standardy – nukleární medicína.

Těmito Národními radiologickými standardy se pro pracoviště nukleární medicíny nahrazují „Národní radiologické standardy – nukleární medicína“, které byly vydány ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR, ročník 2011, částka 9 (na stranách 101 až 241).

Poskytovatel zdravotních služeb, jejichž součástí je lékařské ozáření, uvede své místní radiologické standardy a postupy do souladu s těmito Národními radiologickými standardy nejpozději do jednoho roku od jejich vydání ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR.

Do doby, než poskytovatel uvede své místní radiologické standardy do souladu s těmito Národními radiologickými standardy, postupuje podle „Národních radiologických standardů – nukleární medicína“, které byly vydány ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR, ročník 2011, částka 9 (na stranách 101 až 241).

<b>Obsah</b>	<b>2</b>
Abstrakt	4
Zkratky	5
Úvod	7
<b>I. Obecná část</b> – požadavky na radiologické standardy v diagnostické a terapeutické nukleární medicíně	8
1. Způsobilost zdravotnického pracovníka a jiného odborného pracovníka	9
2. Personální zajištění a požadavky na způsobilost k výkonu povolání	9
3. Účel a definice radiologického standardu	9
4. Struktura NRS	9
5. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery) a nezobrazovací zařízení (detekční systémy s vyhodnocovacím zařízením – počítačem); kontrola kvality	10
6. Požadavky na radiofarmaka, kontrola kvality, diagnostické referenční úrovně a místní diagnostické referenční úrovně	15
7. Indikace a kontraindikace	15
8. Požadavky na přípravu pacienta, údaje potřebné k provedení vyšetření nebo léčby, preventivní opatření	16
9. Vlastní provedení metody	17
10. Hodnocení kvality výsledků vyšetření a léčby	17
11. Neshody	17
12. Záznamy	17
13. Způsob stanovení a hodnocení zátěže pacienta	18
14. Tabulky	19
15. Seznam použitých právních předpisů a literatury	21
<b>Příloha A. Obecný NRS pro zobrazovací metody nukleární medicíny</b>	24
<b>Příloha B. Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči</b>	29
<b>II. Speciální část</b>	
<b>NM/SC NRS pro zobrazovací metody nukleární medicíny</b>	
<b>NM/SC/KARDV Kardiovaskulární systém</b>	
1. NRS scintigrafie myokardu perfuzní	32
2. NRS radionuklidové rovnovážné ventrikulografie	36
3. NRS radionuklidové kardioangiografie (metoda prvního průtoku)	39
4. NRS radionuklidové flebografie	41
<b>NM/SC/CNS Centrální nervový systém</b>	
1. NRS pro SPECT mozku – vyšetření regionální mozkové perfuze	43
2. NRS pro SPECT zobrazení dopaminových transportérů ve striatu pomocí ligandů značených <sup>123</sup> I	45
3. NRS scintigrafie cerebrospinálních likvorových cest (cisternografie)	47
4. NRS pro scintigrafické stanovení mozkové smrti	49
<b>NM/SC/PULM Scintigrafie plic</b>	
1. NRS scintigrafie plic perfuzní	52
2. NRS scintigrafie plic ventilační	54
<b>NM/SC/NEFROUR Nefrourologie</b>	
1. NRS scintigrafie ledvin statická	56
2. NRS dynamické scintigrafie ledvin	58
3. NRS dynamické scintigrafie ledvin k detekci renovaskulární hypertenze	60
4. NRS dynamické scintigrafie ledvin diuretické	63
5. NRS přímé radionuklidové cystografie	65
6. NRS nepřímé radionuklidové cystografie	67
<b>NM/SC/GIT Gastrointestinální trakt</b>	
1. NRS scintigrafie jícnu a detekce gastroesofageálního refluxu	69
2. NRS scintigrafie evakuace žaludku	70

3. NRS scintigrafie ke stanovení lokalizace krváčení do trávicího traktu	72
4. NRS scintigrafie Meckelova divertiklu	74
5. NRS scintigrafie k detekci hemangiomu jater	76
6. NRS scintigrafie jater a sleziny	78
7. NRS dynamické hepatobiliární scintigrafie	80
<b>NM/SC/SKEL Skelet a kostní dřeň</b>	
1. NRS scintigrafie skeletu	82
2. NRS scintigrafie kostní dřeně	85
<b>NM/SC/ENDOKR Štítná žláza a příštítná tělíska</b>	
1. NRS scintigrafie štítné žlázy	87
2. NRS celotělové scintigrafie <sup>131</sup> I u karcinomu štítné žlázy	89
3. NRS scintigrafie příštítných tělísek	91
<b>NM/SC/LYMFO Lymfatický systém</b>	
1. NRS lymfoscintigrafie	93
2. NRS scintigrafie sentinelových uzlin	95
3. NRS radionavigované biopsie	97
<b>NM/SC/TU Onkologie (kromě PET)</b>	
1. NRS scintigrafie [ <sup>111</sup> In]-pentetreotidem	100
2. NRS scintigrafie [ <sup>123/131</sup> I]-MIBG	102
3. NRS scintigrafie nádorů [ <sup>99m</sup> Tc]-MIBI	104
<b>NM/SC/INFLAM Záněty a infekce</b>	
1. NRS detekce ložisek zánětu autologními leukocyty	106
2. NRS scintigrafie po podání antigranulocytárních monoklonálních protilátek	110
<b>NM/SC/Ga Scintigrafie <sup>67</sup>Ga</b>	
1. NRS scintigrafie <sup>67</sup> Ga	111
<b>NM/SC/PET PET</b>	
1. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDG PET/CT trupu	113
2. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDG PET/CT mozku	118
3. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDG PET myokardu	121
4. NRS [ <sup>18</sup> F]-FLT PET/CT mozku	123
5. NRS [ <sup>18</sup> F]-NaF PET/CT skeletu	126
6. NRS [ <sup>18</sup> F]-FCH PET/CT trupu	129
7. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDOPA PET/CT trupu	134
8. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDG PET/MRI	139
9. NRS PET/MRI s užitím jiných radiofarmak než [ <sup>18</sup> F]-FDG	143
<b>NM/T NRS pro terapie otevřenými zářiči</b>	
<b>NM/T/I Terapie <sup>131</sup>I</b>	
1. NRS <sup>131</sup> I terapie benigních onemocnění štítné žlázy	148
2. NRS <sup>131</sup> I terapie diferencovaných karcinomů štítné žlázy	150
<b>NM/T/PAL Paliativní terapie kostních metastáz</b>	
1. NRS paliativní terapie kostních metastáz radionuklidů	152
<b>NM/T/SYNOV Synoviortéza</b>	
1. NRS radionuklidové synovektomie – synoviortézy	154
<b>NM/NONSC NRS pro nescintigrafické diagnostické metody</b>	
<b>NM/NONSC/AKU Akumulační radiojodový test</b>	
1. NRS radiojodového akumulčního testu	156
<b>NM/NONSC/RENFCE Měření celkové ledvinné funkce</b>	
1. NRS stanovení GF, ERPF měřením radioaktivity krevních vzorků	158
<b>NM/NONSC/HEMAT Nescintigrafická hematologická radionuklidová měření</b>	
1. NRS stanovení objemu cirkulujících erytrocytů a celé krve	159
2. NRS stanovení přežívání krevních elementů	161

## ABSTRAKT

Dokument se skládá z úvodní části shrnující obecné principy společné všem Národním radiologickým standardům (NRS) jak v diagnostické, tak i v terapeutické nukleární medicíně (NM). Na tuto část navazuje Příloha A, týkající se NRS pro diagnostickou NM (obecný NRS pro zobrazovací metody NM) a Příloha B, týkající se NRS pro terapii (obecný NRS při terapii otevřenými radionuklidovými zářiči). Přílohy popisují a určují obecnou strukturu dvou základních typů NRS (NRS pro zobrazovací metody NM a NRS při terapii otevřenými radionuklidovými zářiči), které jsou dále podrobně rozvedeny.

Další a nejobsáhlejší část textu je tvořena standardy vypracovanými pro nejvýznamnější výkony v nukleární medicínské diagnostice a terapii.

V jednotlivých položkách Příloh A a B se dle možností odkazuje na společné prvky, jež jsou popsány v úvodní části dokumentu, tak aby nedocházelo ke zbytečnému opakování textu. Obdobně i v jednotlivých bodech Speciální části II jsou používány odkazy na příslušné obecné části obecných NRS, tak jak jsou uvedeny v Příloze A a B.

Při vypracování vlastního souboru konkrétních místních radiologických standardů (RS) může použít pracoviště NM úvodní část dokumentu (část I) beze změn. Následně mohou být na základě textů Přílohy A nebo B a jednotlivých NRS z části II vypracovány již zcela konkretizované místní RS pro každý radiologický přístroj nebo skupinu přístrojů stejného typu a pro všechny výkony, které jsou prováděny na daném pracovišti. Pokud by bylo nutné vytvořit místní RS pro nový výkon, pro který dosud není vypracován NRS, potom se za základ pro nový místní RS použije text Přílohy A nebo B, doporučení výrobců aplikovaného radiofarmaka (RF), doporučení významných společností NM (pokud budou již dostupná) a literárních odkazů popisujících provedení daného výkonu.

## Zkratky

ANT	přední projekce
BGO	z anglického Bismuth Germanate
CEA	karcinoembryonální antigen
CT	výpočetní tomografie
ČMI	Český metrologický institut
ČOI	Česká obchodní inspekce
ČLS JEP	Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně
ČSFM	Česká společnost fyziků v medicíně, o.s.
ČSNM	Česká společnost nukleární medicíny
DLP	z anglického Dose-Length Product
DMSA	dimerkaptojantarová kyselina
DTPA	diethylentriaminopentaoctová kyselina
EANM	European Association of Nuclear Medicine
ECD	ethylendicystein dihydrochlorid
EDTMP	ethylendiaminotetramethylenfosfát
EKG	elektrokardiografie
ERPF	efektivní průtok plazmy ledvinami
FDG	fludeoxyglukosa
FWHM	parametr charakterizující prostorové rozlišení systému detektor/kolimátor – je vyjádřen jako šířka profilu v obrazu odezvy k liniovému zdroji v polovině její výšky
GF	glomerulární filtrace
GIT	gastrointestinální trakt
GSO	z anglického Gadolinium Silicate
HEDP	hydroxyethylenedifosfonát
HMPAO	hexamethylpropylenaminoxim
HU	Hounsfieldova jednotka
ICRP	International Commission for Radiological Protection
IDA	iminodiocetová kyselina
i.v.	intravenózně
LAO-MLAO	levá přední šikmá projekce – modifikovaná levá přední šikmá projekce
LEAP	kolimátor pro nízké energie, všeobecné použití
LEHR	kolimátor pro nízké energie s vysokým rozlišením
LEUHR	kolimátor pro nízké energie s velmi vysokým rozlišením
L Lat	levá boční projekce
LSO	z anglického Lutetium Oxyorthosilicate
LYSO	z anglického Lutetium Yttrium Orthosilicate
NM	nukleární medicína
NRS	národní radiologický standard
MAG3	merkaptocetyltriglycin
MIBG	metajodbenzylguanidin
MIBI	methoxyisobutylisonitril
MRI	zobrazení magnetickou rezonancí
NORA	normalizovaná reziduální aktivita
NSE	neuron specifická enoláza
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
OE	output efficiency
PACS	systém pro archivaci obrazu a komunikaci
PET	pozitronová emisní tomografie
p.o.	per os
RF	radiofarmakum
ROI	z anglického Region of Interest
RS	radiologický standard
rtg	rentgenové

SNM	Society of Nuclear Medicine
SOP	standardní operační postup
SPECT	jednofotonová emisní tomografie
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SUV	standard uptake value
SZV	Seznam zdravotních výkonů
TF	tepová frekvence
TK	tlak krevní
TS	tyreostimulační hormon
W	hmotnost pacienta

## ÚVOD

Předkládaný dokument je souborem NRS pro diagnostickou i terapeutickou oblast NM, který poskytuje podklady pro vypracování místních radiologických standardů (RS) pro výkony spojené s lékařským ozářením pacientů na všech pracovištích NM v České republice.

Nutnost zavedení RS při lékařském ozáření v oborech využívajících ionizujícího záření včetně NM vyplývá z platných právních předpisů – z § 63 vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů, a z čl. 6 Směrnice Rady č. 2013/59/ EURATOM. Součástí místních RS musí být i způsob stanovení a hodnocení dávek ionizujícího záření absorbovaných pacienty. Základním důvodem pro stanovení těchto závazných požadavků je nutnost používání kvalitních standardních pracovních postupů na všech pracovištích, tak aby byl zajištěn maximální přínos z výkonů spojených s lékařským ozářením pacientů.

Vzhledem k trvalému vývoji v oboru NM i na poli legislativy je nutno považovat za žádoucí, aby celý předkládaný text byl aktualizován nejméně jednou za 5 let.

Základy textu byly vytvořeny v letech 2004–2006 v rámci řešení Projektů kvality MZ ČR.

Řešiteli projektu byli: doc. MUDr. Pavel Koranda, Ph.D., a prof. Ing. Václav Hušák, CSc., spoluřešiteli: doc. MUDr. Miroslav Mysliveček, Ph.D., prof. MUDr. Milan Kamínek, Ph.D., a Ing. Ivan Kuželka.

Oponenty projektu za r. 2004 byli: Ing. Zuzana Pašková, MBA, MUDr. Ing. Jaroslav Vižďa, doc. MUDr. Petr Vlček, CSc., MUDr. Jan Záhlava a RNDr. Ivan Kováč, CSc.

Oponenty závěrečné zprávy projektu za r. 2005 byli: doc. MUDr. Jiří Prášek, CSc., prof. MUDr. Vladislav Klener, CSc., prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc., Mgr. Josef Hyka.

V roce 2006 projekt připomínkovala ČLS JEP a její odborné společnosti.

Oponenty závěrečné zprávy projektu za léta 2004–2006 byli: doc. MUDr. Otakar Bělohávek, CSc., MUDr. Alena Heribanová, Mgr. Čestmír David a MUDr. David Marx, Ph.D. Návrh národních radiologických standardů připomínkoval Státní úřad pro jadernou bezpečnost a zveřejnění návrhu doporučila Ing. Karla Petrová, náměstkyně pro radiační ochranu SÚJB.

„Národní radiologické standardy – NM“ byly v období měsíců květen – říjen 2008 umístěny na webové stránce Ministerstva zdravotnictví ČR k dalšímu širokému připomínkovému řízení, všechny připomínky byly řádně vypořádány. Dne 18. června 2009 proběhlo na MZ ČR jednání ohledně prodiskutování sporných bodů za přítomnosti zástupců MZ ČR, SÚJB, ČSNM a ČSFM. Aktuální verze textu byly od roku 2006 dostupné na webových stránkách ČSNM.

V březnu 2011 Ministerstvo zdravotnictví ČR uveřejnilo text Národních radiologických standardů – nukleární medicína ve Věstníku MZ za souhlasu předsedů výborů odborných společností ČLS JEP a SÚJB.

V roce 2014 iniciovalo MZ ČR novelizaci Národních radiologických standardů. NRS byly vystaveny na webové stránce ČSNM k širokému připomínkovému řízení ve sféře odborné společnosti – připomínky byly vypořádány kolektivem vedeným doc. MUDr. Pavlem Korandou, Ph.D. Výsledný návrh textu NRS byl v roce 2015 oponován dalšími subjekty v rámci Pracovní skupiny pro NRS.

# I. Obecná část – požadavky na radiologické standardy v diagnostické a terapeutické nukleární medicíně

## 1. Způsobilost k výkonu povolání zdravotnického pracovníka a jiného odborného pracovníka

Způsobilosti k výkonu povolání, činnosti, pravomoci a odpovědnosti jednotlivých pracovníků jsou stanoveny zákony č. 95/2004 Sb. a 96/2004 Sb. a jejich prováděcími právními předpisy.

Pojmy indikující lékař, aplikující odborník, lékařské ozáření, klinická odpovědnost jsou definovány zákonem č. 373/2011 Sb. o specifických zdravotních službách.

Klinickou odpovědnost za lékařské ozáření nese v rozsahu stanoveném platnými právními předpisy aplikující odborník. Podle §70 odst. 2 zákona 373/2011 Sb. se klinickou odpovědností za lékařské ozáření rozumí odpovědnost za jednotlivá lékařská ozáření, která zahrnuje zejména odůvodnění lékařského ozáření, včetně zhodnocení cílů lékařského ozáření, jeho optimalizaci, klinické hodnocení, praktickou spolupráci s jinými ošetřujícími zdravotnickými pracovníky, popřípadě získávání informací o předchozím poskytování zdravotních služeb, poskytování informací nebo záznamů o provedeném lékařském ozáření jiným indikujícím lékařům nebo aplikujícím odborníkům na jejich žádost a poskytování informací o riziku ionizujícího záření ozařovaným osobám. Nositelem klinické odpovědnosti je aplikující odborník v rozsahu své způsobilosti k výkonu povolání.

## 2. Personální zajištění a požadavky na způsobilost k výkonu povolání

Personální zajištění a požadavky na způsobilost k výkonu povolání se řídí platnými právními předpisy (zákon č. 95/2004 Sb. a č. 96/2004 Sb. a č. 372/2011 Sb., vyhláška č. 99/2012 Sb.).

Na zajištění radiační ochrany se podílí dohlížející osoba a osoby s přímou zodpovědností ve smyslu zákona č. 18/1997 Sb. a souvisejících vyhlášek.

## 3. Účel a definice radiologického standardu

Účelem tohoto dokumentu je poskytnout pracovištím NM ve formě NRS podklady pro vytvoření místních RS pro lékařská ozáření v souladu s ustanovením §71 zákona 373/2011 Sb. a čl. 6 Směrnice Rady 2013/59/ EURATOM. Podle těchto obecných požadavků si každé pracoviště NM sestaví místní RS pro svůj vlastní místní postup, vlastní pracovníky a vlastní přístrojovou techniku.

Na základě požadavku těchto NRS je v MRS dále nutné specifikovat parametry zobrazovacích (scintilační kamery, CT) a měřicích zařízení, na kterých se dané výkony mohou provádět. Za standardní výkon se v NM považuje výkon, jenž je na pracovišti prováděn alespoň 10x ročně nebo je standardně nabízen v nabídce vyšetření.

NRS pro lékařské ozáření v NM se týkají diagnostických postupů (zobrazovacích a nezobrazovacích metod) a terapeutických aplikací RF ve formě otevřených radionuklidových zářičů.

NRS v diagnostické NM obsahují pokyny k aplikacím pouze nezbytného množství RF, které zaručuje dostatečnou diagnostickou informaci při co nejnižší radiační zátěži pacienta, v souladu s požadavky § 62 vyhlášky č. 307/2002 Sb.

NRS pro lékařské ozáření pomocí RF při terapeutických aplikacích zahrnují pokyny pro ozáření cílového objemu, na který je léčba zaměřena, v rozsahu nezbytném k dosažení požadovaného účinku, přičemž ozáření ostatních tkání má být tak nízké, jakého lze rozumně dosáhnout bez omezení léčby v souladu s požadavky vyhlášky č. 307/2002 Sb.

## 4. Struktura NRS

NRS v diagnostické NM mají tyto části:

- název diagnostické metody a účel vyšetření,



- vybavení pracoviště NM použitý přístroj a vybavení použité při lékařském ozáření v NM,
- personální zajištění,
- RF, výše a rozmezí aplikované aktivity RF v běžné klinické praxi, diagnostická referenční úroveň,
- indikace a kontraindikace,
- příprava pacienta, údaje potřebné k provedení vyšetření, preventivní opatření,
- vlastní provedení metody,
- kontrola kvality výsledku diagnostického ozáření,
- uchování informací o diagnostickém lékařském ozáření,
- stanovení a hodnocení radiační zátěže dospělé osoby a pětiletého dítěte.

NRS při terapeutické aplikaci RF v NM sestávají z těchto částí:

- název terapeutického postupu a jeho účel,
- pracoviště NM,
- přístroje a vybavení použité při lékařském ozáření v NM,
- personální zajištění,
- RF a rozmezí aplikovaných aktivit RF,
- indikace a kontraindikace,
- příprava pacienta, údaje potřebné k provedení vyšetření, preventivní opatření,
- vlastní provedení postupu terapeutické aplikace RF,
- kontrola kvality terapeutického lékařského ozáření,
- uchování informace o terapeutickém lékařském ozáření.

## **5. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery) a nezobrazovací zařízení (detekční systémy s vyhodnocovacím zařízením – počítačem); kontrola kvality**

5.1 Obecné požadavky. Pracoviště musí být vybaveno přístrojovou technikou v souladu s vyhláškou č. 92/2012 Sb.

5.2 Druhy a frekvence provozních zkoušek (kontrola kvality) – provozní zkoušky zobrazovacích a měřicích systémů se uskutečňují dle příslušných SOP a podle doporučení výrobce.

Účelem systému pravidelných provozních zkoušek je ověřit, zda parametry přístrojové techniky jsou v přípustné toleranci s výsledky předávacích zkoušek nebo s hodnotami obvykle u přístroje měřenými.

Pokud zobrazovací systém či nezobrazovací zařízení nesplňuje tolerance uvedené v SOP nebo doporučené výrobcem, nesmí být přístroj používán, pokud radiologický fyzik nebo servisní technik nerozhodne jinak. O tomto rozhodnutí je vždy proveden záznam.

5.3 Požadavky na používání měřidel při lékařském ozáření v nukleární medicíně podle zákona č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů

### Legislativní požadavky

Podle ustanovení § 3 zákona o metrologii se měřidla, což jsou zařízení sloužící k určení hodnoty měřené veličiny, člení na etalony, pracovní měřidla stanovená („stanovená měřidla“) a pracovní měřidla nestanovená („pracovní měřidla“). Stanovená měřidla jsou měřidla, která Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR stanoví vyhláškou k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam.

Druhový seznam stanovených měřidel, tj. měřidel, která musí být ze zákona měřidly stanovenými, je uveden v Příloze vyhlášky č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Měřidla v oblasti ionizujícího záření jsou uvedena v části 8 druhového seznamu stanovených měřidel „Měřidla veličin atomové a jaderné fyziky“. Pro jednotlivá měřidla je v druhovém seznamu měřidel zároveň uvedena doba platnosti ověření.

Pokud stanovené měřidlo prokazatelně není (přestalo být) používáno k účelům (s významem), pro které bylo vyhlášeno jako stanovené (např. pro ochranu zdraví), nepodléhá povinnosti ověřování (§ 11

odst. 1 zákona o metrologii). Správnost takového měřidla je pak řešena jako u měřidla pracovního (§ 11 odst. 5 zákona o metrologii).

Měřidla, která jsou používána při povolovaných činnostech podle atomového zákona a nejsou vyjmenována v části 8 druhového seznamu stanovených měřidel „Měřidla veličin atomové a jaderné fyziky“, jsou měřidly pracovními.

**Základní požadavky k používání stanovených měřidel** (§ 11, § 18 zákona o metrologii a § 7 vyhlášky č. 262/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů):

- Vést evidenci používaných stanovených měřidel podléhajících novému ověření s datem posledního ověření a předkládat tato měřidla k ověření (§ 18 písm. a) zákona o metrologii).
- Používat stanovené měřidlo pro daný účel jen po dobu platnosti provedeného ověření měřidla (§ 11, odst. 1 zákona o metrologii).
- Předkládat stanovená měřidla k ověření v případě zániku platnosti ověření, jestliže
  - uplynula doba platnosti ověření,
  - byly provedeny změny nebo opravy měřidla, jež mohou ovlivnit jeho metrologické vlastnosti,
  - bylo měřidlo poškozeno tak, že mohlo ztratit některou vlastnost rozhodnou pro jeho ověření,
  - byla znehodnocena nebo odstraněna úřední značka,
  - je zjevné, že i při neporušeném ověření měřidla toto ztratilo požadované metrologické vlastnosti.
- Je-li to pro zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření nezbytné provádět v pravidelných intervalech kontrolu stálosti stanoveného měřidla (§ 18 písm. b) zákona o metrologii) a vést o ní záznam. Frekvenci si určuje uživatel měřidla a musí být taková, aby došlo ke včasnému odhalení nesprávné funkce měřidla.
- V případě, kdy z kontroly stálosti stanoveného měřidla je zjevné, že měřidlo ztratilo metrologické vlastnosti, nechat je opravit a následně ověřit, případně měřidlo vyřadit (není-li oprava možná). Po provedení opravy stanovených měřidel zajišťuje jejich ověření opravce (§ 10 odst. 1 zákona o metrologii) nebo uživatel (§ 10 odst. 2 zákona o metrologii).

**Základní požadavky k používání pracovních měřidel** (s odkazem na ustanovení zákona o metrologii a jeho prováděcích předpisů):

- Správnost pracovního měřidla je z hlediska metrologické návaznosti zajišťována kalibrací, není-li pro dané měřidlo vhodnější jiný způsob či metoda (§ 11 odst. 5 zákona o metrologii). Kalibrační list je obvykle dodán s měřidlem při jeho uvádění do oběhu a při případných následných kalibracích prováděných po uvedení do provozu, jeho vydání však není zákonnou povinností výrobce či dovozce, a proto na jeho dodání musí dbát uživatel měřidla. Totéž platí o eventuálním opatření měřidla kalibrační značkou.
- Je-li to pro zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření nezbytné, je uživatel měřidla povinen provádět či zajišťovat si v pravidelných intervalech a po opravách, úpravách či při pochybnostech o správnosti měření následné kalibrace pracovního měřidla a vést o nich záznam.
- Je-li to pro zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření nezbytné, je uživatel měřidla povinen provádět v pravidelných intervalech kontrolu stálosti pracovního měřidla a vést o ní záznam. Frekvenci si určuje uživatel měřidla a musí být taková, aby došlo ke včasnému odhalení nesprávné funkce měřidla. V případě, kdy z kontroly stálosti pracovního měřidla je zjevné, že měřidlo ztratilo metrologické vlastnosti, je uživatel měřidla povinen si zajistit seřízení či opravu měřidla s následující kalibrací, eventuálně měřidlo vyřadit. Pokud uživatel provádí pravidelné kontroly stálosti zahrnující dostatečný rozsah zkoušek měřidla, může četnost kalibrací řídit podle výsledků kontrol stálosti, tj. provést či zajistit provedení kalibrace až po negativním výsledku kontroly stálosti a následné seřízení či opravu.

- Kalibrace se provádí porovnáním vlastností měřidla s etalonem nebo použitím certifikovaného nebo jiného referenčního materiálu (§ 9 odst. 5 zákona o metrologii); nevlastní-li uživatel pracovního měřidla etalon ani certifikovaný či jiný referenční materiál, zajišťující zásady návaznosti měřidel, nebo nedisponuje-li dalšími náležitostmi pro provádění vlastních kalibrací, pak si kalibraci pracovních měřidel zajišťuje prostřednictvím subjektu, který uvedenými prostředky disponuje (kalibrace měřidel, na rozdíl od jejich ověřování, je soukromoprávním úkonem). Kalibrace pracovních měřidel se provádí v předem stanovených pravidelných intervalech, které si stanovuje uživatel měřidla, případně v jinak stanoveném režimu (například podle výsledků kontrol stálosti podle předchozího odstavce).

#### Provádění kontrol stálosti stanovených nebo pracovních měřidel

Kontroly stálosti stanovených nebo pracovních měřidel se provádějí kontrolou jejich odezvy na stejné a reprodukovatelné podmínky pole ionizujícího záření, např. u měřidel dávky nebo dávkového příkonu použitím stejného zdroje ionizujícího záření v definované geometrii k měřidlu nebo u měřidel aktivity použitím zdroje stejné aktivity ve stejné geometrii měření. Na zdroje ionizujícího záření používané pro kontrolu stálosti měřidel nejsou kladeny žádné metrologické požadavky, musí být pouze zachována zásada měření odezvy měřidla vždy stejným zdrojem a za stejných podmínek detekce ionizujícího záření.

Jako kritériální hodnota referenční odezvy, se kterou je pak porovnávána odezva měřidla při kontrole stálosti, slouží hodnota odvozená z nejméně deseti opakovaných měření odezvy provedených bezprostředně po ověření/kalibraci měřidla, s uvážením normální distribuce této odezvy.

Podle metrologických vlastností konkrétních měřidel lze výše uvedenou zkoušku odezvy v jednom bodě měřícího rozsahu doplnit dalšími zkouškami, zejména zkouškou odezvy ve více bodech měřícího rozsahu (linearita) a zkouškami odezvy na více zdrojů s různými radionuklidy (energetická závislost).

#### Dokumentace

Způsob plnění legislativních požadavků stanovených zákonem o metrologii si uživatel měřidel musí stanovit v příslušném systémovém dokumentu (obvykle tzv. „metrologický řád“); tento dokument není součástí dokumentace předkládané k povolované činnosti podle atomového zákona. Plnění požadavků zákona o metrologii je dokladováno příslušnými označeními na měřidlech, případně dokumenty (ověřovací list, resp. potvrzení o ověření, je-li vydáváno, kalibrační list, evidence používaných stanovených měřidel s datem posledního ověření). Vedení samostatného metrologického řádu umožňuje orgánům provádějícím metrologický dozor provádět kontrolu, aniž by musely vyžadovat dokumentaci k povolované činnosti na základě atomového zákona (její kontrola je v kompetenci jiného než metrologického orgánu). Na „metrologický řád“ navazuje prováděcí dokumentace, která obsahuje především:

- seznamy stanovených a pracovních měřidel – název druhu měřidla, výrobce, typ, výrobní číslo měřidla a účel používání,
- doklady o ověřování stanovených měřidel v zákonných lhůtách (ověřovací listy, resp. potvrzení o ověření),
- postupy kalibrace (provádí-li kalibraci sám uživatel měřidla) a doklady o kalibraci pracovních měřidel v předem stanovených pravidelných intervalech,
- postup provádění kontroly stálosti měřidel, resp. odkaz na metodiku, podle které se jednotlivé zkoušky provádějí,
- záznamy o kontrolách stálosti měřidel, servisu, údržbě a všech ostatních okolnostech majících vztah k metrologickým vlastnostem měřidel.

Tento systémový dokument musí být z hlediska kategorizace měřidel (tj. zařazení měřidla do kategorie podle § 3 odst. 1 zákona o metrologii a z hlediska účelu měření a používání měřidel) konzistentní s Programem monitorování a Programem zabezpečování jakosti.

Atomový zákon a druhový seznam měřidel ve vyhlášce č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Všechna měřidla uvedená v druhovém seznamu měřidel v části 8 Přílohy k vyhlášce č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, jsou měřidla, která jsou používána při činnostech povolených podle § 9 odst. 1 atomového zákona.

V oblasti lékařského ozáření podle § 62 až § 65 vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů, se v nukleární medicíně jmenovitě jedná o tyto položky druhového seznamu měřidel:

- **8.2 Měřidla aktivity diagnostických a terapeutických preparátů aplikovaných in vivo pacientům** (doba platnosti ověření 1 rok). Jedná se o měřidla, která jsou určena pro stanovení aktivity preparátů před jejich aplikací pacientům pro účely diagnostické nebo terapeutické.
- **8.6 Spektrometrické sestavy pro analýzu zdrojů nebo polí záření alfa, beta, gama a neutronů** (doba platnosti ověření 2 roky). Jedná se o měřidla, která jsou na pracovišti, kde se vykonávají činnosti spojené s lékařským ozářením, používaná k měření aktivity nejméně jednoho radionuklidu. Odpovídající měření je uvedeno ve schváleném programu monitorování a referenční úrovně pro hodnocení výsledků měření jsou uvedeny ve veličině aktivity.
- **8.7 Nespektrometrická měřidla aktivit a dávek používaná pro kontrolu dodržování limitů v oblasti radiační ochrany nebo jaderné bezpečnosti a pro měření havarijní** (doba platnosti ověření 2 roky). Podle zákona o metrologii a vyhlášky č. 345/2002 Sb. se jedná o druhově specifikovaná měřidla aktivit a dávek používaná pro kontrolu dodržování limitů v oblasti radiační ochrany nebo jaderné bezpečnosti a pro měření havarijní z důvodů uvedených v § 3 zákona o metrologii.

Na pracovištích, kde se vykonávají činnosti spojené s lékařským ozářením, jsou proto měřidla aktivit a dávek používaná pro kontrolu dodržování limitů v oblasti radiační ochrany a pro měření havarijní měřidly stanovenými.

Podle atomového zákona jsou za limity radiační ochrany považovány:

- a) základní a odvozené limity stanovené v § 18 až 22 vyhlášky o radiační ochraně,
- b) autorizované limity vydané SÚJB na základě § 4 odst. 6 atomového zákona,
- c) limity a podmínky bezpečného provozu jaderného zařízení schvalované SÚJB podle části C písmena b) bodu 3 Přílohy atomového zákona.

Ve vztahu k procesu měření jsou základní limity stanovené ve veličinách, které nejsou přímo měřitelné, a dodržení základních limitů se pak prokazuje dodržováním odvozených limitů stanovených v měřitelných veličinách (§ 22 vyhlášky vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně).

Podle § 73 odst. 2 písm. c) vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, program monitorování obsahuje hodnoty referenčních úrovní, což jsou v souladu s § 75 odst. 1 této vyhlášky hodnoty nebo kritéria rozhodné pro určité předem stanovené postupy nebo opatření. Podle ustanovení § 73 odst. 3 této vyhlášky musí být program monitorování navržen takovým způsobem a v takovém rozsahu, aby za provozu pracoviště umožňoval ověření požadavků limitování ozáření.

Měřidla, podle jejichž odezvy se rozhoduje o zásahu podle vnitřního havarijního plánu, jsou měřidla stanovenými.

V případech, kdy je oprávněné podezření na nedodržení limitů radiační ochrany, se provede kontrolní měření odvozených limitů, příp. autorizovaných limitů radiační ochrany. K tomuto měření se použijí stanovená měřidla.

Měřidla sloužícími pro účely havarijního měření na pracovištích, kde jsou prováděny povolené činnosti spojené s lékařským ozářením, jsou měřidla určená k včasnému zjištění radiační mimořádné události, k omezení jejich následků a k její likvidaci (vyhláška č. 318/2002 Sb.). Na pracovištích, kde jsou používány uzavřené radionuklidové zářiče a zařízení s nimi, to jsou především měřidla

dávkového příkonu, na pracovištích s otevřenými radionuklidovými zářiči také měřidla plošné aktivity (kontaminace povrchů).

**Měřidla aktivit a dávek používaná pro kontrolu limitů při nakládání s radioaktivními odpady a pro kontrolu uvolňovacích úrovní a podmínek při uvádění radionuklidů do životního prostředí (doba platnosti ověření 2 roky)**

Jedná se o měřidla používaná na těch pracovištích, kde jsou prováděny povolené činnosti spojené s lékařským ozářením a z nichž jsou uvolňovány radionuklidy do životního prostředí, ať již bez povolení (dodržením uvolňovacích úrovní podle § 57 vyhlášky vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů) nebo na základě povolení (§ 9 odst. 1 písm. h) atomového zákona).

Pokud je na pracovišti s otevřenými zářiči požadována kontrola radioaktivní kontaminace osob opouštějících kontrolované pásmo a radioaktivní kontaminace byla detekována, ke kontrole se použije měřidlo stanovené.

Specifické otázky měření na pracovištích nukleární medicíny

Zařízení nebo příslušenství poskytující kvantitativní informaci o ozáření pacienta, kterými jsou povinně vybaveny CT přístroje,

- softwarové vybavení, které na základě expozičních parametrů vypočítává hodnotu indikované dozimetrické veličiny kermový index výpočetní tomografie nebo součin kerry a délky pro CT vyšetření,

slouží ke kontrole stability generátoru záření. Nejedná se o měřidla sloužící ke stanovení diagnostické dávky podle položky 8.3 druhového seznamu měřidel přílohy vyhlášky č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, uvedená měřidla jsou tudíž měřidly pracovními.

Kontrola aktivity radiofarmaka určeného k diagnostice nebo k terapii musí být před aplikací pacientovi prováděna stanoveným měřidlem podle položky 8.2 druhového seznamu měřidel. V případě, že v technologickém procesu přípravy radiofarmaka jsou používána měřidla sloužící k průběžné kontrole technologického procesu, pak tato měřidla jsou měřidly pracovními.

Pracoviště musí být vybaveno alespoň jedním měřidlem dávkového příkonu nebo jedním měřidlem plošné aktivity (plošné kontaminace), která jsou měřidly stanovenými podle položky 8.7 druhové seznamu měřidel (měřidla pro havarijní měření).

Měřidla sloužící k doplňkovému informativnímu měření dávek pracovníků nebo návštěvníků stejně jako měřidla sloužící ke kontrole obsahu jódu ve štítné žláze pracovníků jsou měřidly pracovními. Pokud je pro pracoviště III. kategorie stanoveno v programu monitorování měření vnitřního ozáření pracovníků, použije se k tomuto účelu stanovené měřidlo.

Ostatní měřidla, používaná na pracovišti za účelem kontroly referenčních úrovní ve schváleném programu monitorování (např. měřidla kontaminace ploch nebo osob, další měřidla dávek nebo dávkových příkonů, měřidla sloužící ke kontrole obsahu jódu ve štítné žláze pracovníků, apod.), jsou měřidly pracovními, pokud nejsou určena pro měření havarijní (viz výše).

Pokud jsou z pracoviště uvolňovány radionuklidy do životního prostředí na základě měření aktivity a tato hodnota je porovnávána s uvolňovacími úrovněmi, pak pro toto měření musí být použito stanovené měřidlo podle položky 8.8 druhového seznamu měřidel. Pokud jsou z pracoviště uvolňovány radionuklidy do životního prostředí na základě povolení vydaného podle § 9 odst. 1 písm. h) atomového zákona, pak dodržení podmínek povolení se dokládá rovněž stanoveným měřidlem podle položky 8.8 druhového seznamu měřidel.

V souladu s požadavky § 78 vyhlášky vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů, je monitorování výpustí požadováno pouze u pracovišť IV. kategorie, u pracovišť III. kategorie jen v případě, že je to vyžadováno SÚJB v podmínkách povolení. Pracoviště nukleární medicíny jsou ve většině případů zařazena jako pracoviště II. kategorie, která v podmínkách povolení nemají stanovenou povinnost monitorovat výpustí, protože v žádosti o vydání povolení bylo výpočtem

doloženo nepřekročení uvolňovacích úrovní na výstupu ze zdravotnického zařízení. V rámci „dobré praxe“ se nepřekročení uvolňovacích úrovní ověřuje měřením vzorku vody před vypouštěním retenčních nádrží. Používaná měřidla pro tyto účely jsou měřidly pracovními.

#### 5.5 Identifikace přístroje a zařízení s přímým vztahem k diagnostickému a terapeutickému výkonu v místních RS

Ze souboru místních radiologických standardů musí být zřejmé, jaké výkony jsou na daném přístroji prováděny a s jakým nastavením. Způsob provedení této identifikace může být např. uvedením konkrétního přístroje včetně inventárního nebo sériového čísla (případně i sériových čísel význačných komponent) přímo v místním radiologickém standardu nebo uvedením seznamu místních radiologických standardů prováděných na daném přístroji apod.

### **6. Požadavky na radiofarmaka, kontrola kvality, diagnostické referenční úrovně a místní diagnostické referenční úrovně**

Nakládání s RF i dalšími léčivými přípravky se řídí zákony č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů, a zákonem č. 18/1997 Sb.

Diagnostické referenční úrovně (DRÚ) jsou úrovněmi ozáření, jejichž překročení se při vyšetření dospělého pacienta o hmotnosti 70 kg při použití standardních postupů a správné praxe neočekává (§62 odst. 1 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů). V nukleární medicíně jsou diagnostické referenční úrovně vyjádřeny v aplikované aktivitě v MBq.

Národní diagnostické referenční úrovně (DRÚ) udávají maximální aktivitu pro 70kg pacienta, která je aplikovatelná na celém území státu bez zdůvodnění. Je-li pro 70kg pacienta nutné použít aktivitu vyšší, musí být toto zdůvodněno.

Národní radiologické standardy u jednotlivých metod uvádějí doporučené rozmezí aplikovaných aktivit pro 70kg pacienta. Je povinností každého pracoviště NM (§62 odst. 3 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů) mít pro prováděná vyšetření stanovené místní diagnostické referenční úrovně (MDRÚ). V NM MDRÚ představuje úroveň aplikované aktivity na daném pracovišti (EC RP 109) – její hodnota pro dané vyšetření je právě tím množstvím aktivity, které má být 70kg pacientovi aplikováno. V případě pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70kg se odpovídajícím způsobem upravuje aplikovaná aktivita.

Snaha aplikovat přesnou aktivitu, která byla danému pacientovi předepsána, vede v nukleární medicíně k provozním komplikacím. Především zvyšuje pracovní a radiační zátěž personálu při přípravě injekcí k aplikaci. Vzhledem k povaze měření aktivity, standardním možností přípravy a s ohledem na diagnostický účel aplikace se proto připouští aplikovat aktivity v rozmezí  $\pm 25\%$  předepsané aktivity (vypočtené na základě MDRÚ), aniž by toto bylo chápáno jako významné odchýlení od místního radiologického standardu, a muselo tedy být zdůvodněno v patientské dokumentaci. Rozmezí aktivit aplikovatelných bez zdůvodnění je shora omezeno hodnotou národní DRÚ.

Podrobnosti ke stanovení místních diagnostických referenčních úrovní (MDRÚ) jsou uvedeny v Národních radiologických standardech – Radiologická fyzika.

### **7. Indikace a kontraindikace**

Indikace vyšetření a terapie metodami NM musí být v souladu s principy radiační ochrany – princip zdůvodnění a optimalizace. Indikace konkrétních vyšetřovacích a terapeutických postupů metodami NM musí respektovat obecně akceptované dokumenty, mezi které patří především Indikační kritéria pro zobrazovací metody (Věstník MZ ČR 11/2003), souhrn informací o léčivých přípravcích, soubory doporučení renomovaných odborných lékařských společností (ČSNM ČLS JEP, EANM, SNM – dále už jen renomované odborné společnosti) a významné publikace v recenzovaných časopisech.

Kontraindikací pro aplikace RF je těhotenství. Podle §7 vyhlášky č. 410/2012 Sb. lze lékařské ozáření těhotné pacientky provést pouze v neodkladných případech nebo z důvodů indikace pro potřeby porodu; přitom je nezbytné vždy zvláště pozorně zvažovat nutnost získání požadované

diagnostické informace nebo léčebného přínosu, kterého má být dosaženo při použití zdrojů ionizujícího záření. Současně je třeba volit zdroj ionizujícího záření a postupy, které zajistí maximální ochranu embrya nebo plodu.

U kojících žen musí být při vyšetření v rámci nukleární medicíny věnována obdobná pozornost odůvodnění lékařského ozáření a posouzení jeho na léhavosti jako v případě těhotenství (§7 vyhlášky č. 410/2012 Sb.).

Je třeba uvážit, zda lze výkon odložit do doby, až žena přestane kojít, a zda je vhodné použití plánovaného RF vzhledem k míře jeho sekrece v mateřském mléku. Pokud se režim kojení řídí podle příložené tab. 2 v oddílu 17 Obecné části, lze předpokládat, že roční efektivní dávka kojence nepřekročí 1 mSv podle požadavku § 23 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Těhotenství a kojení jsou absolutní kontraindikací pro terapeutické aplikace RF. V příslušném NRS se uvede doba od skončení léčby, po kterou žena nesmí otěhotnět, příp. i obdobné omezení pro muže na dobu od skončení léčby do koncepce. Přitom se vychází z doporučení renomovaných odborných společností. Další kontraindikace pro terapeutické aplikace RF jsou uvedeny v příslušných NRS.

## **8. Požadavky na přípravu pacienta, údaje potřebné k provedení vyšetření nebo léčby, preventivní opatření**

Příprava pacienta začíná již v období před příchodem na pracoviště NM a pokračuje úkony, které těsně předcházejí vlastnímu vyšetření nebo léčbě. Úkony těsně předcházející vlastnímu vyšetření nebo terapii jsou v rámci těchto RS považovány za úvodní součást vlastního vyšetření.

### **8.1 Přípravu pacienta lze rozdělit na obecnou a speciální:**

Obecná příprava zahrnuje

- vysvětlení procedury pacientovi a získání jeho souhlasu,
- u žen v reprodukčním věku se musí vždy zvážit možnost těhotenství, pokud vyšetření nelze odložit a těhotenství nelze vyloučit, je třeba provést těhotenský test, který je zvláště nutný u RF, jež způsobují vysokou dávku v plodu ( $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{131}\text{I}$ , [ $^{18}\text{F}$ ]-FDG,  $^{201}\text{Tl}$  aj.).

Speciální příprava závisí na typu vyšetření (např. hydratace pacienta před vyšetřeními ledvin).

### **8.2 Údaje potřebné k provedení vyšetření**

- indikace; přihlíží se k *Indikačním kritériím pro zobrazovací metody* (Věstník MZ ČR 11/2003) a především k aktuálním doporučením renomovaných odborných společností a „evidence based“ informacím,
- anamnestická data se zaměřením na možnost ovlivnění průběhu vyšetření (užívání léků ovlivňujících kinetiku aplikovaných RF, podání látek při radiodiagnostických výkonech, předchozí podání RF, předchozí terapie, včetně chirurgických výkonů, anamnestická data ve vztahu k onemocnění, výsledky ostatních zobrazovacích a laboratorních vyšetření); dále se stanovuje hmotnost pacienta pro následné určení aplikované aktivity RF.

### **8.3 Preventivní opatření**

- poučení personálu o péči o pacienta po aplikaci RF,
- v případě léčebných aplikací se pacientům s aplikovanými radionuklidy vydává písemné poučení jak se chovat po ukončení vyšetření a opuštění pracoviště NM, v případě hospitalizovaných pacientů poučení ošetřujícího či doprovázejícího personálu o omezeních při péči o pacienta po aplikaci RF,
- pokud se týká diagnostických aplikací RF, jejichž součástí je radionuklid s fyzikálním poločasem kratším než 7 dní, nejsou u žen v reprodukčním věku důvodem pro odklad otěhotnění; v případě, že je ženě aplikován  $^{131}\text{I}$ -MIBG o aktivitě 20 MBq za účelem diagnostiky nádorů, doporučuje se, aby neotěhotněla po dobu dvou měsíců, je-li aplikován ženě  $^{131}\text{I}$  pro zobrazení metastáz (o aktivitě 75 až 400 MBq) a tyto nejsou prokázány, doporučí se jí odložení těhotenství o čtyři měsíce,
- poučení pacientek o době odkladu těhotenství po léčbě RF je uvedeno v části NM/T (NM/terapie) NRS pro terapii otevřenými zářiči.

## 9. Vlastní provedení metody

Vlastní provedení metody se skládá z těchto kroků:

- a) ověření dat o vyšetření,
- b) přesná identifikace pacienta: jméno, příjmení a číslo pojištěnce, není-li tímto číslem rodné číslo pacienta, a kód zdravotní pojišťovny,
- c) poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření; získání souhlasu pacienta s vyšetřením; anamnéza,
- d) způsob aplikace RF,
- e) poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta,
- f) akvizice scintigramů,
- g) zpracování obrazu, výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu a vyhodnocení vyšetření,
- h) vytvoření závěru z vyšetření,
- ch) založení zdravotnické dokumentace,
- i) likvidace radionuklidy kontaminovaného odpadu po vyšetření.

## 10. Hodnocení kvality výsledků vyšetření a léčby

Při hodnocení kvality výsledku vyšetření se kontroluje:

- technické provedení (shoda oblasti indikované k vyšetření s polem zabraným na snímku, kontrast obrazu, kvalita obrazu ze statistického hlediska, artefakty aj.),
- zda byly získány informace, jež povedou ke stanovení diagnózy nebo ke změně dosavadního terapeutického postupu, nebo zda bylo získáno zobrazení tkání potřebné k provedení výkonu.

## 11. Neshody

Neshodou je nesplnění specifikovaného požadavku ve vlastnostech, dokumentaci, identifikaci nebo postupu, v důsledku něhož se jakost položky pokládá za neshodnou s danou specifikací. Neshodou je i mimořádná událost, soustavné překračování diagnostické referenční úrovně nebo referenčních úrovní podle programu monitorování, chybná aplikace RF apod.

Závažné odchylky od NRS, případně místních RS v diagnostických a terapeutických postupech, zjištěné systematickým ověřováním a hodnocením lékařských postupů v oblasti lékařského ozáření za účelem zlepšení kvality a výsledků péče o pacienty (klinický audit – viz Vyhláška č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů) nebo zjištěné SÚJB, musí být projednány s vedoucím pracovníkem a musí být zajištěna náprava. Neshody zaviněné chybným postupem nebo nedodržením předepsaných nebo kontrolních postupů musí být evidovány a označovány v záznamové dokumentaci.

## 12. Záznamy

### 12.1. Záznamy týkající se jednotlivého pacienta

Zdravotnická dokumentace v souvislosti s lékařským ozářením podle záznamu o rozsahu poskytnuté nebo vyžádané zdravotní péče obsahuje dle zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování, ve znění pozdějších předpisů, a vyhlášky č. 98/2012 Sb., o zdravotnické dokumentaci, ve znění pozdějších předpisů:

- jméno, popřípadě jména, příjmení, rodné číslo pacienta, není-li přiděleno, datum narození, adresu místa trvalého pobytu pacienta nebo jinou kontaktní adresu, je-li odlišná od adresy místa trvalého pobytu;
- žádost o provedení vyšetření,
- písemný souhlas pacienta nebo jeho zákonného zástupce s poskytnutím vyšetřovacího, terapeutického nebo jiného zdravotního výkonu, jestliže povinnost písemné formy souhlasu stanoví zvláštní právní předpis, nebo jestliže s ohledem na charakter zdravotního výkonu byl souhlas v písemné formě zdravotnickým zařízením vyžádán,



- záznam o poskytnutí nebo předepsání léčivých přípravků nebo zdravotnických prostředků, včetně podaného množství – záznam o předpisu konkrétního RF, o jeho množství a způsobu jeho aplikace (název výkonu, věk, pohlaví a onemocnění pacienta, hmotnost pacienta, druh RF, aplikovaná aktivita RF a způsob jeho aplikace, umožňujících odhad radiační zátěže pacienta při diagnostických a terapeutických aplikacích v NM – dávek v orgánech a efektivní dávky; tyto záznamy umožní v případě potřeby statistické vyhodnocení údajů o radiační zátěži pacientů a její porovnávání mezi pracovišti) nebo o předpisu lékařského ozáření bez podání RF (např. CT vyšetření) podle příslušného místního RS,
- výsledky vyšetření, včetně grafických, audiovizuálních, digitálních nebo jiných obdobných záznamů těchto vyšetření,
- záznam o vystavení příkazu ke zdravotnickému transportu (pokud byl vystaven),
- jméno, popřípadě jména, příjmení, titul a podpis zdravotnického pracovníka, který provedl zápis do zdravotnické dokumentace, datum zápisu.

#### 12.2. Záznamy týkající se zdravotnických prostředků použitých pro lékařské ozáření

Na pracovišti NM musí být záznamy a evidence otevřených radionuklidových zářičů, odpadů, zdrojů ionizujícího ozáření, záznamy o předávacích a provozních zkouškách přístrojové techniky aj.

#### 12.3. Volba archivačního média, oprávnění osob k přístupu do dokumentace a archivace dokumentace

Volba archivačního média, oprávnění osob k přístupu do dokumentace a archivace dokumentace musí být v souladu s legislativními požadavky.

### **13. Způsob provedení odhadu a hodnocení radiační zátěže pacienta**

Případné provedení odhadu a hodnocení radiační zátěže pacienta probíhá podle NRS RF pod odpovědností klinického radiologického fyzika (vyjma orientačních odhadů zátěže, určených například pro poučení pacienta a konzultace s indikujícími lékaři). Parametry, které je třeba zaznamenat pro pozdější odhad radiační zátěže pacienta při diagnostických a terapeutických aplikacích v NM a které jsou specifikovány v NRS-RF, se uvádějí ve zdravotnické dokumentaci.

## 14. Tabulky

**Tab. 1**

Při aplikaci RF dětem se podávaná aktivita stanovuje podle doporučení EANM (verze 1.2.2014 nebo novější). Je možné využít kalkulátor na internetových stránkách EANM ([www.eanm.org](http://www.eanm.org)) v sekci Publications – Dosage Calculator.

Níže uvedená tabulka by měla být využívána pro osoby s hmotností odlišnou od 70 kg.

**Hodnoty faktoru F pro výpočet aplikované aktivity RF v závislosti na tělesné hmotnosti vyšetřované osoby**

Pacienti s hmotností < 70 kg	
Hmotnost pacienta [kg]	Faktor F
4	0,14
5	0,17
6	0,19
7	0,21
8	0,23
9	0,25
10	0,27
11	0,29
12	0,32
13	0,34
14	0,36
15	0,38
20	0,46
25	0,54
30	0,62
35	0,69
40	0,76
45	0,81
50	0,88
52 – 54	0,90
56 – 58	0,92
60 – 62	0,96
64 – 66	0,98
68	0,99

Pacienti s hmotností >= 70 kg	
Hmotnost pacienta [kg]	Faktor F
70	1
75	1,05
80	1,10
85	1,15
90	1,19
95	1,24
100	1,28
105	1,33
110	1,37
115	1,41
120	1,46
125	1,50
130	1,54
135	1,58
140	1,62
145	1,66
150	1,70
155	1,74
160	1,78
165	1,82
170	1,86
180	1,94
190	2,01
200	2,085

### Komentář k tabulce

Aktivita  $A_p$  aplikovaná pacientovi o hmotnosti odlišné od 70 kg se stanoví takto:

$A_p = A_{\text{pro pac. o hmotnosti 70 kg}} \cdot F$  (Pro zjednodušení lze připustit  $F = 1$  pro rozpětí hmotností mezi 60 – 85 kg.)

Pro  $W \neq 70$  kg je faktor F uvedený v této tabulce počítán ze vztahu  $F = W^{0,7}/70^{0,7}$ , kde W je hmotnost těla (faktor F je odvozený z povrchu těla, ale je zde vyjádřen v závislosti na W).

Příklad. Optimalizovaná aplikovaná aktivita [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-fosfonátů pro scintigrafii kostí rutinně používaná na daném pracovišti NM u pacientů o hmotnosti 70 kg je 700 MBq (při diagnostické referenční úrovni 800 MBq). Je-li hmotnost pacienta 120 kg, doporučuje se aplikovat mu aktivitu  $700 \times 1,46 \sim 1020$  MBq.

**Tab. 2**

**Doporučený režim kojení po aplikaci některých RF se zřetelem na jejich aplikovanou aktivitu dle Doporučení ICRP 106**

Radiofarmaka	Aktivita RF aplikovaná matce [MBq]	Doba přerušení kojení [h]
<sup>18</sup> F-FDG	750	0
<sup>81m</sup> Kr	6 000	0
<sup>67</sup> Ga	jakákoliv	zastavit
<sup>99m</sup> Tc-technecistan	80	12
-technecistan	800	47
-MAA	80	12
-mikrosféry	100	12
-erytrocyty	800	12
-DTPA	80	0
-DMSA	80	0
-deriváty IDA	150	0
-HMPAO	500	0
-MAG3	200	0
-MIBI	1 000	0
-koloid	80	0
-fosfáty	600	0
<sup>111</sup> In-leukocyty	10	0
<sup>111</sup> In-octreotid	190	0
<sup>123</sup> I-jodid	20	zastavit
-hippuran	20	12
-MIBG	400	zastavit
<sup>125</sup> I-fibrinogen	jakákoliv	zastavit
<sup>131</sup> I-jodid	jakákoliv	zastavit
- MIBG	jakákoliv	zastavit
<sup>201</sup> Tl	111	48

#### Komentář k tabulce

S kojením může být započato ihned po uplynutí uvedené doby od aplikace RF.

U řady RF je ve třetím sloupci uvedena nula, tj. kojení nemusí být přerušeno. V takovém případě se však doporučuje, aby v období po aplikaci matka vynechala jedno kojení; odsáté mléko se znehodnotí. Vzhledem k možnému zevnímu ozáření kojence se doporučuje omezit blízký kontakt matky s dítětem na maximální dobu 5 hodin během následujících 24 hodin po vyšetření.

## 15. Seznam použitých právních předpisů a literatury

Směrnice Rady 2013/59/EURATOM, kterou se stanoví základní bezpečnostní standardy ochrany před nebezpečím vystavení ionizujícímu záření

Zákon č. 95/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání odborné způsobilosti a specializované způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání lékaře, zubního lékaře a farmaceuta, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 96/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o nelékařských zdravotnických povoláních), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 634/1992 Sb., o ochraně spotřebitele, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii a související předpisy, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 372/2011 Sb. o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška 132/2008 Sb., o systému jakosti při provádění a zajišťování činností souvisejících s využíváním jaderné energie a radiačních činností a o zabezpečování jakosti vybraných zařízení s ohledem na jejich zařazení do bezpečnostních tříd.

Vyhláška č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 146/1997 Sb., kterou se stanoví činnosti, které mají bezprostřední vliv na jadernou bezpečnost, a činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, požadavky na kvalifikaci a odbornou přípravu, způsob ověřování zvláštní odborné způsobilosti a udělování oprávnění vybraným pracovníkům a způsob provedení schvalované dokumentace pro povolení k přípravě vybraných pracovníků, ve znění vyhlášky č. 315/2002 Sb.

Vyhláška č. 318/2002 Sb., o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 84/2008 Sb., o správné lékařské praxi, bližších podmínkách zacházení s léčivými přípravky v lékárnách, zdravotnických zařízeních a u dalších provozovatelů a zařízení vydávajících léčivé přípravky.

Vyhláška č. 501/2000 Sb., kterou se stanoví formy, způsoby ohlašování nežádoucích příhod zdravotnických prostředků, jejich evidování, šetření a vyhodnocování, dokumentace a její uchování a následné sledování, s cílem předcházení vzniku nežádoucích příhod, zejména jejich opakování (vyhláška o nežádoucích příhodách zdravotnických prostředků), ve znění vyhlášky č. 304/2003 Sb.

Vyhláška č. 424/2004 Sb., kterou se stanoví činnosti zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, ve znění vyhlášky č. 401/2006 Sb.

Vyhláška č. 134/1998 Sb., kterou se vydává seznam zdravotních výkonů s bodovými hodnotami, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 385/2006 Sb., o zdravotnické dokumentaci, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 92/2012 Sb., o požadavcích na minimální technické a věcné vybavení zdravotnických zařízení a kontaktních pracovišť domácí péče.

Vyhláška č. 410/2012 Sb., o stanovení pravidel a postupů při lékařském ozáření.

Vyhláška č. 98/2012 Sb., o zdravotnické dokumentaci.

Vyhláška č. 99/2012 Sb., o požadavcích na minimální personální zabezpečení zdravotních služeb.

Nařízení vlády č. 342/2000 Sb., kterým se stanoví zdravotnické prostředky, které mohou ohrozit zdraví člověka.

Zřízení středisek speciální zdravotní péče o osoby ozářené při radičních nehodách. Věstník MZ ČR 12/2003.

ICRP Publication 80: Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. Annals of the ICRP 28, 1998, No. 3.

ICRP Publication 106: Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals – Addendum 3 to ICRP Publication 53, Annals of the ICRP 38 (1 – 2), 2008.

Indikační kritéria pro zobrazovací metody. Věstník MZ ČR 11/2003.

Doporučení SÚJB: Zpracování programu zabezpečení jakosti pro používání zdrojů ionizujícího záření v lékařských aplikacích – pracoviště nukleární medicíny. Praha, SÚJB, červenec 2002. Zdroj: [www.sujb.cz](http://www.sujb.cz)

Doporučení SÚJB: Systém zabezpečení jakosti na pracovištích nukleární medicíny – přístrojová technika. Praha, SÚJB, květen 1999. Zdroj: [www.sujb.cz](http://www.sujb.cz)

Doporučení SÚJB: Požadavky SÚJB při provádění terapie onemocnění štítné žlázy radiojodem na pracovištích nukleární medicíny. (2000) Zdroj: [www.sujb.cz](http://www.sujb.cz)

Doporučení SÚJB: Požadavky SÚJB při provádění paliativní terapie na pracovištích nukleární medicíny. (1999) Zdroj: [www.sujb.cz](http://www.sujb.cz)

European Commission: Radiation protection 100. Guidance for protection of unborn children and infants irradiated due to parental medical exposures. Directorate-General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, 1998.

Nuclear Medicine Resources Manual, kapitola 4 Instrumentation, International Atomic Energy Agency, Vienna 2006.

Doporučení EANM na internetové stránce [www.eanm.org](http://www.eanm.org).

Doporučení „Society of Nuclear Medicine Procedure Guidelines“ na internetové stránce [www.snm.org](http://www.snm.org).

Hušák V., Ptáček J., Mysliveček M., Kleinbauer K.: Radiační zátěž a radiační ochrana pacienta v diagnostické nukleární medicíně. Zpracováno za finanční podpory SÚJB, Praha 2004.

Radiologická společnost ČLS JEP: Metodický list intravaskulárního podání jódových kontrastních látek (JKL) (<http://www.crs.cz/cs/dokumenty/doporuceni-prehled/metodicky-list-intravaskularniho-podani-jodovych-kontrastnich-latek-jkl.html>)

Doporučení „European Society of Urogenital Radiology Guidelines on Contrast Media“ (<http://www.esur.org/guidelines/cz/>)

## Příloha A

### **Obecný NRS pro zobrazovací metody nukleární medicíny**

Toto schéma navazuje na dokument *I. Požadavky na RS v diagnostické a terapeutické NM*, který je dále citován pod zkráceným názvem *Požadavky na RS*.

Pro jednotlivé scintilační kamery se vypracuje individuální seznam místních radiologických výkonů, které se na nich provádějí – soubor všech uvedených seznamů z pracoviště NM slouží také jako základní prostředek evidence místních RS.

Každý NRS má následující členění:

#### **Z á h l a v í**

Název standardu:

Číslo standardu:

Vazba na výkon v Seznamu zdravotních výkonů:

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### **1. Účel vyšetření**

Vyšetření slouží k: ...xxx...

#### **2. Pracoviště**

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace a potřebný počet.

#### **3. Přístrojové vybavení**

Typ přístroje a příslušenství:

Scintilační kamera – typ nejvhodnějšího kolimátoru, zařízení pro celotělovou scintigrafii, SPECT nebo SPECT/CT, případně počet hlav (detektorů) kamery sloužících k akvizici vyšetření. Používané vyhodnocovací zařízení (počítač). Kontrola kvality přístroje viz *Požadavky na radiologické standardy*. PET, PET/CT – typ přístroje, používané vyhodnocovací zařízení.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

Případné další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení. Pomůcky k aplikaci RF.

#### **4. Personální zajištění**

Požadavky na minimální personální zabezpečení jsou definovány příslušným prováděcím právním předpisem. Splnění požadavku na počty a úvazky pracovníků požadovaných uvedenou vyhláškou pro příslušný typ pracoviště je ověřováno pomocí dokumentací z vyšetření a pomocí zápisů v pracovní dokumentaci pracoviště. Součástí místních RS je jmenný seznam kvalifikovaných osob oprávněných k provádění lékařského ozáření a určené praktické části tohoto výkonu na konkrétním přístroji. Druhou možnou variantou je vytvoření přílohy se seznamem pracovníků s uvedením seznamu výkonů, k jejichž provádění jsou jednotliví pracovníci oprávněni. Pracovníci uvedení v těchto seznamech potvrdí své seznámení se s místním radiologickým standardem svým podpisem.

#### **5. Indikace a kontraindikace**

Relativní kontraindikací je těhotenství (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a kojení (konkrétní podmínky ve vztahu ke kojení v tab. 2 v oddílu 16. Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmakum

Typ RF a jeho obvykle aplikovaná aktivita (rozmezí aplikované aktivity RF) při zohlednění diagnostické referenční úrovně (aktivitu vyšší než diagnostická referenční úroveň lze podat pouze ve zvláště zdůvodnitelných případech). U dětí a pacientů s hmotností odlišnou od 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 *Požadavky na RS*.

Aplikovaná aktivita RF a hmotnost pacienta se zaznamená ve zdravotnické dokumentaci k vyšetření. Blíže viz *Požadavky na RS*.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného standardního operačního postupu (SOP) pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření a opatření k radiační ochraně pacienta před příchodem pacienta na pracoviště NM k vyšetření

Popis konkrétní přípravy předcházející danému vyšetření (např. vysazení léků, zvýšený přívod tekutin). Blíže viz *Požadavky na RS*.

## 8. Příprava pacienta k vyšetření prováděná na pracovišti NM, průběh vyšetření a jeho dokumentace

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, ověření jména a příjmení, čísla pojištěnce, není-li tímto číslem rodné číslo pacienta, a kód zdravotní pojišťovny.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření včetně opatření ke snížení radiační zátěže ovlivněním biokinetiky RF (zavodnění, časté močení, blokování štítné žlázy aj.).

Získání souhlasu pacienta s vyšetřením; forma vyjádření souhlasu musí odpovídat platným právním předpisům. Písemná forma vyjádření souhlasu je jednoznačně preferována zvláště u vyšetření s relativně vyšší radiační zátěží (především vyšetření s netechneciovými RF) a u kardiologických zátěžových vyšetření.

Diagnostické aplikace RF, s výjimkou látek obsahujících  $^{131}\text{I}$ , nejsou u žen v reprodukčním věku důvodem k odkladu otěhotnění.

Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, onemocnění, pro které se vyšetření provádí, a prodělané nemoci nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

### 8.2 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Určení polohy pacienta (vleže na zádech, vleže na břiše, vsedě aj.) a jeho součinnost během vyšetření (ležící v klidu, inhalace RF aj.).

### 8.3 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). Je třeba uvést použitý způsob aplikace (i. v., p. o., inhalační aj.).

### 8.4 Nastavení akvizčních parametrů

- nastavení okénka analyzátoru na fotopík použitého RF, volbu šíře okna analyzátoru provést podle doporučení výrobce přístroje,
- zvolený režim záznamu: statická, dynamická, celotělová scintigrafie nebo SPECT,
- čas zahájení scintigrafie vztažený k době aplikace RF.

K výše popsáním parametrům přistupují ještě dále uvedené, jež závisí na tom, jedná-li se o scintigrafii planární nebo SPECT.

#### 8.4.1 Planární scintigrafie

Uvádí se zvolená projekce (přední, zadní, bočné, šikmá aj.), matice a zoom použité při záznamu snímků.

Matice:

Statická scintigrafie – matice obrazu je volena v závislosti na typu vyšetření a stupni akumulace RF ve vyšetřované oblasti – při nízkých četnostech detekovaných impulzů a příliš jemné matici se může projevit nepřiměřeně vysoký statistický šum v obraze, většinou je vhodná matice 256×256, při celotělové scintigrafii minimálně 512×256. Při nárocích na vysoké prostorové rozlišení se použije kolimátor pinhole, matice 256×256, popř. 128×128.



Dynamická scintigrafie – volba matice 128×128 (méně často 64×64); správnou volbou akvizičního modu je nutno zabránit akvizici s přesycením některých obrazových pixelů, při vysokých četnostech impulzů se prověří, zda je nutné provést korekci na mrtvou dobu.

Hradlované studie činnosti srdce – EKG hradlování rozdělí srdeční cyklus na minimálně 16 snímků (stanovení ejekční frakce) nebo na 32 snímků (měření parametrů jednotlivých fází srdečního cyklu), vhodná je matice 64×64 při použití elektronického zoomu omezujícího zorné pole kamery na 25 cm.

Délka záznamu scintigramů:

Při statické scintigrafii je předvolena doba záznamu jednoho snímku (projekce) nebo požadovaný počet impulzů na snímek.

Při dynamické scintigrafii je určen čas na záznam jednoho snímku a doba celkového trvání studie, případně větší počet fází vyšetření s různou frekvencí snímků. Čas záznamu jednotlivých snímků závisí na rychlosti sledovaného děje. Pro přesnější hodnocení dynamiky tohoto děje je vhodnější kratší akviziční čas, delší akviziční čas jednotlivých snímků zlepšuje naopak kvalitu obrazu.

Při celotělové scintigrafii je třeba stanovit při kontinuálním posuvu kamery rychlost tohoto posuvu, při krokovém způsobu akvizice dobu záznamu jednoho obrazového pole.

#### 8.4.2 SPECT tomografie

Volí se počet projekcí, celkový úhel rotace všech hlav kamery, doba záznamu jedné projekce a matice. Parametry akvizice závisejí především na počtu detektorů, většinou je vhodná volba matice 128×128 (méně často 64×64 u jednodetektorové kamery a malé četnosti impulzů). Celkový akviziční čas by neměl překročit 30 až 45 minut, aby se minimalizovalo riziko pohybu pacienta. Počet projekcí při 180 stupních rotace je minimálně 30 (32). Při dobrých četnostech impulzů by pro obrazy poskytující dobré prostorové rozlišení mělo být použito 120 (128) projekcí připadajících na 360 st., popř. 60 (62) projekcí na 180 st. Případné zvláštní doplňkové intervence: doplňující speciální projekce; pozdní scintigramy v delším časovém odstupu.

#### 8.4.3 SPECT/CT tomografie (používaná, pokud interpretace SPECT nálezu vyžaduje atenuační, případně lokalizační informaci)

Parametry pro snímání SPECT se volí stejně jako v odstavci 8.4.2.

Parametry pro CT snímání se volí v závislosti na typu CT části přístroje. Obecně je třeba nastavit parametry rentgenky (napětí a proud) a parametry snímání – typ skenování (axial – tloušťku řezu, helical – pitch). Doporučuje se řídit se pokyny výrobce.

Nastavení projekcí a expozičních parametrů u plnohodnotného CT přístroje:

Použit akviziční protokoly pro dítě:	ano
Použit automatickou modulaci proudu (napětí) rentgenky:	ano, pokud je k dispozici
Použit optimalizované protokoly:	ano
Napětí rentgenky (U):	Nemění se ve většině indikaci. Volit nižší v případě dítěte.
Proud rentgenky (I):	Nejnižší možný s ohledem na potřebu hladiny šumu v obraze. Volit nižší pro dítě.
Doba skenu (rychlost rotace):	Volit kratší časy skenu s ohledem na riziko pohybové neostrosti.
Počet skenů (rozsah skenované oblasti):	Nejnižší možný s ohledem na zobrazení oblasti zájmu.

Konkrétní parametry snímání CT obrazu si každé pracoviště přizpůsobí v místních radiologických standardech podle svého vybavení, doporučení výrobce a s ohledem na provedenou optimalizaci.

Případné použití CT kontrastních látek se řídí pravidly pro CT vyšetření – v souladu s NRS Radiologie.

#### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu a vyhodnocení vyšetření

Planární scintigramy – prezentace obrazu v monochromatické nebo barevné škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální, procentuální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Případně semikvantitativní hodnocení obrazu pomocí ROI.

Dynamická scintigrafie – zobrazení obrazů z významných fází vyšetření v monochromatické nebo barevné škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální, procentuální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Zakreslení ROI vyšetřovaného orgánu a pozadí a výpočet četnostních křivek (histogramů) zobrazujících časový průběh aktivity RF v orgánu nebo jeho částech během vyšetření po korekci na aktivitu RF v tělovém pozadí. Další způsoby vyhodnocení vyšetření závisejí na konkrétním typu vyšetření a konkrétním typu hodnotícího softwaru.

SPECT – základem zpracování obrazů je především využití postupů implementovaných výrobcem s případnou uživatelskou modifikací:

- preprocesing; prefiltrace v závislosti na algoritmech implementovaných výrobcem; korekce na pohyb pacienta, pokud je tento program k dispozici,
- rekonstrukce se provádí filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí v souladu s doporučením výrobce kamery pro daný typ vyšetření a se současnými poznatky v oboru NM; individualizace zpracování obrazu je nutná při atypických situacích (např. záznam obrazu při nízkých četnostech detekovaných impulzů),
- filtrovaná zpětná projekce, vždy je použit filtr ramp; typ vlastního filtru (v kombinaci s filtrem ramp) a jeho parametry závisí na typu scintilační kamery, četnosti impulzů, hloubce uložení orgánu a dalších faktorech; v místním RS je třeba definovat použité parametry,
- iterativní rekonstrukce do místních RS, je třeba uvést použité parametry,
- užití „reconstruction recovery“ korekce na zeslabení (atenuaci) fotonového záření, pokud je tento program k dispozici, do místních RS je třeba uvést použitou metodu včetně hodnoty součinitele zeslabení a způsob kontroly správnosti stanovení kontur použitých pro výpočet,
- případné reformátování tomografických řezů podle primární osy specifického orgánu,
- prezentace výsledných obrazů v monochromatické nebo barevné škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

SPECT/CT – základem zpracování obrazů je především využití postupů implementovaných výrobcem (dodavatelem) s případnou uživatelskou modifikací:

- zpracování SPECT viz předchozí odstavec,
- zpracování CT a fúze obrazů: využívá se software vyhodnocovací stanice.

Vyhodnocení informací získaných scintigrafickým vyšetřením se provede při zvážení všech relevantních údajů o zdravotním stavu pacienta a na základě současných poznatků v NM.

#### 8.6 Vytvoření závěru z provedeného vyšetření

Závěr provedeného vyšetření (lékařská zpráva) obsahuje údaje o zjištěném zdravotním stavu, včetně výsledků laboratorních a dalších vyšetření.

Zpráva o vyšetření na pracovišti NM obsahuje následující položky:

- administrativní data (data o pacientovi: jméno, popřípadě jména, příjmení, datum narození, adresu místa trvalého pobytu pacienta nebo jinou kontaktní adresu, adresa indikujícího lékaře, typ vyšetření, datum vyšetření, popř. i čas, datum sepsání zprávy),
- klinické informace o pacientovi (indikace),
- popis vyšetření (RF, případné podání dalších farmak, případné komplikace při vyšetření, způsob vyšetření, pokud byly použity doplňkové intervence nebo projekce),
- popis nálezu (popis scintigramu, popis CT obrazu v případě použití plnohodnotného CT vyšetření při SPECT/CT, záznam o naměřených hodnotách při kvantitativním nebo semikvantitativním hodnocení s případným uvedením referenčního rozmezí),
- klinický závěr ve vztahu k indikaci, s níž byl pacient odeslán k vyšetření, případně uvedení diferenciálně diagnostické rozvahy; součástí klinického závěru může být v případě potřeby komentář uvádějící případné limitace vyšetření, případné doporučení dalšího postupu nebo zdokumentování přímé komunikace s odesílajícím lékařem,
- podpis lékaře, který vyhotovil zprávu, s datem podpisu,
- administrativní data o pacientovi a klinické informace o něm (v tištěné nebo elektronické formě), mohou být přímo převzata ze žádosti o provedení vyšetření zaslané indikujícím lékařem.

8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečení jakosti a provozním řádu pracoviště)

#### 8.8 Zdravotnická dokumentace

Základní dokumentací je tištěná zpráva o vyšetření a scintigramy. Je možné použít i archivaci v elektronické formě (PACS systém, event. jiná archivační media), v tomto případě musí být vyloučena možnost dodatečné manipulace s údaji po jejich uzavření. Archivován je i souhlas pacienta s vyšetřením. Součástí zdravotnické dokumentace jsou provozní záznamy (provozní deník) a souhrnné záznamy o vyšetření provedeném u jednoho pacienta (zdravotnická dokumentace nebo záznam v zdravotnické dokumentaci pacienta, případně i v elektronické formě). Vždy musí být zaznamenána jména osob, které vyšetření prakticky provedly, jméno lékaře, který vyšetření hodnotil, popsal a vytvořil klinický závěr. Je nutno zdůraznit, že v této dokumentaci o vyšetření pacienta nesmí být opomenuty žádné údaje, potřebné pro odhad radiační zátěže pacienta: název diagnostického výkonu, věk, pohlaví a onemocnění pacienta, jeho hmotnost (u dospělých i dětí), druh a aktivita RF a způsob jeho aplikace.

### 9. **Hodnocení kvality vyšetření**

Při hodnocení kvality výsledku vyšetření se posuzuje:

- technické provedení (shoda oblasti indikované k vyšetření s polem zabraným na snímku, kontrast obrazu, kvalita obrazu ze statistického hlediska, artefakty aj.),
- skutečnost, zda byly získány informace, jež povedou ke stanovení diagnózy nebo ke změně dosavadního terapeutického postupu, nebo zda bylo získáno zobrazení tkání potřebné k provedení výkonu.

Při zjištění snížené technické kvality zobrazení je nutno zjistit příčinu. Typickými zdroji chyb zhoršujícími kvalitu zobrazení jsou pohyb pacienta, akvizice příliš brzo nebo pozdě po injekci, artefakty v oblasti vpichu, přílišná vzdálenost kolimátoru od pacienta, kovové implantáty, kontaminace lůžka nebo kolimátoru, útlakové artefakty.

### 10. **Způsob stanovení a hodnocení dávek pacienta**

V NRS pro diagnostické metody se uvádí pro použité RF efektivní dávka na jednotku aplikované aktivity (mSv/MBq) a orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou na jednotku aplikované aktivity (mGy/MBq) u dospělého člověka (hmotnost 70 kg) a obdobné údaje u pětiletého dítěte. Zdrojem dat jsou přednostně publikace ICRP.

Parametry, které je třeba zaznamenat pro pozdější odhad radiační zátěže pacienta při diagnostických a terapeutických aplikacích v NM, se uvádějí v provozních záznamech dokumentujících průběh a výsledky vyšetření (viz odstavec 15.1). Tyto záznamy jsou archivovány na pracovišti.

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší radiační zátěží lze u vyšetřovaného pacienta provést vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Příklad: Radiační zátěž vztažená na 1 MBq po aplikaci  $^{99m}\text{Tc}$ -fosfonátu pro scintigrafii skeletu.

Scintigrafie skeletu, [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-fosfonáty a fosfáty		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq] <sup>1)</sup>	Efektivní dávka [mSv/MBq] <sup>1)</sup>
Dospělí	0,063 povrchy kostí	0,0057
Děti 5 let	0,22 povrchy kostí	0,014

<sup>1)</sup> Uvedené hodnoty absorbované a efektivní dávky jsou platné pro model referenčního člověka o hmotnosti 70 kg a model referenčního dítěte ve věku 5 let o hmotnosti 19 kg.

Efektivní dávku z CT vyšetření lze odhadnout s pomocí normalizovaných hodnot  $E_{\text{DLP}}$  na základě znalosti DLP nebo s použitím speciálního software.

## Příloha B

### **Obecný NRS pro terapii otevřenými radionuklidovými zářiči**

Toto schéma navazuje na dokument *Požadavky na RS v diagnostické a terapeutické NM*. Dále je dokument citován se zkráceným názvem *Požadavky na RS*.

NRS má následující členění.

Každé pracoviště vypracuje individuální seznam místních RS terapeutických výkonů, které se na něm provádějí – tento seznam slouží také jako základní prostředek evidence místních RS.

#### **Záhlaví**

Název standardu:

Číslo standardu:

Vazba na výkon v SZV:

Identifikace pracoviště včetně přesné identifikace místnosti

Identifikace měřiče aktivity (kalibrátoru): typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### **1. Účel terapie**

Terapie sloužící k:

#### **2. Pracoviště**

Požadavky na pracoviště – viz *Požadavky na RS*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace a potřebný počet.

#### **3. Přístrojové vybavení**

Měřič aktivity RF (kalibrátor) a přístroje pro ochrannou dozimetrii.

Případně další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení. Pomůcky k aplikaci RF.

#### **4. Personální zajištění**

Požadavky na minimální personální zabezpečení jsou definovány příslušným prováděcím právním předpisem. Splnění požadavku na počty a úvazky pracovníků požadovaných uvedenou vyhláškou pro příslušný typ pracoviště je ověřováno pomocí dokumentací z vyšetření a pomocí zápisů v pracovní dokumentaci pracoviště. Součástí místních RS je jmenný seznam kvalifikovaných osob oprávněných k provádění lékařského ozáření a určené praktické části tohoto výkonu na konkrétním přístroji. Druhou možnou variantou je vytvoření přílohy se seznamem pracovníků s uvedením seznamu výkonů, k jejichž provádění jsou jednotliví pracovníci oprávněni. Pracovníci uvedení v těchto seznamech potvrdí své seznámení se s místním radiologickým standardem svým podpisem.

#### **5. Kontraindikace**

Obecně platnou relativní kontraindikací terapie radionuklidy je gravidita, laktace. Viz *Požadavky na RS*. Kontraindikacemi při ambulantních terapeutických aplikacích jsou též inkontinence u pacienta nebo jeho neschopnost dodržovat základní hygienická pravidla (§ 65 vyhlášky č. 307/2002 Sb.). Dále viz Doporučení SÚJB (1999) a Doporučení SÚJB (2000).

#### **6. Radiofarmakum**

Typ RF a jeho obvykle aplikovaná aktivita. Měření aktivity RF a kontrola kvality blíže viz *Požadavky na RS*. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená ve zdravotnické dokumentaci o vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného standardního operačního postupu (SOP) pro přípravu RF.

#### **7. Příprava pacienta k terapii před příchodem na pracoviště NM**

Popis konkrétní přípravy pro danou terapii před příchodem na pracoviště NM (např. zákaz užívání preparátů obsahujících neaktivní jod, vysazení medikamentózní terapie atd).

## **8. Příprava pacienta k terapii na pracovišti NM, průběh terapie a dokumentace terapie**

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření a o režimových opatřeních po terapii. Ještě před podáním terapeutické aktivity RF je předáno pacientovi ústní i písemné poučení o nutnosti dodržovat hygienický režim, aby byly omezeny dávky osob, jež o pacienta pečují nebo s ním přicházejí do styku, na natolik nízkou úroveň, jaké lze rozumně dosáhnout.

Pacient písemně potvrdí, že souhlasí s terapií a že se zavazuje dodržovat všechny pokyny týkající se jeho režimu v postterapeutickém období.

Anamnéza zaměřená na kontraindikace terapie, onemocnění, pro které se terapie provádí, a stavy, které mohou ovlivnit farmakokinetiku RF.

### 8.2 Stanovení aplikované aktivity RF

Při léčbě onemocnění štítné žlázy  $^{131}\text{I}$  se zjišťují údaje, které se týkají cílového léčeného orgánu nebo tkáně: požadovaná absorbovaná dávka v Gy, akumulace RF v %, objem funkční tkáně v  $\text{cm}^3$ , efektivní poločas eliminace radiojodu ve dnech. Pomocí těchto údajů se počítá na základě požadované absorbované dávky ve štítné žláze, případně v metastázách, aktivity  $^{131}\text{I}$  potřebná pro léčbu. Alternativou, při níž se tyto údaje nezaznamenávají, je na některých pracovištích používaný režim podávání standardní aktivity RF každému pacientovi.

U ostatních běžných terapií otevřenými radionuklidovými zářiči se většinou používají standardní aktivity RF.

Aktivita RF před podáním pacientovi se kontroluje měřičem aktivity (kalibrátorem), viz *Požadavky na RS*.

### 8.3 Způsob aplikace RF a součinnost pacienta při aplikaci

Uvedení použitého způsobu aplikace RF (i. v., p. o., intrakavitárně aj.).

### 8.4 Péče o pacienta po aplikaci

Při léčbě  $^{131}\text{I}$  se kontroluje aktivita RF v těle měřením dávkového příkonu ve vzdálenosti 1 m od pacienta pomocí přístroje. Propuštění pacienta do domácího ošetřování se řídí z hlediska požadavků radiační ochrany nepřekročením limitů pro omezování ozáření ve zvláštních případech (ustanovení § 23 vyhlášky č. 307/2002 Sb. a Doporučení SÚJB z roku 2000).

Poučení pacientky v reprodukčním věku o nutnosti odložit graviditu o určitou dobu po terapii; doba odkladu závisí na druhu léčby a typu RF.

### 8.5 Likvidace odpadu kontaminovaného radionuklidu

Způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a provozním řádu pracoviště.

8.6 Před propuštěním je pacientovi podána písemná informace o proběhlé terapii a písemné poučení pacienta o nutnosti dodržovat hygienický režim.

### 8.7 Záznam a dokumentace o terapii

Základní dokumentací je tištěná zpráva o terapii.

Zpráva o terapii obsahuje následující položky

- administrativní data (data o pacientovi zajišťující jeho přesnou identifikaci, adresa lékaře požadujícího terapii, typ terapie, datum sepsání zprávy),
- klinické informace o pacientovi (indikace),
- popis terapie (RF a jeho aplikovaná aktivita, datum terapie, popř. i čas terapie, eventuální komplikace při terapii, případně uvedení parametrů charakterizujících kinetiku RF),
- klinický závěr ve vztahu k indikaci, s nímž byl pacient odeslán k terapii; součástí klinického závěru může být v případě potřeby komentář uvádějící případně doporučení dalšího postupu a kontrol pacienta,
- podpis lékaře, který vyhotovil zprávu, s datem podpisu,

- zdokumentování případné přímé komunikace s odesílajícím nebo ošetřujícím lékařem; archivace dokumentace o terapii v písemné formě; výsledky z doprovodných zobrazovacích vyšetření v tištěné formě nebo na rentgenovém filmu; možno použít i archivaci v počítačích.

Archivován je i písemný souhlas pacienta s terapií.

Vždy musí být v provozní dokumentaci zaznamenána jména osob, které terapii prakticky provedly.

Je třeba jmenovitě zdůraznit, že ve zdravotnické dokumentaci o léčbě pacienta nesmí být opomenuty žádné údaje, potřebné pro případný odhad radiační zátěže pacienta: název výkonu, věk, pohlaví, hmotnost a onemocnění pacienta, druh a aplikovaná aktivita RF, způsob jeho aplikace, případně parametry biokinetiky RF naměřené v průběhu terapie.

## **9. Kontrola kvality**

Při hodnocení kvality terapie se posuzuje:

- technické provedení; hodnotí lékař, případně ve spolupráci se sestrou pro NM nebo radiologickým asistentem nebo radiologickým fyzikem,
- skutečnost, zda provedení léčby odpovídá plánovanému záměru; hodnotí lékař.

## **10. Radiační zátěž pacienta**

Pro stanovení radiační zátěže pacienta při terapeutických aplikacích je nutné vycházet z následujících údajů: typ terapie, léčené onemocnění, věk, pohlaví a hmotnost pacienta, druh aplikovaného RF a jeho aktivita, biokinetika RF (reálně změřená nebo odvozená od hodnot charakteristických pro onemocnění), způsob aplikace.

Do NRS se uvede, pokud je známa z odborné literatury, dávka ve tkáni cílového orgánu a pokud možno i dávka v dalších orgánech s významnou radiační zátěží.

Z hlediska radiační zátěže pacienta má význam stanovení efektivní dávky, přičemž se do této veličiny nesmí zahrnout dávka absorbovaná v léčeném (cílovém) orgánu.

## II. Speciální část

# NM/SC Národní radiologické standardy pro zobrazovací metody nukleární medicíny

## NM/SC/KARDV – Kardiovaskulární systém

Název standardu: **NRS SPECT myokardu perfuzní**

Číslo standardu: **NM/SC/KARDV/1**

Vazba na výkon v SZV: 47127, 47129

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení rozložení perfuze myokardu při fyzické nebo farmakologické zátěži nebo klidu.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Optimálním zařízením je specializovaná kardiologická kamera s kadmium-zinek-teluridovými (CZT) detektory, popřípadě konvenční variabilní dvoudetektorová SPECT kamera. Méně vhodná je jednodetektorová SPECT kamera. U konvenčních SPECT kamer jsou preferovány kolimátory LEHR, méně vhodné jsou LEAP. Přesná specifikace typu scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru,

Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery).*

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Doplnující přístrojové a materiálové vybavení je stejné jako u ostatních zátěžových vyšetření v kardiologii: 12-svodové EKG, ergometr, defibrilátor, laryngoskop, ambuvak, léky nezbytné při kardiopulmonální resuscitaci. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.*

Při zátěžovém vyšetření přistupují další požadavky na odbornost provedení zátěžového testu; zátěžový test provádí kardiolog nebo lékař se specializací (případně specializující se) v oboru NM, který je vyškolen v provádění zátěžových testů, ve spolupráci se sestrou pro NM nebo radiologickým asistentem. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A.*

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou:

- detekce, lokalizace, rozsah a závažnost myokardiální ischemie,
- posouzení závažnosti stenózy zjištěné při koronarografii a stratifikace rizika,
- zjištění viability myokardu u pacientů s dysfunkcí levé komory při plánování revaskularizace,\*
- zhodnocení efektu revaskularizace (PTCA nebo bypass) u pacientů s rekurencí symptomů nebo s pozitivním či nedignostickým zátěžovým EKG,
- akutní koronární syndrom.

\* Pokud je klinická otázka pouze na viabilitu nebo pacient není schopen zátěže, lze provést pouze klidové vyšetření. Zátěžovým vyšetřením myokardiální perfuze lze detekovat ischemii i viabilitu a stratifikovat riziko.

Relativní kontraindikací radionuklidové části vyšetření je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16. Obecné části a v komentáři k tabulce).

Kontraindikace provedení zátěžových testů:

1. Fyzická zátěž – nestabilní angina pectoris, akutní infarkt myokardu, nekontrolovaná arteriální hypertenze, nedostatečně kompenzované srdeční selhání, nekontrolovaná nebo symptomatická arytmie.

2. Farmakologická zátěž – ke kontraindikacím platným pro zátěž fyzickou je nutno přidat následující kontraindikace:

- při zátěži vazodilatancií (adenosin, regadenoson a dipyridamol) – hypotenze (systol. TK < 90 mm Hg), sinusová bradykardie (< 40/min.), pokud pacient není zajištěn kardiostimulátorem, atrioventrikulární blok II. a III. st., sick sinus syndrom, plicní hypertenze; při zátěži dipyridamolem a adenosinem navíc i aktivní asthma bronchiale,
- při zátěži ino/chronotropními látkami – komorová tachyarytmie, hypertrofická kardiomyopatie.

## 6. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-sestamibi (MIBI) [<sup>99m</sup>Tc]-tetrofosmin [<sup>201</sup>Tl]-chlorid.

Poznámka: Zahraniční doporučení uvádějí vyšší horní mez doporučených hodnot, než je u nás národní diagnostická referenční úroveň.

Národní diagnostická referenční úroveň [<sup>99m</sup>Tc]-MIBI a [<sup>99m</sup>Tc]-tetrofosmin: 900 MBq; diagnostická referenční úroveň [<sup>201</sup>Tl]-chlorid 110 MBq – vyšší aktivitu lze podat ve zvlášť zdůvodnitelných případech (vyšší hmotnost pacienta nebo potřeba dosáhnout vysoké kvality zobrazení). Pracoviště si stanoví MDRÚ. Při použití protokolu s provedením zátěžového i klidového vyšetření v jeden den by neměla celková maximální podaná aktivita RF překročit u kombinace zátěžové a klidové studie (provedené v jeden den) 150 MBq u <sup>201</sup>Tl (protokol s reinfekcí RF) a 1480 MBq u <sup>99m</sup>Tc značených RF.

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Je preferováno, aby pacient byl nalačno (není to nezbytné, diabetici dodrží svůj režim). Pacienti by měli mít zavedenu kanylu pro přísné intravenózní podání RF. Před klidovým vyšetřením není nutná speciální příprava, pouze u samostatných klidových vyšetření pro detekci viability lze podat nitroglycerin 3 – 5 min. před aplikací RF.

Vysazení medikace před fyzickou zátěží, případně látek interferujících s farmakologickou zátěží – viz provádění zátěžových testů.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat žádosti o provedení o vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením – zvláště při zátěžovém vyšetření je preferována písemná forma souhlasu. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, onemocnění, pro které se vyšetření provádí, a předchozí prodělané nemoci, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

I. v. aplikace RF se provádí v klidu nebo na vrcholu zátěže (nejlépe do zavedené kanyly). Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

### Provádění zátěžových testů

#### Fyzická dynamická zátěž (bicykl nebo běhací pás)

Provádění je obdobné jako u standardní zátěžové elektrokardiografie. Ideální je 12svodové EKG během celého testu, v nezbytných případech lze připustit monitorování jednosvodovým EKG



během zátěže, je však nutné provést a dokumentovat záznam všech 12 svodů EKG před a po zátěži pro evidenci akutní ischemie, arytmie event. převodní poruchy.

Pro vysazování léků před vyšetřením platí stejná pravidla jako při zátěžové elektrokardiografii. 48 hodin před vyšetřením je obvykle doporučováno vysadit betablokátory (pokud jejich vysazení není kontraindikováno). Při posuzování prognózy u pacientů se známou ischemickou chorobou srdeční, po infarktu myokardu nebo po revaskularizaci není dvoudenní vysazování betablokátorů nezbytné, vhodnější je podání ranní dávky betablokátoru až po zátěžovém testu.

Používají se různé typy protokolů se stupňovanou zátěží – při bicyklové ergometrii se obvykle začíná se zátěží 25 – 50 W a zátěž se postupně zvyšuje individuálně podle výkonnosti pacienta. Zátěž by neměla být kratší než 4 min., je ale limitována symptomy – anginou pectoris, dušností nebo výraznými EKG změnami ST segmentu, komorovými arytmiemi apod.

RF se podává na vrcholu zátěže, nejlépe po překročení 85 % maximální aerobní kapacity (resp. 75 % u pacientů po infarktu myokardu nebo revaskularizaci). Po aplikaci RF je doporučováno pokračovat v zátěži při použití  $^{201}\text{Tl}$  1 min. a u  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  značených RF 1,5 min.

Po skončení zátěže následuje vlastní zobrazení perfuze myokardu. Vzhledem k redistribuci  $^{201}\text{Tl}$  je nutno při použití tohoto RF zahájit SPECT vyšetření 5 – 10 minut po aplikaci a ukončit ho do 30 min. po aplikaci. U  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  značených RF se obvykle zahajuje akvizice dat 15 – 30 min. od aplikace, přičemž pozdější ukončení SPECT vyšetření není chybou.

#### Farmakologická zátěž

Zátěž vazodilatačními látkami (adenosin, regadenoson nebo dipyridamol).

Pacienti nesmějí nejméně 12 hod. před vyšetřením užít léky nebo potraviny obsahující kofein, tein a ostatní methylxantinové deriváty, které by interferovaly s vazodilatačními látkami (káva, čaj, čokoláda, banány, theophyllin apod.). Vysazování betablokátorů není nutné. Obdobně jako u ergometrie jsou monitorovány EKG a krevní tlak.

U dipyridamolu je obvykle preferována standardní dávka – i. v. infuze 0,56 mg/kg hmotnosti během 4 min. Současná fyzická zátěž je možná (ergometrie nebo „handgrip“) a obvykle je pacienty dobře tolerována, nevede však k další dilataci koronárního řečiště. V případě obtíží po dipyridamolovém testu<sup>(5)</sup> můžeme vyblokovat jeho účinek 100-300 mg aminophyllinu i.v. (dávku aminophyllinu je výhodnější podat frakcionovaně pro jeho kratší plazmatický poločas ve srovnání s dipyridamolem).

U adenosinu je doporučována dávka 0,14 mg/kg/min. během 6 minut. Adenosin má krátký plazmatický poločas a jeho vedlejší účinky odeznívají rychle po přerušení infuze.

Selektivní A2A adenosin (regadenoson) se podává v koncentraci 0,4 mg/5 ml jako desetisekundový intravenózní bolus, následovaný proplachem fyziologickým roztokem a aplikací radiofarmaka přibližně ve 30. sekundě testu.

Při zátěži ino/chronotropními adrenergními látkami (dobutamin, dobutamin + atropin, arbutamin) mají pacienti vysazeny betablokátory 48 hod. před vyšetřením. Dobutamin se podává v infuzi od nízkých dávek (obvykle se zahajuje 5 – 10  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min.}$ ) a postupně se koncentrace dobutaminu zvyšuje každé 3 min. až do koncentrace 40  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min.}$  Během testu se monitoruje EKG, TK a TF. U pacientů s nedostatečným nárůstem TF (pod 85 % maximální aerobní kapacity) se může dosáhnout tachykardie podáním atropinu i. v. (až do dávky 1 mg). RF se aplikuje 1 – 2 min. před ukončením protokolu. Vedlejší účinky dobutaminu lze vyblokovat metoprololem (1 – 5 mg). Arbutamin je adrenergní látka s větším chronotropním efektem (nevyžaduje podání atropinu).

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření

Pozice pacienta je obvykle vleže na zádech s levou rukou mimo zorné pole (za hlavou). U pacientů s pravděpodobnou absorpcí záření tukovou tkání a bránicí může být doplněna projekce v pozici pacienta vleže na břiše; tato pozice je vhodná i pro pacienty s klaustrofobií.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotoník 140 keV, volbu šířky okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Samostatné planární vyšetření je v současné době již nevhodné.

SPECT zobrazení: U 1-detektorových a 2-detektorových variabilních kamer (L mode) je nejvýhodnější úhel rotace 180° z pravé přední šikmé projekce 45° do levé zadní šikmé projekce 45°. Obvykle je získáno celkem 30 – 64 projekcí v matici 64 × 64 nebo 128 × 128. Doba trvání

projekce závisí na typu vyšetřovacího protokolu a na aplikované aktivitě RF. Pro získání informací o funkci levé komory je při akvizici dat doporučován EKG-gating (8 – 16 snímků/cyklus).

U CZT kamer probíhá snímání dat současně všemi detektory (dle doporučení výrobce).

#### 8.5 Zpracování obrazu

Lékař interpretující vyšetření by měl nejprve posoudit celkovou kvalitu studie z hlediska možných artefaktů získaných při snímání a rekonstrukci dat. K posouzení event. pohybu pacienta je doporučováno prohlédnutí originálních (surových) dat z jednotlivých projekcí v pohyblivém rotujícím režimu nebo posouzením sinogramů. Data jsou rekonstruována buď filtrovanou zpětnou projekcí, nebo iterativní rekonstrukcí. Při rekonstrukci SPECT se používá standardní orientace a standardní nomenklatura pro tomografické zobrazování myokardiální perfuze podle doporučení *American Heart Association/American College of Cardiology, Society of Nuclear Medicine a American Society of Nuclear Cardiology (J Nucl Cardiol 2002;9: 240-245)*. Barevná škála použitá při zobrazení poskytuje semikvantitativní informaci o četnosti impulsů v myokardu. Počítačová kvantitativní analýza se používá k posouzení regionální distribuce myokardiální perfuze, rozsahu závažnosti perfuzních abnormalit. Ke kvantifikaci lze použít polární mapy a segmentální skóring systém (je doporučován 17segmentový model levé komory). Při EKG-hradlované akvizici dat jsou obrazy prohlíženy jako sumační nehradlovaná data, jako obrazy perfuze v end-diastole a end-systole a jako zobrazení v pohyblivém režimu k posouzení regionálního ztluštění a hybnosti stěn levé komory.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Zpráva o vyšetření a její strukturování se provádí ve shodě s doporučeními American Society of Nuclear Cardiology (*Consensus Statement: Reporting of Radionuclide Myocardial Perfusion Imaging Studies. J Nucl Cardiol 2003;10: 705-708*). Obsahuje průběh a typ zátěžového testu, obtíže pacienta během zátěže, hodnocení EKG. Dále jsou popsány perfuzní abnormality po zátěži a v klidu, jejich lokalizace, rozsah a závažnost, kvantitativní analýza, přítomnost tranzientní ischemické dilatace apod. U gated-SPECT vyšetření je zhodnocena regionální a globální funkce levé komory, objemy levé komory v end-diastole a end-systole, ejekční frakce levé komory a případná přítomnost pozátěžového omračení. Nejdůležitější je stručný a srozumitelný závěr, kdy má být především zhodnocen celkový dojem, tj. zda je studie normální, nebo abnormální. Pokud je přítomna zátěží navozená porucha perfuze myokardu, musí být zhodnocen její rozsah a závažnost. Rovněž jsou znovu zmíněny případné vedlejší „neperfuzní“ známky ischemie, jako je přítomnost tranzientní ischemické dilatace nebo pozátěžová regionální abnormalita hybnosti stěn, pokles ejekční frakce levé komory apod.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie myokardu [ <sup>99m</sup> Tc]-MIBI		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,039 žlučník	0,009 klidové vyšetření 0,0079 zátěžové vyšetření
Děti 5 let	0,1 žlučník	0,028 klidové vyšetření 0,023 zátěžové vyšetření

Scintigrafie myokardu [ <sup>99m</sup> Tc]-tetrofosmin		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,036 žlučník	0,0076 klidové vyšetření 0,007 zátěžové vyšetření
Děti 5 let	0,093 žlučník	0,022 klidové vyšetření 0,018 zátěžové vyšetření

Scintigrafie myokardu [ <sup>201</sup> Tl]-chlorid		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,73 vaječníky 0,45 varlata	0,22
Děti 5 let	3,5 vaječníky 9,6 varlata	1,7

Název standardu: **NRS radionuklidové rovnovážné ventrikulografie**

Číslo standardu: **NM/SC/KARDV/2**

Vazba na výkon v SZV: 47133, 47135

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření, kterým lze při rovnoměrném rozložení RF v krevním oběhu měřit hemodynamické funkční parametry srdečních komor a získat informace o regionální kinetice jejich stěny v klidu a při zátěži.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Scintilační kamera s možností EKG-hradlování (gating) – kamera s velkým zorným polem s možností elektronického zoomu omezujícího zorné pole kamery na 25 cm nebo kamera s malým zorným polem (25 cm). Používají se kolimátory LEHR nebo LEAP. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Doplňující vybavení při provádění zátěžových vyšetření: 12svodové EKG, ergometr, defibrilátor, laryngoskop, ambuvak, léky nezbytné při kardiopulmonální resuscitaci.

Přesná specifikace typu scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru, a všech dále uvedených přístrojů s uvedením jejich inventárních nebo výrobních čísel. Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

#### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

Při zátěžovém vyšetření přistupují další požadavky na odbornost provedení zátěžového testu: zátěžový test provádí kardiolog nebo lékař se specializací (případně specializující se) v oboru NM, který je vyškolen v provádění zátěžových testů, ve spolupráci se zdravotní sestrou nebo radiologickým asistentem. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou:

- zjištění kardiotoxicity cytostatik při terapii maligních onemocnění,
- kardiomyopatie,

- zjišťování klidové a event. zátěžové funkce levé komory srdeční u pacientů se suspektní nebo známou ischemickou chorobou srdeční,
- stratifikace rizika u pacientů po infarktu myokardu.

Relativní kontraindikací radionuklidového vyšetření je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16. a v komentáři k tabulce).

Kontraindikace provedení zátěžových testů:

1. Fyzická zátěž – nestabilní angina pectoris, akutní infarkt myokardu, nekontrolovaná arteriální hypertenze, nedostatečně kompenzované srdeční selhání.
2. Farmakologická zátěž – ke kontraindikacím platným pro zátěž fyzickou je nutno přidat následující kontraindikace:

při zátěži dipyridamolem – hypotenze (syst. TK < 90 mm Hg), astma bronchiale, plicní hypertenze,  
při zátěži adenosinem – atrioventrikulární blok II. a III. st., sick sinus syndrom,  
při zátěži ino/chronotropními látkami – komorová tachyarytmie, hypertrofická kardiomyopatie.

## 6. Radiofarmakum

Autologní erythrocyty značené  $^{99m}\text{Tc}$  in vitro (pomocí kitu v laboratoři) nebo in vivo (i. v. premedikace 20 mg/kg Sn-pyrofosfátem a po 30 minutách následná i. v. aplikace [ $^{99m}\text{Tc}$ ]- $\text{TcO}_4$ ). Při použití in vivo značení je vhodná premedikace 400 mg chloristanu p. o. minimálně 30 minut před podáním [ $^{99m}\text{Tc}$ ]- $\text{TcO}_4$ .

Národní diagnostická referenční úroveň – 800 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card).

Aplikovaná aktivita RF je většinou 400 MBq.

U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab.1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Premedikace chloristanem při in vivo značení erythrocytů.

Vyšetření provádíme nalačno, 48 hod. před zátěžovým testem vysadíme  $\beta$ -blokátory (pokud lze).

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení o vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením – zvláště při zátěžovém vyšetření je preferována písemná forma souhlasu. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita, laktace), informace o prodělaných úrazech, operacích a nemocích s možným poškozením skeletu, stav ledvinných funkcí, dosavadní vyšetření a současná terapie.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

I. v. aplikace RF se provádí v klidu nebo na vrcholu zátěže (nejlépe do zavedené kanyly).

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

## Provádění zátěžových testů

### Fyzická dynamická zátěž

Používá se speciální bicykl, kdy pacient je v poloze pololeže na zádech s detektorem scintilační kamery nad hrudníkem v modifikované levé šikmé přední projekci. Nejprve se provede klidová radionuklidová ventrikulografie, poté je zahájena vlastní zátěž. Monitoruje se TK a EKG, po dosažení přiměřené zátěže je zahájena vlastní akvizice dat. Je nutno nastřádat cca 400 – 600 srdečních cyklů, což trvá zpravidla 3 až 4 min., a po tuto dobu je nutno udržet konstantní zátěž a tepovou frekvenci (TF). Poloha pololeže je ve srovnání s klasickou bicyklovou ergometrií vsedě obtížnější – dosažená zátěž ve W bývá podstatně nižší a rovněž TF obvykle nepřesáhne 85 % maximální aerobní kapacity. Jako důležitý ukazatel míry zátěže se považuje součin systolického

TK a maximální TF (tzv. dvojprodukt), je žádoucí dosáhnout hodnoty dvojproduktu vyšší než 25 000.

#### Dobutaminová radionuklidová ventrikulografie

Nejprve provedeme klidové vyšetření, poté následuje infuze dobutaminu – stejně jako u perfuzní scintigrafie myokardu se postupně po 3 min. zvyšuje koncentrace od nízkých dávek dobutaminu (10 a 20  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min.}$ ) po vysoké dávky (30 a 40  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min.}$ ). Po dosažení adekvátní TF nebo hodnoty dvojproduktu je zahájena akvizice dat stejně jako u fyzické zátěže.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost při vyšetření:

Vleže na zádech.

8.4 Akvizice scintigramů:

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, volbu šířky okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Data jsou snímána s EKG synchronizací (pacient má nalepeny tři elektrody), která umožňuje rozdělit srdeční cyklus na jednotlivé fáze, výsledkem je záznam 16 až 32 snímků během jednoho srdečního cyklu. Klidové i zátěžové vyšetření se provádí v levé přední šikmé projekci (LAO, úhel může být větší nebo menší než 45°, rozhoduje nejlepší separace mezikomorového septa), detektor lze v kraniokaudálním směru o 10 až 20° sklonit (poloha modifikovaná LAO – MLAO). Zaznamenává se zpravidla 400 – 600 srdečních cyklů, nebo je akvizice omezena časem (5 – 10 min.) nebo počtem shromážděných impulzů (obvykle až 5 000 000), matice 64 x 64 nebo 28 x 128. Pro klidové zobrazení se používají rovněž přední (ANT) a levá boční projekce (L Lat).

8.5 Zpracování obrazu:

#### Vizuální hodnocení

Vizuální hodnocení obrazů jednotlivých fází srdečního cyklu slouží k orientačnímu posouzení regionální hybnosti stěn srdečních komor (projekce LAO, ANT, L Lat).

#### Kvantitativní hodnocení

Kvantitativní hodnocení dat získaných v projekci LAO umožňuje automatickou kvantifikaci globální a regionální funkce levé komory – ejekční frakce, maximální ejekční a plnicí rychlost, analýza fázového a amplitudového obrazu apod. Hodnocení funkčních parametrů pravé komory je při tomto způsobu vyšetření nepřesné.

8.6 Vytvoření závěru z vyšetření:

Zpráva o vyšetření obsahuje

- administrativní data,
- klinické informace o pacientovi (indikace), pokud byla provedena zátěž: průběh a typ zátěžového testu, je třeba uvést obtíže pacienta během zátěže a hodnocení EKG,
- popis nálezu, včetně hodnocení regionální abnormality hybnosti stěn, stanovení ejekční frakce levé komory a ostatních funkčních parametrů,
- klinický závěr ve vztahu k indikaci.

8.7 Likvidace odpadu kontaminovaného radionuklidem po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Rovnovážná radionuklidová ventrikulografie – [ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ]-erythrocyty		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,023 srdce	0,007

Děti 5 let	0,066 srdce	0,021
------------	-------------	-------

Název standardu: **NRS radionuklidové kardiografie (metoda prvního průtoku)**

Číslo standardu: **NM/SC/KARDV/3**

Vazba na výkon v SZV: 47125

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Radionuklidová angiokardiografie je diagnostické vyšetření, při němž se sleduje tranzit kompaktního bolu RF pravým srdcem, plicemi a levým srdcem. Poskytuje možnost hodnotit regionální a globální funkci komor, dále lze detekovat a kvantifikovat hemodynamicky významné srdeční zkratové vady.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Jednohlavá (jednodetektorová) scintilační kamera, lze použít i vícedetektorové kamery. Při hodnocení kinetiky srdečních komor je potřebné zařízení pro EKG-hradlování (gating). Používají se kolimátory LEHR nebo LEAP. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou hodnocení funkčních parametrů pravé a levé komory srdeční a detekce a kvantifikace levo-pravého srdečního zkratu.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 a v komentáři k tabulce).

### 6. Radiofarmaka

Národní diagnostická referenční úroveň – 900 MBq (vyšší aktivitu RF lze podat pouze ve zvlášť zdůvodnitelných případech).

Nejčastěji se používá [<sup>99m</sup>Tc]-DTPA, aplikovaná aktivita je obvykle v rozmezí 500 – 800 MBq. Lze také použít [<sup>99m</sup>Tc]-technecistan o stejné aktivitě po předchozí blokádě štítné žlázy Chlorigenem.

Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podává aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení.

Aplikovaná aktivita RF a hmotnost pacienta se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

Pokud by byla radionuklidová angiokardiografie prováděna jako součást komplexní studie, která přímo pokračuje perfuzní scintigrafií myokardu, potom je možno v tomto případě použít [<sup>99m</sup>Tc]-MIBI a [<sup>99m</sup>Tc]-tetrafosmin. Aplikovaná aktivita těchto RF i diagnostická referenční úroveň se v tomto případě řídí pravidly platnými pro perfuzní scintigrafii myokardu (viz NM/SC/KARDV/1 NRS scintigrafie myokardu perfuzní).

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Obecně není nutná speciální příprava pacienta. Při použití technecistanu je nutná premedikace chloristanem.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita, laktace), informace o prodělaných úrazech, operacích a nemocích, dosavadních vyšetřeních a současné terapii.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

I. v. aplikace RF se provádí do antekubitální žíly, nebo do v. jugularis interna nebo také do v. subclavia. Podává se bolus RF o vysoké měrné aktivitě. Při aplikaci do antekubitální žíly plynule navazuje na aplikaci RF o malém objemu rychlá aplikace 20 ml fyziologického roztoku (vhodná je například hadičková metoda – RF ze spojovací hadičky je rychle injikováno proplachem fyziologickým roztokem).

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost při vyšetření:

Vleže na zádech, event. vsedě.

### 8.4 Akvizice scintigramů:

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíře okénka se volí v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Vyšetření se provádí v pravé přední šikmé projekci se sklonem detektoru kamery zhruba 45°, kdy lze nejnáze oddělit obrysy komor od síní, plicnice a aorty. Levá přední šikmá projekce se obvykle používá, chceme-li zhodnotit kinetiku inferobazálního nebo posterobazálního segmentu stěny levé komory. Přední projekce je obvyklá při detekci a kvantifikaci nitrosrdečních zkratů. Doba vyšetření je krátká, obvykle 30 – 60 s, nahrávají se sekvence obrazů 25 – 50 ms/obraz.

### 8.5 Zpracování obrazu:

#### Hodnocení funkčních parametrů komor

Při funkčním vyšetření komor se pomocí počítače zkonstruují křivky závislosti četnosti impulzů na čase (histogramy) z oblasti pravé nebo levé srdeční komory a korigují se na hodnoty pozadí. Dále se vytvoří reprezentativní srdeční cyklus pro výpočet ejekční frakce pravé (sumace 3 – 5 srdečních cyklů) nebo levé komory (sumace 4 – 8 cyklů). Hodnocení funkčních parametrů pravé komory je při tomto způsobu vyšetření přesnější než u radionuklidové ventrikulografie (nedochází k překrývání pravé komory s pravou síní), naopak při hodnocení funkčních parametrů levé komory je přesnější radionuklidová ventrikulografie.

#### Detekce a kvantifikace nitrosrdečních zkratů

Nejčastěji se jedná o levo-pravé zkraty, po vizuálním zhodnocení scintigramů se hodnotí křivky časového průběhu změn četnosti impulzů z oblasti zájmu nad pravou a levou komorou a nad plicemi (pulgogram). Je-li přítomen levo-pravý zkrat, objeví se na pulmogramu záhy po vrcholu prvního průtoku další, tzv. recirkulační vrchol. Matematickou analýzou je stanoven poměr plicního průtoku  $Q_p$  a systémového průtoku  $Q_s$ , který kvantitativně vyjadřuje velikost levo-pravého zkratu.

### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření:

Zpráva o vyšetření obsahuje:

- administrativní data,
- klinické informace o pacientovi (indikace),
- popis nálezu, včetně hodnocení regionální abnormality hybnosti stěn komor, kvantifikace nitrosrdečních zkratů a ostatních funkčních parametrů,
- klinický závěr ve vztahu k indikaci.

### 8.7 Likvidace kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště)

### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

## 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Radionuklidová kardioangiografie – [ <sup>99m</sup> Tc]-DTPA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,062 močový měchýř	0,0049
Děti 5 let	0,095 močový měchýř	0,009

Název standardu: **NRS radionuklidové flebografie**

Číslo standardu: **NM/SC/KARDV/4**

Vazba na výkon v SZV: 47139

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení žilního řečiště.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera – kolimátor LEHR, případně LEAP. Použití přístroje pro celotělovou scintigrafii umožňuje vytvoření jednoho přehledného scintigramu zobrazujícího celý žilní systém. Při eventuální návazné perfuzní scintigrafii plic zvýší použití zařízení SPECT senzitivitu detekce subsegmentálních defektů. Typ vyhodnocovacího vyšetření. Kontrola kvality viz I.4. *Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

Případně další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení: škrtidla, bodové zdroje k označení anatomických markerů. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací vyšetření je posouzení průchodnosti hlubokého a povrchního žilního systému končetin především při nejasném sonografickém nálezu (zvláště v oblastech sonograficky hůře posouditelných). Je-li vyšetření provedeno jako součást diagnostiky embolizace do plic, neexistuje absolutní kontraindikace pro toto vyšetření. Gravidita a laktace jsou jen relativní kontraindikací – při nutnosti provedení vyšetření je nutno minimalizovat aplikovanou aktivitu RF. Při laktaci je třeba přerušit kojení dítěte na dobu 12 hodin.

### 6. Radiofarmakum

<sup>99m</sup>Tc-RF s rychlým vylučováním (DTPA, MAG3) o aktivitě 400 – 800 MBq na jednu končetinu nebo <sup>99m</sup>Tc-makroagregáty albuminu nebo mikrosféry registrované pro dané vyšetření o aktivitě 200 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 200 MBq na jednu končetinu (vyšší aktivitu RF lze podat pouze ve zvlášť zdůvodnitelných případech).

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF a hmotnost pacienta se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.



Kromě aktivity je kontrolován i počet aplikovaných částic, při aplikaci nesmí být překročen bezpečný limit celkového aplikovaného množství částic makroagregátů albuminu nebo mikrosfér (limit pro dospělou osobu je 700 000 částic, pro novorozence 50 000, pro roční dítě 165 000). Vychází se přitom z deklarace laboratoře připravující RF, která stanoví počet částic v 1 ml nebo určí přímo maximální aplikovatelný objem.

#### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Není nutná.

#### 8. Průběh vyšetření

##### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na relativní kontraindikace vyšetření a klinické informace vztažené k postiženému žilnímu systému a embolizaci do a. pulmonalis (především prodělaná embolizace do a. pulmonalis, hluboká tromboflebitida, hormonální antikoncepční terapie).

##### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Frakcionovaná i. v. aplikace RF do žilky na periferii vyšetřovaného žilního povodí (vhodná je aplikace RF směrem do periferie končetiny).

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

##### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Vleže.

##### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotoník 140 keV, volba šíře okénka v souladu s doporučením výrobce přístroje. V typickém případě se nahrává série statických scintigramů s délkou akvizice jednotlivých scanů omezenou na 20 tisíc impulsů nebo na 20 až 30 sekund. Scintigramy (v matici 128 × 128 nebo jemnější postupně) zobrazují celou vyšetřovanou oblast od periferie k centru. Nahrávání jednotlivých scintigramů je zahajováno v okamžiku přítoku RF do zorného pole kamery. Nejdříve se provádí vyšetření při škrtidlech založených na končetině, tak aby byl uzavřen povrchový žilní systém, poté se provádí studie se sejmutými škrtidly. Bodovými zdroji jsou na scintigramech označeny anatomické struktury (např. kontury kolen, spina iliaca ant. sup. aj.).

Při nahrávání v režimu celotělové scintigrafie se volí matice 512 × 256 a jemnější. Vhodný je krokový postup nahrávání studie s jednotlivými 30vteřinovými kroky. Méně vhodný je kontinuální pohyb kamery, rychlost posunu je pak individualizována dle vyšetřované oblasti s celkovou dobou nahrávání studie 3 – 6 minut.

Při vyšetření žilního systému horní končetiny je možné také zvolit dynamický záznam zahájený v okamžik aplikace RF s frekvencí 1 scintigram/1 s vždy po dobu 1 minuty se škrtidlem a bez škrtidla.

##### 8.5 Zpracování a vyhodnocení obrazu

Planární scintigramy – zobrazení obrazů v monochromatické barevné škále při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulsů. Cílem je kvalitní zobrazení oblastí s nízkou četností aktivity.

##### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření:

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

##### 8.7 Likvidace kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště)

##### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Radionuklidová flebografie [ <sup>99m</sup> Tc]-MAA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,066 plíce	0,011
Děti 5 let	0,2 plíce	0,034

Radionuklidová flebografie [ <sup>99m</sup> Tc]-mikrosféry		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,058 plíce	0,01
Děti 5 let	0,18 plíce	0,03

## NM/SC/CNS Centrální nervový systém

Název standardu: **NRS pro SPECT mozku – vyšetření regionální mozkové perfuze**

Číslo standardu: **NM/SC/CNS/1**

Vazba na výkon v SZV: 47249

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení rozložení regionální mozkové perfuze.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera umožňující SPECT vyšetření – počet detektorů 2 nebo 3, typ kolimátoru LEHR s paralelními otvory nebo fan beam kolimátory. Jednodetektorová kamera je pro toto vyšetření nevhodná. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery).*

Zařízení k fixaci hlavy pacienta. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.* Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A.*

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací k vyšetření jsou:

- akutní a chronické poruchy cerebrovaskulární perfuze,
- detekce epileptického ložiska,
- diagnostika demencí,
- vyšetření cerebrovaskulární perfuzní rezervy.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 a v komentáři k tabulce). Kontraindikací je kompletní nespolupráce pacienta.

### 6. Radiofarmaka

- [<sup>99m</sup>Tc]-HMPAO (hexamethyl propylen amino oxim) nestabilizovaný nebo stabilizovaný,
- [<sup>99m</sup>Tc]-ECD (ethyl cysteinát dimer).

Obvyklá aktivita RF aplikovaná dospělým pacientům je 555 – 800 MBq (typicky 740 MBq), dětem 7,4 – 11,1 MBq/kg hmotnosti, minimální aplikovaná aktivita RF 110 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 800 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň).

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF a hmotnost pacienta se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta

Před příchodem pacienta k vyšetření: pacient by neměl pít nápoje s obsahem kofeinu a jiné energetické nápoje, alkohol, neměl by kouřit a užívat léky, o kterých je známo, že ovlivňují mozkové prokrvení. Otázku vysazení léků je vhodné před vyšetřením konzultovat s ošetřujícím lékařem.

Před aplikací RF: ujistit se, že pacient je schopen spolupráce během vyšetření (ležet bez pohybu 30 – 60 min.). K dosažení stabilního prostředí v době aplikace RF a doby jeho akumulace v mozku je nutné dodržet tato pravidla: umístit pacienta do tiché a polozatemnělé místnosti, zavést 10 až 15 min. před aplikací RF i. v. kanylu k zabránění pocitu bolesti z venepunkce při aplikaci RF, uložit pacienta do pohodlné polohy (nejlépe vleže na zádech), informovat pacienta, že má ponechat zavřené oči (nebo použít masky k zakrytí očí), neucpávat uši, pacient by neměl mluvit, číst a pohybovat se přinejmenším 5 min. před a 5 min. po aplikaci RF, nekomunikovat s pacientem přinejmenším 5 min. před a po aplikaci RF, zaznamenat jakoukoliv událost, která by mohla ovlivnit regionální mozkovou perfuzi během aplikace RF (např. pohyb nebo mluvení pacienta atd.), vhodné je dodržovat na svém pracovišti stejné prostředí a pravidla při všech vyšetřeních mozkové perfuze.

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, neurologické a psychiatrické onemocnění, pro které se vyšetření provádí, současný neurologický a psychiatrický stav, prodělané nemoci, operace, radiační terapie nebo úrazy mozku, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

Užitečné jsou informace o výsledcích nedávno provedených morfologických vyšetřeních mozku (CT, MRI).

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

I. v. aplikace RF. Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Je-li nezbytné podání sedativ, měly by být podány 5 min. po aplikaci RF. Pacient by se měl těsně před zahájením vyšetření vymočit (z důvodu maximálního komfortu během vyšetření). Poloha vleže na zádech s fixací hlavy, optimální je poloha s kantomeatální linií kolmou na podložku. Mozeček musí být rovněž v zorném poli detektoru. Pacient musí být informován o délce vyšetření a nutnosti nepohybovat během vyšetření hlavou.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení energetického okna na fotopík 140 keV, volba šíře okénka v souladu s doporučením výrobce přístroje. Při použití [<sup>99m</sup>Tc]-HMPAO je doporučeno zahájit akvizici scintigramů zhruba za 90 min. po aplikaci RF, kdy je obvykle dosahováno jejich nejlepší kvality (scintigramy získané za 20 – 30 min. po aplikaci RF jsou však obvykle rovněž interpretovatelné!). Při použití [<sup>99m</sup>Tc]-ECD je doporučeno zahájit akvizici scintigramů za 45 – 60 min. po aplikaci RF, kdy je obvykle dosahováno jejich nejlepší kvality (scintigramy získané za 20 – 30 min. po aplikaci RF jsou obvykle rovněž interpretovatelné!). Vyšetření by mělo být ukončeno během 4 hod. po aplikaci RF. Poznámka: Výše uvedené odlišné časy zahájení akvizice odrážejí rozdíly v doporučených postupech dle EANM a SNM.

SPECT celkový počet projekcí 120 (128) snímací úhel  $\leq 3^\circ$ , celkový úhel rotace  $360^\circ$ , doba záznamu jedné projekce 25 – 30 sec., matice  $128 \times 128$ , celkový počet nashromážděných impulzů by měl být vyšší než 5 milionů.

### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu a vyhodnocení vyšetření

Zpracování SPECT viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM – část 8.5. SPECT.

Komparativní hodnocení – pokud je k dispozici příslušný software, je vhodné použít ROI techniky ke srovnání regionálních abnormalit mozkové perfuze s perfuzí korespondujících struktur v kontralaterální hemisféře nebo jiné referenční oblasti (např. mozečku, hemisféře, celém mozku). Při dostupnosti je vhodné použít i semikvantifikační vyhodnocovací programy typu statistické parametrické mapování, Neurogam apod.

Vyhodnocení informací získaných scintigrafickým vyšetřením se provádí při zvážení všech relevantních údajů o zdravotním stavu pacienta a na základě současného stavu znalostí v oboru NM.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

SPECT vyšetření mozkové perfuze [ <sup>99m</sup> Tc]-HMPAO		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,034 ledviny	0,0093
Děti 5 let	0,081 ledviny	0,027

SPECT vyšetření mozkové perfuze [ <sup>99m</sup> Tc]-ECD		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,049 močový měchýř	0,0074
Děti 5 let	0,072 močový měchýř	0,019

Název standardu: **NRS pro SPECT zobrazení dopaminových transportérů ve striatu pomocí ligandů značených <sup>123</sup>I**

Číslo standardu: **NM/SC/CNS/2**

Vazba na výkon v SZV: 47249

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení dopaminových transportérů ve striatu.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Scintilační kamera umožňující SPECT vyšetření – počet detektorů 2 nebo 3, nebo jiná dedikovaná SPECT kamera pro zobrazení mozku. Použití jednodetektorové kamery se nedoporučuje. Kolimátory LEHR nebo LEUHR s paralelními otvory, popřípadě fan-beam kolimátory. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery).*

Zařízení k fixaci hlavy pacienta. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je diferenciální diagnostika poruch hybnosti – odlišení patologických stavů s deficitem (Parkinsonova choroba, parkinsonské syndromy atd.) a bez deficitu dopaminových transportérů (především esenciální tremor). Vhodnou indikací je také diagnostika nemoci s Lewyho tělísky.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení z vitální indikace je možné při minimalizaci aplikované aktivity RF). Při laktaci je nutné přerušit kojení dítěte na 24 hodin po vyšetření.

Nespolupráce pacienta.

#### 6. Radiofarmakum

[<sup>123</sup>I]-FP-CIT ([<sup>123</sup>I]-Ioflupan, N-ω-fluoropropyl-carbomethoxy-3β-(4-iodophenyl) nortropan).

Diagnostická referenční úroveň 200 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň).

Obvyklá aktivita RF aplikovaná dospělým pacientům je 150 – 200 MBq (typicky 185 MBq). V dětském věku se vyšetření standardně neprovádí. U pacientů s hmotností vyšší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF přepočte podle tab.1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

#### 7. Příprava pacienta

##### Před příchodem pacienta k vyšetření

Před vyšetřením by pacient neměl užívat žádné léky, které ovlivňují vazbu dopaminových transportérů (kromě případů, kdy je specifickým cílem studie zhodnotit efekt medikace na tuto vazbu).

##### Před aplikací RF

Ujistit se, že pacient je schopen spolupráce během vyšetření (ležet bez pohybu 40 – 60 min.). Je-li nezbytné použití sedativ, měla by být podána nejdříve 1 hod. před SPECT akvizicí.

Je možné zvážit blokádu akumulace volného <sup>123</sup>I ve štítné žláze a chorioideálních plexech (1000 mg perchlorátu přinejmenším 30 min. před aplikací RF), toto však není bezpodmínečně nutné.

##### Před scintigrafií

Těsně před zahájením vyšetření by se měl pacient vymočit (z důvodu maximálního komfortu během vyšetření).

#### 8. Průběh vyšetření

##### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, neurologické onemocnění, pro které se vyšetření provádí, současný neurologický stav, prodělané nemoci, operace, hypertenze, ischemická choroba srdeční, další projevy aterosklerózy, tranzitorní ischemické ataky, příp. cévní mozkové příhody, úrazy hlavy, zejména spojené s bezvědomím, na infekční onemocnění, zejména neuroinfekce.

Užitečné jsou informace o výsledcích nedávno provedených morfologických vyšetřeních mozku.

##### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Pomalá i. v. aplikace (přibližně 20 sec.) následovaná aplikací fyziologického roztoku sedícímu nebo ležícímu pacientovi. Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

##### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha vleže na zádech s fixací hlavy. Pacient musí být informován o aktuální době vyšetření a nutnosti nepohybovat během vyšetření hlavou.

##### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení energetického okna na fotoník 159 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Akvizici scintigramů zahájit za 3 – 6 hod. po aplikaci RF. Je vhodné používat fixní čas mezi aplikací RF a začátkem akvizice, aby byla zajištěna možnost interindividuální i intraindividuální komparace při sledování pacientů.

SPECT zobrazení, matice 128 x 128, zoom 1,25 – 1,33, kruhová orbita, způsob akvizice „step and shoot“; možný je záznam kontinuální rotací, která zkracuje celkovou dobu akvizice a minimalizuje otřesy systému, 35 – 45 sec. na projekci, celková doba snímání 40 – 50 min., snímací úhel  $\leq 3^\circ$ , celkový úhel rotace  $360^\circ$ , celkový počet impulzů na projekci zhruba 30 000, celkový počet impulzů na celé vyšetření by měl být u zdravého pacienta vyšší než 3 miliony.

#### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu a vyhodnocení vyšetření:

Zpracování SPECT viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM – část 8.5. SPECT*  
Hodnocení scintigramů: vizuální a kvantitativní nebo semikvantitativní.

Komparativní hodnocení – k hodnocení specifické vazby RF (dopaminového transportéru) ve striatu a striálních suboblastech (hlava nc. caudatus, putamen) je nezbytné použít ROI technik (normalizace na pixel nebo voxel). Referenční oblasti s absencí (nebo nízkou denzitou) dopaminového transportéru (např. okcipitální kortex, mozeček) jsou použity ke zhodnocení nespecifické vazby. Je vhodné, aby velikost ROI a její tvar byly standardizovány. Specifické vazba RF v tkáni se hodnotí pomocí poměrů získaných ROI technikami, vypočtená hodnota je srovnávána s hodnotami u pacientů a u jedinců s fyziologickým nálezem (nejlépe odpovídajících věku vyšetřovaného) vyšetřených a hodnocených stejnou technikou.

Vyhodnocení informací získaných scintigrafickým vyšetřením se provádí při zvážení všech relevantních údajů o zdravotním stavu pacienta a na základě současného stavu znalostí v oboru NM.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

SPECT zobrazení dopaminových transportérů ve striatu pomocí ligandů značených $^{123}\text{I}$		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	Stěna močového měchýře: 0,054 tlusté střevo: 0,042	0,024
Děti 5 let	Udaje nejsou k dispozici – vyšetření se neprovádí	Udaje nejsou k dispozici – vyšetření se neprovádí

Název standardu: **NRS scintigrafie cerebrospinálních likvorových cest (cisternografie)**

Číslo standardu: NM/SC/CNS/3

Vazba na výkon v SZV: 47253

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení cerebrospinálních likvorových prostorů, případně k zobrazení patologického toku likvoru nebo k detekci likvorey.

## 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*. Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

## 3. Přístroj

Scintilační kamera – počet hlav 1 nebo 2, kolimátor pro střední energie záření s paralelními otvory. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*. Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k intratekální aplikaci RF.

4. Personální zajištění viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je diagnostika likvorey a diagnostika normotenzního hydrocefalu.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmakum

- [<sup>111</sup>In]-DTPA (diethylenetriaminopentaoctová kyselina) určená pro intratekální aplikaci.

Obvyklá aktivita RF aplikovaná dospělým pacientům je 40 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 40 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň).

Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podává aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušné NRS pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta

Před vyšetřením není nutná speciální příprava pacienta. Před provedením lumbální punkce je nutný informovaný souhlas pacienta. Při průkazu likvorey a tamponování dutiny s výtokem tekutiny tamponem schopným absorbovat tekutinu. Před zavedením tamponu je nutno změřit hmotnost tohoto tamponu.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, onemocnění, pro které se vyšetření provádí, a prodělané nemoci nebo úrazy, které mohou výsledek vyšetření ovlivnit.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Intratekální aplikace lumbální punkcí. Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

- Při použití scintilační kamery s jedním detektorem poloha pacienta vleže na zádech při snímání oblasti hlavy v přední a obou bočních projekcích, v poloze na zádech při snímání hlavy v zadní projekci a zobrazení lumbální oblasti (v místě lumbální punkce).

- Při použití scintilační kamery se dvěma detektory poloha pacienta vleže na zádech.

- V zorném poli detektoru musí být vždy celá hlava pacienta.

- Při provádění přední projekce by měla být hlava pacienta orientována tak, aby byla orbitomeatální linie kolmá na čelo detektoru, při provádění bočních projekcí by měla být hlava pacienta rotována tak, aby příslušná strana hlavy byla rovnoběžná s detektorem.

8.4 Akvizice scintigramů:

Nastavení energetických oken na fotopíky 171 keV a 245 keV, volbu šíře energetických oken provést v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Provedení statického scintigramu lumbální oblasti za dvě hodiny po aplikaci RF.

Provedení statických scintigramů hlavy v přední, zadní a obou bočních projekcích za 2, 6 a 24 hodin po aplikaci RF.

Je-li to nezbytné, provádí se statická scintigrafie hlavy ve výše uvedených projekcích za 48 nebo za 72 hod. po aplikaci RF.

Celkový počet impulzů v každé projekci 200 000, matice 256 x 256.

Je-li za 2 hod. po aplikaci RF v oblasti hlavy nedostatečná četnost impulzů, je nutné na základě pečlivého zhodnocení scintigramu lumbální oblasti rozhodnout, zda nedošlo k extravazaci RF mimo subarachnoidální prostor. V pozitivním případě je vyšetření ukončeno.

Při přímé detekci likvorových píštělí je vhodné provést dodatečně statickou scintigrafii oblasti břicha k eventuálnímu průkazu spolknuté radioaktivity.

- 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu a vyhodnocení vyšetření  
Zobrazení výsledných obrazů v monochromatické nebo barevné škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

Při detekci rhinorhey nebo otorhey se provede změření hmotnosti tamponu před zavedením do sledované oblasti (do uší nebo do nosu) a po jeho vyjmutí, čímž se určí hmotnost tekutiny vsáklé do tamponu. Pak se změří aktivita RF v tamponech, vypočte se měrná aktivita tekutiny vsáklé do tamponu a ta se srovná s radioaktivitou séra pacienta.

Vyhodnocení informací získaných scintigrafickým vyšetřením se provádí při zvážení všech relevantních údajů o zdravotním stavu pacienta a na základě současného stavu znalostí v oboru NM.

- 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření:

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

- 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

- 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie likvorových prostorů [ <sup>111</sup> In]-DTPA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,95 mícha	0,14
Děti 5 let	nestanoveno	nestanoveno

Název standardu: **NRS pro stanovení mozkové smrti**

Číslo standardu: **NM/SC/CNS/4**

Vazba na výkon v SZV: 47249

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

1. Účel

Vyšetření slouží ke stanovení diagnózy mozkové smrti.

2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*. Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

3. Přístroj



Scintilační kamera vybavená detektory s dostatečně velkým zobrazovaným polem umožňujícím současně zobrazení celé oblasti hlavy a krku, preferována je gama kamera se dvěma detektory, typ kolimátoru LEHR s paralelními otvory. V případě provedení SPECT vyšetření gama kamera se dvěma detektory, typ kolimátoru LEHR s paralelními otvory. Jednodetektorová kamera je pro toto vyšetření méně vhodná. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Zařízení k fixaci hlavy pacienta. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací k vyšetření je ověření diagnózy mozkové smrti se stabilizovaným krevním oběhem.

Kontraindikované je provedení vyšetření na pracovišti, které nemá perfuzní scintigrafii mozku ve spektru rutinních metod a nemá s ní prokazatelné zkušenosti – vyšetření navíc musí řídit a uzavřít lékař se specializací v oboru NM. Relativní kontraindikací je věk pacienta nižší než 12 měsíců.

#### 6. Radiofarmaka

- [<sup>99m</sup>Tc]-HMPAO (hexamethyl propylen amino oxim) nestabilizovaný nebo stabilizovaný,
- [<sup>99m</sup>Tc]-ECD (ethyl cysteinát dimer).

Obvyklá aktivita RF aplikovaná dospělým pacientům je 555 – 800 MBq (typicky 740 MBq), dětem 7,4 – 11,1 MBq/kg hmotnosti, minimální aplikovaná aktivita RF 110 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 800 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň).

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF a hmotnost pacienta se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

#### 7. Příprava pacienta

Bez speciální přípravy – při transportu a při vyšetření je nutno zabezpečit pokračování anesteziologicko-resuscitační péče o pacienta, je přitom brán zvýšený zřetel na udržování potřebné výše krevního tlaku pacienta (viz kontraindikace vyšetření).

#### 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Vzhledem k tomu, že je vyšetřován pacient v bezvědomí, je souhlas k vyšetření zajištěn dle platných právních předpisů.

Získání informací přímo od pacienta není vzhledem k indikaci vyšetření možné, informace o patologickém stavu jsou získány od doprovodu či blízké osoby pacienta a ze zdravotnické dokumentace. Užitečné jsou informace o výsledcích nedávno provedených morfologických vyšetření mozku (především angiografie, případně CT nebo MRI mozku).

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

I. v. aplikace RF ve formě bolu aktivity.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha vleže na zádech s fixací hlavy, optimální je poloha s kantomeatální linií kolmou na podložku. Mozeček musí být bezpodmínečně v zorném poli detektoru. Součinnost pacienta nelze předpokládat, uvedení pacienta do pozice nutné k vyšetření a zabezpečení stabilní polohy hlavy během vyšetření je záležitostí zdravotnického personálu, anesteziolog zabezpečuje pokračování anesteziologicko-resuscitační péče i během vyšetření.

#### 8.4 Akvizice scintigramů:

Nastavení energetického okna na fotopík 140 keV, volba šíře okénka v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Pokud je aplikace radiofarmaka provedena přímo pod kamerou, je současně s rychlou i. v. aplikací (bolus) radiofarmaka zahajováno v režimu dynamické scintigrafie snímání hlavy a krku v přední (eventuálně současně i v zadní) projekci, frekvence scintigramů je 1 scintigram/1 – 2 s, doba snímání 30 až 60 sekund.

Základním vyšetřením jsou statické planární scintigramy hlavy ve čtyřech základních projekcích (přední, zadní a bočné projekce ideálně s odstupem 20 minut od aplikace radiofarmaka), minimální doba akvizice jedné projekce je 3 minuty, minimální počet impulzů na projekci je 300 000.

Vyšetření SPECT nemusí být rutinně prováděno. Pokud to instrumentář udržující životní funkce pacienta umožňuje, je toto vyšetření vhodné doplnit (zahajované nejdříve 20 minut po aplikaci RF).

Optimální režim SPECT – celkový počet projekcí 120 (128) snímací úhel  $\leq 3^\circ$ , celkový úhel rotace  $360^\circ$ , doba záznamu jedné projekce 25 – 30 sec., matice 128 x 128.

#### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu a vyhodnocení vyšetření

Při dynamické scintigrafii se posuzuje, zda nejsou přítomny známky přítoku RF do intrakraniálních tepen (tento typ nálezu by svědčil proti diagnóze mozkové smrti).

Při statické scintigrafii a při event. SPECT vyšetření se posuzuje, zda nejsou přítomny známky depozice RF v žádné ze struktur mozku (tento typ nálezu by svědčil proti diagnóze mozkové smrti). Zpracování SPECT viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM – část 8.5. SPECT.

Vyhodnocení informací získaných scintigrafickým vyšetřením se provádí na základě současného stavu znalostí v oboru NM. Průkazem mozkové smrti je nepřítomnost veškerých známek perfuze mozku (intrakraniálně bez známek prokrvení, při mozkové smrti může být perfuze zachována ve lbi, skalpu a obličejí).

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

SPECT vyšetření mozkové perfuze [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-HMPAO		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,034 ledviny	0,0093
Děti 5 let	0,081 ledviny	0,027

SPECT vyšetření mozkové perfuze [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-ECD		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,049 močový měchýř	0,0074
Děti 5 let	0,072 močový měchýř	0,019

## NM/SC/PULM Scintigrafie plic

Název standardu: **NRS scintigrafie plic perfuzní**

Číslo standardu: NM/SC/PULM/1

Vazba na výkon v SZV: 47257

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení perfundovaného plicního parenchymu.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera – kolimátor LEHR, případně LEAP. Použití dvoudetektorové kamery je vhodné u imobilních pacientů vyšetřovaných vleže, zkracuje dobu vyšetření. SPECT zvýší senzitivitu detekce subsegmentálních defektů. Typ vyhodnocovacího vyšetření.

Kontrola kvality viz I. 4. *Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Pomůcky k aplikaci RF i. v.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

### 5. Indikace a kontraindikace

Nejčastější indikací je diagnostika embolizace do a. pulmonalis. Méně častou indikací je posouzení plicní funkce, například před transplantací, nebo průkaz pravo-levého plicního zkratu.

Při diagnostice embolizace do plic neexistuje absolutní kontraindikace pro toto vyšetření. Gravidita a laktace je jen relativní kontraindikací – při nutnosti provedení vyšetření je nutno minimalizovat aplikovanou aktivitu RF. Při laktaci je třeba přerušit kojení dítěte na dobu 12 hodin.

### 6. Radiofarmakum

<sup>99m</sup>Tc-makroagregáty albuminu nebo mikrosféry registrované pro dané vyšetření o aktivitě 200 MBq.

Diagnostická referenční 200 MBq při planárním způsobu vyšetření, při SPECT 300 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň).

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab.1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

Kromě aktivity je kontrolován i počet aplikovaných částic, při aplikaci nesmí být překročen doporučený limit aplikovaného množství částic (dospělá osoba 700 000 částic, novorozenec 50 000, roční dítě 165 000).

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Není nutná.

### 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, totožnosti pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na relativní kontraindikace vyšetření a klinické informace vztažené k embolizaci do a. pulmonalis (především prodělaná embolizace do a. pulmonalis, hluboká tromboflebitida, hormonální antikoncepční terapie) a k onemocnění plic (především chronická bronchitis, karcinom plic). Pokud

byl již proveden rtg snímek plic, je třeba zajistit dostupnost tohoto snímku pro lékaře NM, který scintigrafii plic hodnotí.

#### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Při i. v. aplikaci RF a během následné minuty musí pacient ležet. Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

#### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Na jednodetektorové kameře preferenčně vsedě. Na dvoudetektorové kameře, při SPECT a ze zdravotních důvodů na straně pacienta (imobilní) je používána poloha pacienta vleže. Při diagnostice embolizace do a. pulmonalis u pacientů léčených pro známé plicní onemocnění je při dechových potížích vhodné zvážit podání inhačních bronchodilatancií.

#### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení energetického okna na fotoník 140 keV, volba šíře okénka v souladu s doporučením výrobce přístroje. Scintigrafie je zahajována po 2. minutě od aplikace RF.

Vlastní vyšetření se provádí ve vzpřímené poloze pacienta jako statická planární scintigrafie plic v přední, zadní a bočních šikmých projekcích. Matice statického scintigramu 256 × 256. Délka záznamu scintigramu závisí na předvoleném počtu impulzů – 400 000 impulzů.

SPECT, SPECT/CT (60 nebo 120 projekcí při celkovém úhlu rotace 360°, doba záznamu jedné projekce 15 – 20 sekund, matice 128 x 128).

#### 8.5 Zpracování a vyhodnocení obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu v monochromatické barevné škále při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

Případný SPECT, SPECT/CT – rekonstrukce filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí. SPECT/CT je použito při hodnocení dle kritérií PISA-PED.

Vyhodnocení vyšetření dle PISA-PED nebo nově modifikovaných PIOPED kritérií. Případná semikvantifikace vychytávání RF v plicích – stanovení poměru perfuze pravé a levé plice, případně perfuze jednotlivých plicních polí.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zajišťování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Perfuzní scintigrafie plic [ <sup>99m</sup> Tc]-MAA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,066 plice	0,011
Děti 5 let	0,2 plice	0,034

Perfuzní scintigrafie plic [ <sup>99m</sup> Tc]-mikrosféry		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,058 plice	0,01
Děti 5 let	0,18 plice	0,03

Název standardu: **NRS scintigrafie plic ventilační**

Číslo standardu: **NM/SC/PULM/2**

Vazba na výkon v SZV: 47259, 47261

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení ventilovaného plicního parenchymu. Většinou se provádí jako součást kombinované ventilačně perfuzní scintigrafie plic, v tomto případě se slučují materiální, personální a další požadavky, společně pro oba tyto výkony.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera – kolimátor LEHR, případně LEAP. Použití dvoudetektorové kamery je vhodné u imobilních pacientů vyšetřovaných po inhalaci  $^{99m}\text{Tc}$  aerosolů vleže, zkracuje dobu vyšetření. SPECT zvýší senzitivitu detekce subsegmentálních defektů. Do místního RS uvést typ vyhodnocovacího zařízení a programu. Kontrola kvality viz *Obecné požadavky na zobrazování metodami NM*.

Nutným dalším vybavením jsou přístroje vytvářející techneciem značené aerosoly, generátor  $^{81}\text{Rb}/^{81m}\text{Kr}$  nebo ventilační systém pro  $^{133}\text{Xe}$ . Ventilační systém, do kterého je vháněno RF, které je vdechováno pacientem, musí zabezpečit i odvod vydechovaného RF mimo vyšetřovací místnost (typ ventilačního zařízení, jeho inventární nebo výrobní číslo).

Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru, kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo – ne při použití  $^{81m}\text{Kr}$ .

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Nejčastější indikací je použití tohoto vyšetření jako součásti diagnostiky embolizace do a. pulmonalis. Méně častou indikací je posouzení plicní ventilační funkce, například před transplantací.

Při diagnostice embolizace do plic neexistuje absolutní kontraindikace pro toto vyšetření. Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

### 6. Radiofarmaka:

$^{99m}\text{Tc}$ -aerosoly – 1 vyšetření, diagnostická referenční úroveň 1000 MBq (aktivita v nebulizátoru),

$^{81m}\text{Kr}$  – 1 vyšetření, diagnostická referenční úroveň 6000 MBq (aktivita v generátoru),

$^{133}\text{Xe}$  – 1 vyšetření, t. č. bez stanovené diagnostické referenční úrovně (t. č. není toto RF registrováno).

Pro aplikaci aerosolů dětem je nutno použít aktivitu na dolní mezi aktivit používaných na daném pracovišti. Vzhledem k rozdílné účinnosti přípravy RF, kdy je proměnlivý poměr mezi inhalovaným množstvím a aktivitou použitou k přípravě RF, se nestanovuje množství RF pacientem inhalovaného. Aktivita použitá k přípravě RF a použitý způsob přípravy se zaznamenají v dokumentaci o vyšetření.

Vzhledem k charakteru zobrazení se u pacientů s hmotností vyšší než 70 kg i u dětí uvažovaná optimální aktivita RF nepřepočítává. V dokumentaci k vyšetření se zaznamenává počet vyšetření a typ RF.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Není nutná.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na relativní kontraindikace vyšetření a klinické informace vztažené k embolizaci do a. pulmonalis (především prodělaná embolizace do a. pulmonalis, hluboká tromboflebitida, hormonální antikoncepční terapie) a k onemocnění plic (především chronická bronchitis, karcinom plic). Pokud byl již proveden rentgenový snímek plic, je třeba zajistit dostupnost tohoto snímku pro lékaře NM, který scintigrafii plic hodnotí.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Inhalace RF většinou sedícím pacientem. Při inhalaci plynů přes trojcestný ventil předchází vyšetření výměna antimikrobiálního filtru. Vlastní způsob ovládání zařízení vytvářejícího plynné RF odpovídá návodu přiloženému k přístroji – *konkrétní pracoviště do svého místního RS zapracuje tento postup*. Před aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru) – u generátoru  $^{81}\text{Rb}$ - $^{81\text{m}}\text{Kr}$  provede výrobce.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Vsedě nebo vleže; pacient dýchá při inhalaci RF dle pokynů personálu.

### 8.4 Záznam scintigramů

Při použití  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  aerosolů se nastaví okénko analyzátoru na fotopík 140 keV, volbu šíře okénka je třeba provést v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Při použití netechneciových RF je nutno použít nastavení kamery s polohou energetického okna odpovídající energetickému spektru daného radionuklidu.

Vlastní vyšetření se provádí ve vzpřímené poloze pacienta jako statická planární scintigrafie plic v přední, zadní a bočních šikmých projekcích. Ze zdravotních důvodů na straně pacienta je možno použít i polohu pacienta vleže. Matice statického scintigramu  $256 \times 256$ , akviziční doba scintigramu dle předvoleného počtu impulzů – 400 000 impulzů, výjimečně při nízkých četnostech aktivity RF v plicích se scintigramy nahrávají aspoň na 300 000 impulzů.

SPECT (60 nebo 120 projekcí při celkovém úhlu rotace  $360^\circ$ , doba záznamu jedné projekce 15 až 20 sekund, matice  $128 \times 128$ ).

Zvláštní intervence

Semikvantifikace vychytávání RF v plicích – stanovení poměru ventilace pravé a levé plice, případně ventilace jednotlivých plicních polí.

Hodnocení jednotlivých fází vyšetření  $^{133}\text{Xe}$  – nádechová fáze, ekvilibrium, výdechová fáze.

### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním obrazovém spektru (monochromatické zobrazení) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Případný SPECT – rekonstrukce filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí. Vyhodnocení vyšetření podle nově modifikovaných PIOPED kritérií.

Případná semikvantifikace vychytávání RF v plicích je možná – stanovení poměru perfuze pravé a levé plice, případně perfuze jednotlivých plicních polí.

### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

## 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie plic ventilační <sup>99m</sup> Tc aerosol		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,047 močový měchýř	0,0061
Děti 5 let	0,12 močový měchýř	0,017

Scintigrafie plic ventilační <sup>81m</sup> Kr		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,00021 plíce	0,000027
Děti 5 let	0,00068 plíce	0,000088

Scintigrafie plic ventilační <sup>133</sup> Xe		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,0011 plíce	0,0008
Děti 5 let	0,0037 plíce	0,0027

## NM/SC/NEFROUR Ne fro u ro log ie

Název standardu: **NRS scintigrafie ledvin statická**

Číslo standardu: **NM/SC/NEFROUR/1**

Vazba na výkon v SZV: 47213, 47215, 47269

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení funkčního ledvinného parenchymu.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera – kolimátor LEHR, LEUHR nebo pinhole. Počet hlav kamery není limitujícím faktorem pro vyšetření. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Prostředky k omezení pohybů pacienta: fixační pásy, speciální polštáře atd.

Pomůcky k aplikaci RF i. v.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou:

- detekce postpyelonefritických ložiskových lézí ledvinného parenchymu, případně průkaz akutní pyelonefritidy,
- průkaz tvarových anomálií ledvin,
- detekce ektopických ledvin,
- zhodnocení podílu ledviny nebo její části na celkové ledvinné funkci (včetně průkazu afunkce).

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmakum

[<sup>99m</sup>Tc]-DMSA většinou o aktivitě 100 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 150 MBq, při použití SPECT (SZV č. 47269) diagnostická referenční úroveň 250 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň).

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab.1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

RF podléhají oxidaci, je proto nutné zabránit přístupu vzduchu k RF.

## 7. Příprava pacienta

Zavodnění pacienta před vyšetřením – dospělá osoba standardně vypije půl litru tekutiny 30 až 60 minut před vyšetřením, u pacientů s výraznou odchylkou hmotnosti od průměru je možno vypočítat objem tekutiny tak, aby pacient vypil 7 ml/kg hmotnosti.

Kojenci dostávají vypít navíc jednu porci tekutin proti normálnímu potravnímu režimu. Starší děti jsou povzbuzovány k vypítí co největšího objemu tekutin, průměrně dostanou vypít většinou 200 až 300 ml tekutin.

U neklidných dětí je třeba ve spolupráci s odesílajícím pediatrem dohodnout případnou premedikaci sedativy.

Těsně před scintigrafií se pacient vymočí.

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením.

Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita), onemocnění, pro které se vyšetření provádí, prodělané nemoci nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

I. v. aplikace RF. Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha vleže na zádech, u dětí případně použití prostředků k omezení pohybů pacienta.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotoník 140 keV, šíří okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Statická scintigrafie 2 – 3 hodiny po podání RF.

Zvolené projekce: zadní a zadní šikmé projekce; při výpočtu poměru funkce ledvin, při podezření na ektopii a atypickou konfiguraci ledviny (podkovovitá ledvina atd.) i projekce přední.

Délka záznamu jednotlivých scintigramů je určena především předvolbou na požadovaný počet impulzů na scintigram – u dospělých osob minimálně 300 tisíc impulzů při horním limitu akvizičního času kolem pěti minut, u dětí celkové četnosti adekvátně nižší při zvážení velikosti ledviny. Při použití kolimátoru pinhole je střádáno 100 000 až 200 000 impulzů/scintigram při horním limitu předvoleného času 10 minut.

Maticе 128 × 128 a jemnější. U dětí zoom 1 – 2, který přizpůsobí využívané zorné pole kamery tak, aby v něm byla celá požadovaná oblast ledvin.

Případné zvláštní intervence

U nespoučujících dítěte je možno zvolit režim dynamické scintigrafie s velmi jemnou maticí 128 × 128 a jemnější při celkovém času záznamu 5 – 10 minut. Následuje kontrola průběhu studie a sloučení scintigramů z období bez pohybu pacienta do jednoho statického scintigramu.

Doplňující projekce, speciální projekce

SPECT: 120 projekcí při celkovém úhlu rotace 360°, doba záznamu jedné projekce 15 – 20 sekund, maticе 128 × 128.



Pozdní scintigramy v delším časovém odstupu.

#### 8.5 Zpracování obrazu a výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu:

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu v monochromatické nebo barevné škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální, procentuální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Semikvantifikace vychytávání RF v ledvinách – stanovení poměru funkce pravé a levé ledviny pomocí výpočtu s korekcí na hloubku uložení ledvin a na aktivitu RF v tělovém pozadí (optimální postup je výpočet geometrických průměrů aktivit RF akumulovaného v ledvinách v zadní a přední projekci).

SPECT – viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření:

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování kvality a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie ledvin statická [ <sup>99m</sup> Tc]-DMSA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,18 ledviny	0,0083
Děti 5 let	0,43 ledviny	0,021

Název standardu: **NRS dynamické scintigrafie ledvin**

Číslo standardu: **NM/SC/NEFROUR/2**

Vazba na výkon v SZV: 47217, 47219

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží především k posouzení funkční zdatnosti ledvin a průběhu odtoku moči horními močovými cestami.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*. Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Scintilační kamera s kolimátorem LEAP a vyhodnocovacím zařízením. Počet hlav kamery není limitujícím faktorem pro vyšetření. V případě podezření na dystopickou ledvinu a u pacientů po transplantaci ledviny, ale se zbytkovou funkcí vlastních ledvin se doporučuje použití dvoudetektorové gamakamery se současným záznamem z přední a zadní projekce. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného software. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Případně další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení: stojánek na měření aktivity stříkačky před a po aplikaci RF při měření celkové ledvinové funkce pomocí externího měření.

Měřič aktivity RF (ka librátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikací jsou:

- ledvinná onemocnění, u nichž je třeba samostatně určit funkční zdatnost pravé a levé ledviny a posoudit průběh odtoku moči z kalichopánvičkových systémů a ureterů,
- kontrolní vyšetření k posouzení vývoje ledvinného onemocnění.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 *Obecné části* a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-MAG3 většinou o aplikované aktivitě 75 – 250 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 250 MBq, diagnostická referenční úroveň při hodnocení perfuze ledvin 500 MBq.

[<sup>99m</sup>Tc]-DTPA většinou o aplikované aktivitě 100 – 250 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 250 MBq, diagnostická referenční úroveň při hodnocení perfuze ledvin 500 MBq.

Pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň. Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab.1 v oddílu 16 *Obecné části*. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta

Zavodnění pacienta před vyšetřením – dospělá osoba standardně vypije půl litru tekutiny 30 až 60 minut před vyšetřením, u pacientů s výraznou odchylkou hmotnosti od průměru je možno vypočítat objem tekutiny, tak aby pacient vypil 7 ml/kg hmotnosti.

Kojenci dostávají vypít navíc jednu porci tekutin proti normálnímu potravnímu režimu. Starší děti dostanou vypít 200 – 300 ml tekutin. Těsně před scintigrafií se pacient vymočí.

U neklidných dětí je třeba ve spolupráci s odesílajícím pediatrem dohodnout případnou premedikaci sedativy.

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, onemocnění, pro které se vyšetření provádí, prodělané nemoci nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

I. v. aplikace RF ve formě bolu. Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha vleže na zádech. Méně častěji vsedě, kdy je pacient opřený zády o kameru.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Dynamická scintigrafie je zahajována v okamžiku aplikace RF.

Zvolená projekce: zadní, v zorném poli kamery má být oblast od kaudální části srdce až po močový měchýř včetně.

Délka záznamu scintigramů: dynamická scintigrafie s frekvencí 1 scintigram/10 – 20 s (v případě semikvantitativního hodnocení a hodnocení funkce parenchymu 10s), celková doba záznamu 20 – 45 minut dle typu studie (viz varianty vyšetření), v případě potřeby přesného posouzení perfuze ledvin je třeba vyšetření zahájit úvodní fází dynamické scintigrafie s frekvencí 1 scintigram/1 s. Matice 128 × 128, případně 64 × 64; u dětí zoom, který přizpůsobí zorné pole kamery, tak aby v něm byla celá požadovaná oblast.

### Případné zvláštní intervence

Postmikční scintigramy v období po přechodné vzpřímené poloze pacienta jako pokračování dynamické scintigrafie nebo jako statické scintigramy.

Při měření parametrů celkové ledvinné funkce neozkorkovou metodou se provádí změření aktivity ve stříkačce před aplikací, ve stříkačce po aplikaci a případně aktivity v místě aplikace. Měření aktivit ve stříkačce se provádí ve vzdálenosti 25 – 30 cm od čela kolimátoru – statické scintigramy s předvolbou na 1 minutu, matice 128 × 128 a jemnější.

Při měření parametrů celkové ledvinné funkce vzorkovou metodou se provádí odběr krevního vzorku v čase stanoveném dle používané metody – odběr se provádí z žíly na jiné končetině, než kde byla provedena aplikace RF.

#### 8.5 Zpracování obrazu a výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu

Dynamická scintigrafie – zobrazení obrazů z významných fází vyšetření v monochromatické nebo barevné škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální, procentuální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Zakreslení ROI ledvin a pozadí a výpočet nefrografických křivek (histogramů zobrazujících průběh aktivity RF v levé a pravé ledvině během vyšetření po korekci na aktivitu RF v tělovém pozadí). Výpočet poměru funkce ledvin, případně celkové funkce ledvin, vyhodnocení parametrů popisujících odtok RF z ledvin, které jsou odvozeny od tvaru nefrogramu.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie ledvin dynamická [ <sup>99m</sup> Tc]-DTPA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,062 močový měchýř	0,0049
Děti 5 let	0,095 močový měchýř	0,009

Scintigrafie ledvin dynamická [ <sup>99m</sup> Tc]-MAG3		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,11 močový měchýř	0,007
Děti 5 let	0,18 močový měchýř	0,012

Název standardu: **NRS dynamické scintigrafie ledvin k detekci renovaskulární hypertenze**

Číslo standardu: **NM/SC/NEFROUR/3**

Vazba na výkon v SZV: 47217, 47219

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží především k neinvazivní detekci renovaskulární hypertenze.

Body 2. Pracoviště, 3. Přístroj, 4. Personální zajištění jsou identické jako u základní verze dynamické scintigrafie ledvin

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je zhodnocení hemodynamické závažnosti hraniční stenózy renální arterie; možno použít i při podezření na renovaskulární hypertenzi zejména při stavech:

- náhle vzniklé nebo zvláště těžké hypertenze,
- rezistence hypertenze na standardní terapii,
- zhoršení ledvinné funkce po podání ACE inhibitorů,
- hypertenzní retinopatie III. nebo IV. stupně,
- vznik hypertenze před 30. a po 55. roce věku,
- šelest v oblasti břicha,
- uzávěrové postižení arteriálního řečiště v jiné lokalizaci.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

#### 6. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-MAG3 většinou o aplikované aktivitě 75 – 250 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 250 MBq, diagnostická referenční úroveň při hodnocení perfuze ledvin 500 MBq.

[<sup>99m</sup>Tc]-DTPA většinou o aplikované aktivitě 100 – 250 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 250 MBq, diagnostická referenční úroveň při hodnocení perfuze ledvin 500 MBq.

Pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň. Při dvoudenním protokolu jsou aplikované aktivity identické jako při běžné dynamické scintigrafii ledvin. Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab.1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

Při řídněji používaném jednodenním protokolu je podáváno většinou 75 MBq [<sup>99m</sup>Tc]-MAG3 (100 MBq [<sup>99m</sup>Tc]-DTPA) při bazálním vyšetření a 200 MBq [<sup>99m</sup>Tc]-MAG3 (250 MBq [<sup>99m</sup>Tc]-DTPA) pro vyšetření s podáním ACE inhibitoru.

#### 7. Příprava pacienta

Pacient přichází k vyšetření po čtyřhodinovém lačnění, aby nedošlo k poruše resorpce p. o. podaného ACE inhibitoru.

Podání ACE inhibitoru před dynamickou scintografií s ACE-inhibitorovým testem: Captopril 25 – 50 mg p. o. jednu hodinu před vyšetřením rozdrobený a rozmíchaný ve 150 až 200 ml tekutiny, zbytky farmaka nesmí zůstat na stěně nádoby. Změření krevního tlaku před podáním ACE inhibitoru a poté každých 10 – 15 minut až do doby zahájení dynamické scintigrafie ledvin. Zavodnění pacienta před vyšetřením – dospělá osoba standardně vypije půl litru tekutiny 30 až 60 minut před vyšetřením, u pacientů s výraznou odchylkou hmotnosti od průměru je možné vypočítat objem tekutiny, tak aby pacient vypil 7 ml/kg hmotnosti. Kojenci dostávají vypít navíc jednu porci tekutin proti normálnímu potravnímu režimu. Starší děti dostanou vypít 200 – 300 ml tekutin. Pokud je to ze zdravotních důvodů možné, je třeba vysadit již zavedenou dlouhodobou terapii ACE inhibitory na 2 – 5 dní před vyšetřením v závislosti na délce farmakologického poločasu podávaného léku. Obdobně je vhodné dočasně vysadit i terapii diuretiky. Těsně před scintografií se pacient vymočí.

Variantou podání ACE inhibitoru je i. v. aplikace 40 µg/kg Enalaprilatu během 3 – 5 minut, při nepřekročení maximální dávky 2,5 mg. Dynamickou scintigrafii ledvin lze v tomto případě zahájit již 15 minut po aplikaci RF.

#### 8. Průběh vyšetření

body 8.1 – 8.3 jsou identické jako u základní verze dynamické scintigrafie ledvin.

##### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Dynamická scintigrafie je zahajována v okamžiku aplikace RF.

Zvolená projekce: zadní, v zorném poli kamery má být oblast od kaudální části srdce až po močový měchýř včetně.

Délka záznamu scintigramů: dynamická scintigrafie s frekvencí 1 scintigram/10 s celkovou dobou záznamu 20 – 30 minut, matice 128 × 128, pixel – word, případně matice 64 × 64. U dětí je vhodné použít zoom 1 až 2, který přizpůsobí využívané zorné pole kamery, tak aby v něm byla celá požadovaná oblast.

#### Případné zvláštní intervence

Postmikční scintigramy v období po přechodné vzpřímené poloze pacienta jako pokračování dynamické scintigrafie nebo jako statické scintigramy.

Při měření parametrů celkové ledvinné funkce vzorkovou metodou se provádí změření aktivity ve stříkačce před aplikací, ve stříkačce po aplikaci a případně aktivity v místě aplikace. Měření aktivit ve stříkačce se měření provádí ve vzdálenosti 25 až 30 cm od čela kolimátoru – statické scintigramy s předvolbou na 1 minutu, matice 128 × 128 a jemnější.

Při měření parametrů celkové ledvinné funkce vzorkovou metodou se provádí odběr krevního vzorku v čase stanoveném dle používané metody – odběr se provádí ze žíly na jiné končetině, než byla provedena aplikace RF.

#### 8.5 Zpracování obrazu a výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu

Dynamická scintigrafie – zobrazení obrazů z významných fází vyšetření v monochromatické nebo barevné škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální, procentuální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Zakreslení ROI ledvin a pozadí a výpočet nefrografických křivek (histogramů zobrazujících průběh aktivity RF v levé a pravé ledvině během vyšetření po korekci na aktivitu RF v tělovém pozadí).

Při vyšetření [<sup>99m</sup>Tc]-DTPA: Výpočet poměru funkce ledvin, případně i parametrů celkové funkce ledvin.

Při vyšetření [<sup>99m</sup>Tc]-MAG3: Výpočet parametrů průběhu histogramu, především určení hodnoty  $T_{max}$  (čas, kdy v ledvině je detekována maximální četnost impulzů).

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie ledvin dynamická [ <sup>99m</sup> Tc]-DTPA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,062 močový měchýř	0,0049
Děti 5 let	0,095 močový měchýř	0,009

Scintigrafie ledvin dynamická [ <sup>99m</sup> Tc]-MAG3		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,11 močový měchýř	0,007
Děti 5 let	0,18 močový měchýř	0,012

Název standardu: **NRS dynamické scintigrafie ledvin diuretické**

Číslo standardu: **NM/SC/NEFROUR/4**

Vazba na výkon v SZV: 47217, 47219

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

## 1. Účel

Vyšetření slouží především k diferenciaci diagnostice obstrukční uropatie a prosté dilatace kalichopánvičkového systému ledviny především u dětí.

Body 2. Pracoviště, 3. Přístroj, 4. Personální zajištění jsou identické jako u základní verze dynamické scintigrafie ledvin.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je diferenciaci diagnostika prostého rozšíření odvodných močových cest a obstrukční uropatie.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (viz tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmakum

[<sup>99m</sup>Tc]-MAG3 většinou o aplikované aktivitě 75 – 200 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 250 MBq. Pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň. Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab.1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta

Zavodnění pacienta před vyšetřením – dospělá osoba standardně vypije půl litru tekutiny 30 až 60 minut před vyšetřením, u pacientů s výraznou odchylkou hmotnosti od průměru je možno vypočítat objem tekutiny tak, aby pacient vypil zhruba 7 ml/kg hmotnosti. Kojenci dostávají vypít navíc jednu porci tekutin oproti normálnímu potravnímu režimu. Děti jsou povzbuzovány k vypití co největšího objemu tekutin, většinou dostanou vypít 200 – 300 ml tekutin. U neklidných dětí je třeba ve spolupráci s odesílajícím pediatrem dohodnout případnou premedikaci sedativy. Je možné použít anestetický krém ke znecitlivění místa aplikace. Těsně před scintigrafií se pacient vymočí.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na onemocnění, pro které se vyšetření provádí, a na prodělané nemoci nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

I. v. aplikace RF ve formě bolu. Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha vleže na zádech.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotoněk 140 keV, šířka okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Dynamická scintigrafie je zahajována v okamžiku aplikace RF.

Zvolená projekce: zadní, v zorném poli kamery má být oblast od kaudální části srdeční komory až po močový měchýř včetně.

Délka záznamu scintigramů: dynamická scintigrafie s frekvencí 1 scintigram/10 – 20 s (v případě semikvantitativního hodnocení a hodnocení funkce parenchymu 10s), celková doba záznamu 20 – 45 minut dle typu studie (viz varianty vyšetření), Matice 128 × 128, u dětí zoom 1 – 2, který

přízpůsobí využívané zorné pole kamery, tak aby v něm byla celá požadovaná oblast. Při použití metody využívající Rutland-Patlak plot analýzy musí být v zorném poli i srdce.

#### Intervence

I. v. podání furosemidu (1 mg/kg u dětí s maximem 20 mg, u starších pacientů 0,5mg/kg s maximem 40 mg) ve 20. minutě dynamické scintigrafie ledviny (režim F+20), současně při aplikaci RF (F 0) nebo 15 minut před dynamickou scintigrafií (F-15).

Nutnou součástí vyšetření, při kterém zbývá na konci dynamické scintigrafie zřetelné množství RF v kalichopánvičkovém systému, jsou postmikční scintigramy. Tyto obrazy se nahrávají po přechodném uvedení pacienta do vzpřímené polohy buď jako pokračování dynamické scintigrafie, nebo jako statické scintigramy.

#### Případné zvláštní intervence

Při stanovení parametrů celkové ledvinné funkce ne vzorkovou metodou se měří aktivita ve stříkačce před aplikací, ve stříkačce po aplikaci a případně aktivita v místě i. v. aplikace k ověření, že RF nebylo podáno paravenózně. Měření aktivity ve stříkačce se provádí ve vzdálenosti 25 – 30 cm od čela kolimátoru – statické scintigramy s předvolbou na 1 minutu, matice 128 × 128 a jemnější.

Při měření parametrů celkové ledvinné funkce vzorkovou metodou se provádí odběr krevního vzorku v čase stanoveném dle používané metody – krev se odebírá ze žíly na jiné končetině, než bylo RF aplikováno.

#### 8.5 Zpracování obrazu a výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu

Dynamická scintigrafie – zobrazení obrazů z významných fází vyšetření v monochromatické nebo barevné škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální, procentuální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Zakreslení ROI ledvin a pozadí a výpočet nefrografických křivek (histogramů zobrazujících průběh aktivity RF v levé a pravé ledvině během vyšetření po korekci na aktivitu RF v tělovém pozadí). Výpočet poměru funkce ledvin, případně celkové funkce ledvin, vyhodnocení parametrů popisujících odtok RF z ledvin před a po podání furosemidu. Při zpomalení odtoku radiofarmaka z kalichopánvičkových systémů v základní fázi vyšetření je velmi důležité zhodnocení postmikční fáze vyšetření. Pro obstrukci v průběhu ureteru svědčí relativní snížení funkce ledviny a zpomalení odtoku moči k kalichopánvičkovému systému (případně i ureteru) v diuretické fázi, které přetrvává i v postmikční fázi.

Alternativní možnosti hodnocení odtoku moči: dekonvoluční analýza, výpočet „output efficiency“ (OE) nebo normalizované reziduální aktivity (NORA).

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie ledvin dynamická [ <sup>99m</sup> Tc]-MAG3		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,11 močový měchýř	0,007
Děti 5 let	0,18 močový měchýř	0,012

Název standardu: **NRS přímé radionuklidové cystografie**

Číslo standardu: **NM/SC/NEFROUR/5**

Vazba na výkon v SZV: 47211

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření sloužící k detekci vesikoureterálního refluxu, případně k posouzení motility močového měchýře.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera s kolimátorem LEAP. Počet detektorů kamery není limitujícím faktorem pro vyšetření. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery).*

Případně další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení:

Katétr (balonkový katétr je nevhodný pro možnost uzávěru ústí ureteru). U spolupracujících dětí a dospělých osob židle s nádobou umožňující mikci vsedě. Pomůcky pro katetrizaci močového měchýře a aplikaci RF.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je:

- diagnostika vesikoureterálního refluxu, případně průběžné kontroly pacientů s vesikoureterálním refluxem,
- posouzení vlivu náplně močového měchýře na dilatované uretery a kalichopánvičkové systémy.

Většinou jde o metodu druhé volby po intravenózní vylučovací urografii, výhodou radionuklidové přímé cystografie je sice velmi nízká radiační zátěž, ale chybí možnost přesnějšího posouzení morfologie močových cest.

Kontraindikace: Při akutním infektu močového traktu se nemá provádět katetrizace močového měchýře.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 *Obecné části* a v komentáři k tabulce).

### 6. Radiofarmaka

Preferováno je užití [<sup>99m</sup>Tc]-DTPA, [<sup>99m</sup>Tc]-koloidu nebo [<sup>99m</sup>Tc]-technecistanu.

Aplikovaná aktivita RF 20 – 50 MBq, diagnostická referenční úroveň 50 MBq. Pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň. Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab.1 v oddílu 16 *Obecné části*. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 7. Příprava pacienta

Vhodná antibiotická profylaxe před katetrizací močového měchýře.

Těsně před scintigrafií se pacient vymočí.



## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, na onemocnění, pro které se přímá radionuklidová cystografie provádí, a na prodělané operace, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

#### Dvě možné varianty aplikace RF

1. Přimíchání RF do 500 ml fyziologického roztoku zahřátého na tělesnou teplotu. Plnění močového měchýře infuzí pod hydrostatickým tlakem (infuzní nádoba ve výši 40 – 60 cm nad úrovní močového měchýře), plnění je plynulé po dobu asi 10 minut. Celkový volum instilované tekutiny by neměl významně přesáhnout objem vypočtený dle rovnice:  $V \text{ (ml)} = (\text{věk} + 1) \times 30$ .

2. Instilace celého množství RF do močového měchýře na počátku vyšetření a následné plnění močového měchýře neaktivním fyziologickým roztokem při dodržení pravidel uvedených při variantě 1.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

U malých dětí celé vyšetření v poloze vleže na zádech, mikce po odstraněném katetru.

U spolupracujících větších dětí instilace RF vleže; mikce po odstraněném katetru probíhá v poloze vsedě, přičemž je pacient opřený zády o kameru.

Varianta: cyklické plnění a mikce – v tomto případě se neodstraní močový katetr před mikcí, po které následuje opakované plnění močového měchýře.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotoněk 140 keV, šíří okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Dynamická scintigrafie je zahajována v okamžiku zahájení instilace RF.

Volba projekce: zadní projekce – kamera v době plnění močového měchýře je v horizontální poloze; u spolupracujících dětí se při mikci změni poloha ve vertikální. V zorném poli kamery musí být oblast ledvin až močového měchýře.

Délka záznamu scintigramů: dynamická scintigrafie s frekvencí 1 scintigram/5 s – fáze plnění močového měchýře, naplněného močového měchýře a mikce. Celková doba záznamu závisí na době, kdy pacient dokončí mikci. Matice 128 × 128. U dětí zoom, který přizpůsobí zorné pole kamery, tak aby v něm byla celá oblast zabírající ledviny i močový měchýř.

### 8.5 Zpracování obrazu a výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu

Dynamická scintigrafie – zobrazení jednotlivých scintigramů ze všech fází vyšetření v monochromatické škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulsů, tak aby byly dobře zobrazeny struktury s nízkou četností aktivity. Horní mez zobrazovaných četností by měla být na úrovni 10 až 30 % maximální četnosti aktivity RF v močovém měchýři.

Zakreslení ROI ledvin a pozadí a výpočet nefrografických křivek (histogramů zobrazujících průběh aktivity RF v levé a pravé ledvině během vyšetření po korekci na aktivitu RF v tělovém pozadí).

### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření:

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

## 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Radionuklidová cystografie výše uvedená <sup>99m</sup> Tc RF		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	nestanoveno	nestanoveno
Děti 5 let	0,028 močový měchýř	0,0024

Název standardu: **NRS ne přímé radionuklidové cystografie**

Číslo standardu: **NM/SC/NEFROUR/6**

Vazba na výkon v SZV: 47217, 47219

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření sloužící k detekci vesikoureterálního refluxu, případně k posouzení motility močového měchýře v návaznosti na dynamickou scintigrafii ledvin.

Body 2. Pracoviště, 3. Přístroj, 4. Personální zajištění jsou identické jako u základní verze dynamické scintigrafie ledvin

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je:

- diagnostika vesikoureterálního refluxu (případně průběžné kontroly pacientů s vesikoureterálním refluxem) u pacientů, kteří jsou schopni regulovat dobu provedení mikce (většinou děti ve věku 2 až 3 roky a více),

- hodnocení funkce močového měchýře.

Většinou jde o metodu druhé volby po intravenózní vylučovací urografii nebo přímé radionuklidové cystografii. Výhodou nepřímé radionuklidové přímé cystografie je skutečnost, že tato metoda není spojena s potřebou katetrizace močového měchýře. Nevýhodou je nemožnost sledovat fázi plnění močového měchýře. Vyšetření je proto přínosné v případě průkazu vesikoureterálního refluxu, negativní vyšetření nemůže tento reflux spolehlivě vyloučit.

Kontraindikací je stav, kdy dítě ještě není naučeno ovládat svou mikci, ptotické uložení ledviny a stavy se zpomaleným odtokem RF z ka lichopánvičkového systému.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

### 6. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-MAG3 většinou o aplikované aktivitě 75 – 200 MBq

Diagnostická referenční úroveň 200 MBq, pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň.

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 7. Příprava pacienta

Zavodnění pacienta před vyšetřením – dospělá osoba standardně vypije půl litru tekutiny 30 až 60 minut před vyšetřením, u pacientů s výraznou odchylkou hmotnosti od průměru je možno vypočítat objem tekutiny tak, aby pacient vypil 7 ml/kg hmotnosti. Starší děti dostanou vypít 200 – 300 ml tekutin.

Těsně před scintografií se pacient vymočí.

### 8. Průběh vyšetření

Body 8.1 – 3 jsou identické jako u základní verze dynamické scintigrafie ledvin.

#### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Nejdříve je provedena zvyklým způsobem dynamická scintigrafie ledvin.

Pacient poté počká v čekárně až do doby, kdy pocítí nucení na močení. Potom se pacient posadí (případně postaví – chlapci) zády ke kameře, která je ve svislé poloze. Vhodná je opora, jež omezí pohyb vyšetřované osoby během mikce.

Dynamická scintigrafie je zahajována aspoň 30 s před zahájením mikce.

Zvolená projekce: zadní, v zorném poli kamery má být oblast ledvin i močového měchýře.

Délka záznamu scintigramů: dynamická scintigrafie s délkou akvizice jednoho scintigramu maximálně 5s, celková doba záznamu závisí na době, kterou potřebuje pacient k provedení a ukončení mikce (vyšetření ukončit nejdříve 30 s po ukončení mikce), matice 128 × 128 pixel, případně matice 64 × 64. U dětí je vhodné použít zoom 1 až 2, který přizpůsobí využívané zorné pole kamery, tak aby v něm byla celá požadovaná oblast.

#### 8.5 Zpracování obrazu a výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu

Dynamická scintigrafie – zobrazení všech scintigramů z celé nepřímé cystografie (při volbě vyšší frekvence scintigramů je vhodné provést jejich sumaci, tak aby vznikly obrazy zobrazující časové období 5 s) ve škále monochromatické nebo barevné při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální, procentuální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Cílem vyšetření je zobrazení především struktur s nízkou aktivitou RF, proto je nutné dostatečně nízké nastavení meze pro dolní zobrazovanou četnost, horní mez zobrazovaných četností by měla být maximálně na úrovni 10 až 30 % nejvyšší četnosti aktivity RF v močovém měchýři.

Zakreslení ROI oblastí kalichopánvičkových systémů ledvin a močového měchýře a výpočet histogramů zobrazujících průběh aktivity RF v levém a pravém kalichopánvičkovém systému a v močovém měchýři.

Při frekvenci scintigramů 1 sc./1 s a vyšší lze použít k zobrazení i metodu kondenzovaného obrazu.

K hodnocení je nutno použít nejen vizuální hodnocení scintigramů, ale i četnostní křivky k eliminaci rizika falešně pozitivního výsledku při vizuálním hodnocení pod vlivem současného snižování aktivity RF v močovém měchýři. Reflux se projeví jako absolutní nárůst aktivity v kalichopánvičkovém systému.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie ledvin dynamická [ <sup>99m</sup> Tc]-MAG3		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,11 močový měchýř	0,007
Děti 5 let	0,18 močový měchýř	0,012

## NM/SC/GIT Gastrointestinální trakt

Název standardu: **NRS scintigrafie jícnu a detekce gastroesofageálního refluxu**

Číslo standardu: NM/SC/GIT/1

Vazba na výkon v SZV: 47161

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k posouzení motility jícnu.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera – kolimátor LEAP, popř. LEHR. Počet hlav kamery není limitujícím faktorem pro vyšetření. Typ scintilační kamery a vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je průkaz poruchy polykacího aktu a gastroesofageálního refluxu. Při detekci gastroesofageálního refluxu je scintigrafie metodou druhé volby po pH-metrii.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

### 6. Příprava pacienta

Vyšetření se provádí nalačno, pacient před vyšetřením nesmí kouřit. Při vyšetření ke stanovení diagnózy musí pacient vysadit případnou terapii ovlivňující motilitu jícnu, při hodnocení efektu terapie je třeba tuto terapii ponechat.

### 7. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-koloid nebo [<sup>99m</sup>Tc]-DTPA většinou o aktivitě 25 – 30 MBq v tekutině o objemu 10 ml.

Diagnostická referenční úroveň 70 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, na onemocnění, pro které se scintigrafie provádí, a na prodělané operace nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

P. o. podání RF v množství tekutiny o objemu 10 ml. Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

8.3 Poloha pacienta a jeho případná součinnost při vyšetření

Pacient je vyšetřován vleže. Pacient je poučen, že má na pokyn polknout podané množství tekutiny.

8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Při vyšetření polykacího aktu je kamera nastavena v zadní projekci, individuálně je možno zvolit přední projekci.

Nejdříve je proveden nácvik spolupráce pacienta při vyšetření – na pokyn personálu polkne podané množství tekutiny bez RF.

Poté současně s pokynem k polknutí podaného množství tekutiny s RF je spuštěna dynamická scintigrafie s frekvencí 2 scintigramy/s nebo s frekvencí vyšší, celková doba záznamu 1 minuta. Matice 128 x 128 (64 × 64), zoom lze použít při vyšetření dětí tak, aby sledovaná oblast pokryla okrsek od úst po žaludek.

Při vyšetření k detekci gastroesofageálního refluxu je doplněn objem tekutiny v žaludku pacienta vypitím 400 ml tekutin, u dětí je objem stanovován individuálně se zřetelem na objem obvyklého jídla. Následně je sledována oblast jícnu dynamickou scintigrafií 1 scintigram/10 s, celková doba studie 30 minut a více.

#### Případné zvláštní intervence

Opakování dynamické scintigrafie polykacího aktu v rámci jednoho vyšetření umožňuje potlačit vlivy proměnlivosti průběhu polykacího aktu.

#### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu a vyhodnocení vyšetření

Dynamická scintigrafie polykacího aktu – zobrazení scintigramů při optimálním obrazovém spektru a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Počítačové hodnocení se stanovením tranzitních časů podaného množství tekutiny s RF v jícnu. Zobrazení průběhu polknutí pomocí kondenzovaného obrazu.

Dynamická scintigrafie k detekci gastroesofageálního refluxu – zobrazení celé série scintigramů s obrazovým spektrem zaměřeným na zvýraznění nízkých četností. Případné počítačové hodnocení se stanovením počtu refluxů a refluktovaného objemu.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie polykacího aktu [ <sup>99m</sup> Tc]-koloid nebo [ <sup>99m</sup> Tc]-DTPA v tekutém pokrmu		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,12 horní část tlustého střeva	0,019
Děti 5 let	0,4 horní část tlustého střeva	0,062

Název standardu: **NRS scintigrafie evakuace žaludku**

Číslo standardu: **NM/SC/GIT/2**

Vazba na výkon v SZV: 47163

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k posouzení rychlosti evakuace žaludku a jeho motility.

## 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*. Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

## 3. Přístroj

Scintilační kamera – kolimátor LEAP, popř. LEHR. Při případném použití dvoudetektorové kamery lze provést současnou akvizici obrazů v přední a zadní projekci, což umožňuje následnou korekci na atenuaci záření měkkými tkáněmi.

Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

## 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikací jsou patologické stavy, které mohou být spojeny s poruchou evakuace žaludku (např. diabetická neuropatie, stavy po resekcích žaludku). Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-koloid, [<sup>99m</sup>Tc]-DTPA většinou o aktivitě 30 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 60 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

Testační pokrm je tuhý (například vejce s toastem), polotuhý (rozmačkané brambory, rýžový nákrp atd.) nebo tekutý (pomerančový džus, voda, mléko). Hmotnost nebo objem pokrmu je standardní (polotuhý pokrm 200 g, tekutiny 400 ml), v dokumentaci se zaznamená zkonsumovaná hmotnost.

## 7. Příprava pacienta

Vyšetření se provádí nalačno (doporučováno 8 hodin lačnění), pacient před vyšetřením nesmí kouřit. Diabetici musí dostat před podáním pokrmu adekvátní dávku antidiabetik nebo inzulínu. Při vyšetření za účelem stanovení diagnózy musí pacient vysadit případnou terapii ovlivňující motilitu žaludku, při hodnocení efektu terapie je třeba tuto terapii ponechat.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, na onemocnění, pro které se scintigrafie provádí, a na prodělané operace nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

P. o. podání pokrmu, který je označen RF, o standardní hmotnosti nebo objemu. Pokrm je před začátkem jídla převážen nebo je odměřen jeho objem. V případě, že pacient není schopen pokrm dojíst, je zvážen zbytek a vypočte se hmotnost požitého pokrmu.

### 8.3 Poloha pacienta a jeho součinnost při vyšetření

Pacient je vyšetřován vsedě. Po předchozím poučení, že má požit pokrm co nejrychleji, sní pacient na pokyn personálu RF označenou stravu. Po dojezení je posazen před scintilační kameru do levé přední šikmé projekce nebo do kombinované projekce přední a zadní, pokud je zvolena simultánní akvizice obrazů dvoudetektorovou kamerou.

#### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Po dojetí stravy pacientem je zahájena dynamická scintigrafie s frekvencí 1 scintigram/10 – 30 s (při podrobné analýze motility žaludku s frekvencí vyšší), celková doba záznamu 90 minut. Jestliže je na monitoru zřejmé vyprázdnění žaludku, je možné studii ukončit dříve. Při záznamu jedním detektorem je vhodné zvolit záznam v levé přední šikmé projekci 30°, v této projekci je snížen vliv rozdílné atenuace záření z oblasti fundu a pyloru. Matice 128 × 128 (64 × 64). Zoom se volí při vyšetření dětí tak, aby sledované zobrazované pole obsahovalo oblast od úst až po žaludek.

##### Případné zvláštní intervence a modifikace vyšetření

Místo kontinuálního dynamického záznamu je možné použít záznam planárních scintigramů střídavě v přední a zadní projekci s následnou korekcí na zeslabení záření při jeho průchodu měkkými tkáněmi.

#### 8.5 Zpracování obrazu

Zobrazení scintigramů při optimálním obrazovém spektru a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulsů. Počítačové vyhodnocení se stanoví parametry průběhu evakuace žaludku: délka lag fáze, poločas evakuace žaludku.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování kvality a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“. Je nutno zaznamenat zkonsumovanou hmotnost pokrmu.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie evakuace žaludku [ <sup>99m</sup> Tc]-koloid nebo [ <sup>99m</sup> Tc]-DTPA v tekutém pokrmu		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,12 horní část tlustého střeva	0,019
Děti 5 let	0,4 horní část tlustého střeva	0,062

Scintigrafie evakuace žaludku [ <sup>99m</sup> Tc]-koloid nebo [ <sup>99m</sup> Tc]-DTPA v tuhém pokrmu		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,12 horní část tlustého střeva	0,024
Děti 5 let	0,4 horní část tlustého střeva	0,076

Název standardu: **NRS scintigrafie ke stanovení lokalizace krvácení do trávicího traktu**

Číslo standardu: **NM/SC/GIT/3**

Vazba na výkon v SZV: 47171

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

##### 1. Účel

Vyšetření slouží ke stanovení lokalizace krvácení do trávicího traktu.

##### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*. Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera s kolimátorem LEHR, výhodou je systém pro SPECT. Počet detektorů kamery není limitujícím faktorem pro vyšetření. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 1.5. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací jsou stavy masivního krvácení do GIT (předpokládaná intenzita krvácení větší než 0,1 až 0,3 ml/min), u kterých standardní endoskopické vyšetření neurčilo jeho zdroj.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení z vitální indikace je možné při minimalizaci aplikované aktivity RF). Při laktaci je třeba přerušit kojení dítěte na dobu 18 hodin.

### 6. Radiofarmakum

Autologní erythrocyty značené  $^{99m}\text{Tc}$  in vitro (pomocí kitu v laboratoři) nebo in vivo (i. v. premedikace 20 mg/kg Sn-pyrofosfátem a po 30 minutách následná i. v. aplikace [ $^{99m}\text{Tc}$ ]- $\text{TcO}_4$ ). Při použití in vivo značení je vhodná premedikace 400 mg chloristanu p. o. minimálně 30 minut před podáním [ $^{99m}\text{Tc}$ ]- $\text{TcO}_4$ .

Aplikovaná aktivita RF je dle doporučení renomovaných odborných společností většinou 400 – 1000 MBq, diagnostická referenční úroveň 700 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň).

Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podává aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení.

Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 7. Příprava pacienta

Bez speciální přípravy.

### 8. Průběh vyšetření

#### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace), onemocnění, pro které se vyšetření provádí, a prodělané nemoci nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

#### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

I. v. aplikace RF, před podáním in vitro značených erythrocytů je nutno věnovat zvýšenou pozornost tomu, aby nedošlo k záměně osob.

#### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Vleže na zádech.

#### 8.4 Akvizice scintigramů:

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíří okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Současně s i. v. aplikací RF se zahajuje dynamická scintigrafie v přední projekci, 1 scintigram/5 s, celková doba záznamu 2 – 3 minuty, matice 128 × 128.

Následně je zaznamenávána série statických scintigramů v přední projekci na 1 milion impulzů nebo 5 minut záznamu, matice 256 × 256. V prvních 60 až 90 minutách scintigrafie na sebe



navazují nebo jsou v časovém odstupu do 20 minut. V následujících hodinách vyšetření se scintigramy opakují v odstupech maximálně jedné hodiny. Celková doba vyšetření je omezena buď průkazem místa krvácení, nebo provozními možnostmi pracoviště (většinou až 8 hodin sledování pacienta).

Dle aktuálního nálezu je nutno doplnit projekce v bočné nebo zadní projekci ke zpřesnění polohy místa krvácení.

#### Případné zvláštní intervence

SPECT ke zpřesnění místa krvácení (60 nebo 120 projekcí při celkovém úhlu rotace 360°, doba záznamu jedné projekce 15 – 20 s, matice 128 × 128).

#### 8.5 Zpracování obrazu:

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu v monochromatické černobílé škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů, tak aby oblasti s nízkou akumulací RF byly dobře hodnotitelné.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie ke stanovení lokalizace krvácení do trávicího traktu [ <sup>99m</sup> Tc]-erytrocyty		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,023 srdce	0,007
Děti 5 let	0,066 srdce	0,021

Název standardu: **NRS scintigrafie Meckelova divertiklu**

Číslo standardu: **NM/SC/GIT/4**

Vazba na výkon v SZV: 47169

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k detekci ektopické žaludeční sliznice v Meckelově divertiklu. Jde o vyšetření prováděné především v dětském nebo dorostovém věku.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*. Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Scintilační kamera s kolimátorem LEHR. Počet hlav kamery nebo schopnost provést SPECT vyšetření není limitujícím faktorem pro vyšetření. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 1.5. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací jsou stavy nejasného krvácení do GIT, které by mohly být způsobeny přítomností ektopické žaludeční sliznice v Meckelově divertiklu.

Vyšetření nelze provést u pacientů vyšetřených v předchozím týdnu pomocí *in vivo* značených erytrocytů nebo pomocí baryového kontrastu.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení z vitální indikace možné při minimalizaci aplikované aktivity RF). Při laktaci je třeba přerušit kojení dítěte na dobu 48 hodin.

#### 6. Radiofarmakum

[<sup>99m</sup>Tc]-technecistan ([<sup>99m</sup>Tc]-TcO<sub>4</sub>) o aplikované aktivitě většinou 200 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 500 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

#### 7. Příprava pacienta

Pacient přichází k vyšetření na lačno. Je možno použít p. o. premedikaci H<sub>2</sub>-blokátory (ranitidin 150 mg nebo famotidin 20 mg hodinu před vyšetřením, u dětí dávkování uzpůsobeno hmotnosti – např. ranitidin 2 mg/kg) nebo inhibitory protonové pumpy. Při vyšetření nespolupracujícího malého dítěte je v individuálním případě třeba zvážit podání sedativ.

#### 8. Průběh vyšetření

##### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením.

Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace), onemocnění, pro které se vyšetření provádí, a prodělané nemoci nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

##### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

I. v. aplikace RF. Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

##### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Vleže na zádech.

##### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotoník 140 keV, šířka okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Současně s i. v. aplikací RF se zahajuje dynamická scintigrafie v přední projekci, 1 scintigram/5 s, doba záznamu 2 minuty, matice 128 × 128. Následně je zaznamenána série statických scintigramů v přední projekci na 1 milion impulzů nebo 5 minut záznamu, matice 256 × 256. Dle aktuálního obrazu je možno průběžně doplnit projekce v boční nebo zadní projekci.

##### Případné zvláštní intervence

Místo série statických scintigramů lze zvolit režim dynamické scintigrafie 1 scintigram/1 min., matice 128 × 128, doba záznamu 30 – 60 minut. Průběh vyšetření je nutno sledovat na monitoru, v případě nejednoznačného nálezu s nutností oddiferencovat jiné příčiny ložiskového hromadění RF je třeba zvážit přerušování dynamické studie a doplnění statických scintigramů v potřebných projekcích.

Ke snížení radiační zátěže je vhodné podat po ukončení vyšetření chloristan (300 mg p. o.) k urychlení vylavení technecistanu ze tkání, ve kterých byl aktivně identifikován.

##### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu v monochromatické škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů, tak aby oblasti s nízkou kumulací RF byly dobře hodnotitelné.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie Meckelova divertiklu [ <sup>99m</sup> Tc]-technecistan		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,057 horní část tlustého střeva	0,013
Děti 5 let	0,14 horní část tlustého střeva	0,042

Název standardu: **NRS scintigrafie k detekci hemangiomu jater**

Číslo standardu: **NM/SC/GIT/5**

Vazba na výkon v SZV: 47185

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k detekci hemangiomu v játrech.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Dvoudetektorová, popřípadě jednodetektorová nebo vícedetektorová scintilační kamera s kolimátory LEHR, popřípadě LEAP, která umožňuje vyšetření SPECT. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací k vyšetření jsou ložiskové léze jater, u kterých je potřeba provést diagnostiku nebo diferenciální diagnostiku kavernózního hemangiomu jaterního.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení z vitální indikace možné při minimalizaci aplikované aktivity RF). Při laktaci je třeba přerušit kojení dítěte na dobu 18 hodin.

#### 6. Radiofarmakum

Autologní erythrocyty značené <sup>99m</sup>Tc in vitro (pomocí kitu v laboratoři) nebo in vivo (i. v. premedikace 20 mg/kg Sn-pyrofosfátem a po 30 minutách následná i. v. aplikace [<sup>99m</sup>Tc]-TcO<sub>4</sub>). Při použití in vivo značení je vhodná premedikace 400 mg chloristanu p. o. minimálně 30 minut před podáním [<sup>99m</sup>Tc]-TcO<sub>4</sub>.

Aplikovaná aktivita RF je většinou 400 MBq.

Diagnostická referenční úroveň není výslovně stanovena (lze použít diagnostickou referenční úroveň pro obdobné vyšetření – 700 MBq autologní erytrocyty značené  $^{99m}\text{Tc}$  při pátrání po lokalizaci krvácení do GIT). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části.

Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Speciální příprava před vyšetřením není potřebná.

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, onemocnění, pro které se vyšetření provádí, prodělané nemoci nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

I. v. podání, před podáním in vitro značených erytrocytů je nutno věnovat zvýšenou pozornost, aby nedošlo k záměně osob.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Vleže na zádech.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Současně s i. v. aplikací RF se zahajuje dynamická scintigrafie v projekci, ve které se očekává nejlepší zobrazení ložiska s podezřením na hemangiom (dle lokalizace stanovené sonografií nebo CT), 1 scintigram/1 – 5 s při celkové době záznamu 2 minuty, matice  $128 \times 128$ ). Statická scintigrafie a následně SPECT v odstupu dvou hodin od aplikace RF, oboje se zaměřením na oblast jater. Při statické scintigrafii jsou zvoleny projekce přední, zadní a pravá boční. Doba záznamu jednoho statického scintigramu je určena předvoleným počtem impulzů na scintigram (500 000 až 1 000 000 imp.), kraniální okraj jater musí být při horním okraji scintigramu, aby doba záznamu nebyla ovlivněna aktivitou krevního poolu v srdci. Matice  $256 \times 256$  a jemnější, u dětí je třeba zvážit použití zoomu s ohledem na velikost vyšetřované oblasti.

SPECT je nahráván na 120, případně 60 projekcí při celkovém úhlu rotace  $360^\circ$ , doba záznamu jedné projekce 15 – 20 s (při 60 projekcích 20 – 25 s), matice  $128 \times 128$ , popř.  $64 \times 64$ .

#### Případné zvláštní intervence

Statická scintigrafie a následně SPECT v odstupu 10 minut po i. v. aplikaci RF za obdobných podmínek, jak bylo uvedeno u scintigramů 2 hod. po i. v. aplikaci RF.

### 8.5 Zpracování obrazu

Statické planární scintigramy – zobrazení scintigramu v monochromatické černobílé škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální, procentuální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

SPECT – Rekonstrukce filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí. Každé pracoviště uvede do svého místního RS konkrétní parametry pro rekonstrukci filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí, která odpovídá doporučením výrobce kamery pro daný typ vyšetření a obecně doporučeným postupům. Při používání korekce na atenuaci je třeba definovat použitou metodu včetně hodnoty lineárního součinitele zeslabení a způsob kontroly správnosti stanovení kontur použitých pro výpočet. Zobrazení výsledných obrazů při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

10. Výpočet a vyhodnocení efektivní dávky pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie jater – detekce hemangiomu [ <sup>99m</sup> Tc]-erytrocyty		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,023 srdce	0,007
Děti 5 let	0,066 srdce	0,021

Název standardu: **NRS scintigrafie jater a sleziny**

Číslo standardu: **NM/SC/GIT/6**

Vazba na výkon v SZV: 47185, 47 239

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení funkčního parenchymu jater a sleziny.

2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*. Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

3. Přístroj

Dvoudetektorová, popřípadě jednodetektorová scintilační kamera s kolimátory LEHR, popřípadě LEAP, která umožňuje také vyšetření SPECT.

Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

5. Indikace a kontraindikace

Indikací je průkaz asplenie, přítomnosti akcesorní sleziny a posttraumatické splenózy.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

6. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-koloid ke scintigrafii jater a sleziny o aktivitě 40 – 120 MBq (diagnostická referenční úroveň při planární scintigrafii 150 MBq, při SPECT 300 MBq),

[<sup>99m</sup>Tc]-autologní alterované erytrocyty ke scintigrafii pouze slezinné tkáně – většinou o aktivitě 100 MBq (diagnostická referenční úroveň při planární scintigrafii 100 MBq, při SPECT 200 MBq) – (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U

pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření. Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta

Speciální příprava před vyšetřením není potřebná.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, onemocnění, pro které se vyšetření provádí, a prodělané nemoci nebo úrazy, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

I. v. podání, před podáním značených erytrocytů je nutno věnovat zvýšenou pozornost, aby nedošlo k záměně osob.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Vleže na zádech.

8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šířka okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje. Při vyšetření [<sup>99m</sup>Tc]-kolloidem zahájení scintigrafie 15 min po i. v. aplikaci RF, při vyšetření [<sup>99m</sup>Tc]-alterovanými erytrocyty 1 hodinu po i. v. aplikaci RF.

Zvolený režim záznamu: statická scintigrafie a SPECT, oboje se zaměřením na oblast jater a sleziny. Při pátrání po akcesorní slezině musí být vyšetřena navíc celá oblast od bránice až po malou pánev včetně.

Při statické scintigrafii jsou zvoleny projekce přední, zadní a bočné. Doba záznamu jednoho statického scintigramu je určena předvoleným počtem impulzů na scintigram (v přední projekci 500 000 až 1 000 000 imp.). Matice 256 × 256 a jemnější, u dětí je třeba zvážit použití zoomu s ohledem na velikost vyšetřované oblasti. SPECT je nahráván na 120, případně 60 projekcí při celkovém úhlu rotace 360°, doba záznamu jedné projekce 15 – 20 s, matice 128 × 128.

### Případné zvláštní intervence

Doplňující šikmé projekce se zaměřením na vyšetřovaný orgán.

8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu v monochromatické nebo barevné škále při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální, procentuální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. SPECT – rekonstrukce filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí – každé pracoviště uvede do svého místního RS konkrétní parametry pro rekonstrukci filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí, která odpovídá doporučením výrobce kamery pro daný typ vyšetření a obecně doporučeným postupům. Při používání korekce na atenuaci je třeba definovat použitou metodu včetně hodnoty lineárního součinitele zeslabení a způsob kontroly správnosti stanovení kontur použitých pro výpočet (viz Obecná pravidla scintigrafických vyšetření). Zobrazení výsledných obrazů při optimálním obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

## 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie jater a sleziny [ <sup>99m</sup> Tc]-koloid		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,075 slezina	0,0094
Děti 5 let	0,24 slezina	0,028

Scintigrafie sleziny [ <sup>99m</sup> Tc]-alterované erythrocyty		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,56 slezina	0,0019
Děti 5 let	1,8 slezina	0,006

Název standardu: **NRS dynamické hepatobiliární scintigrafie**

Číslo standardu: **NM/SC/GIT/7**

Vazba na výkon v SZV: 47187

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení produkce žluči a jejího odtoku žlučovými cestami do duodena, k posouzení motility žlučníku a případně k výpočtu parametrů jaterní funkce.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*. Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera s kolimátorem LEAP nebo LEHR a vyhodnocovacím zařízením. Počet hlav kamery není limitujícím faktorem pro vyšetření. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 1.5. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je potřeba funkčního vyšetření hepatobiliárního systému a posouzení žlučových cest při:

- podezření na chronické změny žlučových cest,
- podezření na uzávěr choledochu,
- podezření na dyskinézu v oblasti Oddiho svěrače,
- podezření na únik žluči intraperitoneálně,
- podezření na vrozené anomálie žlučových cest (např. biliární atrezie),
- podezření na fokální nodulární hyperplázii jater,
- podezření na akutní cholecystitidu,
- posouzení funkce jaterního parenchymu před hemihepatektomií.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmaka

$^{99m}\text{Tc}$  značené deriváty iminodioctové kyseliny o aktivitě 50-200 MBq.

Diagnostická referenční úroveň [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-trimethyl-IDA 250 MBq, [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-brom-IDA 250 MBq. (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). U nemocných s hyperbilirubinémií je nutno použít bromovaná RF.

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta

Vyšetření se provádí po 4 až 12hodinovém lačnění. Pokud má pacient žlučník, je obecně vhodné použít evakuační podnět 3 až 4 hodiny před vyšetřením.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace), onemocnění, pro které se vyšetření provádí, a prodělané nemoci a operace, které mohou ovlivnit výsledek vyšetření.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. bolus RF.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Vleže na zádech. Při hodnocení ejekční frakce žlučníku pacient sní v určeném období testační pokrm.

8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Dynamická scintigrafie je zahájena v okamžiku aplikace RF, frekvence scintigramů 1 scintigram/20 s a nižší, celková doba studie 60 minut a delší (optimum 90 minut). Vyšetření je možné ukončit dříve, pokud je zřetelně zobrazen žlučník a aktivita RF v trávicím traktu. Pokud je třeba hodnotit evakuační schopnost žlučníku, je nutno pokračovat ve studii déle.

Matrice 128 × 128 (popř. 64 × 64), zoom při vyšetření dětí v závislosti na velikosti zorného pole kamery a rozměru dítěte.

Přední projekce, v zorném poli kamery jsou játra a dutina břišní; při použití metod dekonvoluční analýzy i srdce.

Pokud nedošlo k zobrazení žlučníku již během dynamické scintigrafie, je nutno při diagnostice akutní cholecystitidy nebo detekci úniku žluči do břišní dutiny doplnit pozdní statické scintigramy za 3 až 4 hodiny po i. v. aplikaci RF. V některých případech (diagnostika akutní cholecystitidy, primární biliární atrezie atd.) bývá v závislosti na klinické otázce někdy zapotřebí doplnit obrazy v delších časových intervalech až do 24 hod. po i. v. aplikaci RF.

Případné zvláštní intervence

- pozdní scintigramy v delším časovém odstupu,
- v případě potřeby zhodnocení kontraktility žlučníku je nutné podání potravního podnětu (pokrm bohatý na tuky) nebo farmakologického podnětu (cholecystokinin) k vyvolání kontrakce žlučníku,
- i. v. podání morfinu 0,04 – 0,1 mg/kg během 2 – 3 minut pro zvýšení tonu Oddiho svěrače a usnadnění naplnění žlučníku v případě diagnostiky cholecystitidy při respektování kontraindikací podání morfinu (alergie, akutní pankreatitida, hypoventilace).

8.5 Zpracování obrazu a výpočty parametrů nutné k interpretaci nálezu: zobrazení obrazů z perfuzní, parenchymové a biliární fáze vyšetření v monochromatické nebo barevné škále při optimálním



obrazovém spektru (lineární, exponenciální) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

Při použití podnětu ke kontrakci žlučníku se vypočte ejectionní frakce žlučníku (udává, kolik procent z maximální náplně žlučníku je vypuzeno ze žlučníku při jeho kontrakci).

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Dynamická hepatobiliární scintigrafie [ <sup>99m</sup> Tc]-IDA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,11 žlučník	0,017
Děti 5 let	0,28 žlučník	0,046

## NM/SC/SKEL Skelet a kostní dřev

Název standardu: **NRS Scintigrafie skeletu**

Číslo standardu: **NM/SC/SKEL/1**

Vazba na výkon v SZV: 47241, 47245

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení rozložení kostní přestavby.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*. Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Optimálním přístrojem je dvoudetektorová, popřípadě jednodetektorová scintilační kamera vybavená zařízením pro celotělovou scintigrafii a SPECT. Méně vhodným, ale akceptovatelným minimem je jednodetektorová scintilační kamera zaznamenávající jednotlivé scintigramy v rozsahu zorného pole kamery. Používají se většinou LEHR, popřípadě LEAP kolimátory. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je široké spektrum stavů s metabolickými změnami kostí. Jako příklady typických indikací je třeba uvést: podezření na metastázy do skeletu při maligních tumorech (včetně maligních tumorů skeletu), diferenciální diagnostika ložiskových lézí zjištěných na rentgenovém snímku kosti, podezření na nepoznané fraktury, osteomyelitis, avaskulární nekrózy, artritidy, M. Paget, fibrózní dysplázie, algodystrofie, infarkty kostí, posouzení viability kostních štěpů, nejasné kostní bolesti, změny při systémových metabolických onemocněních (např. hyperparatyreóza).

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmakum

[<sup>99m</sup>Tc]-fosfonáty a fosfáty o aplikované aktivitě 300 – 740 MBq, doporučená aplikovaná aktivita 500 MBq.

RF podléhají oxidaci, je proto nutno zabránit přístupu vzduchu k RF.

Diagnostická referenční úroveň 800 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Pacient musí zvýšit příjem tekutin (dospělá osoba 0,5 l) v období bezprostředně po i. v. podání RF, pokud není zvláštní kontraindikace pro tuto hydrataci. Pacient je vyzván k častému močení, na závěr se pacient vymočí bezprostředně před vyšetřením.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita), informace o prodělaných úrazech, operacích a nemocích s možným postižením skeletu, stav ledvinových funkcí, na dosavadní vyšetření a současnou terapii.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. aplikace RF.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost při vyšetření

Vleže na zádech.

8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíří okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Scintigramy zobrazující rozložení RF vychytaného ve skeletu se provádí 2 – 5 hodin po podání RF. Celotělová scintigrafie v přední a zadní projekci vzniká jako průběžný záznam při kontinuálním pohybu kamery nebo jako záznam několika překrývajících se jednotlivých scintigramů, které jsou počítačem složeny do jednoho obrazu. Matice celotělového scintigramu je minimálně 256 × 1024 × 16. Záznam musí být proveden tak, aby celotělový scintigram byl tvořen více než 1,5 milionem impulzů – před zahájením scintigrafie je nutno ověřit předpoklad splnění této podmínky pomocí orientačního změření četnosti impulzů kamerou v oblasti hrudníku pacienta.

Cílené jednotlivé planární scintigramy

Čas akvizice jednotlivých scintigramů odpovídá času, který je potřebný pro akvizici planárního scintigramu v oblasti hrudníku, předvoleného na 500 000 až 1 000 000 impulzů v závislosti na velikosti zorného pole kamery. Matice 256 × 256.

Třífázová scintigrafie se skládá z *perfuzní fáze* (dynamická scintigrafie v období prvních 2 – 3 minut bezprostředně po i. v. aplikaci RF zaměřená na vyšetřovanou oblast, matice 64 × 64 nebo jemnější, 3 – 10 s/scintigram), *tkáňové fáze* (statický scintigram v období 3. až 5. minuty po i. v. aplikaci RF, matice minimálně 128 × 128, celkový počet impulzů minimálně 300 tisíc, na

končetinách 150 až 200 tisíc impulzů), *pozdní fáze* (statický scintigram zaměřený na vyšetřovanou oblast nebo celotělový scintigram, matice 256 × 256, počet impulzů 400 tisíc, cílené scintigramy na periferie končetin 150 až 200 tisíc impulzů). Je možno doplnit i cílené scintigramy za 6 a 24 hodin po i. v. aplikaci RF.

**SPECT:** Záznam a zpracování provést v souladu s doporučením výrobce kamery. Typicky se zaznamenává 120 obrazů (výjimečně 60) na dráze 360°, matice 64 × 64 a jemnější (optimální matice je 128 × 128), doba záznamu jednotlivých obrazů je 10 – 40 sec. Při použití kontinuálního pohybu kamery je nutno zvolit rychlost rotace, která vede k obdobnému celkovému času záznamu, který by byl zvolen při použití krokového způsobu záznamu.

**Scintigrafie s použitím pinhole kolimátoru** se provádí při nutnosti dosažení velmi vysokého prostorového rozlišení. Scintigramy se nahrávají s počtem impulzů 75 až 100 tisíc (dle oblastí) a více. Matice 256 × 256, popř. 128 × 128.

Ve vybraných případech, kdy se provádí cílené vyšetření malé oblasti, je možno použít zoomu ke zjemnění matice obrazu zájmové oblasti.

**Zvláštní intervence:** Doplnující bočné projekce. Při nemožnosti vyprázdnění močového měchýře je možné k zobrazení skeletu pánve použít i projekci vsedě nad detektorem.

Pozdní scintigramy 6 – 24 hod. po i. v. aplikaci RF.

### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním monochromatickém obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

SPECT – standardní zpracování filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace). Korekce na atenuaci je vhodná při automatickém stanovení kontur, pro tuto atenuaci je žádoucí kontrolovat správnost automaticky stanovených kontur.

### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

### 8.7 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie skeletu [ <sup>99m</sup> Tc]-fosfonáty a fosfáty		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,063 povrchy kostí	0,0057
Děti 5 let	0,22 povrchy kostí	0,014

Název standardu: **NRS Scintigrafie kostní dřene**

Číslo standardu: NM/SC/SKEL/2

Vazba na výkon v SZV: 47235

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení aktivní kostní dřene.

## 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

## 3. Přístroj

Optimálním zařízením je dvoudetektorová, popřípadě jednodetektorová scintilační kamera vybavená zařízením pro celotělovou scintigrafii a SPECT. Méně vhodným, ale akceptovatelným minimem je jednodetektorová scintilační kamera zaznamenávající jednotlivé scintigramy v rozsahu zorného pole kamery. Používají se většinou LEHR, popřípadě LEAP kolimátory. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

## 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je posouzení rozložení aktivní kostní dřeně u hematologických onemocnění (periferizace kostní dřeně, útlum kostní dřeně v centrálním skeletu).

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF), laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce) a zvýšená hladina HAMA protilátek v případě použití [<sup>99m</sup>Tc]-antigranulocytární protilátky. Alergie na [<sup>99m</sup>Tc]-antigranulocytární protilátky je absolutní kontraindikací.

## 6. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-nanokoloid o aplikované aktivitě většinou 500 MBq, diagnostická referenční úroveň 550 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Speciální příprava není nutná.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o vyšetření vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, informace o prodělaných úrazech, operacích a nemocích s možným postižením kostní dřeně, dosavadních vyšetření a současné terapii.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. aplikace RF.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost při vyšetření

Vleže na zádech.

8.4 Akvizice scintigramů:

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Scintigramy zobrazující rozložení [<sup>99m</sup>Tc]-nanokoloidu vychytaného v kostní dřeni se provádí jednu hodinu po podání RF (pokud výrobce konkrétního RF nedoporučuje jiný čas vyšetření).

Scintigrafie po podání [<sup>99m</sup>Tc]-antigranulocytárních protilátek se provádí za 4 hodiny po i. v. aplikaci RF.

Celotělová scintigrafie v přední a zadní projekci vzniká jako průběžný záznam při kontinuálním pohybu kamery nebo jako záznam několika překrývajících se jednotlivých scintigramů, které jsou

počítačem složený do jednoho obrazu. Matice celotělového scintigramu je minimálně  $256 \times 1024 \times 16$ . Záznam musí být proveden tak, aby celotělový scintigram byl tvořen více než 1,5 milionem impulzů – před zahájením scintigrafie je nutno ověřit předpoklad splnění této podmínky pomocí orientačního změření četnosti impulzů kamerou v oblasti pacientova hrudníku.

**SPECT:** Záznam a zpracování provést v souladu s doporučením výrobce kamery. Typicky se zaznamenává 120 projekcí (výjimečně 60) na dráze  $360^\circ$ , matice  $64 \times 64$  a jemnější (při dostatečných četnostech aktivity RF v kostní dřeni je optimální matice  $128 \times 128$ ), doba záznamu jednotlivých obrazů je 20 až 40 s. Při použití kontinuálního pohybu kamery je nutno zvolit rychlost rotace, která vede k obdobnému celkovému času akvizice, jenž by byl zvolen při použití krokového způsobu záznamu.

#### Zvláštní intervence

Doplňující bočné projekce.

#### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním monochromatickém obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

SPECT – standardní zpracování iterativní rekonstrukcí nebo filtrovanou zpětnou projekcí v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace).

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie kostní dřene [99mTc]-nanokoloid		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,077 slezina	0,0097
Děti 5 let	0,25 slezina	0,023
Scintigrafie kostní dřene [99mTc]-antigranulocytární protilátky		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,06 slezina	0,0098
Děti 5 let	0,19 slezina	0,03

## NM/SC/ENDOKR Štítná žláza a příštítná tělíska

Název standardu: **NRS Scintigrafie štítné žlázy**

Číslo standardu: **NM/SC/ENDOKR/1**

Vazba na výkon v SZV: 47147

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

## 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení funkčního parenchymu štítné žlázy.

## 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

## 3. Přístroj

Dostačujícím zařízením je jednodetektorová scintilační kamera zaznamenávající jednotlivé scintigramy – kolimátory pinhole, LEHR nebo LEUHR. Počet hlav kamery není limitujícím faktorem pro vyšetření. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Případně další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení:

Bodový zdroj  $^{57}\text{Co}$  k zakreslení anatomických struktur krku a okolí.

Potřebný doplněk při scintigrafii pinhole je zařízení měřící nebo vymezující vzdálenost čela kolimátoru od povrchu krku.

Měřič aktivity RF (ka librátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

## 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou

- posouzení rozložení funkční aktivity ve štítné žláze – především jde o diagnostiku latentní i rozvinuté hypertyreózy (např. diagnostika autonomních adenomů, diferenciální diagnostika autoimunní hypertyreózy a subakutně probíhající tyroiditidy),
- průkaz ektopie tyreoidální tkáně,
- cílené vyšetření oblasti krku u pacienta s diferencovaným karcinomem štítné žlázy v myxedému.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity [ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ]- $\text{TcO}_4$ , nelze použít radioizotopy jodu). Při aplikaci 80 MBq [ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ]- $\text{TcO}_4$  ke scintigrafii je třeba přerušit kojení dítěte na 24 hodin.

## 6. Příprava pacienta k vyšetření

Vysazení případné plné substituční medikace l-tyroxinem 4 týdny před scintografií, triiodthyroninu 10 dní před vyšetřením. Terapie se ponechává při supresní scintigrafii k průkazu autonomní tkáně.

## 7. Radiofarmaka

[ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ]- $\text{TcO}_4$  o aktivitě 50-175 MBq, diagnostická referenční úroveň 200 MBq,

$^{123}\text{I}$  o aktivitě 7,5-20 MBq, diagnostická referenční úroveň 20 MBq,

$^{131}\text{I}$  lze použít výjimečně, jen u pacientů před terapií  $^{131}\text{I}$ , diagnostická referenční úroveň 7 MBq.

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření a předchozí podání neaktivního jodu, které blokuje vylučování RF ve štítné žláze (medikamenty, rtg kontrasty, jodové dezinfekční prostředky). Anamnestická data o tyreopatii – o funkci štítné žlázy, o dosavadní a současné terapii, o operacích a výsledcích komplementárních vyšetření.

## 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

[<sup>99m</sup>Tc]-TcO<sub>4</sub> nebo <sup>123</sup>I je podáván i. v.

<sup>131</sup>I je podáván p. o.

## 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost

Pacient je vyšetřován vleže s podloženou oblastí ramen – krk je v dorzální flexi.

## 8.4 Záznam scintigramů:

### Scintigrafie s kolimátory LEHR, LEUHR

Maticе statického scintigramu musí být uzpůsobena velikosti zorného pole kamery, tak aby velikost pixelu byla menší než 2 mm, optimální u kamer s velkým zorným polem je matice 256 × 256 (nebo 128 × 128) a zoom 2, malé zorné pole 128 × 128 a zoom 2. Akviziční doba scintigramu dle předvoleného počtu impulzů – se snahou o dosažení aspoň 200 000 impulzů, avšak při maximálním akvizičním čase 10 – 15 minut.

### Scintigrafie s kolimátorem pinhole

Scintigramy se nahrávají v matici 256 × 256, popřípadě 128 × 128 se snahou o dosažení aspoň 200 000 impulzů, avšak při maximálním akvizičním čase 10 – 15 minut. Změření a zaznamenání vzdálenosti čela kolimátoru od povrchu krku nebo nastavení kolimátoru vždy do stejné vzdálenosti od krku.

### Zvláštní intervence

- doplňující přední šikmé projekce,

- scintigram se zakreslením anatomických markerů (jugulum, klíční kost, případně kontury krku a dolní čelisti),

- kvantifikace vychytávání [<sup>99m</sup>Tc]-technecistanu ve štítné žláze – změření stříkačky před a po aplikaci RF pacientovi pomocí gamakamery nebo měřičem aktivity s použitím kalibračních faktorů.

## 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu:

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním obrazovém spektru (monochromatické zobrazení lineární nebo exponenciální) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

Kvantifikace vychytávání [<sup>99m</sup>Tc]-technecistanu ve štítné žláze: Po korekci na paravenózně aplikovanou aktivitu RF a na fyzikální rozpad RF je proveden vlastní výpočet množství RF vychyteného ve štítné žláze, které je vyjádřeno jako procentuální podíl z celkové aplikované aktivity RF.

## 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

## 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování kvality a v provozním řádu pracoviště).

## 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

## 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie štítné žlázy [ <sup>99m</sup> Tc]-TcO <sub>4</sub>		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,057 horní část tlustého střeva	0,013
Děti 5 let	0,14 horní část tlustého střeva	0,042

Scintigrafie štítné žlázy [ <sup>123</sup> I]-jodid (při 35% akumulaci jodidu ve štítné žláze)		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	4,5 štítná žláza	0,22
Děti 5 let	23 štítná žláza	1,1

Název standardu: **NRS celotělové scintigrafie <sup>131</sup>I u karcinomu štítné žlázy**

Číslo standardu: **NM/SC/ENDOKR/2**

Vazba na výkon v SZV: 47151

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení rezidua nebo metastáz diferencovaného karcinomu štítné žlázy u pacientů po totální tyroidektomii.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Při použití <sup>131</sup>I scintilační kamera s kolimátorem pro střední energie. Při použití <sup>123</sup>I scintilační kamera s kolimátorem pro nízké energie. Výhodné je zařízení pro celotělovou scintigrafii a použití dvou hlav kamery sloužících současně k záznamu vyšetření. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je pátrání po reziduu diferencovaného karcinomu štítné žlázy a po jeho metastázách u pacienta v myxedému nebo po podání rekombinantního TSH.

Kontraindikací je gravidita a laktace.

### 6. Radiofarmakum

[<sup>131</sup>I]-NaI při diagnostickém vyšetření je aplikována aktivita 74 – 185 MBq, diagnostická referenční úroveň 185 MBq.

[<sup>123</sup>I]-NaI – o aktivitě 40 – 200 MBq (doporučení EANM). Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podává aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení.

Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

Při poterapeutické scintigrafii není vyšetření přímo spojeno s podáním RF, využívá se aktivita RF podaného pacientovi za terapeutickým účelem.

Kontrola kvality RF viz *Obecné požadavky na zobrazování metodami NM*.

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Před vyšetřením je potřebná elevace hladiny TSH na více než 30 mU/l – je proto nutné vysazení případné medikace l-tyroxinem na dobu 4 – 5 týdnů před scintografií, medikace triiodthyroninem na dobu dvou týdnů před vyšetřením. Místo vysazení tyreoidálních hormonů za účelem stimulace tvorby endogenního TSH lze použít exogenní stimulace podáním rekombinantního lidského TSH. V období



posledního měsíce před scintigrafií nesmí být u pacienta zvýšený příjem jodu (včetně aplikace jodových preparátů na pokožku), po podání jodových kontrastních látek a amiodaronu by odstup měl být delší než 2 – 3 měsíce.

Pacient musí lačnět 4 hodiny bezprostředně před podáním a 1 hodinu po podání  $^{131}\text{I}$ . Při podání terapeutické dávky  $^{131}\text{I}$  je nutno stimulovat tvorbu slin.

Fakultativně lze před scintigrafií použít podání mírných laxativ k zrychlení eliminace radiojodu z trávicího traktu. Před vyšetřením se pacient vymočí.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření a předchozí podání neaktivního jodu, které blokuje vychytání RF ve štítné žláze (medikamenty, rtg kontrasty, jodové dezinfekční prostředky). Anamnéza cílená na tyreopatii: typ karcinomu štítné žlázy, dosavadní a současná terapie, operace a výsledky komplementárních vyšetření (hladina thyreoglobulinu).

Poučení pacientky v produktivním věku, že v případě následného podání terapeutické aktivity radiojodu je potřebná antikoncepce na 6 – 12 měsíců.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace, odstup aplikace RF od scintigrafie

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

$^{131}\text{I}$  je podáván p. o. 72 hodin (minimální odstup je 48 hodin) před diagnostickou scintigrafií.

$^{123}\text{I}$  je podáván i. v. 24 hodin před diagnostickou scintigrafií.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost

Pacient je vyšetřován vleže, vhodná je mírná dorzální flexe krku.

8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík  $^{131}\text{I}$  (případně  $^{123}\text{I}$ ), volbu šíře okna provést v souladu s doporučením výrobce přístroje (konkretizovat do místních radiologických standardů).

Celotělová scintigrafie v přední a zadní projekci v matici minimálně  $768 \times 256$ . Celková doba akvizice celotělové scintigrafie minimálně 30 minut.

V případě, že scintigrafie je prováděna jako série jednotlivých statických scintigramů v přední a zadní projekci, je délka akvizice jednoho scintigramu minimálně 5 – 10 minut při matici  $256 \times 256$ .

8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním obrazovém spektru (monochromatické zobrazení lineární nebo exponenciální) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

## 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Celotělová scintigrafie karcinomů štítné žlázy $^{131}\text{I}$		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,6 l močový měchýř	0,061
Děti 5 let	nestanoveno	nestanoveno

Název standardu: **NRS scintigrafie přštítných tělísek**

Číslo standardu: **NM/SC/ENDOKR/3**

Vazba na výkon v SZV: 47153

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení hyperfunkčního parenchymu přštítných žláz.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Scintilační kamera s LEHR, popř. LEUHR kolimátory (LEAP kolimátory jsou méně vhodné). Při SPECT vyšetření je výhodná dvoudetektorová kamera. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Vhodný doplněk: držák hlavy při použití subtrakční metody.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je určení lokalizace zmnožené paratyreoidální tkáně u pacienta s prokázanou hyperparatyreózou.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení z vitální indikace možné při minimalizaci aplikovaných aktivity RF). Při laktaci je třeba přerušit kojení na 48 hodin.

### 6. Příprava pacienta

Bez speciální přípravy. Před subtrakční scintigrafií přštítných tělísek vysazení případné medikace l-tyroxinem 4 týdny před scintigrafií, vysazení triiodthyroninu 10 dní před vyšetřením.

### 7. Radiofarmaka

Při vyšetřeních je možno použít různé kombinace i. v. aplikovaných RF:

[<sup>99m</sup>Tc]-technecistan ([<sup>99m</sup>Tc]-TcO<sub>4</sub>) 50 – 175 MBq, diagnostická referenční úroveň 200 MBq,

[<sup>123</sup>I]-NaI 7,5 – 20 MBq, diagnostická referenční úroveň pro analogickou samostatnou scintigrafii štítné žlázy je 20 MBq,

[<sup>99m</sup>Tc]-sestamibi 700 – 800 MBq, diagnostická referenční úroveň 800 MBq,

[<sup>201</sup>Tl]-chlorid 75 – 100 MBq, diagnostická referenční úroveň 80 MBq.

Aplikované aktivity mají být v souladu se seznamem diagnostických referenčních úrovní, vyšší aktivita technecistanu při druhé verzi subtrakční scintigrafie je zvláště zdůvodnitelným případem. Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podává aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření a předchozí podání neaktivního jodu, které blokuje vychytání technecistanu nebo radionuklidů jodu ve štítné žláze (medikamenty, rtg kontrasty, jodové dezinfekční prostředky). Anamnéza zaměřená na tyreopatii.

Informace o hyperparatyreóze – hladina parathormonu, o ledvinné insuficienci při podezření na sekundární hyperparatyreózu, o operacích na krku a výsledcích komplementárních vyšetření (sonografie štítné žlázy a příštítných tělísek, CT krku).

#### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Všechna RF se aplikují i. v. :

$^{99m}\text{Tc}$ ]-technecistan 20 – 30 minut před začátkem scintigrafie,

$^{123}\text{I}$  2 – 4 hodiny před scintigrafií,

$^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI 10 minut před scintigrafií.

#### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost

Pacient je vyšetřován vleže s podloženou oblastí ramen – krk je v dorzální flexi.

#### 8.4 Záznam scintigramů

Nastavení energetického okna na fotopík 140 keV  $\pm$  20 %, případně v souladu s doporučením výrobce. V případě  $^{123}\text{I}$  na fotopík 159 keV  $\pm$  20 %.

Čas zahájení scintigrafií viz aplikace RF.

Matice statických scintigramů je 256  $\times$  256, případně i 512  $\times$  512, zorné pole kamery pokrývá oblast od baze lební po bránici. U kamer s velkým zorným polem lze u matice 256  $\times$  256 použít i zoom 1,2 až 1,3 (individuálně dle kamery při zvážení požadovaného zorného pole). Akviziční doba scintigramů je většinou 10 minut nebo do doby dosažení předvoleného počtu impulzů – 400 000. SPECT 120 nebo 128 projekcí po 3°, matice 64  $\times$  64 nebo 128  $\times$  128, záznam projekce 15 až 20 vteřin.

##### Zvláštní intervence

Doplňující přední šikmé projekce.

Běžně používané vyšetřovací algoritmy:

Subtrakční scintigrafie  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI –  $^{99m}\text{Tc}$ ]-TcO<sub>4</sub> (odečtení technecistanového scintigramu od scintigramu  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI po předchozí normalizaci scintigramů na obdobné četnosti impulzů v oblasti štítné žlázy).

Dvoufázová scintigrafie  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI (srovnání scintigramů  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI, zahájených 10 minut a 120 min. po i. v. aplikaci RF), detekce ložiska s pomalými vyplavením RF.

Zřídka používané algoritmy

Subtrakční scintigrafie  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI –  $^{123}\text{I}$ ,

Existuje řada variant vyšetření s menšími odchylkami v časování jednotlivých kroků – každé pracoviště podrobně popíše do místních radiologických standardů používaný algoritmus včetně aplikovaných aktivit, časů scintigrafií a způsobu hodnocení.

Příkladem komplexního algoritmu je následně uvedený postup:

1. podání  $^{99m}\text{Tc}$ ]-TcO<sub>4</sub> i. v.,
2. podání 400 – 800 mg chloristanu p. o. a ihned zahájení desetiminutové planární technecistanové scintigrafie,
3. pacient zůstává na vyšetřovacím stole, aplikace  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI i. v. 10 minut po ukončení technecistanové scintigrafie,
4. desetiminutová planární scintigrafie  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI zahájená 10 min. po i. v. aplikaci RF,
5. po ukončení planární  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI scintigrafie zahájit  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI SPECT,
6. planární  $^{99m}\text{Tc}$ ]-MIBI scintigrafie 120 min. po i. v. aplikaci RF.

#### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním obrazovém spektru (monochromatické zobrazení lineární nebo exponenciální) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů. Standardní provedení subtrakce scintigramů pomocí speciálního programu.

SPECT – optimální je rekonstrukce iterativní, pokud není dostupná, lze použít metody filtrované zpětné projekce s parametry doporučenými výrobcem. Zobrazení řezů v černobíle monochromatické škále.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie příštítných tělísek [ <sup>99m</sup> Tc]-TcO <sub>4</sub>		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,057 horní část tlustého střeva	0,013
Děti 5 let	0,14 horní část tlustého střeva	0,042

Scintigrafie štítné žlázy [ <sup>123</sup> I]-jodid		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	4,5 štítná žláza	0,22
Děti 5 let	23 štítná žláza	1,1

Scintigrafie příštítných tělísek [ <sup>99m</sup> Tc]-MIBI		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,039 žlučník	0,009
Děti 5 let	0,1 žlučník	0,028

Scintigrafie příštítných tělísek [ <sup>201</sup> Tl]-chlorid		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,73 vaječníky 0,45 varlata	0,22
Děti 5 let	3,5 vaječníky 9,6 varlata	1,7

## NM /SC/ LYMFO L y m f a t i c k ý s y s t é m

Název standardu: **NRS Lymfoscintigrafie**

Číslo standardu: **NM/SC/LYMFO/1**

Vazba na výkon v SZV: 47263

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení lymfatického řečiště a k posouzení rychlosti odtoku lymfy ze sledované oblasti, především při diferenciální diagnostice edémů.

2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Dvou- nebo jednodetektorová scintilační kamera s kolimátory LEHR, popřípadě LEAP. Výhodné je vybavení zařízením pro celotělovou scintigrafii. Plně akceptovatelnou možností je však i použití scintilační kamery zaznamenávající jednotlivé scintigramy v rozsahu zorného pole kamery. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Případně další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení: olověná stínění k odstínění míst aplikace. Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF intradermálně.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je diferenciální diagnostika edémů – průkaz poruchy lymfatického odtoku.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

### 6. Radiofarmakum

<sup>99m</sup>Tc-značená nanokoloidní RF s částicemi o velikosti do 100 nm registrovaná pro lymfoscintigrafii většinou o aplikované aktivitě 50 – 150 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 150 MBq. Při aplikaci RF dětem se aplikují aktivity při dolní hranici uvedeného rozmezí, vzhledem k charakteru zobrazení není vhodné provádět přepočet zohledňující hmotnost nebo povrch těla dítěte. U pacientů s hmotností vyšší než 70 kg se použije standardní aktivita aplikovaná na pracovišti. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Bez speciální přípravy. Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

### 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita), na operace a nemoci s možným postižením lymfatického systému, výsledky dosavadních vyšetření.

#### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Subkutánní/intradermální (dle lokalizace edémů) aplikace do oblasti postižené edémem a do symetrické kontralaterální oblasti. U vyšetření povrchového lymfatického systému končetin se RF aplikuje subkutánně do 1. interdigitálního prostoru (rukou/nohou).

#### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Většinou poloha na zádech.

#### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Zaznamenává se série scintigramů za klidových podmínek v přední nebo zadní projekci v období do jedné hodiny od aplikace RF, první scintigram navazuje na aplikaci RF, další se nahrávají v odstupech přibližně 5 – 10 minut. Pomocí celotělových zobrazovacích režimů se zaznamenávají obrazy v rozsahu adekvátním délce celého sledovaného řečiště (většinou dolní nebo horní končetiny) nebo se používají jednotlivé planární statické scintigramy. Vyšetření je ukončeno dříve při zjištění, že RF je již výrazně deponováno ve svodné uzlině a nejsou známky retencí v průběhu lymfatického řečiště.

„Celotělová scintigrafie“ zobrazující celou končetinu se provádí jako záznam několika překrývajících se jednotlivých scintigramů nebo jako záznam při kontinuálním pohybu kamery. Matice výsledného obrazu odpovídá matici  $256 \times 256$  jednoho planárního statického obrazu. Záznam musí být proveden tak, aby každá část scintigramu byla zaznamenávána po dobu 50 až 180 sekund.

Jednotlivé planární statické scintigramy se zaznamenávají po dobu 50 až 180 sekund při použití matice  $256 \times 256$ . Není-li vzdálenost místa aplikace a svodné uzliny velká, je možné zvolit dynamický způsob záznamu (1 scintigram/20 s, matice  $128 \times 128$ , popř.  $64 \times 64$ , celková doba záznamu 45 až 60 minut – je možné ukončit studii dříve, pokud došlo k odtoku RF z lymfatického řečiště).

Po nasnímání obrazů „klidové fáze“ se akvizice zopakuje po zátěži (u vyšetření dolních končetin nejčastěji chůze, u horních končetin – pohyby rukou i celých paží – lze modifikovat dle možností a schopností pacienta!). Zátěž by měla trvat alespoň 30 minut. Případně lze zátěž nahradit manuální lymfodrenáží.

#### Zvláštní intervence

Doplňující bočné nebo šikmé projekce.

Pozdní scintigramy v delším časovém odstupu (1 až 4 hod. po intradermální aplikaci RF) při vešmě těžké poruše odtoku lymfy a současném požadavku na posouzení průběhu lymfatického řečiště.

#### 8.5 Zpracování obrazu

Planární a celotělové scintigramy – zobrazení scintigramů při obrazovém spektru zvýrazňujícím oblasti s chabou depozicí RF; při volbě meze pro horní zobrazovanou četnost impulzů je třeba zohlednit nutnost potlačení vysokých četností impulzů v místech aplikací RF.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou nelze stanovit obvyklým způsobem, tj. vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Hodnoty uvedených parametrů totiž závisejí na místě aplikace, ve kterém zůstává deponována většina RF. Při aplikované aktivitě 50 MBq [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-nanokolidu je efektivní dávka nižší než 1 mSv.

Název standardu: **NRS scintigrafie sentinelových uzlin**

Číslo standardu: **NM/SC/LYMFO/2**

Vazba na výkon v SZV: 47275

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k detekci sentinelových uzlin a zobrazení přívodného lymfatického řečiště.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Dvou- nebo jednodetektorová scintilační kamera s kolimátory LEHR, popřípadě LEAP. Kontrola kvality viz I.4. *Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Případně další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení: olověná stínění k odstínění míst aplikace, bodový nebo plošný zdroj k zobrazení kontur těla pacienta. Pomůcky k aplikaci RF. Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací jsou maligní tumory, pro jejichž stážování a terapii je nutné určení a vyšetření sentinelové uzliny.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

#### 6. Radiofarmakum

<sup>99m</sup>Tc-značená nanokoloidní RF s částicemi o průměru řádově desítek až stovek nm registrovaná pro lymfoscintigrafii, při jednodenním protokolu do 50 MBq, při dvoudenním protokolu do 300 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 150 MBq (DRÚ vyšší aktivitu lze podat ve zdůvodnitelných případech, například při nutnosti delšího časového odstupu mezi scintigrafií a radionavigovaným chirurgickým výkonem, jak tomu bývá při dvoudenním protokolu). Při aplikaci RF dětem vzhledem k charakteru zobrazení není vhodné provádět přepočty zohledňující hmotnost nebo povrch těla dítěte.

Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

#### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Speciální příprava není potřebná. Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

#### 8. Průběh vyšetření

##### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace; předchozí terapie alterující lymfatické povodí, které má být hodnoceno). Získání informací o tumoru, jehož svodné lymfatické povodí je vyšetřováno, a o jeho dosavadní terapii, o operacích provedených v dané oblasti a o výsledcích dosavadních vyšetření.

##### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Aplikace RF do blízkosti tumoru – intradermální nebo intramukózní aplikace u maligního melanomu, peritumorózní, nebo subkutánní (zřídka intratumorózní) aplikace u karcinomu prsu a jiných malignit.

##### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Většinou poloha na zádech; pokud by nebylo místo aplikace RF dostupné v této projekci, pak je pacient vyšetřen v úvodní fázi v poloze na břiše. Pozdější scintigramy lze nahrávat již v poloze vleže na zádech. Při zobrazování polohy sentinelové uzliny a při zakreslování polohy této uzliny na pokožku je poloha končetin taková, jaká bude i při operaci.

##### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotoník 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

V první fázi se zaznamenává série scintigramů v přední, zadní, bočné nebo šikmé projekci v závislosti na lokalizaci tumoru – u maligního melanomu je vhodné zahájit vyšetření dynamickou scintigrafií. Dynamická scintigrafie: v matici minimálně 128 × 128, délka scintigramů 10 – 20 sekund; statické scintigramy v matici 256 × 256, délka záznamu scintigramů 50 sekund a více. Při vyšetření pacientů s maligním melanomem na trupu s potřebou současně zobrazit axilly i třísla je možno použít scintigrafii v režimu „celotělová scintigrafie“, při níž mají akviziční parametry každé části scintigramu stejnou velikost matice a dobu záznamu, jak bylo uvedeno u scintigrafie statické.

První fáze vyšetření je ukončována při zjištění, že RF je již výrazně deponováno ve svodné uzlině a již není přítomno významné množství RF v průběhu lymfatického řečiště.

„Celotělová scintigrafie“ se provádí jako záznam několika překrývajících se jednotlivých scintigramů nebo jako záznam při kontinuálním pohybu kamery. Matice výsledného obrazu odpovídá matici  $256 \times 256$  jednoho planárního statického obrazu. Záznam musí být proveden tak, aby každá část scintigramu byla zaznamenávána po dobu 50 až 180 sekund.

#### Zvláštní intervence

Doplňující bočné nebo šikmé projekce.

Pozdní scintigramy v delším časovém odstupu (1 až 4 hod p. i.) k zobrazení sentinelových uzlin v povodích s velmi chabým lymfatickým přítokem. Při těchto scintigramech je třeba pátrat i po uzlinách in tranzit, které se v tomto období lépe diferencují od lymfatických cév.

SPECT/CT – k případnému ozřejmění topografické lokalizace uzlin.

#### 8.5 Zpracování obrazu

Planární a celotělové scintigramy – zobrazení scintigramu při obrazovém spektru zvýrazňujícím oblasti s chabou depozicí RF, při volbě meze pro horní zobrazovanou četnost impulzů je třeba zohlednit potřebu potlačení vysokých četností impulzů v místech aplikací RF.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou nelze stanovit obvyklým způsobem, tj. vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Hodnoty uvedených parametrů totiž závisejí na místě aplikace, ve kterém zůstává deponována velká většina RF. Při aplikované aktivitě 50 MBq [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-nanokoloиду do oblasti prsu je efektivní dávka přibližně 1 mSv (0,021 mSv/1 MBq).

Název standardu: **NRS radionavigovaná biopsie**

Číslo standardu: **NM/SC/LYMFO/3**

Vazba na výkon v SZV: 47277

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k radionavigované detekci sentinelových uzlin nebo exstirpaci tumoru značeného RF.

#### 2. Pracoviště

Předpokladem provádění radionavigovaných chirurgických výkonů je zavedení systému jakosti a zpracování programu zabezpečování jakosti. Dalšími žádoucími kroky je vypracování Provozních pokynů a Ohlášení použití typově schváleného drobného zdroje na SÚJB.

Systém jakosti (s navrhovanou strukturou: 1. Identifikace osoby povinné zavedením systému jakosti. 2. Předmět a rozsah činnosti. 3. Cíle systému jakosti. 4. Položky důležité z hlediska radiační ochrany. 5. Odpovědnost, pravomoc a vzájemné vztahy osob, jejichž činnost má vztah k radiační ochraně. 6. Popis systému jakosti ohlašovatele. 6.1 Používané zdroje. 6.2 Pracovní postupy důležité z hlediska radiační ochrany. 6.3 Likvidace odpadů znečištěných radionuklidů. 6.4 Záznamy. 6.5 Navazující dokumentace).



Provozní pokyny (standardní operační postup s rozpracovaným postupem při rozliti radioaktivní látky, monitorováním prostředí při aplikaci, uložení kontaminovaného materiálu).

Ohlášení použití typově schváleného drobného zdroje na SÚJB (s navrhovanou strukturou: identifikace ohlašovatele, specifikace zdrojů ionizujícího záření a jejich počet, datum první aplikace, předpokládaný počet aplikací za rok, umístění zdroje ionizujícího záření, uložení zdroje po aplikaci, předpokládaný způsob likvidace zdrojů ionizujícího záření, způsob zabezpečení činnosti).

Ostatní požadavky na pracoviště jsou standardní požadavky na chirurgické sály, při použití drobného zdroje s aktivitou  $^{99m}\text{Tc}$  nižší než 50 MBq není třeba speciálních dozimetrických opatření pro personál, je však třeba zabezpečit výše uvedené monitorování prostředí, pokud by RF bylo aplikováno přímo na operačním sále.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet v případě, že aplikaci probíhá přímo na operačním sále.

### 3. Přístroj

Gamasonda pro radionavigovanou biopsii. Kontrola kvality viz I.5. *Požadavky na nezobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Případné další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení: sterilní návleky na sondy, přípa dně stínění k odstínění míst aplikace.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

V případě, že aplikace RF se provádí mimo pracoviště NM (na operačním sále atd.), je nutné mít k dispozici měřič aktivity ke kontrole, zda nedošlo ke kontaminaci místnosti RF – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky na biopsii.

### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

Součástí každého místního RS je jmenný seznam kvalifikovaných osob, oprávněných k radionavigované biopsii s určením praktické části výkonu, pro kterou byly na konkrétním přístroji proškoleny. Pracovníci uvedení v těchto seznamech potvrdí své seznámení se s místním radiologickým standardem svým podpisem.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací k biopsii sentinelové uzliny jsou maligní tumory, pro jejichž stážování a terapii je nutná biopsie sentinelové uzliny.

Indikací k biopsii tumoru značeného RF jsou tumory s obtížnou lokalizací při operaci provedené standardním způsobem.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 Obecné části a v komentáři k tabulce).

### 6. Radiofarmakum

Vyšetření navazuje na scintigrafii sentinelových uzlin, není použita samostatná aplikace radiofarmaka.

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Speciální příprava při biopsii sentinelové uzliny není potřebná. Při exstirpacích tumorů pravidelně předchází operaci scintigrafie – příprava je identická jako při příslušné scintigrafii (NM/SC/TU/1-4).

Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

### 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace; při biopsii sentinelové uzliny předchází terapie alterující lymfatické povodí, které má být hodnoceno). Získání informací o tumoru, jehož svodné lymfatické povodí je vyšetřováno, a o jeho dosavadní terapii, o operacích provedených v dané oblasti a o výsledcích dosavadních vyšetření. Získání informací o tumoru, který má být odstraněn.

## 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Při biopsii sentinelové uzliny aplikace RF do blízkosti tumoru – intradermální aplikace u maligního melanomu; peritumorózní, subkutánní, retroareolární nebo periareolární u karcinomu prsu; u jiných malignit příslušná peritumorózní, případně intratumorózní aplikace.

Při extirpacích tumorů předchází operaci scintigrafie. V případě nutnosti opakovaného podání RF jsou ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace identické jako při příslušné scintigrafii (NM/SC/TU/1-4).

V úvahu připadají tyto možné kombinace aplikace RF a radionavigované biopsie:

a) při detekci sentinelových uzlin

- aplikace na pracovišti NM s následným scintigrafickým vyšetřením, detekce sondou peroperačně na sále,

- aplikace (maximální aplikovaná aktivita 50 MBq [<sup>99m</sup>Tc]-nanokolidu) i detekce sondou na operačním sále.

b) při detekci rozsahu tumoru, hledání ektopických příštítých tělísek apod.

- aplikace vždy na oddělení NM s následným scintigrafickým vyšetřením, detekce sondou v průběhu operačního výkonu.

## 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Většinou poloha na zádech – jinak v závislosti na způsobu operace.

## 8.4 Měření během operace

Při biopsii sentinelové uzliny nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje. Při extirpacích tumorů nastavit okénko v závislosti na použitém radionuklidu (NM/SC/TU/1-4).

Nasazení sterilního krytu na sondu.

Po orientačním zjištění aktivity RF v sentinelové uzlině nebo tumoru je nutno upravit příslušný rozsah měřených aktivit a zvolit typ akustické indikace aktivity ve vyšetřované oblasti.

Vlastní detekce sentinelové uzliny nebo tumoru se provádí pomalým meandrovitým pohybem sondy s ohledem na nastavenou časovou základnu měření (časová základna 1 s účinně redukuje statistické oscilace měřených aktivit).

Kontrolní přeměření aktivity extirpované uzliny nebo tumoru se provádí tak, aby sonda směřovala mimo pacienta (jinak je vysoké riziko falešné registrace aktivity z místa aplikace).

Při biopsii sentinelových uzlin je třeba pátrat i po uzlinách s aktivitou vyšší, než je 10 % aktivity detekované nad sentinelovou uzlinou s nejvyšší aktivitou RF. Je třeba extirpovat sentinelové lymfatické uzliny in tranzit prokázané při předchozí lymfoscintigrafii.

## 8.5 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Zápis do operačního protokolu.

## 8.6 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

## 8.7 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz první dva odstavce přílohy A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

## 10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou nelze stanovit obvyklým způsobem, tj. vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Hodnoty uvedených parametrů totiž závisejí na místě aplikace, ve kterém zůstává deponována velká většina RF. Při aplikované aktivitě 50 MBq [<sup>99m</sup>Tc]-nanokolidu do oblasti prsu je efektivní dávka přibližně 1 mSv (0,021 mSv/1 MBq).

Při extirpacích tumorů je způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů identický jako při příslušné scintigrafii, která předchází operačnímu výkonu (NM/SC/TU/1-4).

## NM/SC/TU Onkologie (kromě PET)

Název standardu: **NRS scintigrafie [<sup>111</sup>In]-pentetreotide m**

Číslo standardu: NM/SC/TU/1

Vazba na výkon v SZV: 47267

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení tkání s expresí somatostatinových receptorů, především tumorů neuroendokrinního původu, méně často jiných tumorů (např. meningeom) nebo zánětů (autoimunní záněty, granulomatózní záněty).

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Optimálním zařízením je dvoudetektorová, popřípadě vícedetektorová scintilační kamera, vybavená zařízením pro celotělovou scintigrafii a SPECT. Méně vhodným, ale akceptovatelným minimem je jednodetektorová scintilační kamera zaznamenávající jednotlivé scintigramy v rozsahu zorného pole kamery. Používají se kolimátory pro střední energie.

Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je detekce ložisek tkání s expresí somatostatinových receptorů, tzn. neuroendokrinních tumorů (především gastro-entero-pankreatické tumory, karcinoidy a paragangliomy), méně často i zánětů (autoimunních nebo granulomatózních zánětů).

Kontraindikací je gravidita a laktace.

Relativní kontraindikací je renální insuficience. Vzhledem k radiační zátěži je třeba bedlivě zvážit indikaci u osob mladších 18 let.

### 6. Radiofarmakum

Podle obecně akceptovaných zahraničních doporučení by měl být aplikován [<sup>111</sup>In]-pentetreotid o průměrné podané aktivitě 175 MBq. Diagnostická referenční úroveň je 190 MBq.

Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podává aktivita RF přepočtem podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Premedikace laxativy, případně nálevem, přispívá ke zpráhlednění oblasti břicha a ke snížení radiační zátěže tlustého střeva. Vhodný je zvýšený příjem tekutin před aplikací RF a 1 den po aplikaci.

### 8. Průběh vyšetření

#### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace), informace o charakteru suspektního

nebo již známého primárního tumoru, přítomnosti eventuálních funkčních symptomů, o prodělaných úrazech a operacích v období předcházejícím scintigrafii, stavu ledvinných funkcí, o dosavadních vyšetřeních a současně terapii.

#### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. aplikace RF.

#### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost při vyšetření

Vleže na zádech.

#### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na 172 a 245 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Celotělové scintigramy nebo série jednotlivých scintigramů se nahrávají za 4 a 24 hod nebo za 24 a 48 hod. po i. v. aplikaci RF. Nutné je alespoň jedno vyšetření SPECT (dle možnosti SPECT/CT), zaměřené na podezřelou nebo cílovou oblast (většinou za 24 hod., někdy i za 48 hodin po i. v. aplikaci RF). Cílené jednotlivé scintigramy mohou být doplněny za 48 hod., 72 hod. nebo za 96 hod. po i. v. aplikaci RF.

Parametry akvizice – doba a matice záznamů:

- jednotlivé planární scintigramy – akviziční čas 15 min., matice 256 × 256,
- celotělové scintigramy – posun maximálně 3 cm/min., matice celotělového scintigramu 256 × 1024,
- SPECT – 60 (64), popřípadě 120 (128) projekcí na dráze 360°, doba záznamu jednotlivých obrazů je minimálně 45 s, matice 128 × 128. Při použití kontinuálního pohybu kamery je nutno zvolit rychlost rotace, která vede k obdobnému celkovému času záznamu, který by byl zvolen při použití krokového způsobu záznamu.

#### Zvláštní intervence

- doplňující bočné projekce,
- pozdní cílené scintigramy za více než 48 hod. po i. v. aplikaci RF jsou vhodné k posouzení oblasti břicha při výrazné kumulaci RF ve střevech při základním vyšetření. Časný scintigram za 4 hod. po i. v. aplikaci RF je bez vyšší kumulace RF v oblasti břicha.

#### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním monochromatickém obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

SPECT – standardní zpracování filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů). Vhodná je korekce na atenuaci, při automatickém stanovení kontur pro tuto atenuaci je žádoucí kontrolovat správnost automaticky stanovených kontur.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie [ <sup>111</sup> In]-pentetotrid		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]

Dospělí	0,57 slezina	0,054
Děti 5 let	1,8 slezina	0,16

Název standardu: **NRS scintigrafie  $^{123/131}\text{I}$ -MIBG**

Číslo standardu: **NM/SC/TU/2**

Vazba na výkon v SZV: 47267

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení neuroendokrinních tumorů.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Optimálním zařízením je dvoudetektorová, popřípadě jednodetektorová nebo vícedetektorová scintilační kamera, vybavená zařízením pro celotělovou scintigrafii a SPECT. Při vyšetření  $^{123}\text{I}$ -MIBG se používají kolimátory LEAP nebo LEHR, při vyšetření  $^{131}\text{I}$ -MIBG se používají kolimátory pro střední energie.

Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je pátrání po neuroendokrinních tumorech (feochromocytom, neuroblastom atd).

Kontraindikací je gravidita. Kojení je nutno přerušit nejméně na 48 hodin, pokud je vyšetření provedeno  $^{123}\text{I}$ -MIBG, při vyšetření  $^{131}\text{I}$ -MIBG je nutno kojení ukončit.

### 6. Radiofarmaka

$^{123}\text{I}$ -MIBG o aplikované aktivitě 200 až 300 MBq, diagnostická referenční úroveň  $^{123}\text{I}$ -MIBG 400 MBq (vyšší aktivitu než diagnostická referenční úroveň lze podat pouze ve zvlášť zdůvodnitelných případech).

$^{131}\text{I}$ -MIBG je pro diagnostické zobrazení méně vhodné RF než  $^{123}\text{I}$ -MIBG, podle obecně akceptovaných zahraničních doporučení by mělo být aplikováno o aktivitě 40 – 80 MBq, diagnostická referenční úroveň  $^{131}\text{I}$ -MIBG je ale 20 MBq (vyšší aktivitu, než uvádí diagnostická referenční úroveň, je nezbytné podat ve všech případech, kdy je nutno dosáhnout dobré kvality zobrazení při celotělovém vyšetření).

Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

a) Blokáda štítné žlázy pomocí KI nebo  $\text{KClO}_4$  při vyšetření  $^{123}\text{I}$ -MIBG 3 dny (1 den před aplikací a 2 dny od aplikace, 3krát denně), při vyšetření  $^{131}\text{I}$ -MIBG 5 dnů (1 den před aplikací a 4 dny od aplikace, 3krát denně).

b) Vysazení léků interferujících s vychytáváním MIBG:

tricyklická antidepresiva (amitriptylin a deriváty, imipramin a deriváty aj.) 7 až 21 dnů; sympatomimetika (fenylpropanolamin, pseudoefedrin, fenilefrin, amfetamin, dopamin, salbutamol aj.) 7 až 14 dnů,

některá antihypertenziva a kardiovaskulární léky (21 dní – labetalol, metoprolol, amiodaron, 14 dní – reserpin, bretylilum, guanethidin, blokátory kalciových kanálů – nifedipin, ACE inhibitory), antipsychotika (fenothiaziny, thixanteny, butyrofenony) 21 – 28 dnů, opioidy 7 až 14 dnů, kokain 7 až 14 dnů, tramadol 7 až 14 dnů.

c) Doporučeno je zvýšené zavodnění.

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, ověření identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání jeho souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace), medikaci léků s možnou interakcí při vychytávání RF, přítomnost symptomů onemocnění, výsledky laboratorních testů (CEA, SHIAA, NSE, aj.) dosavadních vyšetření a na současnou terapii.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). Pomalá i. v. aplikace RF.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost při vyšetření

Vleže na zádech.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 159 keV při vyšetření [<sup>123</sup>I]-MIBG nebo 364 keV při vyšetření [<sup>131</sup>I]-MIBG, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

[<sup>123</sup>I]-MIBG scintigrafie se provádí za 24, případně i za 48 hodin po i. v. aplikaci RF.

[<sup>131</sup>I]-MIBG scintigrafie se provádí za 24 a za 48 hodin, případně i za 72 hod po i. v. aplikaci RF nebo později.

Celotělové scintigramy se nahrávají v přední a zadní projekci jako průběžný záznam při kontinuálním pohybu kamery (rychlost 4 – 5 cm/min) nebo jako záznam několika překrývajících se jednotlivých scintigramů (10 min/scintigram), které jsou počítačem složeny do jednoho obrazu. Matice celotělového scintigramu je minimálně 256 × 1024.

Jednotlivé planární scintigramy mají být nahrávány v oblasti trupu na 250 tisíc impulzů při předvoleném čase 10 – 20 minut (ostatní části těla za obdobné časové předvolby) matice 256 × 256.

SPECT zaměřený na podezřelou nebo cílovou oblast: Záznam a zpracování je třeba provést v souladu s doporučením výrobce kamery. Typicky se zaznamenává 120 obrazů (výjimečně 60) na dráze 360°, doba záznamu jednotlivých obrazů je 25 – 40 s. Při použití kontinuálního pohybu kamery je nutno zvolit rychlost rotace, která vede k obdobnému celkovému času záznamu, který by byl zvolen při použití krokového způsobu záznamu.

Zvláštní intervence: doplňující boční projekce.

### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním monochromatickém obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

SPECT – standardní zpracování filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů). Vhodná korekce na atenuaci, při automatickém stanovení kontur pro tuto atenuaci je žádoucí kontrolovat správnost automaticky stanovených kontur.

### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

### 8.7 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování kvality a v provozním řádu pracoviště).

### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

## 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie [ <sup>123</sup> I]-MIBG		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,067 játra	0,013
Děti 5 let	0,18 játra	0,037

Scintigrafie [ <sup>131</sup> I]-MIBG		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,83 játra	0,14
Děti 5 let	2,4 játra	0,4

Název standardu: **NRS scintigrafie nádorů [<sup>99m</sup>Tc]-MIBI**

Číslo standardu: **NM/SC/TU /4**

Vazba na výkon v SZV: 47267

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení rezidua tumoru nebo metastáz především u pacientů s diferencovaným karcinomem štítné žlázy (včetně podezření na přítomnost metastáz nekumulujících <sup>131</sup>I) a s mnohočetným myelomem.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Optimálním přístrojem je dvoudetektorová, popřípadě jednodetektorová scintilační kamera, vybavená zařízením pro celotělovou scintigrafii a SPECT. Málou vhodným minimem je jednodetektorová scintilační kamera zaznamenávající jednotlivé scintigramy v rozsahu zorného pole kamery. Používají se většinou LEHR, popřípadě LEAP kolimátory. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru.

Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery).*

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je pátrání po maligní tkáni tumorů akumulujících [<sup>99m</sup>Tc]-MIBI nebo <sup>201</sup>Tl. Nejčastěji jde o pacienty s diferencovaným karcinomem štítné žlázy při zvýšené hladině tyreoglobulinu a negativním nálezem při scintigrafii <sup>131</sup>I, o pacienty s mnohočetným myelomem, případně se sarkomem měkkých tkání.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmakum

[<sup>99m</sup>Tc]-sestamibi (MIBI) o aplikované aktivitě 500 – 800 MBq.

Diagnostická referenční úroveň [<sup>99m</sup>Tc]-MIBI 800 MBq Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podáváná aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Speciální příprava není nutná. Při vyšetření pacientů s karcinomem štítné žlázy lze doporučit provedení vyšetření v myxedému (jako součást komplexního vyšetření před kontrolní scintigrafií <sup>131</sup>I). Před vyšetřením se pacient vymočí.

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita), dosavadní vyšetření a současnou terapii, operace a výsledky komplementárních vyšetření (hladina thyreoglobulinu u karcinomu štítné žlázy).

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. aplikace RF, upřednostněno by mělo být podání RF i. v. kanylou.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost

Pacient je vyšetřován vleže.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Snímání scintigramů zobrazující rozložení RF se zahajuje 10 minut po podání RF.

Celotělová scintigrafie v přední a zadní projekci vzniká jako průběžný záznam při kontinuálním pohybu kamery nebo jako záznam několika překrývajících se jednotlivých scintigramů, které jsou počítačem složeny do jednoho obrazu. Matice celotělového scintigramu je minimálně 256 × 1024 × 16. Záznam musí být proveden tak, aby celotělový scintigram byl tvořen více než 1,5 milionem impulzů – před zahájením scintigrafie je nutno ověřit předpoklad splnění této podmínky pomocí orientačního změření četnosti impulzů kamerou v oblasti hrudníku pacienta.

Cílené jednotlivé planární scintigramy

Čas akvizice jednotlivých scintigramů odpovídá času, který je potřebný pro akvizici planárního scintigramu v oblasti hrudníku, předvoleného na 500 000 až 1 000 000 impulzů v závislosti na velikosti zorného pole kamery. Matice 256 × 256.

SPECT (případně SPECT/CT – pokud je podezření na extramedulární postižení): Záznam a zpracování provést v souladu s doporučením výrobce kamery. Typicky se zaznamenává 120 obrazů (výjimečně 60) na dráze 360°, matice 64 × 64 a jemnější (optimální matice je 128 × 128), doba záznamu jednotlivých obrazů je 10 – 40 sec. Při použití kontinuálního pohybu kamery je nutno zvolit rychlost rotace, která vede k obdobnému celkovému času záznamu, který by byl zvolen při použití krokového způsobu záznamu.

#### Zvláštní intervence

Doplňující bočné projekce.

Pozdní scintigramy 2 – 4 hod. p. i. k posouzení rychlosti washoutu RF.

### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním monochromatickém obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.



SPECT – standardní zpracování filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace). Korekce na atenuaci je vhodná při automatickém stanovení kontur, pro tuto atenuaci je žádoucí kontrolovat správnost automaticky stanovených kontur.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 8.7 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie tumorů [ <sup>99m</sup> Tc]-MIBI		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,039 žlučník	0,009 klidové vyšetření 0,0079 zátěžové vyšetření
Děti 5 let	0,1 žlučník	0,028 klidové vyšetření 0,023 zátěžové vyšetření

## NM/SC/INFLAM Záněty a infekce

Název standardu: **NRS detekce ložisek zánětu autologními leukocyty**

Číslo standardu: **NM/SC/INFLAM/1**

Vazba na výkon v SZV: 47237

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení zánětlivého ložiska s akumulací leukocytů.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Optimálním zařízením je dvoudetektorová, popřípadě jednodetektorová scintilační kamera, vybavená zařízením pro celotělovou scintigrafii a SPECT. Méně vhodným, ale akceptovatelným minimem je jednodetektorová scintilační kamera zaznamenávající jednotlivé scintigramy v rozsahu zorného pole kamery. Používají se LEHR, popřípadě LEAP kolimátory. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je pátrání po ložiscích s kumulací leukocytů – hlavními příklady jsou:

- lokalizace akutního zánětu nebo infektu u pacienta s teplotami neznámé etiologie nebo s jinými známkami zánětu,
- pátrání po abscesu,
- podezření na infekt cévního štěpu nebo endokarditidy,
- lokalizace a určení zánětlivé aktivity u zánětlivých střevních onemocnění,
- lokalizace a detekce muskuloskeletálních zánětů, především jde o detekci osteomyelitidy v periferním skeletu.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

Nutné minimální množství leukocytů  $2 \times 10^9$  /l.

## 6. Radiofarmakum

[<sup>99m</sup>Tc]-HMPAO autologní leukocyty o aplikované aktivitě přibližně 370 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 600 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň).

K separaci a označení leukocytů je třeba odebrat většinou 40 – 60 ml krve venepunkcí (menší objemy se odebírají u dětí – minimální objem 10 – 15ml). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovit jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí podle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Speciální příprava není nutná.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, totožnosti pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita), informace o prodělaných úrazech, operacích a nemocích, stavu ledvinných funkcí, dosavadních vyšetřeních a současné terapii.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. aplikace RF.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost při vyšetření

Vleže na zádech.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Při možnosti, že ložisko zánětu je v břiše, je nutné provést scintigrafii břicha za 1 hod. po i. v. aplikaci RF. Planární scintigram v matici 256 × 256 na minimálně 500 000 impulzů.

Scintigramy v celotělovém režimu se snímají za 4 hodiny po podání RF. Nahrávají se v přední a zadní projekci jako průběžný záznam při kontinuálním pohybu kamery nebo jako záznam několika překrývajících se jednotlivých scintigramů, které jsou počítačem složeny do jednoho obrazu. Matice celotělového scintigramu při zobrazení celého pacienta je minimálně 256 × 1024 × 16. Záznam musí být proveden tak, aby celotělový scintigram u dospělé osoby byl tvořen více než 2,5 milionem impulzů – před zahájením scintigrafie je nutno ověřit předpoklad splnění této podmínky pomocí orientačního změření četnosti impulzů kamerou v oblasti hrudníku a břicha pacienta.

SPECT (popř. SPECT/CT) zaměřený na podezřelou nebo cílovou oblast: Záznam a zpracování provést v souladu s doporučením výrobce kamery. Typicky se zaznamenává 120 obrazů (výjimečně 60) na dráze 360°, matice 128 × 128, doba záznamu jednotlivých obrazů je 10 – 40 s.

Při použití kontinuálního pohybu kamery je nutno zvolit rychlost rotace, která vede k obdobnému celkovému času záznamu, který by byl zvolen při použití krokového způsobu záznamu.

Rutinní součástí vyšetření by měly být pozdní cílené scintigramy za 16 – 24 hod. po i. v. aplikaci RF k posouzení trendu akumulace leukocytů v ložisku při srovnání s aktivitou kostní dřevě.

#### Zvláštní intervence

- doplňující bočné projekce.

Akvizice při cíleném vyšetření končetin: jednotlivé statické scintigramy v matici 256 × 256 s dobou záznamu 10 minut při vyšetření za 4 hod po i. v. aplikaci RF, při podezření na osteomyelitidu jsou vždy nutné pozdní scintigramy za 16 – 24 hodin nahrávané minimálně 15 minut (optimálně s dosažením stejné četnosti impulzů jako při časném scintigramu).

#### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním monochromatickém obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

SPECT – standardní zpracování filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů).

Vhodná je korekce na atenuaci, při automatickém stanovení kontur pro tuto atenuaci je žádoucí kontrolovat správnost automaticky stanovených kontur.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie zánětu [ <sup>99m</sup> Tc]-HMPAO-leukocyty		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,15 slezina	0,011
Děti 5 let	0,48 slezina	0,034

Název standardu: **NRS scintigrafie po podání antigranulocytárních monoklonálních protilátek**

Číslo standardu: **NM/SC/INFLAM/2**

Vazba na výkon v SZV: 47265

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení zánětlivého ložiska s akumulací leukocytů.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Optimálním zařízením je dvoudetektorová, popřípadě jednodetektorová scintilační kamera, vybavená zařízením pro celotělovou scintigrafii a SPECT. Méně vhodným, ale akceptovatelným minimem je

jednodetektorová scintilační kamera, za znamenávající jednotlivé scintigramy v rozsahu zorného pole kamery. Používají se LEHR, popřípadě LEAP kolimátory. Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je pátrání po ložiscích s kumulací leukocytů – hlavními příklady jsou:

- lokalizace akutního zánětu nebo infektu u pacienta s teplotami neznámé etiologie nebo s jinými známkami zánětu,

- pátrání po abscesu,

- podezření na infekt cévního štěpu nebo endokarditidy,

- lokalizace a určení zánětlivé aktivity u zánětlivých střevních onemocnění,

- lokalizace muskuloskeletálních zánětů, především jde o detekci osteomyelitidy v periferním skeletu.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF), laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 *Obecné části a v komentáři k tabulce*) a zvýšená hladina HAMA protilátek. Absolutní kontraindikací je alergie na RF.

#### 6. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-monoklonální antigranulocytární protilátky o aplikované aktivitě 370 – 550 MBq,

[<sup>99m</sup>Tc]-Fab' fragmenty monoklonálních antigranulocytárních protilátek o aplikované aktivitě 740 – 800 MBq.

Diagnostická referenční úroveň 800 MBq (vyšší aktivitu lze podat pouze ve zvlášť zdůvodnitelných případech).

Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podává aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 *Obecné části*. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení.

Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušné NRS pro přípravu RF.

#### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Speciální příprava není nutná.

#### 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita), informace o prodělaných úrazech, operacích a nemocích, stavu ledvinných funkcí, dosavadních vyšetřeních a současné terapii. Cílený dotaz na možnost předchozí aplikace myších monoklonálních protilátek, pokud by byla odpověď pozitivní, je žádoucí doplnit vyšetření HAMA protilátek nebo provést raději vyšetření značenými autologními leukocyty.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. aplikace RF.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost při vyšetření

Vleže na zádech.

8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopík 140 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

*Scintigrafie po podání kompletní antigranulocytární monoklonální protilátky*

Celotělové scintigramy zobrazující rozložení RF v celém organismu se provádí za 2 – 4 hodiny a za 16 – 24 hodin od podání RF. Nahrávají se v přední a zadní projekci jako průběžný záznam při kontinuálním pohybu kamery nebo jako záznam několika překrývajících se jednotlivých scintigramů, které jsou počítačem složeny do jednoho obrazu. Matice celotělového scintigramu je minimálně  $256 \times 1024 \times 16$ . Záznam musí být proveden tak, aby celotělový scintigram u dospělé osoby byl tvořen více než 2,5 milionem impulzů – před zahájením scintigrafie je nutno ověřit v oblasti hrudníku a břicha pacienta.

Alternativně lze použít sérii jednotlivých planárních scintigramů nahrávaných na 5 – 10 minut nebo 500 000 impulzů. Při cíleném vyšetření končetin je třeba použít při vyšetření za 4 hodiny po i. v. aplikaci RF předvolbu na 10 minut, za 24 hodin po i. v. aplikaci RF předvolbu na 15 minut.

SPECT (popř. SPECT/CT) zaměřený na podezřelou nebo cílovou oblast: záznam a zpracování provést v souladu s doporučením výrobce kamery. Typicky se zaznamenává 120 obrazů (výjimečně 60) na dráze  $360^\circ$ , matice  $128 \times 128$ , doba záznamu jednotlivých obrazů je 10 – 40 s. Při použití kontinuálního pohybu kamery je nutno zvolit rychlost rotace, která vede k obdobnému celkovému času záznamu, který by byl zvolen při použití krokového způsobu záznamu.

*Scintigrafie po podání Fab' fragmentů monoklonálních antigranulocytárních protilátek*

Celotělové scintigramy, jednotlivé planární scintigramy nebo SPECT za výše uvedených podmínek v časech 1 hodina p. i. a 6 hodin po i. v. aplikaci RF. Vhodné je i vyšetření za 16 – 24 hodin po i. v. aplikaci RF.

#### Zvláštní intervence

- doplňující bočné projekce,

- rutinní součásti vyšetření by měly být pozdní cílené scintigramy za 16 – 24 hod. po i. v. aplikaci RF k posouzení trendu akumulace leukocytů v ložisku při srovnání s aktivitou kostní dřevě.

Akvizice při cíleném vyšetření končetin: jednotlivé statické scintigramy v matici  $256 \times 256$  s dobou záznamu při vyšetření za 4 hod po i. v. aplikaci RF 10 minut, při podezření na osteomyelitidu jsou vždy nutné pozdní scintigramy za 16 – 24 hodin nahrávané minimálně 15 minut (optimálně s dosažením stejné četnosti impulzů jako při časném scintigramu).

#### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním monochromatickém obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

SPECT – standardní zpracování filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů). Vhodná korekce na atenuaci, při automatickém stanovení kontur pro tuto atenuaci je žádoucí kontrolovat správnost automaticky stanovených kontur.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 8.7 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie zánětu [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-antigranulocytární protilátky		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,06 slezina	0,0098
Děti 5 let	0,19 slezina	0,03

## NM/SC/Ga Scintigrafie <sup>67</sup>Ga

Název standardu: **NRS scintigrafie <sup>67</sup>Ga**

Číslo standardu: **NM/SC/Ga/1**

Vazba na výkon v SZV: 47247

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k zobrazení viabilní nádorové tkáně nebo zánětlivého ložiska.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Optimálním zařízením je dvoudetektorová, popřípadě jednodetektorová nebo vícedetektorová scintilační kamera vybavená zařízením pro celotělovou scintigrafii a SPECT. Méně vhodným, ale akceptovatelným minimem je jednodetektorová scintilační kamera zaznamenávající jednotlivé scintigramy v rozsahu zorného pole kamery. Používají se kolimátory pro střední energie.

Typ scintilační kamery, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru.

Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 6. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery)*.

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací jsou:

- teploty neznámé etiologie,
- plicní a mediastinální záněty především u pacientů s poruchou imunity,
- diagnóza a průběžná kontrola při lymfocytárních nebo granulomatózních zánětlivých procesech, jako je sarkoidóza,
- chronická osteomyelitis.

Kontraindikací je gravidita a laktace. Kontraindikací je i věk pod 14 let, pokud není jasně potvrzeno maligní onemocnění.

Nejde-li o urgentní vyšetření, je vhodné přerušit kojení již dva týdny před vyšetřením (ke snížení radiační zátěže prsních žláz). Obdobně není vhodné provést vyšetření krátce po krevních transfuzích, po hemolytických stavech, po podání gadolinia při vyšetření magnetickou rezonancí.

### 6. Radiofarmakum

<sup>67</sup>Ga při detekci zánětů přibližně 100 MBq, při detekci tumorů 100 – 300 MBq.

Diagnostická referenční úroveň při detekci zánětů 150 MBq, při detekci tumorů 300 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň).

Při aplikaci RF dětem (málo vhodná indikace) a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podávaná aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení.

Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Premedikace laxativy, případně nálevem přispívá ke snížení radiační zátěže tlustého střeva.

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace), informace o prodělaných úrazech a operacích v období předcházejícím scintigrafii, stavu ledvinných funkcí, dosavadních vyšetřeních a současné terapii.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. aplikace RF.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost při vyšetření

Vleže na zádech.

### 8.4 Akvizice scintigramů

Nastavení okénka analyzátoru na fotopiky 93, 184, 296 keV, šíři okénka volit v souladu s doporučením výrobce přístroje.

Celotělové scintigramy zobrazující rozložení RF v celém organismu se provádí v období 24 až 72 hodin od podání RF. Nahrávají se v přední a zadní projekci jako průběžný záznam při kontinuálním pohybu kamery nebo jako záznam několika překrývajících se jednotlivých scintigramů, které jsou počítačem složeny do jednoho obrazu. Matice celotělového scintigramu je minimálně  $256 \times 1024 \times 16$ . Záznam musí být proveden tak, aby celotělový scintigram u dospělé osoby byl zaznamenáván po dobu 25 – 35 minut (měl by být tvořen zhruba 1,5 až 2 miliony impulzů).

Jednotlivé planární scintigramy mají být nahrávány v oblasti hrudníku na 250 tisíc až 1 milion impulzů při předvoleném čase 5 až 20 minut (ostatní části těla za obdobné časové předvolby) matice  $256 \times 256$ .

SPECT (popř. SPECT/CT) zaměřený na podezřelou nebo cílovou oblast: Záznam a zpracování provést v souladu s doporučením výrobce kamery. Typicky se zaznamenává 120 obrazů (výjimečně 60) na dráze  $360^\circ$ , doba záznamu jednotlivých obrazů je 20 – 40 s. Při použití kontinuálního pohybu kamery je nutno zvolit rychlost rotace, která vede k obdobnému celkovému času záznamu, který by byl zvolen při použití krokového způsobu záznamu.

Zvláštní intervence

- doplňující bočné projekce,
- pozdní cílené scintigramy za 96 hod. p. i. k posouzení oblasti břicha při výrazné akumulaci RF ve střevech při základním vyšetření.

### 8.5 Zpracování obrazu

Planární scintigramy – zobrazení scintigramu při optimálním monochromatickém obrazovém spektru (lineární, exponenciální atd.) a při volbě optimálních mezí pro dolní a horní zobrazovanou četnost impulzů.

SPECT – standardní zpracování filtrovanou zpětnou projekcí nebo iterativní rekonstrukcí v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů). Vhodná korekce na atenuaci, při automatickém stanovení kontur pro tuto atenuaci je žádoucí kontrolovat správnost automaticky stanovených kontur.

### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

## 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Scintigrafie $^{67}\text{Ga}$		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,6 povrchy kostí	0,013
Děti 5 let	2,2 povrchy kostí	0,037

## NM/SC/PET PET

Název standardu: **NRS [ $^{18}\text{F}$ ]-FDG PET/CT trupu**

Číslo standardu: **NM/SC/PET/1**

Vazba na výkon v SZV: 47355

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží k detekci, stážování a monitorování terapeutické odpovědi u maligních nádorů vyznačujících se hypermetabolismem glukózy. Lze jej také použít k detekci zánětlivého (infekčního i neinfekčního) procesu v organismu. Bylo opakovaně dokázáno, že hybridní PET/CT vyšetření dává vyšší diagnostickou jistotu a správnost výsledků ve srovnání se samostatně prováděným PET a CT – nejedná se tedy o prostou kombinaci dvou vyšetření, ale o novou samostatnou zobrazovací modalitu.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz Obecná část NRS NM bod I.5. Požadavky na pracoviště.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Optimálním zařízením je hybridní PET/CT skener s několika úplnými prstenci scintilačních detektorů s dostatečnou detekční účinností pro záření gama o energii 511 keV (např. BGO, lépe novější scintilační materiály jako LSO, GSO, LYSO apod.) umožňující 3D snímání a se spirálním multidetektorovým CT s dostatečným rozsahem nastavitelných parametrů umožňujících skenovat pacienta i pomocí protokolů s velmi nízkou radiační zátěží (tzv. low-dose CT). Nevhodné jsou skenery pracující pouze ve 2D režimu, skenery s NaI(Tl) detektory a skenery bez CT zařízení.

Typ PET/CT skeneru, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Skener i software musí splňovat zákonné nároky kladené na zdravotnickou techniku.

Minimální požadavky na kontrolu kvality PET/CT skeneru viz Obecná část RS NM bod I.6. Požadavky na zobrazovací systémy. Výsledky testů jsou za znaménány.

Pomůcky k aplikaci RF.

### 4. Personální zajištění

Viz Příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou: diferenciální diagnostika benigních a maligních ložiskových lézí, pátrání po neznámém primárním maligním ložisku, stanovení rozsahu onkologického onemocnění, monitorování efektu terapie, diagnostika recidivy nádorového onemocnění, plánování rozsahu radioterapie, detekce zánětlivého ložiska.



Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF a minimalizaci ozáření při CT) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 Obecné části a v komentáři k tabulce). Vyšetření by nemělo být prováděno v období prvního týdne po podání chemoterapie. Hodnocení ozáření oblasti je obtížné i více než jeden rok po ozáření – proběhlá chemoterapie a radioterapie však není absolutní kontraindikací.

Alergie na jod a jodové kontrastní látky, hyperthyreóza, některé krevní choroby, renální a jaterní insuficience a plánovaná léčba radiojodem patří k obecným kontraindikacím i. v. podání kontrastní látky. Kontraindikací p. o. podané kontrastní látky na bázi BaSO<sub>4</sub> je subileózní a ileózní stav, suspekce na perforaci střeva, v případě jodové kontrastní látky plánované vyšetření či léčba radiojodem. Preskripci kontrastní látky vždy provádí lékař s ohledem na zdravotní stav pacienta a upřesňující informace v příbalovém letáku; při tom zohledňuje doporučení European Society of Urogenital Radiology Guidelines on Contrast Media (<http://www.esur.org/guidelines/cz/>).

Strategie vyšetření se odvozuje od klinické otázky a úrovně informací, získaných předchozím CT vyšetřením. Bylo-li již např. provedeno v dostatečném rozsahu a kvalitě CT vyšetření s podáním kontrastní látky, není obvykle důvodu i. v. podání kontrastní látky opakovat. Ve většině těchto situací stačí provést PET/CT s nízkou dávkou ozáření z CT („low-dose“ CT) a v případě potřeby nálezy porovnat. Naopak, je-li požadováno provedení PET a zároveň plnohodnotného CT vyšetření v jedné době, pak není-li jinak kontraindikováno, je i. v. i p. o. podání kontrastní látky nezbytné a dávku CT záření nelze redukovat pod standardní úroveň.

## 6. Radiofarmakum

Fludeoxyglukosa-18F (FDG) o aktivitě dle doporučení EANM v závislosti na druhu skeneru, klinických podmínkách a na době akvizice jedné „bed“ pozice. Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF a místo i. v. injekce se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

Cílem přípravy je minimalizovat akumulaci FDG v tělesných tkáních, zejm. v kosterním svalstvu (minimalizace inzulinemie), snížit radiační zátěž z podaného radiofarmaka a minimalizovat riziko vzniku nefropatie indukované i. v. podanou kontrastní látkou. Dalším cílem přípravy je naplnit zažívací trubici kontrastní látkou a minimalizovat riziko vzniku alergické reakce na případně i. v. podanou kontrastní látku. Pacient je vyšetřován nalačno (lačný minimálně 6 hodin, nesmí pít ani nápoje obsahující živiny). Nezbytná je dostatečná orální hydratace pacienta neslazenými tekutinami; pití neslazeného čaje či černé kávy není třeba bránit. Tři dny před vyšetřením se pacient vyvaruje větší fyzické námahy. K minimalizaci akumulace FDG v hnědém tuku je třeba, aby pacient byl před vyšetřením minimálně 30 – 60 minut v dostatečně teplé místnosti. Diabetici se preferenčně objednávají na ranní termíny. Poslední jídlo a aplikace inzulinu resp. perorálních antidiabetik je večer před vyšetřením. Ráno vynechají dávku inzulinu či perorálních antidiabetik; v případě, že večer užívají inzulin s 24hodinovým uvolňováním, večer jej již neužijí. V případě, že diabetik nedodržel přípravu a aplikoval si ráno inzulin subkutánně, je třeba jej přeobjednat na jiný den. U pacientů s inzulinovou pumpou je vhodné lačnit od večera, aplikovat pumpou bazální dávky inzulinu během první části noci, cca 4 – 6 hodin před hodinou, na kterou je pacient objednan k vyšetření, pumpu vypnout (aplikace inzulinu a p. o. příjem potravy bude znovu zahájen po skončení snímání PET/CT). Pacienti léčení biguanidy s GFR nižší než 45 ml/min/1,73m<sup>2</sup>, kteří jsou objednáni na PET/CT s podáním nitrožilní kontrastní látky, by měli být převedeni na jinou léčbu nejméně 48 hodin před vyšetřením; návrat k léčbě biguanidy je možný nejdříve 48 hodin po podání kontrastní látky, poté co před tím byly ověřeny renální funkce (blíže doporučení European Society of Urogenital Radiology Guidelines on Contrast Media (<http://www.esur.org/guidelines/cz/>)).

V literatuře není dostatek důkazů pro striktní odmítnutí vyšetření při lačné hyperglykémii nad 10 mmol/l, nicméně lze individuálně zvážit přeobjednání pacienta nebo úpravu jeho glykemie přísně intravenózním podáním několika jednotek krátkodobě působícího inzulínu následujícím způsobem.

Na oddělení je po příchodu pacienta provedena kontrola glykemie. Při případném rozhodnutí o kompenzaci zjištěné lačné hyperglykémie i. v. podaným krátkodobým inzulínem je pacientovi z bezpečnostních důvodů zavedena nitrožilní kanyla pro případ hypoglykemie. Glykemie se kontroluje ve 20. minutě po i. v. podání inzulínu, znovu před plánovaným podáním RF, při hypoglykémii i častěji. Při perzistenci hyperglykemie >13 mmol/l je možno opakovat i. v. podání inzulínu. Aplikace RF nesmí být provedena dříve než 60 minut po poslední aplikaci inzulínu. Během kompenzace glykemie je vhodné zajistit i p. o. přísun tekutiny (vody).

V době mezi aplikací FDG a snímáním dat má být pacient co nejméně fyzicky aktivní. Po skončení snímání je pacient poučen o vhodnosti zvýšeného příjmu tekutin v den vyšetření (urychlení eliminace radiofarmaka, resp. i. v. kontrastní látky) a je mu doporučeno omezení kontaktu s dětmi a těhotnými ženami v den vyšetření.

Při plánovaném podání kontrastních rentgenových látek musí příprava zohlednit doporučení European Society of Urogenital Radiology Guidelines on Contrast Media (<http://www.esur.org/guidelines/cz/>).

## 8. Průběh vyšetření

8.1. Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta  
Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření a kontraindikace podání kontrastních látek. Získání informací o historii a typu nemoci, o prodělané terapii, o současné medikamentózní terapii. Informace o prodělaných vyšetřeních. Anamnéza zaměřená na diabetes. Ověření, zda je pacient schopen ležet klidně s rukama za hlavou během celé doby vyšetření (klaustrofobie, omezená schopnost elevovat horní končetiny v oblasti ramen, bolestivý syndrom vyžadující speciální úlevovou polohu při vyšetření, neschopnost kooperace či porozumění pokynů personálu).

Pacientovi podstupujícímu PET/CT vyšetření v kombinaci s i. v. podáním kontrastní látky je zavedena do periferní žíly kanyla vhodná pro tlakovou aplikaci (maximální tlak povolený pro kanylu převyšuje maximální provozní tlak injektoru). Má-li pacient implantován žilní port, lze jej za předpokladu dodržení platných ošetrovatelských standardů využít pro aplikaci radiofarmaka (nutno propláchnout dostatečným množstvím fyziologického roztoku). Pokud je port prokazatelně určen pro tlakové aplikace rentgen-kontrastních látek a je-li pracoviště vybaveno kompatibilní aplikační jehlou, lze takový port využít i pro i. v. podání jodové kontrastní látky.

Není-li kontraindikováno, je frakcionovaně po dobu alespoň 1 hodiny podávána p. o. kontrastní látka (preferenčně izotonická kontrastní látka), nejčastěji v objemu 1 l. Při vyšetření se zaměřením především na jícn a žaludek je vhodné, aby poslední porce kontrastní látky byla vypita těsně před zahájením snímání. Objem podané kontrastní látky je třeba přiměřeně snížit u dětí, kachektických osob, osob s kolostomií a s průjmy. Dosažená denzita kontrastní náplně v zažívací trubici by neměla přesáhnout 300 HU, aby nenavodila arteficiální hyper-korekci PET skenů.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Aplikace je přísně intravenózní, při asymetricky uložené lézi v oblasti hlavy, krku nebo hrudníku aplikace do žíly na kontralaterální končetině. Je-li i. v. zavedena kanyla, je preferováno podání kanylou a propláchnutí alespoň 10 ml fyziologického roztoku. Do dokumentace se zaznamenává místo a čas aplikace a případná extravazace.

Po i. v. podání RF pacient vyčkává vsedě či vleže na vlastní snímání, může si dojít na toaletu, jiné pochůzky však nejsou vhodné. Těsně před snímáním je pacient vyzván k vymočení.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha na zádech se vzpaženými horními končetinami (připázení pouze v případě, že má být pátráno po lézích v horních končetinách, nebo jestliže pacient není schopen horní končetinu vzpažit).

### 8.4 Snímání dat

V závislosti na indikaci zvolit rozsah vyšetřované oblasti:

- standardní rozsah je od báze lební po proximální partie stehen,
- celotělové vyšetření, tj. včetně celé hlavy a končetin.

Snímání se zahajuje nejdříve 45 minut po podání RF, optimální doba je kolem 60 – 90 minut po aplikaci. Stanovení doby akvizice jedné akviziční pozice pro PET závisí na typu detektoru PET skeneru, jeho režimu snímání, aplikované aktivitě a hmotnosti pacienta.

Rámcové nastavení CT skeneru pro přehledné spirální snímání je závislé na konstrukci skeneru a zohledňuje doporučení výrobce. V obvyklých případech se používají tyto parametry:

- pitch  $\geq 1,0$ ;
- napětí 80 – 120 kV;
- součin proudu a času je volen s ohledem na požadovaný atenuačně-lokalizační význam CT skenu – co nejnižší.

V případě, že přístroj umožňuje režim snížení dávky pacienta pomocí modulace proudu, je nutné jej využít. U malých dětí je třeba využít dětský protokol – optimalizovat dávku pomocí dávkové modulace (měla by zahrnovat přizpůsobení kV i mAs)

Pro odhad efektivních a ekvivalentních dávek je třeba pro každou nasnímanou sérii zaznamenat rozsah ozářené části těla, DLP a další parametry vyšetření dle NRS Radiologická fyzika.

I. v. podání kontrastní látky pro přehledné spirální CT vyšetření:

- neionická kontrastní látka o koncentraci 300 – 400 mg jodu na 1 ml,
- celkový objem se řídí hmotností pacienta a koncentrací jodu v kontrastní látce (v typickém případě 80 – 150 ml),
- časování a rychlost podání silně závisí na rychlosti akvizice CT dat a event. využití podpůrných technologií sledování bolusu, jsou-li ve výbavě skeneru,
- u dětí a osob s nízkou hmotností je množství podaného jodu přiměřeně sníženo.

Start CT se obvykle stanovuje tak, aby akvizice CT obrazů byla provedena v portální fázi (typicky 50 až 60 s od počátku aplikace kontrastní látky). U osob s chronickou renální insuficiencí v trvalém dialyzačním programu, je-li i. v. podání KL nevyhnutelné, je třeba zajistit bezprostředně po vyšetření hemodialýzu.

V závislosti na možnostech skeneru a klinické otázce se volí postup vyšetření.

Pro nejčastější přehledná vyšetření ve velkému rozsahu:

- topogram pro upřesnění nastavení rozsahu snímání,
- jediné CT spirální vyšetření (s nebo bez i. v. kontrastu) pro diagnostiku i korekci zeslabení PET,
- PET vyšetření.

#### Zvláštní postupy

- Protokol dýchání (snímání CT v oblasti bránice a hrudníku při mělkém dýchání nebo před koncem expirace) pro minimalizaci chyb vzájemné registrace PET a CT (doporučováno). Vyšetření při zadržném dechu u velmi rychlých PET skenerů,
- hradlované snímání pro korekci dýchacích pohybů,
- pozdní PET skeny 3 – 4 hod. po aplikaci k posouzení dynamiky akumulace RF,
- kombinace nativního a kontrastního CT, resp. CT v různých fázích i. v. podání kontrastu.
- individuální přizpůsobení parametrů CT, PET i rychlosti podání kontrastní látky konkrétní klinické otázce a situaci.

### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

Obrazy jsou rekonstruovány iterativní rekonstrukcí. Vždy jsou vytvářeny dvě série v matici

minimálně 128 x 128 pixelů – s korekcí na zeslabení a bez korekce na zeslabení (k posouzení případných artefaktů).

Standardní zpracování iterativní rekonstrukcí (nahrazuje dříve používanou filtrovanou zpětnou projekcí) s parametry nastavenými v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace).

Vždy se vytváří série PET řezů bez korekce a s korekcí na zeslabení záření (matice alespoň  $128 \times 128$  dle prostorového rozlišení PET skeneru) a série CT axiálních obrazů. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit.

K semikvantitativnímu hodnocení lze použít výpočet SUV (standardized uptake value). Přesnost stanovení SUV je závislá především na reprodukovatelnosti vyšetření (délka akumulací fáze, přesnost určení skutečně aplikované aktivity RF, nepřítomnost paravenózní aplikace, reziduum RF ve stříkačce), na velikosti hodnocené oblasti, na způsobu výpočtu SUV ( $SUV_{max}$ ,  $SUV_{peak}$ ,  $SUV_{mean}$ ), na korekci velikosti ložiska a na přesnosti kalibrace PET skeneru. Stanovení SUV může mít u konkrétního pacienta význam při hodnocení změn během terapie a podpurný význam při diferenciální diagnostice lézí.

Hrubější semikvantitativní hodnocení vychází ze srovnání aktivity akumulované v lézi a v referenční oblasti (játra, krevní pool, mediastinum, mozeček).

Hodnocení nálezu na CT je nedílnou součástí hodnocení PET/CT.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

Při hodnocení je třeba brát v potaz možnost chybné interpretace nálezu, je-li vyšetření prováděno při biologické léčbě, chemoterapii, kortikoterapii, antibiotické léčbě nebo krátce po ní a také v období řady měsíců od konce terapie zevním ozářením, zvláště pak po radiochirurgickém zákroku.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“. Dokumentují se celé sady PET i CT a obrazy fúze reprezentativních řezů významných patologických oblastí s optimálním nastavením zobrazovacích oken.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Navíc je třeba vizuálně zhodnotit kvalitu vzájemné registrace PET a CT.

#### 10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Více viz Obecná část NRS NM bod I.15. Efektivní dávku z CT vyšetření lze odhadnout s pomocí normalizovaných hodnot  $E_{DLP}$  na základě znalosti DLP nebo s použitím speciálního software. Více viz kapitola Vyšetření výpočetním tomografem (CT) v NRS Radiologická fyzika.

PET [ <sup>18</sup> F]-FDG		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,13 močový měchýř	0,019
Děti 5 let	0,34 močový měchýř	0,056

Název standardu: **NRS [<sup>18</sup>F]-FDG PET/CT mozku**

Číslo standardu: **NM/SC/PET/2**

Vazba na výkon v SZV: 47355

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

FDG-PET je tomografická zobrazovací technika, která využívá analog glukózy značený <sup>18</sup>F (Fludeoxyglukosa-<sup>18</sup>F dále jen FDG) k zobrazení obratu glukózy v různých tkáních. Za fyziologických podmínek je metabolismus glukózy v mozku v těsné vazbě na funkční aktivitu neuronů – pomocí FDG-PET lze hodnotit změny neuronální aktivity a metabolismus mozkových nádorů. CT část hybridního PET/CT skeneru je v případě FDG PET/CT mozku primárně využívána jen pro účely nezbytné korekce zeslabení PET signálu.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz Obecná část NRS NM bod I.5. Požadavky na pracoviště.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Optimálním zařízením je hybridní PET/CT skener s několika úplnými prstenci scintilačních detektorů s dostatečnou detekční účinností pro záření gama o energii 511 keV (např. BGO, lépe novější scintilační materiály jako LSO, GSO, LYSO apod.), umožňující 3D snímání a se spirálním multidetektorovým CT s dostatečným rozsahem nastavitelných parametrů umožňujících skenovat pacienta i pomocí protokolů s velmi nízkou radiační zátěží (tzv. low-dose CT). Nevhodné jsou skenery pracující pouze ve 2D režimu, skenery s NaI(Tl) detektory a skenery bez CT zařízení.

Typ PET/CT skeneru, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Skener i software musí splňovat zákonné nároky kladené na zdravotnickou techniku.

Minimální požadavky na kontrolu kvality PET/CT skeneru viz Obecná část RS NM bod I.6. Požadavky na zobrazovací systémy. Výsledky testů jsou zařazovány.

Pomůcky k aplikaci RF.

#### 4. Personální zajištění

Viz *Příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou:

- neoplázie: průkaz recidivy high-grade gliomů a metastáz po terapii, průkaz upgradu původně low-grade gliomů,
- epilepsie: lateralizace postižení před zvažovaným epileptochirurgickým výkonem, lokalizace funkčně alterované mozkové tkáně – nikoliv však přesné určení epileptogenní zóny,
- demence.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmakum

Fludeoxyglukosa-18F (FDG) o aktivitě 100 – 300 MBq. Diagnostická referenční úroveň pro PET mozku je 400 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

Cílem přípravy je minimalizovat akumulaci FDG v tělesných tkáních, zejm. v kosterním svalstvu (minimalizace inzulinemie) a snížit radiační zátěž z podaného radiofarmaka. Pacient je vyšetřován nalačno (lačný minimálně 6 hodin, nesmí pít ani nápoje obsahující živiny). Nezbytná je dostatečná orální hydratace pacienta vodou. Diabetici se objednávají na ranní termíny. Poslední jídlo a aplikace inzulínu resp. perorálních antidiabetik je večer před vyšetřením. Ráno vynechají dávku inzulínu či perorálních antidiabetik; v případě, že večer užívají inzulín s 24hodinovým uvolňováním, večer jej již neužijí. V případě, že pacient nedodržel přípravu a aplikoval si ráno inzulín subkutánně, je třeba jej přejednat na jiný den. U pacientů s inzulínovou pumpou je vhodné lačnit od večera, aplikovat pumpou bazální dávky inzulínu během první části noci, cca 4 až 6 hodin před hodinou, na kterou je pacient objednan k vyšetření, pumpu vypnout (aplikace inzulínu a p. o. příjem potravy bude znovu zahájen po skončení snímání PET/CT).

Není dostatek literárních důkazů pro odmítnutí vyšetření při lačné hyperglykémii nad 10 mmol/l, nicméně lze individuálně zvážit přejednání pacienta nebo úpravu jeho glykemie přísně intravenózním podáním několika jednotek krátkodobě působícího inzulínu následujícím způsobem.

Na oddělení je po příchodu pacienta provedena kontrola glykemie. Při případném rozhodnutí o kompenzaci zjištěné lačné hyperglykemie i. v. podaným krátkodobým inzulínem je pacientovi z bezpečnostních důvodů zavedena nitrožilní kanyla pro případ hypoglykemie. Glykemie se kontroluje ve 20. minutě po i. v. podání inzulínu, znovu před plánovaným podáním RF, při hypoglykémii i častěji. Při perzistenci hyperglykémie >13 mmol/l je možno opakovat i. v. podání inzulínu. Aplikace RF nesmí být provedena dříve než 60 minut po poslední aplikaci inzulínu. Během kompenzace glykemie je vhodné zajistit i p. o. přísun tekutiny (vody).

Před aplikací, při aplikaci a v době mezi aplikací FDG a akvizicí PET při vyšetření mozku (minimálně 20 minut po aplikaci) je pacient umístěn v tiché zatemněné místnosti. Pacient je předem poučen, že v uvedeném období také nemá mluvit, číst nebo být jinak aktivní. Po skončení snímání je pacient poučen o vhodnosti zvýšeného příjmu tekutin v den vyšetření (urychlení eliminace radiofarmaka) a je mu doporučeno omezení kontaktu s dětmi a těhotnými ženami v den vyšetření.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace). Získání informací o historii a typu nemoci, o prodělané terapii, o současné medikamentózní terapii. Informace o prodělaných vyšetřeních. Anamnéza zaměřená na diabetes. Kontrola glykemie. Ověření, zda je pacient schopen ležet během celé doby vyšetření (klaustrofobie).

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Aplikace RF i. v. kanylou, při asymetricky uložené lézi v oblasti hlavy nebo krku aplikace do žíly na kontra laterální končetině.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha vleže na zádech, hlava zafixovaná. Optimální je pozice orientovaná dle (infra)orbito-meatální linie.

8.4 Snímání dat

Snímání PET skenů se zahajuje nejdříve 30 minut po podání RF v případě indikací k zobrazení mozkové tkáně, nejdříve 60, raději 90 minut v případě zobrazení mozkových nádorů. Stanovení doby akvizice jedné akviziční pozice závisí na konstrukci PET skeneru, aplikované aktivitě a hmotnosti pacienta. Rekonstrukce do matice  $\geq 128 \times 128$ .

CT část vyšetření je typicky prováděna v režimu velmi nízké dávky jen pro účely korekce zeslabení PET signálu. Plnohodnotné CT lze provést jako součást výkonu, tento požadavek však musí být zdůvodněn zvláště; v takovém případě se postupuje v souladu s NRS pro příslušný typ CT vyšetření.

Rámcové nastavení CT skeneru pro spirální snímání je závislé na konstrukci skeneru a zohledňuje doporučení výrobce. V obvyklých případech se používají tyto parametry:

- pitch v rozmezí 1,0 – 2,0,
- napětí 120 – 130 kV,
- součin proudu a času je volen s ohledem na atenuačně-lokalizační význam CT skenu co nejnižší,
- v případě, že přístroj umožňuje režim snížení dávky pacienta pomocí modulace proudu, je nutné jej využít.

U malých dětí je třeba využít dětský protokol a redukovat napětí s ohledem na jejich hmotnost.

Pro odhad efektivních a ekvivalentních dávek je třeba pro každou nasnímanou sérii zaznamenat rozsah ozářené části těla, DLP a další parametry vyšetření dle NRS Radiologická fyzika Příloha A Vyšetření výpočetním tomografem.

8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

Obrazy jsou rekonstruovány iterativní rekonstrukcí. Vždy jsou vytvářeny dvě série v matici minimálně 128 x 128 pixelů – s korekcí na zeslabení a bez korekce na zeslabení (k posouzení případných artefaktů) a série CT obrazů. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit.

Standardní zpracování iterativní rekonstrukcí PET dat s parametry nastavenými v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace).

K semikvantitativnímu hodnocení lze použít výpočet SUV (standardized uptake value). Přesnost stanovení SUV je závislá především na reprodukovatelnosti vyšetření (délka akumulací fáze, přesnost určení skutečně aplikované aktivity RF, nepřítomnost paravenózní aplikace, reziduum RF ve stříkačce), na velikosti hodnocené oblasti, na způsobu výpočtu SUV ( $SUV_{max}$ ,  $SUV_{peak}$ ,  $SUV_{mean}$ ), na korekci velikosti ložiska a na přesnosti kalibrace PET skeneru. Stanovení SUV může mít u konkrétního pacienta význam při hodnocení změn během

terapie a podpůrný význam při diferenciální diagnostice lézí.

Pro semikvantitativní vyhodnocení regionálního metabolismu je také možno použít vyjádření míry asymetrie, popř. porovnání s normálovou databází, je-li k dispozici vhodný software. V případě tumorů je důležitá registrace a fúze s MRI vyšetřením, je-li dostupné.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

Při hodnocení je třeba brát v potaz možnost chybné interpretace nálezu, je-li vyšetření prováděno při chemoterapii nebo krátce po ní a také v období řady měsíců od konce terapie zevním ozářením, zvláště pak po radiochirurgickém zákroku. Je-li dostupné aktuální MRI vyšetření, je vhodné provést registraci a fúzi PET/MRI.

8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM. Navíc je třeba vizuálně zhodnotit kvalitu vzájemné registrace PET a CT.

#### 10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Více viz Obecná část NRS NM bod I. 15. Efektivní dávku z CT vyšetření lze odhadnout s pomocí normalizovaných hodnot  $E_{DLP}$  na základě znalosti DLP nebo s použitím speciálního software. Více viz kapitola Vyšetření výpočetním tomografem (CT) v NRS Radiologická fyzika.

---

PET [ <sup>18</sup> F]-FDG		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,13 močový měchýř	0,019
Děti 5 let	0,34 močový měchýř	0,056

Název standardu: **NRS [<sup>18</sup>F]-FDG PET myokardu**

Číslo standardu: **NM/SC/PET/3**

Vazba na výkon v SZV 47353.

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

<sup>18</sup>FDG PET je tomografická zobrazovací technika, která využívá analog glukózy značený <sup>18</sup>F k zobrazení relativního obrátu glukózy v různých tkáních. PET vyšetření myokardu slouží především k průkazu viability myokardu.



## 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

## 3. Přístroj

PET (PET/CT) kamera s úplným prstencem BGO, LSO nebo GSO krystalů. Přístroje využívající 3D rekonstrukci jsou bez kolimátorů nebo jde o přístroje se zatažitelnými septy kolimátorů. Přístroje využívající 2D rekonstrukci s kolimátory.

Typ PET skeneru, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Obecné požadavky na zobrazovací zařízení viz *Požadavky na RS I.5.1 Požadavky na zobrazovací systémy*.

Kontrola kvality přístrojů se zaměřuje na následující parametry: prostorové rozlišení v rovině řezu, axiální rozlišení, citlivost, homogenita.

Laminární box. Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

## 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

## 5. Indikace a kontraindikace

Základní indikací je průkaz viability myokardu.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmakum

<sup>18</sup>FDG o aktivitě 185 – 555 MBq. Diagnostická referenční úroveň pro PET myokardu není stanovena. U pacientů s hmotností vyšší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF přepočte podle tab. 1 uvedené v odd. 17 Obecné části. Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podávaná aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení.

Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

Cílem ostatní přípravy je zajistit akumulaci <sup>18</sup>FDG v myokardu, který za normálních okolností používá jako zdroj energie volné mastné kyseliny. Pacient má netučnou večeři, glycidovou snídani bez tuků, diabetici dodržují medikaci. Důležitá je dobrá hydratace nápoji bez obsahu kofeinu a tuku (např. káva, kola, mléko). Doporučována je orální hydratace pacienta vodou. Před vyšetřením se pacient vyvaruje větší fyzické námahy. Před vyšetřením se zkontroluje hladina glukózy v krvi a podle tohoto výsledku se volí způsob další přípravy.

Většinou se u nediabetických pacientů s normální hladinou glukózy používá perorální glukózová zátěž podáním 50g glukózy či sacharózy s následným i. v. podáním 1 až 3 jednotek inzulínu v závislosti na hladině glukózy naměřené v krvi v období 45 – 60 min. od p. o. podání glukózy. U diabetiků se podává inzulín v závislosti na hladině glykemie bez předchozího podání zátěže glukózou, popř. po redukováné dávce glukózy či sacharózy. Po podání inzulínu bezprostředně následuje podání RF.

Náročnější variantu přípravy pacienta k PET vyšetření představuje využití takzvaného hyperinzulinového/euglykemického clampu.

Těsně před akvizicí PET skenů se pacient vymočí.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace). Získání informací o historii a typu nemoci, o prodělané terapii, o současné medikamentózní terapii. Informace o prodělaných

vyšetřeních. Anamnéza zaměřená na diabetes. Ověření, zda je pacient schopen ležet na zádech se vzpaženými horními končetinami během celé doby vyšetření (klaustrofobie, nepřítomnost potíží v oblasti ramen).

#### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. aplikace RF.

#### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha vleže na zádech se vzpaženými horními končetinami.

#### 8.4 Akvizice scintigramů

Snímání PET skenů se zahajuje 45 – 60 minut po podání RF. Stanovení doby akvizice jedné akviziční pozice závisí na typu PET skeneru, modu snímání, aplikované aktivitě a váze pacienta. Rekonstrukce do matice  $\geq 128 \times 128$ .

##### Zvláštní intervence

Hradlovaný způsob záznamu.

#### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

Rekonstrukce PET obrazů vyžaduje korekci na účinnost detektorů, mrtvou dobu, náhodné koincidence. Zcela nezbytná je korekce na absorpci a rozptyl záření transmisním měřením.

Standardní zpracování iterativní rekonstrukcí nebo filtrovanou zpětnou projekcí (s parametry nastavenými v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy).

Vždy se vytváří série PET řezů se standardní orientací s použitím standardní nomenklatury pro tomografické zobrazování myokardu dle doporučení *American Heart Association/American College of Cardiology, Society of Nuclear Medicine a American Society of Nuclear Cardiology (J Nucl Cardiol 2002;9: 240-245)*.

Přesně je třeba definovat lokalizaci defektu. Hodnotí se závažnost a rozsah defektu. Přesnější popis je možný pomocí semikvantitativních ukazatelů s využitím např. 17segmentového modelu srdce.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

### 10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

PET <sup>18</sup> F DG	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,16 močový měchýř	0,019
Děti 5 let	0,32 močový měchýř	0,050

Název standardu: **NRS [<sup>18</sup>F]-FLT PET/CT mozku**

Číslo standardu: **NM/SC/PET/4**

Vazba na výkon v SZV: 47355

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

FLT PET/CT je tomografická zobrazovací technika, která využívá analog tymidinu značený <sup>18</sup>F

(Fludeoxythymidinum-<sup>18</sup>F dále jen FLT) k zobrazení mitotické aktivity v různých tkáních. Za fyziologických podmínek je akumulace FLT v mozku velmi nízká, mírně vyšší je v choroidálním plexu. Zvýšená akumulace je přítomna v mitoticky aktivních mozkových nádorech a v místech porušené hematoencefalické bariéry. CT část hybridního PET/CT skeneru je v případě FLT PET/CT mozku primárně využívána jen pro účely nezbytné korekce zeslabení PET signálu.

## 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz Obecná část NRS NM bod I.5. Požadavky na pracoviště.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

## 3. Přístroj

Optimálním zařízením je hybridní PET/CT skener s několika úplnými prstenci scintilačních detektorů s dostatečnou detekční účinností pro záření gama o energii 511 keV (např. BGO, lépe novější scintilační materiály jako LSO, GSO, LYSO apod.), umožňující 3D snímání a se spirálním multidetektorovým CT s dostatečným rozsahem nastavitelných parametrů umožňujících skenovat pacienta i pomocí protokolů s velmi nízkou radiační zátěží (tzv. low-dose CT). Nevhodné jsou skenery pracující pouze ve 2D režimu, skenery s NaI(Tl) detektory a skenery bez CT zařízení.

Typ PET/CT skeneru, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Skener i software musí splňovat zákonné nároky kladené na zdravotnickou techniku.

Minimální požadavky na kontrolu kvality PET/CT skeneru viz Obecná část RS NM bod I.6. Požadavky na zobrazovací systémy. Výsledky testů jsou zařazeny.

Pomůcky k aplikaci RF.

## 4. Personální zajištění

Viz *Příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikace:

- topografická diagnostika mozkových nádorů,
- stanovení stupně jejich buněčné proliferace.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 Obecné části a v komentáři k tabulce).

## 6. Radiofarmakum

Fludeoxythymidinum-<sup>18</sup>F o aktivitě 100 – 300 MBq. Diagnostická referenční úroveň pro FLT PET mozku není stanovena (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Při aplikaci RF dětem a pacientům s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se podává aktivita RF přepočte podle tab. 1 v oddílu 16 Obecné části. Pokud by bylo radiofarmakum zahrnuto v budoucnu do doporučení EANM (Dosage Card), pak u dětí bude třeba aktivitu stanovit podle tohoto doporučení. Aplikovaná aktivita RF a místo i. v. injekce se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

Cílem přípravy je snížení radiační zátěže, proto je doporučována orální hydratace pacienta vodou.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace). Získání informací o historii a typu nemoci, o prodělané terapii, o současné medikamentózní terapii. Informace o prodělaných

vyšetřeních. Ověření, zda je pacient schopen ležet během celé doby vyšetření (klaustrofobie).

#### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Přísně nitrožilní aplikace RF.

#### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Těsně před akvizicí PET skenů se pacient vymočí. Při snímání poloha vleže na zádech, hlava zafixovaná. Optimální je pozice orientovaná dle (infra)orbito-meatální linie.

#### 8.4 Snímání dat

Snímání PET skenů se zahajuje v období 15 – 40 minut po podání RF. Stanovení doby akvizice jedné akviziční pozice závisí na konstrukci PET skeneru, aplikované aktivitě a hmotnosti pacienta. Rekonstrukce do matice  $\geq 128 \times 128$ . Při hodnocení kinetiky radiofarmaka se používá dynamická akvizice zahajovaná po aplikaci radiofarmaka s dobou akvizice až 60 minut (případně i déle).

CT část vyšetření je typicky prováděna v režimu velmi nízké dávky jen pro účely korekce zeslabení PET signálu. Plnohodnotné CT lze provést jako součást výkonu, tento požadavek však musí být zdůvodněn zvlášť; v takovém případě se postupuje v souladu s NRS pro příslušný typ CT vyšetření.

Rámcové nastavení CT skeneru pro spirální snímání je závislé na konstrukci skeneru a zohledňuje doporučení výrobce. V obvyklých případech se používají tyto parametry:

- pitch v rozmezí 1,0 – 2,0,
- napětí 120 – 130 kV,
- součin proudu a času je volen s ohledem na atenuačně-lokalizační význam CT skenu co nejnižší,
- v případě, že přístroj umožňuje režim snížení dávky pacienta pomocí modulace proudu, je nutné jej využít.

U malých dětí je třeba využít dětský protokol a redukovat napětí s ohledem na jejich hmotnost.

Pro odhad efektivních a ekvivalentních dávek je třeba pro každou nasnímanou sérii zaznamenat rozsah ozářené části těla, DLP a další parametry vyšetření dle NRS Radiologická fyzika Příloha A Vyšetření výpočetním tomografem.

#### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

Obrazy jsou rekonstruovány iterativní rekonstrukcí. Vždy jsou vytvářeny dvě série v matici minimálně 128 x 128 pixelů – s korekcí na zeslabení a bez korekce na zeslabení (k posouzení případných artefaktů) a série CT obrazů. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit.

Standardní zpracování iterativní rekonstrukcí PET dat s parametry nastavenými v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace).

K semikvantitativnímu hodnocení lze použít výpočet SUV (standardized uptake value). Přesnost stanovení SUV je závislá především na reprodukovatelnosti vyšetření (délka akumulací fáze, přesnost určení skutečně aplikované aktivity RF, nepřítomnost paravenózní aplikace, reziduum RF ve stříkačce), na velikosti hodnocené oblasti, na způsobu výpočtu SUV ( $SUV_{max}$ ,  $SUV_{peak}$ ,  $SUV_{mean}$ ), na korekci velikosti ložiska a na přesnosti kalibrace PET skeneru. Stanovení SUV může mít u konkrétního pacienta význam při hodnocení změn během terapie a podpůrný význam při diferenciální diagnostice lézí.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.

Při hodnocení je třeba brát v potaz možnost chybné interpretace nálezu, je-li vyšetření prováděno při chemoterapii nebo krátce po ní a také v období řady měsíců od konce terapie zevním ozářením, zvláště pak po radiochirurgickém zákroku. Je-li dostupné aktuální MRI vyšetření, je vhodné provést registraci a fúzi PET/MRI.

8.7. Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.8. Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Navíc je třeba vizuálně zhodnotit kvalitu vzájemné registrace PET a CT.

10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Více viz Obecná část NRS NM bod I.15. Efektivní dávku z CT vyšetření lze odhadnout s pomocí normalizovaných hodnot  $E_{DLP}$  na základě znalosti DLP nebo s použitím speciálního software. Více viz kapitola Vyšetření výpočetním tomografem (CT) v NRS Radiologická fyzika.

PET [ <sup>18</sup> F]-FLT		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,048 játra	0,015
Děti 5 let	0,140 játra	0,046

Název standardu: **NRS [<sup>18</sup>F]-NaF PET/CT skeletu**

Číslo standardu: **NM/SC/PET/5**

Vazba na výkon v SZV: 47355

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

1. Účel

Vyšetření slouží k časné detekci ložiskové kostní přestavby; dále umožňuje odlišení aktivního přestavbového procesu od neaktivního v terénu zjevných strukturálních změn. Bylo opakovaně dokázáno, že hybridní PET/CT vyšetření dává vyšší diagnostickou jistotu a správnost výsledků ve srovnání se samostatně prováděným PET a CT – nejedná se tedy o prostou kombinaci dvou vyšetření, ale o samostatnou zobrazovací modalitu.

2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz Obecná část NRS NM bod I.5. Požadavky na pracoviště.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

3. Přístroj

Optimálním zařízením je hybridní PET/CT skener s několika úplnými prstenci scintilačních detektorů s dostatečnou detekční účinností pro záření gama o energii 511 keV (např. BGO, lépe novější scintilační materiály jako LSO, GSO, LYSO apod.), umožňující 3D snímání a se spirálním multidetektorovým CT s dostatečným rozsahem nastavitelných parametrů umožňujících skenovat pacienta i pomocí protokolů s velmi nízkou radiační zátěží (tzv. low-dose CT). Nevhodné jsou skenery pracující pouze ve 2D režimu, skenery s NaI(Tl) detektory a skenery bez CT zařízení.

Typ PET/CT skeneru, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Skener i software musí splňovat zákonné nároky kladené na zdravotnickou techniku.

Minimální požadavky na kontrolu kvality PET/CT skeneru viz Obecná část RS NM bod I.6. Požadavky na zobrazovací systémy. Výsledky testů jsou zaznamenávány.

Pomůcky k aplikaci RF.

#### 4. Personální zajištění

Viz Příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je široké spektrum stavů s metabolickými změnami kostí, zvláště v těch situacích, kdy lze předpokládat nedostatečný diagnostický přínos scintigrafie skeletu. Jako příklady typických indikací je třeba uvést: podezření na metastázy do skeletu při maligních tumorech (včetně primárních tumorů skeletu), upřesnění oblasti s maximální aktivitou degenerativních změn před zvažovaným neurochirurgickým či intervenčně-radiologickým řešením, diferenciální diagnostika ložiskových lézí zjištěných na rentgenovém snímku kosti, podezření na nepoznané fraktury, osteomyelitis, avaskulární nekrózy, artritidy, M. Paget, fibrózní dysplázie, algodystrofie, infarkty kostí, posouzení viability kostních štěpů, nejasné kostní bolesti, změny při systémových metabolických onemocněních (např. hyperparatyreóza).

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 17 Obecné části a v komentáři k tabulce).

#### 6. Radiofarmakum

Natrii fluoridum-<sup>18</sup>F (NaF) o aktivitě 185 – 370 MBq pro 70 kg pacienta v závislosti na druhu skeneru a klinických podmínkách. Diagnostická referenční úroveň není definována (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). U dětí a pacientů s hmotností odlišnou od 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF přepočte podle tab. 1 uvedené v odd. 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF a místo i. v. injekce se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

#### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření.

Cílem přípravy je snížit radiační zátěž z RF, proto je důležitá orální hydratace pacienta před a po vyšetření. Pacient musí zvýšit příjem tekutin (dospělá osoba 0,5 l) v období bezprostředně po i. v. podání RF, pokud není zvláštní kontraindikace pro tuto hydrataci. Pacient je vyzván k častému močení, bezprostředně před zahájením snímání se pacient vymočí.

#### 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita, laktace), informace o prodělaných úrazech, operacích a nemocích s možným poškozením skeletu, na stav ledvinných funkcí, dosavadní vyšetření a na současnou terapii.

## 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit a zaznamenat jeho aktivitu pomocí měřiče aplikované aktivity.

Aplikace je přísně intravenózní, při asymetricky uložené lézi v oblasti hlavy, krku nebo hrudníku aplikace do žíly na kontralaterální končetině. Je-li i. v. zavedena kanyla, je preferováno podání kanylou a propláchnutí alespoň 10 ml fyziologického roztoku. Do dokumentace se zaznamenává místo a čas aplikace a případná extravazace a také parametry nutné pro případný odhad radiační zátěže viz NRS Radiologická fyzika příloha C.

## 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha na zádech. Při celotělovém vyšetření jsou horní končetiny připeženy, při cíleném vyšetření např. hrudní či bederní páteře jsou naopak vzpaženy.

## 8.4 Snímání dat

Strategie vyšetření se odvozuje od klinické otázky a úrovně informací získaných předchozími vyšetřeními. Při screeningu kostních metastáz je typicky prováděno vyšetření v rozsahu celého těla včetně kalvy a končetin. Při cílených vyšetřeních např. na segment páteře postačuje snímání této oblasti s přiměřeným přesahem; v takovýchto případech je vhodné snížit podávanou aktivitu a tomu úměrně prodloužit dobu snímání. CT část vyšetření je vzhledem k podstatně nižší senzitivitě pro průkaz kostních lézí ve srovnání s NaF-PET typicky prováděna v režimu velmi nízké dávky jen pro účely korekce zeslabení PET signálu a pro účely anatomické lokalizace. Plnohodnotné CT lze provést jako součást výkonu, tento požadavek však musí být zdůvodněn zvlášť; v takovém případě se postupuje v souladu s NRS pro příslušný typ CT vyšetření.

Snímání se zahajuje 45 – 60 minut po podání RF, prodlužování akumulací fáze nevede ke zlepšování detektability kostních lézí. Stanovení doby akvizice jedné akviziční pozice pro PET závisí na typu detektoru PET skeneru, jeho režimu snímání, aplikované aktivitě a hmotnosti pacienta.

Rámcové nastavení CT skeneru pro přehledné spirální snímání je závislé na konstrukci skeneru a zohledňuje doporučení výrobce. V obvyklých případech se používají tyto parametry:

- pitch  $\geq 1,0$ ,
- napětí 80 – 140 kV (hodnoty vyšší než 120 kV je možné použít u osob s hmotností nad 120 kg),
- součin proudu a času je volen s ohledem na požadovaný atenuačně-lokalizační význam CT skenu – co nejnižší.

V případě, že přístroj umožňuje režim snížení dávky pacienta pomocí modulace proudu, je nutné jej využít. U malých dětí je třeba využít dětský protokol – optimalizovat dávku pomocí dávkové modulace (měla by zahrnovat přizpůsobení kV i mAs).

Pro odhad efektivních a ekvivalentních dávek je třeba pro každou nasnímanou sérii zaznamenat rozsah ozářené části těla, DLP a další parametry vyšetření dle NRS Radiologická fyzika Příloha A Vyšetření výpočetním tomografem.

## 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

Obrazy jsou rekonstruovány iterativní rekonstrukcí. Vždy jsou vytvářeny dvě série v matici minimálně 128 x 128 pixelů – s korekcí na zeslabení a bez korekce na zeslabení (k posouzení případných artefaktů) a série CT axiálních obrazů. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit.

Standardní zpracování iterativní rekonstrukcí PET dat s parametry nastavenými v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace).

Vždy se vytváří série PET řezů bez korekce a s korekcí na zeslabení záření (matice alespoň 128 x 128 dle prostorového rozlišení PET skeneru) a série CT řezů (matice 512 x 512).

K semikvantitativnímu hodnocení lze použít výpočet SUV (standardized uptake value). Přesnost stanovení SUV je závislá především na reprodukovatelnosti vyšetření (délka akumulační fáze, přesnost určení skutečně aplikované aktivity RF, nepřítomnost paravenózní aplikace, reziduum RF ve stříkačce), na velikosti hodnocené oblasti, na způsobu výpočtu SUV ( $SUV_{max}$ ,  $SUV_{peak}$ ,  $SUV_{mean}$ ), na korekci velikosti ložiska a na přesnosti kalibrace PET skeneru. Stanovení SUV může mít u konkrétního pacienta význam při hodnocení změn během terapie a podpůrný význam při diferenciální diagnostice lézí.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

8.7. Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.7 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Navíc je třeba vizuálně zhodnotit kvalitu vzájemné registrace PET a CT.

#### 10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Více viz Obecná část NRS NM bod I.15. Efektivní dávku z CT vyšetření lze odhadnout s pomocí normalizovaných hodnot  $E_{DLP}$  na základě znalosti DLP nebo s použitím speciálního software. Více viz kapitola Vyšetření výpočetním tomografem (CT) v NRS Radiologická fyzika.

PET [ $^{18}\text{F}$ ]-NaF		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,15 močový měchýř	0,017
Děti 5 let	0,39 močový měchýř	0,056

Název standardu: **NRS [ $^{18}\text{F}$ ]-FCH PET/CT trupu**

Číslo standardu: **NM/SC/PET/6**

Vazba na výkon v SZV: 47355

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

FCH-PET je tomografická zobrazovací technika, která využívá značený fosfolipid cholin, (prekurzor acetylcholinu) značený  $^{18}\text{F}$  (fluoromethyl-( $^{18}\text{F}$ )-dimethyl-2-hydroxyethyl-ammonium fluoromethylcholinum – dále jen FCH) k zobrazení některých typů nádorů, které vykazují poruchu cholinového transportu a fosforylace (zejména nádory prostaty).

Hybridní PET/CT vyšetření slouží zejména k lokalizaci karcinomů prostaty nebo jejich metastáz, zejména u karcinomů recidivujících po hormonální léčbě. Lze jej také použít k detekci jiných



patologických stavů, které se vyznačují zvýšeným obratem FCH.

Bylo opakovaně dokázáno, že hybridní PET/CT vyšetření dává vyšší diagnostickou jistotu a správnost výsledků ve srovnání se samostatně prováděným PET a CT – nejedná se tedy o prostou kombinaci dvou vyšetření, ale o samostatnou zobrazovací modalitu.

## 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz Obecná část NRS NM bod I.5. Požadavky na pracoviště.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

## 3. Přístroj

Optimálním zařízením je hybridní PET/CT skener s několika úplnými prstenci scintilačních detektorů s dostatečnou detekční účinností pro záření gama o energii 511 keV (např. BGO, lépe novější scintilační materiály jako LSO, GSO, LYSO apod.), umožňující 3D snímání a se spirálním multidetektorovým CT s dostatečným rozsahem nastavitelných parametrů umožňujících skenovat pacienta i pomocí protokolů s velmi nízkou radiační zátěží (tzv. low-dose CT). Nevhodné jsou skenery pracující pouze ve 2D režimu, skenery s NaI(Tl) detektory a skenery bez CT zařízení.

Typ PET/CT skeneru, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Skener i software musí splňovat zákonné nároky kladené na zdravotnickou techniku.

Minimální požadavky na kontrolu kvality PET/CT skeneru viz Obecná část RS NM bod I.6. Požadavky na zobrazovací systémy. Výsledky testů jsou zařazovány.

Pomůcky k aplikaci RF a kontrastní látky i. v.

## 4. Personální zajištění

Viz Příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou: lokalizace maligních ložiskových lézí, stanovení rozsahu onkologického onemocnění, diagnostika recidivy nádorového onemocnění, plánování rozsahu operace nebo radioterapie.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF a minimalizaci ozáření při CT) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 Obecné části a v komentáři k tabulce). Vyšetření by nemělo být prováděno v období prvního týdne po podání chemoterapie. Hodnocení ozářené oblasti je obtížné i více než jeden rok po ozáření – proběhlá chemoterapie a radioterapie však není absolutní kontraindikací.

Alergie na jod a jodové kontrastní látky, hyperthyreóza, některé krevní choroby, renální a jaterní insuficience a plánovaná léčba radiojodem patří k obecným kontraindikacím i. v. podání kontrastní látky. Kontraindikací p. o. podané kontrastní látky na bázi BaSO<sub>4</sub> je subileózní a ileózní stav, suspekce na perforaci střeva, v případě jodové kontrastní látky plánované vyšetření či léčba radiojodem. Preskripci kontrastní látky vždy provádí lékař s ohledem na zdravotní stav pacienta a upřesňující informace v příbalovém letáku; při tom zohledňuje doporučení European Society of Urogenital Radiology Guidelines on Contrast Media (<http://www.esur.org/guidelines/cz/>).

Strategie vyšetření se odvozuje od klinické otázky a úrovně informací, získaných předchozím CT, UZ nebo MR vyšetřením. Bylo-li již např. provedeno v dostatečném rozsahu a kvalitě CT vyšetření s podáním kontrastní látky, není obvykle důvodu i. v. podání kontrastní látky opakovat. Ve většině těchto situací stačí provést PET/CT s p. o. podáním kontrastní látky s redukovanou dávkou ozáření z CT a v případě potřeby nálezy porovnat. Vyšetřovanému se tím sníží kumulovaná absorbovaná dávka z lékařského ozáření, není vystaven rizikům spojeným s nitrožilní aplikací kontrastní látky a sníží se náklady na jedno vyšetření. Naopak, je-li požadováno provedení PET a zároveň

plnohodnotného CT vyšetření v jedné době, pak není-li jinak kontraindikováno, je i. v. i. p. o. podání kontrastní látky nezbytné a dávku CT záření nelze redukovat pod standardní úroveň.

## 6. Radiofarmakum

Fluorocholin-18F (FCH) o aktivitě 100 – 500 MBq pro 70 kg pacienta v závislosti na druhu skeneru a klinických podmínkách (v odborné literatuře je nejčastěji udávána aplikovaná aktivita 2,5 – 4 MBq/kg). Diagnostická referenční úroveň není dosud stanovena. U dětí a pacientů s hmotností odlišnou od 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF přepočte podle tab. 1 uvedené v odd. 17 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF a místo i. v. injekce se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

Speciální příprava není nutná.

Cílem přípravy je snížit radiační zátěž z podaného radiofarmaka a minimalizovat riziko vzniku nefropatie indukované i. v. podanou kontrastní látkou. Dalším cílem přípravy je naplnit zažívací trubici kontrastní látkou a minimalizovat riziko vzniku alergické reakce na případně i. v. podanou kontrastní látku. Nezbytná je dostatečná orální hydratace pacienta. Pacienti léčení biguanidy s GFR nižší než 45 ml/min/1,73m<sup>2</sup>, kteří jsou objednáni na PET/CT s podáním nitrožilní kontrastní látky, by měli být převedeni na jinou léčbu nejméně 48 hodin před vyšetřením; návrat k léčbě biguanidy je možný nejdříve 48 hodin po podání kontrastní látky, poté co před tím byly ověřeny renální funkce (blíže doporučení European Society of Urogenital Radiology Guidelines on Contrast Media (<http://www.esur.org/guidelines/cz/>)).

Těsně před akvizicí PET skenů se pacient vymočí. Po skončení snímání je pacient poučen o vhodnosti zvýšeného příjmu tekutin v den vyšetření (urychlení eliminace radiofarmaka resp. i. v. kontrastní látky) a je mu doporučeno omezení kontaktu s dětmi a těhotnými ženami v den vyšetření.

Při plánovaném podání kontrastních rentgenových látek musí příprava zohlednit doporučení European Society of Urogenital Radiology Guidelines on Contrast Media (<http://www.esur.org/guidelines/cz/>).

## 8. Průběh vyšetření

8.1. Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace). Získání informací o historii a typu nemoci, o prodělané terapii, o současné medikamentózní terapii. Informace o prodělaných vyšetřeních. Ověření, zda je pacient schopen ležet klidně s rukama za hlavou během celé doby vyšetření (klaustrofobie, omezená schopnost elevovat horní končetiny v oblasti ramen, bolestivý syndrom vyžadující speciální úlevovou polohu při vyšetření, neschopnost kooperace či porozumění pokynů personálu).

Pacientovi podstupujícímu PET/CT vyšetření v kombinaci s i. v. podáním kontrastní látky je zavedena do periferní žíly kanyla vhodná pro tlakovou aplikaci (maximální tlak povolený pro kanylu převyšuje maximální provozní tlak injektoru). Má-li pacient implantován žilní port, lze jej za předpokladu dodržení platných ošetřovatelských standardů využít pro aplikaci radiofarmaka (nutno spláchnout dostatečným množstvím fyziologického roztoku). Pokud je port prokazatelně určen pro tlakové aplikace rentgen-kontrastních látek a je-li pracoviště vybaveno kompatibilní aplikační jehlou, lze takový port využít i pro i. v. podání jodové kontrastní látky.

Není-li kontraindikováno, je frakcionovaně po dobu alespoň 1 hodiny podávána p. o. kontrastní látka, nejčastěji v objemu 1 l. Objem podané kontrastní látky je třeba přiměřeně snížit u dětí, kachektických osob, osob s kolostomií a s průjmy. Dosažná denzita kontrastní náplně v zažívací trubici by neměla přesáhnout 300 HU, aby nenavodila arteficiální hyper-korekci PET skenů.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Aplikace je přísně intravenózní. Je-li i. v. zavedena kanyla, je preferováno podání kanylou a spláchnutí alespoň 10 ml fyziologického roztoku. Aplikace do zavedené kanyly je preferována, zejména u pacientů s nutností provést včasnou dynamickou studii. Do dokumentace se zaznamenává místo a čas aplikace a případná extravazace.

Po i. v. podání RF pacient vyčkává asi 10 minut v určeném prostoru. Těsně před snímáním je pacient vyzván k vymočení.

V případě nutnosti provést dynamické snímání se pacient uloží do gantry, tak aby byla zachycena oblast určená k vyšetření (např. malá pánev u prostaty), aplikace radiofarmaka se provede až v této poloze pacienta a současně se spustí PET akvizice.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha na zádech se vzpaženými horními končetinami (připazeni pouze v případě, jestliže pacient není schopen horní končetiny vzpažit).

### 8.4 Snímání dat

V závislosti na indikaci zvolit rozsah vyšetřované oblasti:

- standardní rozsah je od báze lební po proximální partie stehen,
- celotělové vyšetření, tj. od temene hlavy až po konce dolních končetin,
- vyšetření limitované oblasti.

Snímání se zahajuje nejdříve 10 minut po podání RF (obvykle v období 10-20 minut po aplikaci radiofarmaka). Stanovení doby akvizice jedné akviziční pozice pro PET závisí na typu detektoru PET skeneru, jeho režimu snímání, aplikované aktivitě a hmotnosti pacienta.

Rámcové nastavení CT skeneru pro přehledné spirální snímání je závislé na konstrukci skeneru a zohledňuje doporučení výrobce. V obvyklých případech se používají tyto parametry:

- pitch  $\geq 1,0$ ,
- napětí 80 – 120 kV,
- součin proudu a času je volen s ohledem na požadovaný atenuačně-lokalizační význam CT skenu – co nejnižší.

V případě, že přístroj umožňuje režim snížení dávky pacienta pomocí modulace proudu, je nutné jej využít. U malých dětí je třeba využít dětský protokol – optimalizovat dávku pomocí dávkové modulace (měla by zahrnovat přizpůsobení kV i mAs).

Pro odhad efektivních a ekvivalentních dávek je třeba pro každou nasnímanou sérii zaznamenat rozsah ozářené části těla, DLP a další parametry vyšetření dle NRS Radiologická fyzika Příloha A Vyšetření výpočetním tomografem.

I. v. podání kontrastní látky pro přehledné spirální CT vyšetření:

- neionická kontrastní látka o koncentraci 300 – 400 mg jodu na 1 ml,
- celkový objem se řídí hmotností pacienta a koncentrací jodu v kontrastní látce (v typickém případě 80 – 150 ml),
- časování a rychlost podání silně závisí na rychlosti akvizice CT dat a event. využití podpůrných technologií sledování bolusu, jsou-li ve výbavě skeneru,
- u dětí a osob s nízkou hmotností je množství podaného jodu přiměřeně sníženo.

Start CT se obvykle stanovuje tak, aby akvizice CT obrazů byla provedena v portální fázi (typicky 50 – 60 s od počátku aplikace kontrastní látky). U osob s chronickou renální insuficiencí v trvalém dialyzačním programu, je-li i. v. podání KL nevyhnutelné, je třeba zajistit bezprostředně po vyšetření hemodialýzu.

V závislosti na možnostech skeneru a klinické otázce se volí postup vyšetření.

Pro nejčastější přehledná vyšetření velkého rozsahu:

- topogram pro upřesnění nastavení rozsahu snímání,
- jediné CT spirální vyšetření (s nebo bez i. v. kontrastu) pro diagnostiku i korekci zeslabení

- PET,  
- PET vyšetření.

#### Zvláštní postupy

- Protokol dýchání (snímání CT v oblasti bránice a hrudníku při mělkém dýchání nebo před koncem expirace) pro minimalizaci chyb vzájemné registrace PET a CT (doporučováno). Vyšetření při zadržném dechu u velmi rychlých CT skenerů,
- hradlované snímání pro korekci dýchacích pohybů,
- časné PET skeny ihned po aplikaci k posouzení oblasti prostaty před příchodem aktivní moči do močového měchýře (dynamická studie po jedné minutě po dobu 8 minut cílená na prostatu nebo krátká statická studie – podle typu skeneru),
- pozdní PET skeny cca 1 hod. po aplikaci k posouzení dynamiky akumulace RF,
- kombinace nativního a kontrastního CT, resp. CT v různých fázích i. v. podání kontrastu,
- individuální přizpůsobení parametrů CT, PET i rychlosti podání kontrastní látky konkrétní klinické otázce a situaci.

#### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

Při rekonstrukci PET obrazů je nezbytná celá řada korekcí nasnímaných dat včetně korekce na zeslabení.

Standardní zpracování iterativní rekonstrukcí (nahrazuje dříve používanou filtrovanou zpětnou projekci) s parametry nastavenými v souladu s doporučeními výrobce kamery a s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace).

Vždy se vytváří série PET řezů bez korekce (minimálně však je nutná tato série pro posouzení oblasti hrudníku a plic) a s korekcí na zeslabení záření (matice alespoň  $128 \times 128$  dle prostorového rozlišení PET skeneru) a a série CT axiálních obrazů. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit.

K semikvantitativnímu hodnocení lze použít výpočet SUV (standard uptake value), které je založeno na stanovení relativní aktivity FCH v lézi při korekci na atenuaci záření a při normalizaci na injikovanou aktivitu FCH a hmotnost pacienta. Přesnost stanovení SUV závisí především na přesnosti kalibrace PET skeneru a reprodukovatelnosti vyšetření, je závislá na standardním čase od aplikace, přesnosti určení skutečně aplikované aktivity RF (nepřítomnost paravenózní aplikace, reziduum RF ve stříkačce), velikosti hodnocené oblasti. Stanovení SUV může mít u konkrétního pacienta význam při hodnocení změn během terapie, nikoliv pro diferenciativní diagnostiku lézí.

Hrubější semikvantitativní hodnocení vychází ze srovnání aktivity akumulované v lézi a v referenční oblasti (játra, krevní pool, mediastinum, mozeček).

Hodnocení nálezu na CT je nedílnou součástí hodnocení PET/CT.

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

*Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.*

Hodnocení PET/CT provádějí společně lékař nukleární medicíny a lékař radiodiagnostik, přičemž se každý z nich zaměří převážně na nález ze své modalit. Celkový nález z vyšetření formulují společně, při neshodě na popisu a závěru musí rozhodnout vedoucí pracoviště. Závěr z vyšetření je podepsán lékaři obou specializací, oba za nález nesou stejnou odpovědnost.

Při hodnocení je třeba brát v potaz iatrogenní alteraci nálezu, je-li vyšetření prováděno při biologické léčbě, chemoterapii, kortikoterapii, antibiotické léčbě nebo krátce po ní a také v období řady měsíců od konce terapie zevním ozářením, zvláště pak po radiochirurgickém

zároku.

8.7 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Navíc je třeba vizuálně zhodnotit kvalitu vzájemné registrace PET a CT.

10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Efektivní dávku z CT vyšetření lze odhadnout s pomocí normalizovaných hodnot  $E_{DLP}$  na základě znalosti DLP nebo s použitím speciálního software.

---

[ <sup>18</sup> F]-FCH		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	Ledviny 0,097	0,02
Děti 5 let	Ledviny 0,24	0,057

Název standardu: **NRS [<sup>18</sup>F]-FDOPA PET/CT trupu**

Číslo standardu: **NM/SC/PET/7**

Vazba na výkon v SZV: 47355

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

1. Účel

FDOPA-PET je tomografická zobrazovací technika, která využívá prekurzor dopaminu – analog aminokyseliny DOPA značený <sup>18</sup>F: 6-Fluoro-(18)F-L-3,4-dihydroxyphenylalanine – dále jen FDOPA, k zobrazení zejména neuroendokrinních tumorů, které mají schopnost akumulovat a dekarboxylovat aminokyseliny typu DOPA. Rovněž se dá využít k zobrazení některých mozkových tumorů a k verifikování parkinsonismu.

CT je tomografická zobrazovací technika, která využívá zeslabení rentgenového záření procházejícího tělem pacienta k zobrazení morfologie vyšetřovaných orgánů. Pro lepší rozlišení tkání a případných patologických lézí se používá podání i. v. kontrastní látky. Pro lepší vizualizaci trávicí trubice, parenchymových orgánů a krevního zásobení bývá v přípravě k CT vyšetření často podávána p. o. a i. v. kontrastní látka.

Bylo opakovaně dokázáno, že hybridní PET/CT vyšetření poskytuje vyšší diagnostickou jistotu a správnost výsledků ve srovnání se samostatně prováděným PET a CT – nejedná se tedy o prostou kombinaci dvou vyšetření, ale o samostatnou zobrazovací modalitu.

Hybridní vyšetření FDOPA-PET/CT kombinuje obě tyto vyšetřovací modalitty, při jednom vyšetření pacienta (bez změny jeho polohy) tak lze získat informace o akumulaci FDOPA v patologických lézích, strukturálních změnách odpovídajících zobrazené lézi a současně o přesném anatomickém uložení léze. Hybridní vyšetření slouží k detekci, stážování a monitorování

terapeutické odpovědi u maligních nádorů vyznačujících se akumulací a dekarboxylací FDOPY.

## 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz Obecná část NRS NM bod I.5. Požadavky na pracoviště.

## 3. Přístroj

Optimálním zařízením je hybridní PET/CT skener s několika úplnými prstenci scintilačních detektorů s dostatečnou detekční účinností pro záření gama o energii 511 keV (např. BGO, lépe novější scintilační materiály jako LSO, GSO, LYSO apod.), umožňující 3D snímání a se spirálním multidetektorovým CT s dostatečným rozsahem nastavitelných parametrů umožňujících skenovat pacienta i pomocí protokolů s velmi nízkou radiační zátěží (tzv. low-dose CT). Nevhodné jsou skenery pracující pouze ve 2D režimu, skenery s NaI(Tl) detektory a skenery bez CT zařízení.

Typ PET/CT skeneru, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Skener i software musí splňovat zákonné nároky kladené na zdravotnickou techniku.

Minimální požadavky na kontrolu kvality PET/CT skeneru spočívají v přejímacích zkouškách, zkouškách dlouhodobé stability a v pravidelných zkouškách provozní stálosti dle doporučení výrobce a českých norem. Výsledky testů jsou zaznamenávány. Pomůcky k aplikaci RF a kontrastní látky i. v.

## 4. Personální zajištění

Viz Příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

## 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou: neuroendokrinní tumory – diferenciální diagnostika ložiskových lézí, pátrání po neznámém primárním ložisku, stanovení rozsahu onemocnění, monitorování efektu terapie, diagnostika recidivy, plánování rozsahu radioterapie.

Posouzení funkčního stavu nigrostriata – zejména při neurodegenerativních onemocněních.

Lokalizace ložiskové produkce inzulinu u novorozenců a dětí s hyperinzulinismem.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF a minimalizaci ozáření při CT) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 Obecné části a v komentáři k tabulce). Vyšetření by nemělo být prováděno v období prvního týdne po podání chemoterapie. Hodnocení ozářené oblasti je obtížné i více než jeden rok po ozáření – proběhlá chemoterapie a radioterapie však není absolutní kontraindikací.

Alergie na jod a jodové kontrastní látky, hyperthyreóza, některé krevní choroby, renální a jaterní insuficience a plánovaná léčba radiojodem patří k obecným kontraindikacím i. v. podání kontrastní látky. Kontraindikací p. o. podané kontrastní látky na bázi BaSO<sub>4</sub> je subileózní a ileózní stav, suspekce na perforaci střeva, v případě jodové kontrastní látky plánované vyšetření či léčba radiojodem. Preskripci kontrastní látky vždy provádí lékař s ohledem na zdravotní stav pacienta a upřesňující informace v příbalovém letáku; při tom zohledňuje doporučení European Society of Urogenital Radiology Guide lines on Contrast Media ([http://www.esur.org/guide\\_lines/cz/](http://www.esur.org/guide_lines/cz/)).

Strategie vyšetření se odvozuje od klinické otázky a úrovně informací, získaných předchozím CT vyšetřením. Bylo-li již např. provedeno v dostatečném rozsahu a kvalitě CT vyšetření s podáním kontrastní látky, není obvykle důvodu i. v. podání kontrastní látky opakovat. Ve většině těchto situací stačí provést PET/CT s p. o. podáním kontrastní látky s redukovanou dávkou ozáření z CT a v případě potřeby nálezy porovnat. Vyšetřovanému se tím sníží kumulovaná absorbovaná dávka z lékařského ozáření, není vystaven rizikům spojeným s nitrožilní aplikací kontrastní látky a sníží se náklady na jedno vyšetření. Naopak, je-li požadováno provedení PET a zároveň plnohodnotného CT vyšetření v jedné době, pak není-li jinak kontraindikováno, je i. v. i p. o. podání kontrastní látky nezbytné a dávku CT záření nelze redukovat pod standardní úroveň.

## 6. Radiofarmakum

FDOPA-18F (FDOPA) o aktivitě 185 – 400 MBq pro 70 kg pacienta v závislosti na druhu skeneru a klinických podmínkách. Při vyšetření mozku lze volit nižší aktivity v závislosti na parametrech PET akvizice. Diagnostická referenční úroveň není stanovena. U dětí a pacientů s hmotností odlišnou od 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF přepočte podle tab. 1 uvedené v odd. 16 Obecné části. Aplikovaná aktivita RF a místo i. v. injekce se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Poučení pacienta o průběhu vyšetření:

4 hodiny před vyšetřením lačnit.

Při neurologických indikacích přerušit veškerou léčbu Parkinsonovy choroby nejméně 12 hodin před vyšetřením. Pro zajištění kvalitního zobrazení a ke snížení radiační zátěže močového měchýře doporučujeme větší příjem tekutin a časté vyprazdňování močového měchýře. Cílem přípravy je snížit radiační zátěž z podaného radiofarmaka a minimalizovat riziko vzniku nefropatie indukované i. v. podanou kontrastní látkou. Dalším cílem přípravy je naplnit zaživací trubici kontrastní látkou a minimalizovat riziko vzniku alergické reakce na případně i. v. podanou kontrastní látku. Pítí hořkého čaje či hořké černé kávy není třeba bránit. Pacienti léčení biguanidy, kteří jsou objednáni na PET/CT s podáním nitrozilní kontrastní látky, by měli být převedeni na jinou léčbu nejméně 48 hodin před vyšetřením; návrat k léčbě biguanidy je možný nejdříve 48 hodin po podání kontrastní látky, poté co před tím byly ověřeny renální funkce.

Těsně před akvizicí PET skenů se pacient vymočí. Po skončení snímání je pacient poučen o vhodnosti zvýšeného příjmu tekutin v den vyšetření (urychlení eliminace radiofarmaka, resp. i. v. kontrastní látky) a je mu doporučeno omezení kontaktu s dětmi a těhotnými ženami v den vyšetření.

## 8. Průběh vyšetření

### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření (gravidita a laktace). Získání informací o historii a typu nemoci, o prodělané terapii, o současné medikamentózní terapii. Informace o prodělaných vyšetřeních. Anamnéza zaměřená na diabetes, kontrola glykemie. Ověření, zda je pacient schopen ležet klidně s rukama za hlavou během celé doby vyšetření (klaustrofobie, omezená schopnost elevovat horní končetiny v oblasti ramen, bolestivý syndrom vyžadující speciální úlevovou polohu při vyšetření, neschopnost kooperace či porozumění pokynů personálu).

Pacientovi podstupujícímu PET/CT vyšetření v kombinaci s i. v. podáním kontrastní látky je zavedena do periferní žíly kanyla vhodná pro tlakovou aplikaci (maximální tlak povolený pro kanylu převyšuje maximální provozní tlak injektoru). Má-li pacient implantován žilní port, lze jej za předpokladu dodržení platných ošetřovatelských standardů využít pro aplikaci radiofarmaka (nutno spláchnout dostatečným množstvím fyziologického roztoku). Pokud je port prokazatelně určen pro tlakové aplikace rentgen-kontrastních látek a je-li pracoviště vybaveno kompatibilní aplikační jehlou, lze takový port využít i pro i. v. podání jodové kontrastní látky.

Není-li kontraindikováno, je frakcionovaně po dobu alespoň jedné hodiny podávána p. o. kontrastní látka (preferenčně se užívá izotonická kontrastní látka), nejčastěji v objemu 1 l. Při vyšetření se zaměřením především na jícen a žaludek je vhodné, aby poslední porce kontrastní látky byla vypita těsně před zahájením snímání. Objem podané kontrastní látky je třeba přiměřeně snížit u dětí, kachektických osob, osob s kolostomií a s průjmy. Dosažná denzita kontrastní náplně v zaživací trubici by neměla přesáhnout 300 HU, aby nenavodila arteficiální hyper-korekci PET skenů.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Aplikace je přísně intravenózní, při asymetricky uložené lézi v oblasti hlavy, krku nebo hrudníku aplikace do žíly na kontralaterální končetině. Je-li i. v. zavedena kanyla, je preferováno podání kanylou a spláchnutí alespoň 10 ml fyziologického roztoku. Do dokumentace se zaznamenává

místo a čas aplikace a případná extravazace.

Po i. v. podání RF pacient vyčkává vsedě či vleže na vlastní snímání, může si dojít na toaletu, jiné pochůzky však nejsou vhodné. Těsně před snímáním je pacient vyzván k vymočení.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Poloha na zádech se vzpaženými horními končetinami (připažení pouze v případě, že má být pátráno po lézích v horních končetinách, nebo jestliže pacient není schopen horní končetinu vzpažit).

Poloha dětí při vyšetření je individuální – určí lékař provádějící vyšetření dle klinického požadavku a stavu dítěte.

### 8.4 Snímání dat

V závislosti na indikaci zvolit rozsah vyšetřované oblasti:

- standardní rozsah je od báze lební po proximální partie stehen,
- celotělové vyšetření, tj. od temene hlavy až po konce dolních končetin,
- vyšetření limitované oblasti.

Snímání se zahajuje nejdříve 20 minut po podání RF (například paragangliomy a feochromocytomy), optimální doba je kolem 60 – 90 minut po aplikaci. Stanovení doby akvizice jedné akviziční pozice pro PET závisí na typu detektoru PET skeneru, jeho režimu snímání, aplikované aktivitě a hmotnosti pacienta.

Při snímání dětí s dg. kongenitálního hyperinzulinismu se provádí první snímání s nastavením na oblast břicha se zobrazením pankreatu. Vyšetření probíhá jako dynamická studie, jeden obraz za minutu po dobu 10 minut (začátek za 5 minut po aplikaci DOPA). Druhé snímání PET/CT následuje za 60 minut po aplikaci <sup>18</sup>F-DOPA opět s nastavením na oblast břicha, se zobrazením pankreatu opět v podobě dynamické studie, jeden obraz za minutu trávající 15 – 20 minut. Toto druhé snímání je provedeno v celkové anestezii za přítomnosti anesteziologa.

Rámcové nastavení CT skeneru pro přehledné spirální snímání je závislé na konstrukci skeneru a zohledňuje doporučení výrobce. V obvyklých případech se používají tyto parametry:

- pitch  $\geq 1,0$ ,
- napětí 80 – 120 kV,
- součin proudu a času je volen s ohledem na požadovaný atenuačně-lokalizační význam CT skenu – co nejnižší.

V případě, že přístroj umožňuje režim snížení dávky pacienta pomocí modulace proudu, je nutné jej využít. U malých dětí je třeba využít dětský protokol – optimalizovat dávku pomocí dávkové modulace (měla by zahrnovat přizpůsobení kV i mAs).

Pro odhad efektivních a ekvivalentních dávek je třeba pro každou nasnímanou sérii zaznamenat rozsah ozářené části těla, DLP a další parametry vyšetření dle NRS Radiologická fyzika Příloha A Vyšetření výpočetním tomografem.

I. v. podání kontrastní látky pro přehledné spirální CT vyšetření:

- neionická kontrastní látka o koncentraci 300 – 400 mg jodu na 1 ml,
- celkový objem se řídí hmotností pacienta a koncentrací jodu v kontrastní látce (v typickém případě 80 – 150 ml),
- časování a rychlost podání silně závisí na rychlosti akvizice CT dat a event. využití podpůrných technologií sledování bolusu, jsou-li ve výbavě skeneru,
- u dětí a osob s nízkou hmotností je množství podaného jodu přiměřeně sníženo.

Start CT se obvykle stanovuje tak, aby akvizice CT obrazů byla provedena v portální fázi (typicky 50 – 60 s od počátku aplikace kontrastní látky). U osob s chronickou renální insuficiencí v trvalém dialyzačním programu, je-li i. v. podání KL nevyhnutelné, je třeba zajistit bezprostředně po vyšetření hemodialýzu.

V závislosti na možnostech skeneru a klinické otázce se volí postup vyšetření.

Pro nejčastější přehledná vyšetření velkého rozsahu:



- topogram pro upřesnění nastavení rozsahu snímání,
- jediné CT spirální vyšetření (s nebo bez i. v. kontrastu) pro diagnostiku i korekci zeslabení PET,
- PET vyšetření.

#### Zvláštní postupy

- Protokol dýchání (snímání CT v oblasti bránice a hrudníku při mělkém dýchání nebo před koncem expirací) pro minimalizaci chyb vzájemné registrace PET a CT (doporučováno). Vyšetření při zadržném dechu u velmi rychlých CT skenerů,
- hradlované snímání pro korekci dýchacích pohybů,
- kombinace nativního a kontrastního CT, resp. CT v různých fázích i. v. podání kontrastu,
- individuální přizpůsobení parametrů CT, PET i rychlosti podání kontrastní látky konkrétní klinické otázce a situaci.

#### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

Obrazy jsou rekonstruovány iterativní rekonstrukcí. Vždy jsou vytvářeny dvě série v matici minimálně 128 x 128 pixelů – s korekcí na zeslabení a bez korekce na zeslabení (k posouzení případných artefaktů) a série CT axiálních obrazů. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit.

Standardní zpracování iterativní rekonstrukcí (nahrazuje dříve používanou filtrovanou zpětnou projekci) s parametry nastavenými v souladu s obecně doporučenými postupy. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace).

Vždy se vytváří série PET řezů bez korekce a s korekcí na zeslabení záření (matice alespoň 128 × 128 dle prostorového rozlišení PET skeneru) a série CT řezů. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit.

K semikvantitativnímu hodnocení lze použít výpočet SUV (standard uptake value), které je založeno na stanovení relativní aktivity FDOPA v lézi při korekci na atenuaci záření a při normalizaci na injikovanou aktivitu FDOPA a hmotnost pacienta. Přesnost stanovení SUV závisí především na přesnosti kalibrace PET skeneru a reprodukovatelnosti vyšetření, je závislá na standardním čase od aplikace, přesnosti určení skutečně aplikované aktivity RF (nepřítomnost paravenózní aplikace, reziduum RF ve stříkačce), velikosti hodnocené oblasti. Stanovení SUV může mít u konkrétního pacienta význam při hodnocení změn během terapie, nikoliv pro diferenciální diagnostiku lézí.

Hrubější semikvantitativní hodnocení vychází ze srovnání aktivity akumulované v lézi a v referenční oblasti (játra, krevní pool, mediastinum, mozeček).

Hodnocení nálezu na CT je nedílnou součástí hodnocení PET/CT

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

*Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.*

Hodnocení PET/CT provádějí společně lékař nukleární medicíny a lékař radiodiagnostik, přičemž se každý z nich zaměří převážně na nález ze své modality. Celkový nález z vyšetření formulují společně, při neshodě na popisu a závěru musí rozhodnout vedoucí pracoviště. Závěr z vyšetření je podepsán lékaři obou specializací, oba za nález nesou stejnou odpovědnost.

Při hodnocení je třeba brát v potaz iatrogenní alteraci nálezu, je-li vyšetření prováděno při biologické léčbě, chemoterapii, kortikoterapii, antibiotické léčbě nebo krátce po ní a také v období řady měsíců od konce terapie zevním ozářením, zvláště pak po radiochirurgickém zákroku.

#### 8.7 Likvidace radionuklidového odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

## 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Navíc je třeba vizuálně zhodnotit kvalitu vzájemné registrace PET a CT.

## 10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Efektivní dávku z CT vyšetření lze odhadnout s pomocí normalizovaných hodnot  $E_{DLP}$  na základě znalosti DLP nebo s použitím speciálního software.

---

[ <sup>18</sup> F]-FDOPA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	močový měchýř 0,3	0,025
Děti 5 let	močový měchýř 0,78	0,07

Název standardu: **NRS [<sup>18</sup>F]-FDG PET/MRI**

Číslo standardu: **NM/SC/PET/8**

Vazba na výkon v SZV: v návrhu SZV

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

PET/MRI je indikováno k anatomickeo-funkčnímu zobrazení patologických lézí. Při PET/MRI vyšetření je kombinováno funkční (metabolické, molekulární) zobrazení PET s anatomickeo (patologickoanatomickeo) informací MR.

PET/MRI významně redukuje radiační zátěž spojenou s CT vyšetřením. PET/MRI může být místo PET/CT proto použito u osob se zvýšeným rizikem spojeným s ozářením (především v dětském věku), v této situaci však nesmí dojít ke snížení diagnostické informace.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Obecná část NRS NM bod I.5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Instalace je racionální na pracovišti s již instalovaným PET/CT.

Typ PET/MR skeneru, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Žádoucí je, aby byly instalovány přístroje s kompletně integrovanou PET a MR částí (výhodné jsou především přístroje se simultánní akvizicí PET a MR).

Skener i software musí splňovat zákonné nároky kladené na zdravotnickou techniku.

Minimální požadavky na kontrolu kvality PET/MR skeneru viz *Obecná část RS NM bod I.6*.

Požadavky na zobrazovací systémy. Výsledky testů jsou za značeny.

Pomůcky k aplikaci RF.

#### 4. Personální zajištění

Viz Příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Rozsah indikací: PET/MRI navazuje na indikace PET/CT, kterými jsou diagnostika nemocí (nejčastěji nádorových a zánětlivých onemocnění), stážování a restážování nádorů a hodnocení účinnosti terapie. PET/MRI je indikováno v případě, kdy CT část hybridního PET/CT zobrazení není schopna poskytnout dostatečné informace o charakteru léze. Jde o situace, kdy bylo doposud indikováno oddělené provedení PET/CT i MRI. Typickou indikací je TNM stážování u některých maligních onemocnění, kdy samotné PET/CT vykazuje vysokou diagnostickou přesnost při hodnocení N a M stadia, ale není zcela přesné při hodnocení stadia T, což spolurozhoduje o operabilitě léze.

Kontraindikace spojené s aplikací radiofarmaka pro PET část vyšetření

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 *Obecné části a v komentáři k tabulce*).

Vyšetření by nemělo být prováděno v období prvního týdne po podání chemoterapie (pokud je to možné, je vhodné vyšetření provádět až od 3. týdne po podání chemoterapie). Hodnocení oblasti po radioterapii nádoru je obtížné i více než jeden rok po ozáření. Proběhlá chemoterapie a radioterapie však není absolutní kontraindikací.

Kontraindikace spojené s MRI:

- zavedený kardiostimulátor, srdeční defibrilátor, kochleární implantáty nebo jiné elektronicky řízené přístroje (inzulinové pumpy atd.) s výjimkou moderních zařízení s deklarovanou MR-kompatibilitou,
- kovová cizí tělesa v oku, zvláštní pozornost je nutno věnovat i lidem po haváriích nebo úrazech, při kterých se mohl dostat do těla kovový materiál,
- implantované kovové svorky, kovové dlahy, chlopenní náhrady atd., pokud jsou z feromagnetických materiálů.

Významnou skutečností, která komplikuje možnost vyšetření, je i klaustrofobie.

Během těhotenství se vyšetření provádí jen v nezbytných případech.

#### 6. Radiofarmakum

Fludeoxyglukosa-18F (FDG) o aktivitě 200 – 740 MBq pro 70 kg pacienta v závislosti na druhu skeneru a klinických podmínkách. Diagnostická referenční úroveň 750 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň při zvážení technických parametrů PET přístroje). Při aplikaci RF dětem se doporučuje stanovovat jeho podávanou aktivitu podle doporučení EANM (aktuální verze Dosage Card). U pacientů s hmotností vyšší nebo nižší než 70 kg se uvažovaná optimální aktivita RF vypočte podle tab. 1 v oddílu 16 *Obecné části*. Aplikovaná aktivita RF a místo i. v. injekce se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Je nutno mít na zřeteli, že vzácným nežádoucím účinkem podání MR kontrastních látek může být nefrogenní systémová skleróza – u osob se sníženou nebo neznámou renální funkcí je třeba upřednostnit kontrastní látky s cyklickým řetězcem. Kontraindikací podání MR kontrastních látek je gravidita a známá vzácná alergie na cheláty gadolinia.

#### 7. Příprava pacienta k vyšetření

Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

Cílem přípravy je minimalizovat akumulaci FDG v tělesných tkáních, zejména v kosterním svalstvu

(minimalizace inzulinemie), snížit radiační zátěž z podaného radiofarmaka. Pacient je vyšetřován nalačno (lačný minimálně 6 hodin, nesmí pít ani nápoje obsahující živiny). Nezbytná je dostatečná orální hydratace pacienta neslazenými tekutinami, pití neslazeného čaje či černé kávy není třeba bránit. Při vybraných PET/MRI vyšetřeních břicha (např. MRCP) nepít až v posledních dvou hodinách před vlastním vyšetřením. Tři dny před vyšetřením se pacient vyvaruje větší fyzické námahy. K minimalizaci akumulace FDG v hnědém tuku je třeba, aby pacient byl před vyšetřením minimálně 30 až 60 minut v dostatečně teplé místnosti. Diabetici se preferenčně objednávají na ranní termíny. Poslední jídlo a aplikace inzulínu, resp. perorálních antidiabetik je večer před vyšetřením. Ráno vynechají dávku inzulínu či perorálních antidiabetik; v případě, že večer užívají inzulín s 24hodinovým uvolňováním, večer jej již neužijí. V případě, že diabetik nedodržel přípravu a aplikoval si ráno inzulín subkutánně, je třeba jej přeobjednat na jiný den. U pacientů s inzulinovou pumpou je vhodné lačnit od večera, aplikovat pumpou bazální dávky inzulínu během první části noci, cca 4 – 6 hodin před hodinou, na kterou je pacient objednan k vyšetření, pumpu odejmout před vyšetřením (aplikace inzulínu a p. o. příjem potravy bude znovu zahájen po skončení snímání PET/MR).

V literatuře není dostatek důkazů pro striktní odmítnutí vyšetření při lačné hyperglykémii nad 10 mmol/l, nicméně lze individuálně zvážit přeobjednání pacienta nebo úpravu jeho glykémie přísně intravenózním podáním několika jednotek krátkodobě působícího inzulínu následujícím způsobem.

Na oddělení je po příchodu pacienta provedena kontrola glykémie. Při případném rozhodnutí o kompenzaci zjištěné lačné hyperglykémie i. v. podaným krátkodobým inzulínem je pacientovi z bezpečnostních důvodů zavedena nitrožilní kanyla pro případ hypoglykémie. Glykémie se kontroluje ve 20. minutě po i. v. podání inzulínu, znovu před plánovaným podáním RF, při hypoglykémii i častěji. Při perzistenci hyperglykémie >13 mmol/l je možno opakovat i. v. podání inzulínu. Aplikace RF nesmí být provedena dříve než 60 minut po poslední aplikaci inzulínu. Během kompenzace glykémie je vhodné zajistit i p. o. přísun tekutiny (vody).

V době mezi aplikací FDG a snímáním dat má být pacient co nejméně fyzicky aktivní. Po skončení snímání je pacient poučen o vhodnosti zvýšeného příjmu tekutin v den vyšetření a je mu doporučeno omezení kontaktu s dětmi a těhotnými ženami v den vyšetření.

Protialergická příprava před podáním MR kontrastní látky se nevyžaduje. Renální insuficience není kontraindikací podání MR kontrastní látky.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření a kontraindikace podání kontrastních látek. Získání informací o historii a typu nemoci, o prodělané terapii, o současné medikamentózní terapii. Informace o prodělaných vyšetřeních. Anamnéza zaměřená na diabetes. Ověření, zda je pacient schopen ležet klidně s rukama za hlavou během celé doby vyšetření (klaustrofobie, omezená schopnost elevovat horní končetiny v oblasti ramen, bolestivý syndrom vyžadující speciální úlevovou polohu při vyšetření, neschopnost kooperace či porozumění pokynů personálu).

Pacientovi podstupujícímu PET/MR vyšetření v kombinaci s i. v. podáním MR kontrastní látky je zavedena do periferní žíly kanyla vhodná pro tlakovou aplikaci (maximální tlak povolený pro kanylu převyšuje maximální provozní tlak injektoru). Má-li pacient implantován žilní port, lze jej za předpokladu dodržení platných ošetřovatelských standardů využít pro aplikaci radiofarmaka (nutno propláchnout dostatečným množstvím fyziologického roztoku). Pokud je port prokazatelně určen pro tlakové aplikace rentgen-kontrastních látek a je-li pracoviště vybaveno kompatibilní aplikační jehlou, lze takový port využít i pro i. v. podání MR kontrastní látky.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče

aktivity (kalibrátoru).

Aplikace je přísně intravenózní, při asymetricky uložené lézi v oblasti hlavy, krku nebo hrudníku aplikace do žíly na kontralaterální končetině. Je-li i. v. zavedena kanyla, je preferováno podání kanylou a propláchnutí alespoň 10 ml fyziologického roztoku. Do dokumentace se zaznamenává místo a čas aplikace a případná extravazace.

Po i. v. podání RF pacient vyčkává vsedě či vleže na vlastní snímání, může si dojít na toaletu, jiné pochůzky však nejsou vhodné. Těsně před snímáním je pacient vyzván k vymočení.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Pacient je vyšetřován po převlečení do vyšetřovacího pláště.

Poloha na zádech většinou se vzpaženými horními končetinami (připažení v případě, že má být pátráno po lézích v horních končetinách, nebo jestliže pacient není schopen horní končetinu vzpažit).

Přiložení MR cívký. Přiložení ochranných sluchátek nebo ušních ucpávek jako ochrany proti hluku.

### 8.4 Snímání dat

V závislosti na indikaci zvolit rozsah vyšetřované oblasti:

- standardní rozsah je od báze lební po proximální partie stehen,
- celotělové vyšetření, tj. včetně celé hlavy a končetin,
- cílené vyšetření se zaměřením na vybranou oblast.

I. v. podání MR kontrastní látky

- časování vyšetření po aplikaci kontrastní látky závisí na typu vyšetření, při nedynamických vyšetřeních se používá odstup řádově v minutách.

PET/MR snímání se zahajuje nejdříve 45 minut po podání RF, optimální doba je kolem 60 až 90 minut po aplikaci. Stanovení doby akvizice PET závisí na typu detektoru PET skeneru, jeho režimu snímání, aplikované aktivitě a hmotnosti pacienta.

Postup a protokol vyšetření se volí v závislosti na možnostech skeneru (simultánní nebo nesimultánní akvizice) a klinické otázce.

Dle typu vyšetření a dle vyšetřovaného orgánu (při cíleném vyšetření) se pro MR volí vhodná cívka a sekvence použité při vyšetření (typ, sekvence, orientace, FOV, vrstva pixel, TR, TE, ETL).

Zvláštní postupy:

- Hradlované snímání pro korekci dýchacích pohybů,
- pozdní PET skeny 3 – 4 hod. po aplikaci k posouzení dynamiky akumulace RF,
- individuální přizpůsobení parametrů MR, PET.

### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

PET obrazy jsou rekonstruovány iterativní rekonstrukcí s parametry nastavenými v souladu s obecně doporučenými postupy. Vždy jsou vytvářeny dvě série v matici minimálně 128 x 128 pixelů – s korekcí na zeslabení a bez korekce na zeslabení (k posouzení případných artefaktů) a série CT axiálních obrazů. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace).

Vždy se vytváří série PET a série MR řezů.

K semikvantitativnímu hodnocení PET lze použít výpočet SUV (standardized uptake value). Přesnost stanovení SUV je závislá především na reprodukovatelnosti vyšetření (délka

akumulační fáze, přesnost určení skutečně aplikované aktivity RF, nepřítomnost paravenózní aplikace, reziduum RF ve stříkačce), na velikosti hodnocené oblasti, na způsobu výpočtu SUV ( $SUV_{max}$ ,  $SUV_{peak}$ ,  $SUV_{mean}$ ), na korekci velikosti ložiska a na přesnosti kalibrace PET skeneru. Stanovení SUV může mít u konkrétního pacienta význam při hodnocení změn během terapie a podpůrný význam při diferenciální diagnostice lézí.

Hrubější semikvantitativní hodnocení vychází ze srovnání aktivity akumulované v lézi a v referenční oblasti (játra, krevní pool, mediastinum, mozeček).

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*.

Při hodnocení je třeba brát v potaz možnost chybné interpretace nálezu, je-li vyšetření prováděno při biologické léčbě, chemoterapii, kortikoterapii, antibiotické léčbě nebo krátce po ní a také v období řady měsíců od konce terapie zevním ozáření, zvláště pak po radiochirurgickém zákroku.

8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Navíc je třeba vizuálně zhodnotit kvalitu vzájemné registrace PET a CT.

#### 10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Více viz Obecná část NRS NM bod I.15.

[ <sup>18</sup> F]-FDG		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,13 močový měchýř	0,019
Děti 5 let	0,34 močový měchýř	0,056

Název standardu: **NRS PET/MRI s užitím jiných radiofarmak než [<sup>18</sup>F]-FDG**

Číslo standardu: **NM/SC/PET/9**

Vazba na výkon v SZV: v návrhu SZV

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace zobrazovacího systému: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

PET/MRI je indikováno k anatomicko-funkčnímu zobrazení patologických lézí. Při PET/MRI vyšetření je kombinováno funkční (metabolické, molekulární) zobrazení PET s anatomickou (patologicko-anatomickou) informací MR.

PET/MRI významně redukuje radiační zátěž spojenou s CT vyšetřením. PET/MRI může být místo PET/CT proto použito u osob se zvýšeným rizikem spojeným s ozářením (především v dětském věku), v této situaci však nesmí dojít ke snížení diagnostické informace.

## 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Obecná část NRS NM bod I.5. Požadavky na pracoviště.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

## 3. Přístroj

Instalace je racionální na pracovišti s již instalovaným PET/CT.

Typ PET/MR skeneru, případně i vyhodnocovacího zařízení s uvedením používaného softwaru. Žádoucí je, aby byly instalovány přístroje s kompletně integrovanou PET a MR částí (výhodné jsou především přístroje se simultánní akvizicí PET a MR).

Skener i software musí splňovat zákonné nároky kladené na zdravotnickou techniku.

Minimální požadavky na kontrolu kvality PET/MR skeneru viz *Obecná část RS NM bod I.6. Požadavky na zobrazovací systémy. Výsledky testů jsou zařazovány.*

Pomůcky k aplikaci RF.

## 4. Personální zajištění

Viz *Příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.* Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

## 5. Indikace a kontraindikace

Rozsah indikací: PET/MRI navazuje na indikace PET/CT, kterými jsou diagnostika nemocí (nejčastěji nádorových a zánětlivých onemocnění), stážování a restážování nádorů a hodnocení účinnosti terapie. PET/MRI je indikováno v případě, kdy CT část hybridního PET/CT zobrazení není schopna poskytnout dostatečné informace o charakteru léze. Jde o situace, kdy bylo doposud indikováno oddělené provedení PET/CT i MRI. Typickou indikací je TNM stážování u některých maligních onemocnění, kdy samotné PET/CT vykazuje vysokou diagnostickou přesnost při hodnocení N a M stadia, ale není zcela přesné při hodnocení stadia T, což spolurozhoduje o operabilitě léze.

Kontraindikace spojené s aplikací radiofarmaka pro PET část vyšetření

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddíle 17 Obecné části a v komentáři k tabulce).

Vyšetření by nemělo být prováděno v období prvního týdne po podání chemoterapie (pokud je to možné, je vhodné vyšetření provádět až od 3. týdne po podání chemoterapie). Hodnocení oblasti po radioterapii nádoru je obtížné i více než jeden rok po ozáření. Proběhlá chemoterapie a radioterapie však není absolutní kontraindikací.

Kontraindikace spojené s MRI:

- zavedený kardiostimulátor, srdeční defibrilátor, kochleární implantáty nebo jiné elektronicky řízené přístroje (inzulinové pumpy atd.) s výjimkou moderních zařízení s deklarovanou MR-kompatibilitou,
- kovová cizí tělesa v oku, zvláštní pozornost je nutno věnovat i lidem po haváriích nebo úrazech, při kterých se mohl dostat do těla kovový materiál,
- implantované kovové svorky, kovové dlahy, chlopenní náhrady atd., pokud jsou z feromagnetických materiálů.

Během těhotenství se vyšetření provádí jen v nezbytných případech.

## 6. Radiofarmaka

Při PET/MRI je možno použít kromě <sup>18</sup>F-FDG i ostatní PET radiofarmaka – požadavky na ně a jejich aplikované aktivity jsou obdobné jako při PET/CT vyšetřeních (viz adekvátní NRS).

Je nutno mít na zřeteli, že vzácným nežádoucím účinkem podání MR kontrastních látek může být nefrogenní systémová skleróza – u osob se sníženou nebo neznámou renální funkcí je třeba upřednostnit kontrastní látky s cyklickým řetězcem. Kontraindikací podání MR kontrastních látek je gravidita a známá vzácná alergie na cheláty gadolinia.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Poučení pacienta o průběhu vyšetření.

Poučení pacienta o PET části vyšetření je obdobné jako při PET vyšetření v rámci PET/CT (viz příslušné NRS).

Protialergická příprava před podáním MR kontrastní látky se nevyžaduje. Při renální insuficienci se zvyšuje riziko nefrogenní systémové sklerózy.

## 8. Průběh vyšetření

8.1. Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření a kontraindikace podání kontrastních látek. Získání informací o historii a typu nemoci, o prodělané terapii, o současné medikamentózní terapii. Informace o prodělaných vyšetřeních. Anamnéza zaměřená na diabetes. Ověření, zda je pacient schopen ležet klidně s rukama za hlavou během celé doby vyšetření (klaustrofobie, omezená schopnost elevovat horní končetiny v oblasti ramen, bolestivý syndrom vyžadující speciální úlevovou polohu při vyšetření, neschopnost kooperace či porozumění pokynů personálu).

Pacientovi podstupujícímu PET/MR vyšetření v kombinaci s i. v. podáním MR kontrastní látky je zavedena do periferní žíly kanylou vhodná pro tlakovou aplikaci (maximální tlak povolený pro kanylu převyšuje maximální provozní tlak injektoru). Má-li pacient implantován žilní port, lze jej za předpokladu dodržení platných ošetřovatelských standardů využít pro aplikaci radiofarmaka (nutno propláchnout dostatečným množstvím fyziologického roztoku). Pokud je port prokazatelně určen pro tlakové aplikace rentgen-kontrastních látek a je-li pracoviště vybaveno kompatibilní aplikační jehlou, lze takový port využít i pro i. v. podání MR kontrastní látky.

### 8.2. Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Aplikace je přísně intravenózní, při asymetricky uložené lézi v oblasti hlavy, krku nebo hrudníku aplikace do žíly na kontralaterální končetině. Je-li i. v. zavedena kanyla, je preferováno podání kanylou a propláchnutí alespoň 10 ml fyziologického roztoku. Do dokumentace se zaznamenává místo a čas aplikace a případná extravazace.

Po i. v. podání RF pacient vyčkává vsedě či vleže na vlastní snímání, může si dojít na toaletu, jiné pochůzky však nejsou vhodné. Těsně před snímáním je pacient vyzván k vymočení.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta

Pacient je vyšetřován po převlečení do vyšetřovacího pláště.

Poloha na zádech většinou se vzpaženými horními končetinami (připažení v případě, že má být pátráno po lézích v horních končetinách, nebo jestliže pacient není schopen horní končetinu vzpažit).

Přiložení MR cívky. Přiložení ochranných sluchátek nebo ušních ucpávek jako ochrany proti hluku.



#### 8.4 Snímání dat

V závislosti na indikaci zvolit rozsah vyšetřované oblasti:

- standardní rozsah je od baze lební po proximální partie stehén,
- celotělové vyšetření, tj. včetně celé hlavy a končetin,
- cílené vyšetření se zaměřením na vybranou oblast.

I. v. podání MR kontrastní látky

- časování vyšetření po aplikaci kontrastní látky závisí na typu vyšetření, při nedynamických vyšetřeních se používá odstup řádově v minutách.

PET/MR snímání se zahajuje nejdříve 45 minut po podání RF, optimální doba je kolem 60 až 90 minut po aplikaci. Stanovení doby akvizice PET závisí na typu detektoru PET skeneru, jeho režimu snímání, aplikované aktivitě a hmotnosti pacienta.

Postup a protokol vyšetření se volí v závislosti na možnostech skeneru (simultánní nebo nesimultánní akvizice) a klinické otázce.

Dle typu vyšetření a dle vyšetřovaného orgánu (při cíleném vyšetření) se pro MR volí vhodná cívkva a sekvence použité při vyšetření (typ, sekvence, orientace, FOV, vrstva pixel, TR, TE, ETL).

Zvláštní postupy:

- Hradlované snímání pro korekci dýchacích pohybů,
- pozdní PET skeny 3 – 4 hod. po aplikaci k posouzení dynamiky akumulace RF,
- individuální přizpůsobení parametrů MR, PET.

#### 8.5 Zpracování obrazu, výpočty parametrů potřebných k interpretaci nálezu

PET obrazy jsou rekonstruovány iterativní rekonstrukcí s parametry nastavenými v souladu s obecně doporučenými postupy. Vždy jsou vytvářeny dvě série v matici minimálně 128 x 128 pixelů – s korekcí na zeslabení a bez korekce na zeslabení (k posouzení případných artefaktů) a série CT axiálních obrazů. Při hodnocení se vytvářejí obrazy fúze obou modalit. Individualizace zpracování obrazu připadá v úvahu při atypických situacích (např. záznam při nízkých četnostech impulzů v případě paravenózní aplikace).

Vždy se vytváří série PET a série MR řezů.

K semikvantitativnímu hodnocení PET lze použít výpočet SUV (standardized uptake value). Přesnost stanovení SUV je závislá především na reprodukovatelnosti vyšetření (délka akumulační fáze, přesnost určení skutečně aplikované aktivity RF, nepřítomnost paravenózní aplikace, reziduum RF ve stříkačce), na velikosti hodnocené oblasti, na způsobu výpočtu SUV ( $SUV_{max}$ ,  $SUV_{peak}$ ,  $SUV_{mean}$ ), na korekci velikosti ložiska a na přesnosti kalibrace PET skeneru. Stanovení SUV může mít u konkrétního pacienta význam při hodnocení změn během terapie a podpůrný význam při diferenciaci diagnostice lézí.

Hrubější semikvantitativní hodnocení vychází ze srovnání aktivity akumulované v lézi a v referenční oblasti (játra, krevní pool, mediastinum, mozeček).

#### 8.6 Vytvoření závěru z vyšetření

*Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM.*

Při hodnocení je třeba brát v potaz možnost chybné interpretace nálezu, je-li vyšetření prováděno při biologické léčbě, chemoterapii, kortikoterapii, antibiotické léčbě nebo krátce po ní a také v období řady měsíců od konce terapie zevním ozářením, zvláště pak po radiochirurgickém zákroku.

#### 8.7 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.8 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Navíc je třeba vizuálně zhodnotit kvalitu vzájemné registrace PET a CT.

#### 10. Způsob stanovení a hodnocení dávek pacientů

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq). Více viz Obecná část NRS NM bod I.15 a adekvátní části textů NRS PET/CT s použitím příslušného radiofarmaka.

# N M / T N R S p r o t e r a p i e o t e v ř e n ý m i z á ř í č i

## NM/T/I Terapie <sup>131</sup>I

Název standardu: **NRS <sup>131</sup>I terapie benigních onemocnění štítné žlázy**

Číslo standardu: NM/T/I/I

Vazba na výkon v SZV: 47133, 47115

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace přístroje: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel terapie

Terapie slouží k léčbě hypertyreózy, ke zmenšení masy funkční tyreoidální tkáně nebo k pooperační ablacii zbytků štítné žlázy.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístrojové a nástrojové vybavení

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Kontrola kvality viz I.6. *Požadavky na nezobrazovací přístroje*.

Případně další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení: pomůcky k odstínění záření při aplikaci pacientovi.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha B Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy B*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací jsou terapie hypertyreózy (autonomní adenomy a recidivující autoimunní hypertyreózy bez komplikací indikujících chirurgické řešení), zmenšení masy funkční tyreoidální tkáně (u pacientů s kontraindikací chirurgického řešení) a postoperativní ablace zbytků štítné žlázy u pacientů s autoimunní hypertyreózou s rozvinutou endokrinní oftalmopatií.

Absolutní kontraindikací terapie radionuklidu je gravidita, laktace. Relativní kontraindikací jsou močová inkontinence, nekontrolovaná hypertyreóza, floridní endokrinní oftalmopatie.

### 6. Radiofarmakum

<sup>131</sup>I ve formě roztoku nebo kapslí, aplikovaná aktivita RF je určena v závislosti na množství hyperfunkční tkáně a kinetiky radiojodu, méně vhodné je použití standardních aplikovaných aktivit (případně standardních aktivit vztažených na hmotnost funkční tyreoidální tkáně). Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci o vyšetření.

### 7. Příprava pacienta k vyšetření

- vyloučení příjmu preparátů a sloučenin obsahujících jód (především desinfekční prostředky, medikamenty, rtg kontrastní látky),
- při manifestní hypertyreóze zklidnění stavu terapií thyreostatiky, vysazení této terapie tři dny před radiojodovým akumulacním testem i terapií,
- změření kinetiky jodu radiojodovým akumulacním testem; při ablační terapii lze ověřit akumulaci RF ve zbytcích štítné žlázy scintigrafií,
- stanovení objemu hyperfunkční tyreoidální tkáně sonografií, případně v kombinaci se scintigrafií,
- lačnění 4 hodiny před terapií a 1 hodinu po terapii.

### 8. Průběh terapie

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení terapie, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření/terapie, získání písemného souhlasu pacienta s terapií.

Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, onemocnění, pro které se vyšetření provádí, a na stavy, které mohou ovlivnit farmakokinetiku RF.

#### 8.2 Stanovení aplikované aktivity $^{131}\text{I}$

Výpočtem na základě vzorců uvedených v doporučeních odborných společností (EANM – na principu Marinelliho rovnice) a doporučovaných hodnot absorbovaných dávek v cílové tkáni. Pracoviště konkretizuje použitou rovnici a hodnoty požadovaných absorbovaných dávek ve vztahu k tyreopatii a klinickému stavu pacienta.

#### 8.3 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

$^{131}\text{I}$  p. o. lačnému pacientovi po kontrolním přeměření aplikované aktivity.

#### 8.4 Péče o pacienta po aplikaci

U pacientů s endokrinní orbitopatií je žádoucí podávat terapii kortikoidy po dobu 4 – 6 týdnů od podání radiojodu.

Zajištění doživotních pravidelných kontrol tyreoidálního stavu pacienta, který respektuje individuální vývoj tyreoidální funkce. Kontroly mohou být prováděny jinými lékaři mimo oddělení NM.

#### 8.5 Propuštění z hospitalizace

Při léčbě onemocnění štítné žlázy  $^{131}\text{I}$  se kontroluje aktivita RF v těle měřením dávkového příkonu ve vzdálenosti 1 m od pacienta. Propuštění pacienta do domácího ošetřování se řídí z hlediska požadavků radiační ochrany nepřekročením limitů pro omezování ozáření ve zvláštních případech (ustanovení § 23 vyhlášky č. 307/2002 Sb.). V běžné praxi se předpokládá, že toto ustanovení je splněno v případě, že aktivita  $^{131}\text{I}$  v těle pacienta poklesne na 250 MBq, respektive když poklesne dávkový příkon pod 12  $\mu\text{Sv/h}$  (Doporučení SÚJB 2000).

Poučení pacienta o tom, jak po propuštění z hospitalizace minimalizovat radiační zátěž členů rodiny a ostatní veřejnosti při dodržování hygienického režimu, je nutné podat v ústní i v písemné formě.

Pacientka v reprodukčním věku musí být upozorněna (písemné poučení), že nesmí otěhotnět během šesti měsíců po léčbě (Doporučení SÚJB 2000).

#### 8.6 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po terapii (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.7 Záznam o terapii a dokumentace

Zpráva o terapii obsahuje následující položky:

- administrativní data (data o pacientovi zajišťující jeho přesnou identifikaci: jméno, příjmení a číslo pojištěnce, není-li tímto číslem rodné číslo pacienta, a kód zdravotní pojišťovny; adresa lékaře požadujícího vyšetření, typ terapie, datum sepsání zprávy),
- klinické informace o pacientovi (indikace),
- popis terapie (aplikovaná aktivita  $^{131}\text{I}$ , datum terapie /popř. i čas/, eventuální komplikace při terapii, případné uvedení parametrů charakterizujících kinetiku RF),
- klinický závěr ve vztahu k indikaci, s níž byl pacient odeslán k terapii; součástí klinického závěru může být v případě potřeby komentář uvádějící eventuální doporučení dalšího postupu a kontrol pacienta,
- zdokumentování případné přímé komunikace s odesílajícím nebo ošetřujícím lékařem; archivace dokumentace o terapii v písemné formě; výsledky z doprovodných zobrazovacích vyšetření v tištěné formě nebo na rentgenovém filmu; možno použít i archivaci v počítačích. Je třeba jmenovitě zdůraznit, že v dokumentaci o vyšetření pacienta nesmí být opomenuty žádné údaje potřebné pro případný odhad radiační zátěže pacienta: název výkonu, věk, pohlaví, hmotnost a onemocnění pacienta, druh a aplikovaná aktivita RF, způsob jeho aplikace, případně parametry biokinetiky RF naměřené v průběhu terapie.

#### 9. Kontrola kvality

Viz příloha B Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Skutečnou absorbovanou dávkou v cílovém orgánu lze stanovit individuálně na základě kinetiky radiojodu naměřené přímo při terapii, objemu cílové tkáně a aplikované aktivity pomocí již výše zmíněné rovnice, použité k původnímu výpočtu aplikované aktivity.

Pro stanovení efektivní dávky (s vyloučením cílové tkáně) není doposud obecně uznána jednotná metodika výpočtu. Lze však předpokládat, že na základě archivovaných dat o terapii (viz výše) bude možné tuto veličinu stanovit v případě, když bude akceptován jednotný způsob výpočtu.

Název standardu: **NRS <sup>131</sup>I terapie diferencovaných karcinomů štítné žlázy**

Číslo standardu: **NM/T/I/2**

Vazba na výkon v SZV: 47111

Identifikace pracoviště: (číslo místností)

Identifikace přístroje: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel terapie

Terapie slouží k léčbě pacientů s diferencovanými karcinomy štítné žlázy.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístrojové a nástrojové vybavení

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Kontrola kvality viz I.6 *Požadavky na nezobrazovací přístroje*.

Případné další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení: pomůcky k odstínění záření při aplikaci RF pacientovi.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha B *Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy B.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikacemi jsou nutnost ablace zbytků štítné žlázy po tyroidektomii pro diferencovaný karcinom štítné žlázy a nutnost terapie lokálních reziduí nebo recidiv diferencovaného karcinomu štítné žlázy a jeho metastáz.

Absolutní kontraindikací terapie radionuklidů je gravidita, laktace. Relativní kontraindikací jsou močová inkontinence, nespolupráce pacienta.

#### 6. Radiofarmakum

<sup>131</sup>I ve formě roztoku nebo kapslí, aplikovaná aktivita je určena v závislosti na charakteru a stadiu diferencovaného karcinomu štítné žlázy („ablační terapie“ nebo terapie cílená na rezidua diferencovaného karcinomu nebo jeho metastázy) a na kinetice jodu v organismu. Rozsah aplikovaných aktivit většinou od 1,85 do 7,4 GBq <sup>131</sup>I. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci o vyšetření.

#### 7. Příprava pacienta k této terapii radiojodem a předchozí neradionuklidová léčba tyreopatie

##### 7.1 Neradionuklidová terapie a diagnostika

- totální thyroidektomie bez následného nasazení substituční terapie tyreoidálními hormony,
- histopatologická klasifikace tumoru.

##### 7.2 Vlastní příprava k terapii radiojodem

- zábrana příjmu většího množství jodu pacientem (potrava, medikamenty, desinfekční prostředky, rtg kontrasty),
- lačnění 6 hodin před terapií a 1 hodinu po terapii.

#### 8. Průběh terapie

A. Ablační terapie prováděná 4 – 6 týdnů po operaci.

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení terapie, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření/terapie, získání písemného souhlasu pacienta s terapií. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření, onemocnění, pro které se vyšetření provádí (předoperační sonografie, peroperační nález, histologický charakter tumoru), a stavy, které mohou ovlivnit farmakokinetiku RF.

Úvodní vyšetření

- laboratorní: hladina fT4, fT3, TSH, Tg, anti-Tg, diferenciální krevní obraz, Ca, P,
- sonografie krku s posouzením objemu tyreoidálních reziduí,
- scintigrafie štítné žlázy, event. radiojodový test.

8.2 Stanovení aplikované aktivity <sup>131</sup>I

Aplikované aktivity budou stanoveny na základě principů uvedených v doporučeních renomovaných odborných společností. Pracoviště konkretizuje použitou metodu.

Variantsí možností je podání standardní aktivity <sup>131</sup>I.

8.3 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

<sup>131</sup>I je podán p. o. lačnému pacientovi po kontrolním přeměření aplikované aktivity.

8.4 Péče o pacienta po aplikaci

Průběžné měření kinetiky RF v pacientovi k získání dozimetrických údajů.

Dostatečný přívod tekutin, stimulace tvorby slin (citronová šťáva, bonbony nebo žvýkačky).

Při obstipaci podání laxativ.

Terapie případných nežádoucích vedlejších efektů terapie – sialoadenitis a otok v místě tyreoidálních reziduí (antiflogistika, studené obklady), gastritis.

Nasazení supresní terapie tyreoidálními hormony k dosažení hladiny TSH nižší než 0,1-0,2 mU/l.

Celotělová poterapeutická scintigrafie (viz příslušné NRS).

B. Terapie lokálních reziduí nebo recidiv tumoru a metastáz prováděná po vysazení tyreoidálních hormonů (tyroxin 4 týdny, tertroxin 2 týdny) nebo po podání rekombinantních TSH (rh TSH).

Identický postup u bodů 8.1 až 8.4 jako při ablativní terapii. Vyšší jsou ale podávané aktivity <sup>131</sup>I – aplikace standardní aktivity 5 – 8 GBq nebo výpočtem stanovená aktivita s cílovou absorbovanou dávkou 500 Gy a více.

8.5 Propuštění z hospitalizace

Při léčbě onemocnění štítné žlázy <sup>131</sup>I se kontroluje aktivita RF v těle měřením dávkového příkonu ve vzdálenosti 1 m od pacienta. Propuštění pacienta do domácího ošetřování se řídí z hlediska požadavků radiační ochrany nepřekročením limitů pro omezování ozáření ve zvláštních případech (ustanovení § 23 vyhlášky č. 307/2002 Sb. V běžné praxi se předpokládá, že toto ustanovení je splněno v případě, že aktivita <sup>131</sup>I v těle pacienta poklesne na 250 MBq, respektive když poklesne dávkový příkon pod 12 μSv/h (Doporučení SÚJB 2000).

Poučení pacienta o tom, jak po propuštění z hospitalizace minimalizovat radiační zátěž členů rodiny a ostatní veřejnosti při dodržování hygienického režimu, je nutné podat v ústní i v písemné formě.

Pacientka v reprodukčním věku musí být upozorněna (písemné poučení), že nesmí otěhotnět po dobu jednoho roku od léčby. U muže je nežádoucí početí dítěte během doby čtyř měsíců od léčby (Doporučení SÚJB 2000).

8.6 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po terapii (způsob je uveden v Programu zabezpečení jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.7 Záznam o terapii a dokumentace

Zpráva o terapii obsahuje následující položky:

- administrativní data (data o pacientovi zajišťující jeho přesnou identifikaci: jméno, příjmení a číslo pojištěnce, není-li tímto číslem rodné číslo pacienta, a kód zdravotní pojišťovny; adresa lékaře požadujícího vyšetření, typ terapie, datum sepsání zprávy),
- klinické informace o pacientovi (indikace),
- popis terapie (aplikovaná aktivita <sup>131</sup>I, datum terapie /popř. i čas/, eventuální komplikace při terapii, případně uvedení parametrů charakterizujících kinetiku RF),

- klinický závěr ve vztahu k indikaci, s níž byl pacient odeslán na terapii; součástí klinického závěru může být v případě potřeby komentář uvádějící event. doporučení dalšího postupu a kontrol pacienta,

- zdokumentování případné přímé komunikace s odesílajícím nebo ošetřujícím lékařem; archivace dokumentace o terapii v písemné formě; výsledky z doprovodných zobrazovacích vyšetření v tištěné formě nebo na rentgenovém filmu; možno použít i archivaci v počítačích.

Je třeba jmenovitě zdůraznit, že v dokumentaci o vyšetření pacienta nesmí být opomenuty žádné údaje potřebné pro případný odhad radiační zátěže pacienta: název výkonu, věk, pohlaví, hmotnost a onemocnění pacienta, druh a aplikovaná aktivita RF, způsob jeho aplikace, případně parametry biokinetiky RF naměřené v průběhu terapie.

8.8 Systém pravidelných kontrol pacienta se zohledněním typu a stadia tumoru. Kontroly jsou prováděny lékaři NM.

## 9. Kontrola kvality

*Viz příloha B Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči.*

## 10. Radiační zátěž pacienta

Skutečnou absorbovanou dávku v cílové tkáni lze stanovit individuálně na základě kinetiky radiojodu naměřené přímo při terapii, objemu cílové tkáně a aplikované aktivity.e.

Pro stanovení efektivní dávky (s vyloučením cílové tkáně) není doposud obecně uznána jednotná metodika výpočtu. Lze však předpokládat, že na základě archivovaných dat o terapii (viz výše) bude možno tuto veličinu stanovit v případě, když bude akceptován jednotný způsob výpočtu.

## **NM/T/PAL Paliativní terapie kostních metastáz**

Název standardu: **NRS paliativní terapie kostních metastáz radionuklidy**

Číslo standardu: **NM/T/PAL/1**

Vazba na výkon v SZV: 47119

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace přístroje: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel terapie

Terapie slouží k paliativní terapii vícečetných bolestivých metastáz ve skeletu, které nedostatečně reagují na analgetickou terapii. Terapii lze provádět ambulantně na pracovišti NM.

### 2. Pracoviště NM

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístrojové a nástrojové vybavení

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

*Viz příloha B Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči.* Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy B.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je přítomnost vícečetných bolestivých metastáz ve skeletu, které nedostatečně reagují na analgetickou terapii. Indikace a kontraindikace jsou dány SPC jednotlivých radiofarmak.

Obecnou absolutní kontraindikací terapie radionuklidy je gravidita, laktace, útlak míchy lokální metastázou, ledvinná insuficience, předpoklad kratšího přežití pacienta než 3 měsíce, těžká myelosuprese (leukocyty  $< 2,4 \times 10^9 \text{ l}^{-1}$ , trombocyty  $< 60 \times 10^9 \text{ l}^{-1}$ ), současně probíhající chemoterapie nebo radioterapie.

Obecnými relativními kontraindikacemi jsou močová inkontinence (při nutnosti provést tuto terapii je třeba provést zacévkování močového měchýře – viz doporučení EANM), nespolupráce pacienta,

myelosuprese (Hb < 90 g/l, leukocyty <  $4,0 \times 10^9 \text{ l}^{-1}$ , trombocyty <  $100 \times 10^9 \text{ l}^{-1}$ ), pokles ledvinných funkcí s GFR < 0,5 ml/s.

## 6. Radiofarmaka

<sup>89</sup>Sr chlorid – obvyklá aplikovaná aktivita do 150 MBq (1,5 – 2,2 MBq/kg),

<sup>153</sup>Sm-EDTMP – obvyklá aplikovaná aktivita 37 MBq/kg,

<sup>186</sup>Re-HEDP – obvyklá aplikovaná aktivita 1300 MBq.

Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci o vyšetření.

<sup>153</sup>Sm a <sup>186</sup>Re jsou beta/gama zářiče (současná emise elektronů i gama záření) a poterapeutickou distribuci těchto RF ve skeletu lze zjišťovat celotělovou scintigrafií – scintilační kamera viz NRS scintigrafie skeletu.

## 7. Příprava pacienta k vyšetření

Průkaz osteoblastické aktivity metastáz scintigrafii skeletu v období čtyř týdnů před terapií

Terapie radionuklidu by neměla těsněji navazovat na předchozí chemoterapii (odstup 4 – 8 týdnů podle typu terapie) nebo radioterapii zasahující rozsáhlé okrsky aktivní kostní dřevě (2 – 3 měsíce) vzhledem k riziku kumulace myelosupresního efektu.

Před podáním radionuklidu by měl být pacient dobře hydratován.

## 8. Průběh terapie

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení terapie, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření/terapie, získání písemného souhlasu pacienta s terapií. Vyloučení gravidity. Anamnéza zaměřená na další kontraindikace vyšetření a na onemocnění, pro které se vyšetření provádí.

### 8.2 Stanovení aplikované aktivity RF

Podání výše uvedené aktivity radionuklidu při zohlednění tělesné hmotnosti pacienta.

### 8.3 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

I. v. podání RF po kontrolním přeměření aplikované aktivity. Odstínění stříkačky s RF (stínění z umělé hmoty). Aplikace venózním katetrem nebo zavedeným infuzním setem, aby nedošlo k paravenózní aplikaci, na závěr je vhodné tyto součásti propláchnout fyziologickým roztokem, aby byla podáno celé připravené množství RF.

### 8.4 Péče o pacienta po aplikaci

Systém pravidelných kontrol krevního obrazu po dobu 6 týdnů od terapie k zachycení eventuální těžší myelosuprese, kontrola za 1 – 2 týdny po terapii a poté v 1 – 2týdenních intervalech po dobu 6 týdnů.

Kontroly mohou být prováděny ve spolupráci s jinými lékaři mimo oddělení NM.

### 8.5 Propuštění z hospitalizace

Není nutná hospitalizace.

Poučení pacienta o tom, jak po propuštění z hospitalizace minimalizovat radiační zátěž členů rodiny a ostatní veřejnosti při dodržování hygienického režimu, je nutné podat v ústní i v písemné formě.

Pacientka v reprodukčním věku musí být poučena, že nesmí otěhotnět během dvou let od léčby v případě aplikace <sup>89</sup>Sr chloridu (písemné poučení).

### 8.6 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po terapii (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

### 8.7 Záznam o terapii a dokumentace

Zpráva o terapii obsahuje následující položky:

- administrativní data (data o pacientovi zajišťující jeho přesnou identifikaci: jméno, příjmení a číslo pojištěnce, není-li tímto číslem rodné číslo pacienta, a kód zdravotní pojišťovny; adresa lékaře požadujícího vyšetření, typ terapie, datum sepsání zprávy),

- klinické informace o pacientovi (indikace),

- popis terapie (RF a jeho aplikovaná aktivita, datum terapie /popř. i čas/, eventuelní komplikace při terapii, případně uvedení parametrů charakterizujících kinetiku RF),



- klinický závěr ve vztahu k indikaci, s níž byl pacient odeslán k terapii; součástí klinického závěru může být v případě potřeby komentář uvádějící případné doporučení dalšího postupu a kontrol pacienta,

- zdokumentování případné přímé komunikace s odesílajícím nebo ošetřujícím lékařem; archivace dokumentace o terapii v písemné formě; výsledky z doprovodných zobrazovacích vyšetření v tištěné formě nebo na rentgenovém filmu; možno použít i archivaci v počítačích.

Je třeba jmenovitě zdůraznit, že v dokumentaci o vyšetření pacienta nesmí být opomenuty žádné údaje potřebné pro případný odhad radiační zátěže pacienta: název výkonu, věk, pohlaví, hmotnost a onemocnění pacienta, druh a aplikovaná aktivita RF, způsob jeho aplikace.

#### 9. Kontrola kvality

Viz příloha B *Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči.*

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Aplikují se standardní aktivity rRF – individuální výpočet absorbované dávky v cílové tkáni se zpravidla neprovádí (předpokládá se dosažení dostatečné absorbované dávky nutné k terapeutickému efektu).

Případný výpočet efektivní dávky (s vyloučením dávky absorbované v cílové tkáni) se provádí s průměrnou hodnotou platící pro standardní aplikovanou aktivitu s průměrnými biokinetickými parametry (viz údaje o této efektivní dávce a biokinetice RF, které dodávají výrobci RF).

### **NM/T/SYNOV Synoviortéza**

Název standardu: **NRS radionuklidové synovektomie – synoviortézy**

Číslo standardu: **NM/T/SYNOV/1**

Vazba na výkon v SZV: 47123

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace přístroje: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel terapie

Terapie sloužící k terapii synovitidy a patologických synoviálních procesů pomocí intraartikulární injekce RF emitujícího záření  $\beta$ .

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístrojové a nástrojové vybavení

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

Kontrola kvality viz I.4. b) *Požadavky na nezobrazovací přístroje.* Případné další doplňující přístrojové a nástrojové vybavení: pomůcky k odstínění záření při aplikaci pacientovi, pomůcky k aplikaci RF intraartikulárně.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha B *Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči.* Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy B.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je chronická synovitis (především při revmatoidní artritidě, séronegativní spondylartritidě, aktivované artróze, vilonodulární synovitidě), artropatie při hemofilii, nedostatečný efekt artroskopické synovektomie.

Absolutní kontraindikací terapie je gravidita, laktace, lokální kožní infekce v oblasti kloubu určeného k terapii, ruptura popliteální cesty. Relativní kontraindikací věk do 20 let, kloubní instabilita s kostní destrukcí, průkaz významného defektu chrupavky.

Terapie nemá být provedena v období kratším než 6 týdnů od operace kloubu nebo artroskopie a než dva týdny od punkce kloubu.

## 6. Radiofarmaka

<sup>90</sup>Y silikát/citrát – terapie kolenních kloubů 185 – 222 MBq,

<sup>186</sup>Re sulfid – terapie ramenních a kyčelních kloubů 74 – 185 MBq (doporučený objem 3 ml), lokty 74 – 111 MBq (1 – 2 ml), zápěstí 37 – 74 MBq (1 – 1,5 ml), hlezno 74 MBq (1 – 1,5 ml), subtalární kloub 37 – 74 MBq (1 – 1,5 ml). Při jednom sezení nemá být podáno více než 370 MBq <sup>186</sup>Re,

<sup>169</sup>Er citrát – terapie metakarpofalangeálních kloubů 20 – 40 MBq (doporučený objem 1 ml), metatarsofalangeální kloub 30 – 40 MBq (1 ml), proximální interfalangeální klouby 10 – 20 MBq (0,5 ml). Při jednom sezení nemá být podáno více než 750 MBq <sup>169</sup>Er.

Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci o vyšetření.

## 7. Příprava pacienta k terapii

Bez specifické přípravy.

## 8. Průběh terapie

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení terapie, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření/terapie, poučení žen v produktivním věku, že nemají otěhotnět během čtyř měsíců od terapie. Získání písemného souhlasu pacienta s terapií.

Anamnéza zaměřená na kontraindikace terapie a onemocnění kloubu, který má být léčen.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace, součinnost pacienta při aplikaci

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Aplikace RF intraartikulárně při dodržení všech pravidel punkce kloubu. Aplikace do jiných kloubů než kolenních by měla být provedena pod rtg nebo sonografickou kontrolou. Před vytažením jehly z kloubu by měla být jehla propláchnuta fyziologickým roztokem.

8.3 Péče o pacienta po aplikaci

Imobilizace léčeného kloubu na 48 hodin od aplikace RF nebo klidový režim na lůžku na stejně dlouhou dobu.

8.4 Odchod pacienta z pracoviště NM

Poučení pacienta o tom, jak po propuštění z hospitalizace minimalizovat radiační zátěž členů rodiny a ostatní veřejnosti při dodržování hygienického režimu (eliminace možnosti kontaminace prostředí močí pacienta během prvních dvou dnů po intraartikulární aplikaci RF), je nutné podat v ústní i v písemné formě.

Nutná informace pro ženy o tom, že nemají otěhotnět v následujících čtyřech měsících (písemné poučení).

8.5 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po terapii (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.6. Před propuštěním je pacientovi podána písemná informace o proběhlé terapii a písemné poučení pacienta o nutnosti dodržovat hygienický režim.

8.7 Zpráva o terapii obsahuje následující položky:

- administrativní data (data o pacientovi zajišťující jeho přesnou identifikaci: jméno, příjmení a číslo pojistěnce, není-li tímto číslem rodné číslo pacienta, a kód zdravotní pojišťovny; adresa lékaře požadujícího vyšetření, typ terapie, datum sepsání zprávy),
- klinické informace o pacientovi (indikace),
- popis terapie (RF a jeho aplikovaná aktivita, datum terapie /popř. i čas/, eventuelní komplikace při terapii, případné uvedení parametrů charakterizujících kinetiku RF),
- klinický závěr ve vztahu k indikaci, s níž byl pacient odeslán k terapii; součástí klinického závěru může být v případě potřeby komentář uvádějící eventuelní doporučení dalšího postupu a kontrol pacienta,
- zdokumentování případné přímé komunikace s odesílajícím nebo ošetřujícím lékařem; archivace dokumentace o terapii v písemné formě; výsledky z doprovodných zobrazovacích vyšetření v tištěné formě nebo na rentgenovém filmu; možno použít i archivaci v počítačích.

Je třeba jmenovitě zdůraznit, že v dokumentaci o vyšetření pacienta nesmí být opomenuty žádné údaje, potřebné pro případný odhad radiační zátěže pacienta: název výkonu, věk, pohlaví, hmotnost a onemocnění pacienta, druh a aplikovaná aktivita RF, způsob jeho aplikace.

## 9. Kontrola kvality

Viz příloha B Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Aplikují se standardní aktivity RF – individuální výpočet absorbované dávky v cílové tkáni se zpravidla neprovádí (předpokládá se dosažení dostatečné absorbované dávky nutné k terapeutickému efektu).

Případný výpočet efektivní dávky (s vyloučením dávky absorbované v cílové tkáni) se provádí s průměrnou hodnotou platící pro standardní aplikovanou aktivitu s průměrnými biokinetickými parametry (viz údaje o efektivní dávce, případně o biokinetice RF, které dodávají výrobci RF).

## N M / N O N S C N R S p r o n e s c i n t i g r a f i c k é d i a g n o s t i c k é m e t o d y

### NM/NONSC/AKU Akumulační radiojodový test

Název standardu: **NRS radiojodového akumulčního testu**

Číslo standardu: NM/NONSC/AKU/1

Vazba na výkon v SZV: 47145

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace přístroje: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží ke změření parametrů kinetiky jodu v parenchymu štítné žlázy, stanovuje se podíl RF zjištěného v daném čase ve štítné žláze vztažený na celkovou aplikovanou aktivitu.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Detekční jednotka se silným scintilačním NaI(Tl) krystalem s kolimátorem se zorným polem větším než 100 cm<sup>2</sup> a fantom krku. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS I.6. Požadavky na nezobrazovací přístroje.*

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM. Součástí konkrétního místního radiologového standardu je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je potřeba změření kinetiky jodu ve štítné žláze (především jako součást dozimetrických měření před terapií <sup>131</sup>I u chorob štítné žlázy).

Kontraindikací je gravidita a laktace.

#### 6. Příprava pacienta

Vyloučení podání neaktivního jodu, které blokuje vychytání RF ve štítné žláze minimálně 4 týdny před vyšetřením, při vyšším obsahu jodu (terapie amiodaronem, podání rtg kontrastní látky, aplikace jodových dezinfekčních látek na pokožku atd.) 3 měsíce. Pokud indikující lékař nevyžaduje jinak, je požadováno vysazení tyreostatické terapie minimálně 2 dny před vyšetřením, vysazení případné medikace l-tyroxinem 4 týdny před scintigrafií, triiodthyroninu 10 dní před vyšetřením. Lačnění 4 hodiny před vyšetřením a 1 hodinu po podání radiojodu.

#### 7. Radiofarmakum

[<sup>131</sup>I]-NaI o aktivitách řádově v desítkách až stovkách kBq.

Diagnostická referenční úroveň 0,8 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Pacientům je aplikována standardní malá aktivita bez individualizace na hmotnost. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením. Anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření a předchozí podání neaktivního jodu, které blokuje vychytání RF ve štítné žláze (medikamenty, rtg kontrasty, jodové dezinfekční prostředky). Informace o tyreopatii – o funkci štítné žlázy, dosavadní a současné terapii, o operacích a výsledcích komplementárních vyšetření.

### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). P. o. podání nalačno.

### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost

Pacient je vyšetřován vleže s podloženou oblastí ramen – krk je v mírné dorzální flexi.

### 8.4 Vlastní měření

Změření standardy o známé aktivitě <sup>131</sup>I a aplikovaného množství <sup>131</sup>I ve fantomu krku, vzdálenost povrchu NaI(Tl) krystalu od krku minimálně 25 cm. Měření akumulace RF ve štítné žláze za 24 hodin od aplikace (u hypertyreózy i v odstupu 4 až 6 hodin). Při měření před terapií radiojodem je nutno při stanovení efektivního poločasu provádět měření v období dalších 4 – 8 dnů od podání RF.

Změření a zaznamenání vzdálenosti čela kolimátoru od povrchu krku nebo nastavení kolimátoru vždy do stejné vzdálenosti od krku.

Vlastní výpočet aktivity RF vychyteného ve štítné žláze vyjádřeného jako podíl z celkové aplikované aktivity RF.

Zvláštní intervence: depleční test – akumuláční test se změřením efektu podání perchlorátu – akumulace za 1 až 2 hodiny po podání perchlorátu.

### 8.5 Vytvoření závěru z vyšetření

Výpočet parametrů akumulace radiojodu ve štítné žláze vyjádřených jako procenta z podané aktivity v čase odběru, srovnání s normální hodnotou.

### 8.6 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

### 8.7 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“. Písemná dokumentace obsahuje údaje o naměřených hodnotách aktivit, způsobu výpočtu a zjištěné procentuální hodnoty akumulace.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Při hodnocení kvality výsledku vyšetření se kontroluje technické provedení:

- kontrola správnosti nastavených parametrů měření,
- kontrola přesnosti času měření.

Hodnotí radiologický asistent ve spolupráci s lékařem.

## 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Radiojodový akumuláční test <sup>131</sup> I		
(při akumulaci 35 %)	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	300 štítná žláza	18,4
Děti 5 let	1500 štítná žláza	108

## NM/NONSC/RENFCE Měření celkové ledvinné funkce

Název standardu: **NRS stanovení GF, ERPF měřením radioaktivity krevních vzorků**

Číslo standardu: NM/NONSC/RENFCE/1

Vazba na výkon v SZV: 47197

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace přístroje: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží ke změření celkové glomerulární filtrace (GF) nebo efektivního průtoku plazmy ledvinami (ERPF).

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště.*

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Detekční zařízení se studnovým scintilačním krystalem – typ přístroje. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS I.6. Požadavky na nezobrazovací přístroje.*

Měřič aktivity RF (kalibrátor) – typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz *příloha A Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 *přílohy A*.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je potřeba změření celkové ledvinné funkce.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

### 6. Příprava pacienta

Dostatečné zavodnění.

### 7. Radiofarmaka

[<sup>99m</sup>Tc]-DTPA většinou o aplikované aktivitě 10 – 20 MBq, diagnostická referenční úroveň 20 MBq.

[<sup>51</sup>Cr]-EDTA většinou o aktivitě 1 – 3 MBq, diagnostická referenční úroveň 3 MBq.

[<sup>99m</sup>Tc]-MAG3 většinou o aplikované aktivitě 10 – 20 MBq, diagnostická referenční úroveň 20 MBq.

[<sup>131</sup>I]-hippuran většinou o aktivitě 0,5 MBq, diagnostická referenční úroveň 0,5 MBq.

Vyšší aktivitu než diagnostická referenční úroveň lze podat pouze ve zvlášť zdůvodnitelných případech. Pacientům je aplikována standardní malá aktivita bez individualizace na hmotnost. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 8. Průběh vyšetření

#### 8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta.

Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením; anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření.

#### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru). I. v. aplikace RF ze stříkačky s přesně změřenou aktivitou.

#### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost

V době vyšetření (mezi aplikací a odběrem) se může pacient volně pohybovat. Nevhodná je extrémní fyzická zátěž v tomto období.

#### 8.4 Vlastní měření

Změření aktivity zbytku RF ve stříkačce.

Odběr vzorku (nebo vzorků) krve z kontralaterální končetiny než byla provedena aplikace RF ke změření plazmatické aktivity v časovém odstupu, který závisí na použitém RF a použité metodě; počet a doba odběru vzorků po aplikaci se řídí podle zvolené metody.

#### 8.5 Vytvoření závěru z vyšetření

Výpočet parametru ledvinné funkce dle zvoleného vzorce, přepočten na normalizovanou hodnotu (např. povrch těla), srovnání s normální hodnotou.

#### 8.6 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.7 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“. Písemná dokumentace obsahuje údaje o naměřených hodnotách aktivit, o způsobu výpočtu a o vypočtené hodnotě GF nebo ERPF.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Při hodnocení kvality výsledku vyšetření se kontroluje technické provedení:

- vyloučení paravenózní aplikace přeměření místa aplikace (u  $^{99m}\text{Tc}$  značených RF lze použít scintilační kameru),
- kontrola přesnosti času odběru krevního vzorku.

Hodnotí radiologický asistent ve spolupráci s lékařem.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,062 močový měchýř	0,0049
Děti 5 let	0,095 močový měchýř	0,009

$^{99m}\text{Tc}$ -MAG3		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,11 močový měchýř	0,007
Děti 5 let	0,18 močový měchýř	0,012

$^{51}\text{Cr}$ -EDTA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,024 močový měchýř	0,002
Děti 5 let	0,036 močový měchýř	0,0039

$^{131}\text{I}$ -hippuran		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,92 močový měchýř	0,052
Děti 5 let	1,4 močový měchýř	0,083

## NM/NONSC/HEMAT Nescintigrafická hematologická radionuklidová měření

Název standardu: **NRS stanovení objemu cirkulujících erytrocytů a celé krve**

Číslo standardu: NM/NONSC/HEMAT/1

Vazba na výkon v SZV: 47227

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace přístroje: typ přístroje a jeho výrobní nebo inventární číslo

### 1. Účel

Vyšetření slouží ke změření objemu cirkulujících erytrocytů a celé krve.

### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

### 3. Přístroj

Detekční zařízení se studnovým scintilačním krystalem – typ přístroje. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS I.6. Požadavky na nezobrazovací přístroje*. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je potřeba stanovení objemu cirkulujících erytrocytů a celé krve, především při diagnostice polycytemia vera.

Relativní kontraindikací je gravidita (provedení jen z vitální indikace při minimalizaci aplikované aktivity RF) a laktace (konkrétní podmínky ve vztahu k laktaci v tab. 2 v oddílu 16 Obecné části a v komentáři k tabulce).

### 6. Příprava pacienta

V období jednoho týdne před měřením by neměla nastat změna objemu krve transfuzí nebo venepunkcí.

### 7. Radiofarmakum

<sup>51</sup>Cr-erytrocyty většinou o aktivitě 1 – 5 MBq, diagnostická referenční úroveň 6 MBq (pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň). Pacientům je aplikována standardní malá aktivita bez individualizace na hmotnost. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

### 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením; anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření.

#### 8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Aplikaci RF předchází odběr nesrážlivé krve (jehla minimálně 19 G) a následně označení autologních erytrocytů pomocí <sup>51</sup>Cr v laboratoři (viz příslušná návazná laboratorní SOP).

I. v. aplikace RF ze stříkačky s přesně změřenou aktivitou a přesným aplikovaným objemem (jehla minimálně 21 G).

#### 8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost

V době vyšetření (mezi aplikací a odběrem) se může pacient volně pohybovat. V tomto období je nevhodná extrémní fyzická zátěž.

#### 8.4 Vlastní měření

Změření aktivity zbytku RF ve stříkačce.

Odběr vzorku krve z kontralaterální končetiny než byla provedena aplikace RF ke změření krevní (erytrocytární) aktivity v časovém odstupu – většinou optimální odstup jedné hodiny.

#### 8.5 Vytvoření závěru z vyšetření

Výpočet objemu cirkulujících erytrocytů a celé krve dle zvoleného vzorce (dle hematokritu), přepočten na normalizovanou hodnotu (např. povrch těla), srovnání s normální hodnotou.

8.6 Likvidace radionuklidů kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování kvality a v provozním řádu pracoviště).

#### 8.7 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“. Písemná dokumentace obsahuje údaje o naměřených hodnotách aktivit, o způsobu výpočtu a o vypočtené hodnotě objemu cirkulujících erytrocytů a celé krve.

#### 9. Hodnocení kvality vyšetření

Při hodnocení kvality výsledku vyšetření se kontroluje technické provedení:

- vyloučení paravenózní aplikace přeměněním místa aplikace,
- kontrola času odběru krevního vzorku.

Hodnotí radiologický asistent ve spolupráci s lékařem.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Stanovení objemu cirkulujících erytrocytů <sup>51</sup> Cr-ery		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	1,6 slezina	0,17
Děti 5 let	5,1 slezina	0,55

Název standardu: **NRS stanovení přežívání krevních elementů**

Číslo standardu: **NM/NONSC/HEMAT/2**

Vazba na výkon v SZV: 47197

Identifikace pracoviště: (číslo místnosti)

Identifikace přístrojů: Typ přístrojů a jeho výrobní nebo inventární číslo

#### 1. Účel

Vyšetření slouží ke změření objemu krve a krevních elementů a přežívání krevních elementů.

#### 2. Pracoviště

Požadavky na pracoviště viz *Požadavky na RS 5. Požadavky na pracoviště*.

Ochranné pomůcky a prostředky – jejich specifikace pro konkrétní vyšetření a potřebný počet.

#### 3. Přístroj

Pro měření měrné aktivity v krevních vzorcích – detekční zařízení se studnovým scintilačním krystalem – typ přístroje, jeho inventární nebo výrobní číslo. Pro měření orgánové aktivity – detekční jednotka se silným scintilačním NaI(Tl) krystalem s kolimátorem se zorným polem větším než 100 cm<sup>2</sup>. Kontrola kvality viz *Požadavky na RS 1.6. Požadavky na nezobrazovací přístroje*. Pomůcky k aplikaci RF i. v.

#### 4. Personální zajištění

Viz příloha A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*. Součástí konkrétního místního RS je přímé stanovení odpovědnosti jednotlivých pracovníků za lékařské ozáření na daném pracovišti při dodržení zásad uvedených v bodě 4 přílohy A.

#### 5. Indikace a kontraindikace

Indikací je potřeba změření parametru přežívání krevních elementů v cirkulující krvi u pacientů s anémií nebo trombocytopenií.

Kontraindikací je gravidita a laktace.

#### 6. Příprava pacienta



V období jednoho týdne před měřením by neměla nastat změna objemu krve transfuzí nebo venepunkcí.

## 7. Radiofarmaka

<sup>51</sup>Cr-erythrocyty většinou o aktivitě 1 – 5 MBq, diagnostická referenční úroveň 6 MBq.

<sup>51</sup>Cr-trombocyty většinou o aktivitě 1 – 5 MBq, diagnostická referenční úroveň 10 MBq.

(Pracoviště si stanoví místní diagnostickou referenční úroveň.) Pacientům je aplikována standardní malá aktivita bez individualizace na hmotnost. Aplikovaná aktivita RF se zaznamená v dokumentaci k vyšetření.

Kontrola kvality RF se provádí dle příslušného SOP pro přípravu RF.

## 8. Průběh vyšetření

8.1 Ověření osobních a zdravotních dat na žádosti o provedení vyšetření, identifikace pacienta. Poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření, získání souhlasu s vyšetřením; anamnéza zaměřená na kontraindikace vyšetření.

8.2 Ověření aktivity RF a způsob jeho aplikace

Před každou aplikací RF je nutné ověřit v procesu přípravy RF jeho aktivitu pomocí měřiče aktivity (kalibrátoru).

Aplikaci RF předchází při vyšetření objemu cirkulujících erytrocytů a doby přežívání erytrocytů: odběr krve a následně označení autologních erytrocytů pomocí <sup>51</sup>Cr v laboratoři (viz příslušná návazná laboratorní SOP).

Aplikaci RF předchází při vyšetření doby přežívání trombocytů: označení dárcovského náplavu trombocytů nebo koncentrátu trombocytů, event. autologních trombocytů v laboratoři pomocí <sup>51</sup>Cr (viz příslušná návazná laboratorní SOP). I. v. aplikace RF ze stříkačky s přesně změřenou aktivitou.

8.3 Poloha pacienta při vyšetření a jeho případná součinnost

V době vyšetření (mezi aplikací a odběrem) se může pacient volně pohybovat. V tomto období je nevhodná extrémní fyzická zátěž.

8.4 Vlastní měření

Odběr vzorku krve z kontra laterální končetiny než byla provedena aplikace RF ke změření měrné aktivity krevních elementů v časovém odstupu, který závisí na hodnoceném typu krevních elementů. Přežívání erytrocytů: v odstupu jedné hodiny od aplikace a poté 2 – 3krát týdně. Přežívání trombocytů: v odstupu jedné hodiny od aplikace a poté jedenkrát denně.

Při odběrech krevních vzorků se provádí i měření aktivity kumulované v oblasti srdce, jater a sleziny detekční jednotkou se silným scintilačním NaI(Tl) krystalem s kolimátorem – při měření je nutno dodržet vždy shodnou geometrii měření (záznam parametrů polohy detekční jednotky do protokolu o měření, zakreslení místa měření na pokožku pacienta).

8.5 Vytvoření závěru z vyšetření

Výpočet parametru přežívání krevních elementů (tj. poločas přežívání erytrocytů a doba přežívání trombocytů), srovnání s normální hodnotou. Zhodnocení intenzity sekvestrace krevních elementů ve slezině, případně v játrech – většinou metodou stanovení tzv. přídatných impulzů v oblasti sleziny a jater.

8.6 Likvidace radionuklidu kontaminovaného odpadu po vyšetření (způsob je uveden v Programu zabezpečování jakosti a v provozním řádu pracoviště).

8.7 Dokumentace vyšetření

Viz jednotné požadavky uvedené v příloze A *Obecný NRS pro zobrazovací metody NM*, část „Dokumentace vyšetření“. Písemná dokumentace obsahuje údaje o naměřených hodnotách aktivit, o způsobu výpočtu a o vypočtené době přežívání krevních elementů.

## 9. Hodnocení kvality vyšetření

Při hodnocení kvality výsledku vyšetření se kontroluje technické provedení:

- vyloučení paravenózní aplikace přeměněním místa aplikace (lze použít detekční jednotky se silným krystalem),
- kontrola přesnosti času odběru krevního vzorku a přesnosti odebraného objemu,
- kontrola správnosti nastavení geometrie měření pomocí detekční jednotky se silným scintilačním NaI(Tl) krystalem a s kolimátorem (kontrola nastavení jednotky a zhodnocení, zda se při měření nevyskytují výrazně odchýlené naměřené hodnoty).

Hodnotí radiologický asistent ve spolupráci s lékařem.

#### 10. Radiační zátěž pacienta

Odhad efektivní dávky a dávky v orgánu s nejvyšší absorbovanou dávkou lze u vyšetřovaného pacienta stanovit vynásobením v tabulce uvedených hodnot aplikovanou aktivitou RF (MBq).

Stanovení poločasu přežívání erytrocytů <sup>51</sup> Cr-ery		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	1,6 slezina	0,17
Děti 5 let	5,1 slezina	0,55

Stanovení doby přežívání trombocytů <sup>51</sup> Cr-trombo		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	2,6 slezina	0,14
Děti 5 let	8,6 slezina	0,5

\* \* \*