

# Věstník

Ročník **2016**

MINISTERSTVA ZDRAVOTNICTVÍ

ČESKÉ REPUBLIKY

Částka 2

Vydáno: 26. LEDNA 2016

Cena: 837 Kč

## OBSAH:

1. STANDARDY ZDRAVOTNÍ PÉČE – „NÁRODNÍ RADIOLOGICKÉ STANDARDY – VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE“. SOUBOR DOPORUČENÍ A NÁVOD PRO TVORBU MÍSTNÍCH RADIOLOGICKÝCH STANDARDŮ NA PRACOVIŠTÍCH VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE V ČESKÉ REPUBLICE. . . . . 2
2. STANDARDY ZDRAVOTNÍ PÉČE – „NÁRODNÍ RADIOLOGICKÉ STANDARDY – RADIAČNÍ ONKOLOGIE“. SOUBOR DOPORUČENÍ A NÁVOD PRO TVORBU MÍSTNÍCH RADIOLOGICKÝCH STANDARDŮ NA PRACOVIŠTÍCH RADIAČNÍ ONKOLOGIE V ČESKÉ REPUBLICE. . . . . 62
3. 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. . . . . 203

**„NÁRODNÍ RADIOLOGICKÉ STANDARDY – VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE“****Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických standardů  
na pracovištích výpočetní tomografie v České republice.**

Vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR  
ve spolupráci  
se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost  
a Radiologickou společností ČLS JEP.

**OBSAH****STANDARDY ZDRAVOTNÍ PÉČE**

1. „Národní radiologické standardy – výpočetní tomografie“  
Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických standardů na pracovištích výpočetní tomografie v České republice. Vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR ve spolupráci se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a Radiologickou společností ČLS JEP.

---

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

Těmito Národními radiologickými standardy se pro pracoviště výpočetní tomografie nahrazují „Národní radiologické standardy – radiodiagnostika – diagnostická část (bez diagnostických postupů nukleární medicíny)“, které byly vydány ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR, ročník 2011, částka 9 (na stranách 367 až 406).

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 – radiodiagnostika – diagnostická část (bez diagnostických postupů nukleární medicíny)“, které byly vydány ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR, ročník 2011, částka 9 (na stranách 367 až 406).

**OBSAH**

1. ÚČEL.....	4
2. ZKRATKY.....	4
3. OBECNÁ USTANOVENÍ.....	5
3.1 Personální zajištění a požadavky na kvalifikaci.....	5
3.2 Identifikace pracoviště.....	5
3.3 Klinická odpovědnost.....	5
4. POSTUP PŘI LO.....	6
4.1 Odůvodnění.....	6
4.2 Praktická část LO.....	10
4.3 Hodnocení kvality LO.....	11
4.4 Klinické hodnocení – diagnostický popis CT obrazů.....	12
4.5 Fyzikálně-technická část LO.....	12
4.6 Záznamy, dokumentace.....	12
4.7 Související dokumenty.....	13
5. STANDARDIZOVANÉ VÝKONY LO PRO VÝPOČETNÍ TOMOGRAFII.....	14
5.1 Obecná doporučení.....	14
5.2 CT protokoly pro dospělé.....	16
5.3 Pediatrické CT protokoly.....	40
6. PŘÍLOHY.....	47
6.1 Příloha 1: Radiační ochrana žen v reprodukčním věku.....	47
6.2 Příloha 2: Metodický list intravaskulárního podání kontrastních látek.....	50
6.3 Příloha 3: Orientační hodnoty pro intravenózní aplikaci kontrastní látky u CT vyšetření dětí.....	54
6.4 Příloha 4: Přehled typických hodnot $CTDI_{vol}$ pro jednotlivá CT vyšetření dospělých.....	55
6.5 Příloha 5: Přehled standardizovaných CT výkonů LO dle České radiologické klasifikace.....	56
6.6 Příloha 6: Požadavky na používání měřidel při lékařském ozáření podle atomového zákona a zákona o metrologii.....	58

## 1. Účel

Účelem těchto Národních radiologických standardů je standardizovat postupy LO při všech vyšetřeních výpočetní tomografie.

Při vypracovávání místních radiologických standardů vycházejí poskytovatelé zdravotní péče, jejíž součástí je výpočetní tomografie, z těchto národních radiologických standardů, konkrétních podmínek na pracovišti a rozsahu poskytovaných zdravotních služeb.

Tento dokument je závazný pro všechny výkony výpočetní tomografie.

Tento NRS popisuje radiologická vyšetření prováděná na CT přístroji. CT vyšetření patří mezi základní výkony LO.

## 2. Zkratky

4D	čtyřrozměrný (snímání dat ve třech geometrických rovinách v reálném čase)
AP	předozadní
AX	axiální
C	krční (cervikální)
CT	výpočetní tomografie (Computed Tomography)
CTA	CT angiografie
CTDI <sub>vol</sub>	objemový kermový index výpočetní tomografie (z anglického computed tomography dose index per volume)
COR	koronální
ČRK	Česká radiologická klasifikace
DK	dolní končetina
DLP	součin kerry a délky pro CT (z anglického dose-length product)
FBP	filtrovaná zpětná projekce
FR	fyzilogický roztok
GIT	gastrointestinální trakt
HK	horní končetina
HRCT	CT s vysokou rozlišovací schopností (z anglického high-resolution CT)
i.v.	intravenózně
IZ	ionizující záření
JKL	jodová kontrastní látka
KL	kontrastní látka
LAT	laterální
LO	lékařské ozáření
LS	lumbosakrální
MDCT	multidetektorová výpočetní tomografie (CT s více řadami detektorů)
MDRÚ	místní diagnostická referenční úroveň
MIP	maximum intensity projection
MPR	multiplanární rekonstrukce
MR	magnetická rezonance
MRS	místní radiologický standard
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
NRS	Národní radiologické standardy – tento dokument
NIS	nemocniční informační systém
p.o.	perorálně
RA	radiologický asistent
RFA	radiofrekvenční ablace
rtg	rentgenový, vztahující se k rentgenovému zařízení
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
Th	hrudní (thorakální)
TRA	transverzální
VDN	vedlejší dutiny nosní

VRT	volume rendering technique
VZP	Všeobecná zdravotní pojišťovna

### **3. Obecná ustanovení**

#### **3.1 Personální zajištění a požadavky na kvalifikaci**

##### **3.1.1 Personální zajištění**

Vyšetření je vždy přítomen radiologický asistent a lékař-specialista, v případě potřeby zdravotní sestra. Radiologický fyzik musí být dostupný, nikoliv trvale přítomný na pracovišti.

Výše úvazku radiologických asistentů a lékařů závisí na provozní době a rozsahu činností příslušného pracoviště, tak aby bylo zajištěno provedení vyšetření a popis vyšetření podle požadavků bodu 4.4.

Personální zajištění je uvedeno v každém MRS pro konkrétní rtg zařízení.

##### **3.1.2 Kvalifikace pracovníků oprávněných provádět LO**

Řídí se platnými právními předpisy [3], [4].

Lékařem-specialistou pro výpočetní tomografii je lékař zařazený do oboru Radiologie a zobrazovací metody.

#### **3.2 Identifikace pracoviště**

Identifikace pracoviště a jednotlivých rtg přístrojů musí být jednoznačně uvedena v každém MRS.

#### **3.3 Klinická odpovědnost**

##### **3.3.1 Klinická odpovědnost za odůvodnění**

Zahrnuje zejména posouzení odůvodnění LO provedeného indikujícím lékařem, včetně zhodnocení cílů LO a jeho schválení či zamítnutí, popřípadě poskytování informací o riziku IZ ozařovaným osobám. Jejím nositelem (tzn. aplikujícím odborníkem) je lékař-specialista. Aplikující odborník s klinickou odpovědností za indikaci odpovídá za získávání informací o předchozím poskytování zdravotních služeb, souvisejícím s LO, a za volbu vhodného rtg přístroje a určuje aplikujícího odborníka s klinickou odpovědností za praktickou část LO.

##### **3.3.2 Klinická odpovědnost za praktickou část LO**

Zahrnuje zejména optimální nastavení projekcí a expozičních parametrů, technicky správné provedení LO, případnou praktickou spolupráci s jinými zdravotnickými pracovníky, poskytování informací o riziku IZ ozařovaným osobám, vypracování řádného a úplného záznamu o ozáření a řádné nakládání se záznamem diagnostického zobrazení (CT obrazy). Jejím nositelem (tzn. aplikujícím odborníkem) je zdravotnický pracovník, který byl v souladu se svou způsobilostí k výkonu povolání při schválení indikace určen jako aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část daného LO.

##### **3.3.3 Klinická odpovědnost za hodnocení kvality LO**

Zahrnuje zejména posouzení technické kvality LO a diagnostické výtěžnosti a případné rozhodnutí o jeho doplnění, opakování či ukončení. Jejím nositelem (tzn. aplikujícím odborníkem) je ten zdravotnický pracovník, který byl u daného LO aplikujícím odborníkem s klinickou odpovědností za odůvodnění.

##### **3.3.4 Klinická odpovědnost za klinické hodnocení**

Zahrnuje zejména diagnostický popis CT obrazů a případné poskytování informací nebo záznamů o provedeném LO indikujícím lékařům nebo jiným aplikujícím odborníkům na jejich žádost. Jejím nositelem je lékař-specialista.

##### **3.3.5 Klinická odpovědnost za fyzikálně-technickou část LO**

Klinická odpovědnost za fyzikálně-technickou část LO zahrnuje stanovování, odhad a hodnocení patientských dávek, optimalizaci vyšetřovacích protokolů, hodnocení technických a fyzikálních parametrů, kalibraci vybavení a poskytování informací o riziku IZ ozářovaným osobám. Jejím nositelem je radiologický fyzik.

## 4. Postup při LO

### 4.1 Odůvodnění

#### 4.1.1 Vystavení žádanky

Indikující lékař na základě klinického vyšetření doporučí provedení LO. Při tom vždy vezme v úvahu účinky, přínosy a rizika dostupných metod, které vedou k těmto cíli, avšak nezahrnují žádné ozáření IZ, nebo způsobí nižší ozáření IZ. Indikující lékař při indikaci používá Věstník MZ ČR, částka 11/2003: „Indikační kritéria pro zobrazovací metody“ [11].

Indikující lékař zjistí, je-li to možné, informace o předchozích významných diagnostických a terapeutických ozářeních, aby vyloučil zbytečné ozáření. Dále se vždy dotáže pacienta na předchozí aplikace radionuklidů a IZ, které by mohly mít význam pro uvažované vyšetření nebo léčbu.

U ženy v reprodukčním věku se v případě vyšetření spojených s ozářením v anatomické oblasti mezi bránicí a stydkými kostmi též dotáže na těhotenství.

Indikující lékař vystavuje a podepisuje žádanku k vyšetření. Všechny zjištěné údaje uvede do žádanky k vyšetření, případně také do zdravotnické dokumentace pacienta.

Indikující lékař dále poučí pacienta o indikovaném vyšetření – o rizicích, která s vyšetřením souvisejí, a rovněž o nezbytné přípravě, kterou dané vyšetření vyžaduje.

#### 4.1.2 Povinné náležitosti žádanky

- jednoznačná identifikace pacienta (jméno, číslo pojištěnce, zdravotní pojišťovna),
- výška, hmotnost a pohlaví pacienta,
- jasná specifikace vyšetření (modalita a oblast),
- klinická diagnóza včetně číselného kódu MKN,
- indikace – očekávaný přínos vyšetření (klinická otázka),
- kontraindikace podání kontrastní látky, případně další důležité skutečnosti s ním spojené,
- informace o případné graviditě,
- informace o předchozích aplikacích radionuklidů a IZ, které by mohly mít význam pro uvažované vyšetření nebo léčbu,
- jméno a podpis indikujícího lékaře, razítko pracoviště,
- datum vystavení žádanky.

#### 4.1.3 Potvrzení indikace

##### 4.1.3.1 Indikaci uvedenou v žádance posuzuje lékař-specialista

- ten je aplikujícím odborníkem s klinickou odpovědností za odůvodnění,
- zváží cíl a očekávaný přínos vyžádaného LO,
- používá indikace uvedené v [11],
- bere na zřetel zvláště možnosti využití jiných metod než těch, které využívají IZ (např. MR, ultrazvuk), na zbytečná či opakovaná vyšetření a na volbu vhodné modalit, která umožní získání požadované informace s minimální dávkou,
- u ženy v reprodukčním věku se v případě vyšetření spojených s ozářením v anatomické oblasti mezi bránicí a stydkými kostmi též dotáže na těhotenství.

##### 4.1.3.2 V případě, že indikaci schválí,

- určí pracoviště a konkrétní zdroj IZ, termín a čas pro provedení LO a aplikujícího odborníka s klinickou odpovědností za praktickou část LO,
- ten provede praktickou část LO, záznam o ozáření a podpisem stvrdí provedení praktické části LO,

- poté aplikující odborník s klinickou odpovědností za hodnocení kvality LO, kterým je ten zdravotnický pracovník, jenž byl aplikujícím odborníkem s klinickou odpovědností za odůvodnění, posoudí technickou kvalitu zobrazení a diagnostické výtěžnosti a v případě nutnosti rozhodne o doplnění, opakování či ukončení vyšetření,
- lékař-specialista jako aplikující odborník s klinickou odpovědností za klinické hodnocení posoudí diagnostickou výtěžnost, rozhodne o dalším doplnění vyšetření, nebo provede diagnostický popis CT obrazů a zhotoví o něm záznam.

#### 4.1.3.3 V případě, že indikaci zamítne

- uvede tuto skutečnost spolu s důvody v informaci o vyšetření nebo léčbě a připojí své jméno a příjmení, datum a podpis,
- informuje o této skutečnosti a jejích důvodech indikujícího lékaře.

### 4.1.4 Zvláštní případy LO

#### 4.1.4.1 LO ženy v reprodukčním věku

##### 1) LO mimo oblast mezi bránicí a kostmi stydkými

###### a) Pacientka není těhotná, nebo si toho není vědoma (těhotenství neguje):

Dávky na dělohu jsou zanedbatelné – není důvod zindikované vyšetření neprovést. Toto platí pro kteroukoli fázi menstruačního cyklu i v případě opoždění menstruace.

###### b) Pacientka je těhotná (těhotenství bylo prokázáno):

- Jestliže rozhodnutí o léčbě podmíněné rtg vyšetřením může být odloženo bez rizika poškození matky nebo dítěte a pokud odložení nebude způsobovat zhoršení kvality života, provede se rtg vyšetření se souhlasem ošetřujícího lékaře až po porodu.

- Jestliže je rtg vyšetření nutné pro stanovení diagnózy a odklad léčby by mohl poškodit matku nebo dítě, nebo by mohl vést k zhoršení kvality života, není důvod vyšetření odkládat, pokud jej matka neodmítne. V takovém případě je třeba ji poučit o rizicích, která mohou z odloženého vyšetření plynout, a porovnat je s nízkými riziky plynoucími z rtg vyšetření mimo oblast dělohy. Pokud je možné k diagnostickým poznatkům potřebným pro léčbu dospět vyšetřením bez ozáření IZ (ultrazvuk, magnetická rezonance), použije se tato zobrazovací metoda.

##### 2) LO v oblasti mezi bránicí a kostmi stydkými pacientky s pravidelným menstruačním cyklem, u které však nelze vyloučit počátek těhotenství

Pacientka je informována, že ve stadiu preimplantace není potenciální těhotenství nijak ohroženo. Dříve aplikované tzv. desetidenní pravidlo (což znamenalo, že se vyšetření mělo provádět pouze v prvních deseti dnech po skončení menstruace) se nepoužívá, protože není nijak podloženo.

##### 3) LO v oblasti mezi bránicí a kostmi stydkými při těhotenství prokázaném či pravděpodobném

###### a) Jestliže rozhodnutí o léčbě podmíněné rtg vyšetřením může být odloženo bez rizika poškození matky nebo dítěte a pokud odložení nebude způsobovat dlouhodobé zhoršení kvality života a nejedná se o porodnickou indikaci, provede se rtg vyšetření se souhlasem ošetřujícího lékaře až po porodu, případně po vyloučení těhotenství.

###### b) Jestliže je rtg vyšetření nutné pro stanovení diagnózy a odklad léčby by mohl poškodit matku nebo dítě nebo by mohl vést k dlouhodobému zhoršení kvality života, nebo se jedná o porodnickou indikaci, a zároveň jde o typ vyšetření, při němž nemůže být dosaženo více jak 100 mSv dávky na plod (tzn., že se nejedná se o vícefázové CT vyšetření, CT intervenci či CT skioskopii), není důvod vyšetření odkládat. Pokud jej matka odmítá, je třeba ji poučit o rizicích, která mohou z odloženého vyšetření plynout, a porovnat je s riziky plynoucími z daného rtg vyšetření. Pokud je možné k diagnostickým poznatkům potřebným pro správnou léčbu dospět vyšetřením bez ozáření IZ (ultrazvuk, magnetická rezonance), použije se toto.

###### c) Jestliže by neprovedení vyšetření mohlo vést k ohrožení života matky, provede se i v případě, že při něm může být dosaženo více jak 100 mSv dávky na plod (tzn., že jde o vícefázové CT vyšetření, CT intervenci či CT skioskopii). V takovém případě je nutné důsledně zvážit, zda k diagnostickým poznatkům potřebným pro léčbu nelze dospět vyšetřením bez ozáření IZ (ultrazvuk, magnetická rezonance), a pokud ano, LO se nepoužije. Pokud ne, je třeba LO realizovat s takovým expozičním protokolem, který při zachování potřebné diagnostické výtěžnosti představuje co nejnižší dávku na plod.



- Pokud se nejedná o akutní a neodkladné vyšetření, je třeba, aby radiologický fyzik před vyšetřením odhadl možnou dávku na plod, a následně se musí provedení vyšetření konzultovat s ošetřujícím lékařem a matkou. Ti musí být řádně poučeni o rizicích pro vývoj plodu a těhotenství z daného typu LO a konkrétní odhadnuté dávky na plod pro dané vyšetření i o možných důsledcích, které plynou z případného neprovedení vyšetření, a dát souhlas s jeho provedením.
  - Pokud se jedná o akutní a neodkladné vyšetření, při němž by jeho neprovedení mohlo ohrozit život matky, postupuje se s ohledem na akutní nebezpečí ohrožení jejího života. Poté se postupuje stejně jako v bodě 4).
- d) Jestliže neprovedení vyšetření nemůže vést k ohrožení života matky, ale jedná se o typ vyšetření, při němž může být dosaženo více jak 100 mSv dávky na plod (tzn., že jde o vícefázové CT vyšetření, CT intervenci či CT skiaskopii), vyšetření se odloží až po porodu nebo vyloučení těhotenství.

#### 4) Rtg vyšetření bylo provedeno při nerozpoznaném těhotenství

##### a) Nešlo o LO v oblasti mezi bránicí a kostmi stydkými

Není třeba stanovovat dávku na dělohu, neboť je vždy nižší než 1 mSv. Rodičům je třeba vysvětlit, že z LO neplyne žádné nebezpečí pro vývoj dítěte. LO nemůže být důvodem k interrupci.

##### b) K vyšetření došlo v 1. až 3. týdnu post conceptionem.

Není třeba stanovovat dávku na dělohu, pokud si rodiče tuto informaci výslovně nepřejí zjistit, protože IZ může způsobit při potenciálně velmi vysoké dávce „pouze“ ukončení těhotenství, ale nemůže způsobit malformace ani jiné poškození vývoje plodu – platí pravidlo „vše nebo nic“. Pokud tedy nedošlo k samovolnému potratu, bude se plod nadále vyvíjet, jako kdyby nebyl vůbec vystaven IZ. Rodičům je třeba tuto skutečnost vysvětlit. LO nemůže být důvodem k interrupci.

##### c) Šlo o LO v oblasti břicha či pánve a došlo k němu v 4. týdnu post conceptionem nebo později.

- U CT vyšetření s jednou sérií řezů či spirálou na oblast dělohy je dávka na plod většinou pod 50 mSv. Radiologický fyzik tuto skutečnost ověří. Rodičům je třeba vysvětlit, že tato dávka nemůže ohrozit vývoj plodu. LO nemůže být důvodem k interrupci.
- U vícefázového nebo intervenčního CT v oblasti dělohy může výjimečně dávka na plod přesáhnout 100 mSv. Radiologický fyzik ji musí stanovit s co největší přesností.
  - Pokud radiologický fyzik zjistí, že nedošlo k dosažení překročení 100 mSv dávky na plod, expozice IZ nemůže být důvodem k interrupci.
  - Pokud by takový případ nastal, je třeba všechny informace včetně hodnoty dávky na plod a přesného stadia těhotenství, v němž byl IZ vystaven, předat genetikovi. Ten zhodnotí, zda takové ozáření může vést k poškození vývoje zárodku resp. plodu a zevrubně informuje rodiče o situaci a o možných účincích daného LO na zárodek, resp. na plod. Konečné rozhodnutí o interrupci však ani poté nespočívá na lékaři, nýbrž na rodičích.

Další informace o LO žen v reprodukčním věku jsou uvedeny v příloze 6.1.

#### 4.1.4.2 LO dětského pacienta

Při LO dětského pacienta se věnuje zvýšená pozornost zajištění radiační ochrany. Aplikující odborník s klinickou odpovědností za odůvodnění zvažuje nutnost získání požadované informace pomocí IZ a volí jen takovou techniku, jež zajistí maximální ochranu. Při volbě expozičních parametrů přihledne aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část LO k tělesné konstituci daného pacienta.

#### 4.1.4.3 Nelékařské ozáření

Nelékařské ozáření lékařským radiologickým vybavením se provádí v souladu s NRS (kromě vystavení žádanky).

#### 4.1.4.4 Specifické výkony LO

Pokud není možné postupovat podle žádného z postupů uvedených v NRS nebo v MRS, rozhodne o volbě vhodného postupu lékař-specialista.

#### 4.1.5 Souhlas pacienta s LO (informovaný souhlas)



Souhlas pacienta s rtg vyšetřením zajišťuje indikující lékař nebo aplikující odborník s klinickou odpovědností za odůvodnění.

U CT vyšetření se zajišťuje písemný informovaný souhlas pacienta.

V případě nesvéprávných pacientů může být výkon LO proveden se souhlasem zákonného zástupce pacienta.

Bez souhlasu pacienta (resp. jeho zákonného zástupce) je možné provádět pouze tyto vyšetřovací a léčebné výkony:

- jde-li o osoby, kterým je uloženo povinné léčení,
- jde-li o nosiče infekčního onemocnění podle § 53 zákona [9],
- jestliže osoba, jevící známky duševní choroby nebo intoxikace, ohrožuje sebe nebo své okolí,
- není-li možné, vzhledem ke zdravotnímu stavu nemocného, vyžádat si jeho souhlas a jde o neodkladné výkony, nutné k záchraně života či zdraví,
- je-li provedení vyšetřovacího nebo léčebného výkonu neodkladné a nezbytné k záchraně života nebo zdraví dítěte nebo osoby zbavené způsobilosti k právním úkonům a odpírají-li rodiče nebo opatrovník souhlas poskytnout,
- jedná-li se o nelékařské ozáření, u něhož jiné právní předpisy umožňují výkon provést bez souhlasu ozařované osoby.

Záznam o důvodu provedení výkonu bez souhlasu pacienta uvede aplikující odborník s klinickou odpovědností za odůvodnění do zdravotnické dokumentace pacienta.

V případě nesouhlasu a odmítnutí vyšetření je nutné, aby tuto skutečnost zaznamenal příslušný aplikující odborník písemně jako prohlášení o odmítnutí výkonu. Pacient musí toto prohlášení podepsat. Nemůže-li se pacient s ohledem na svůj zdravotní stav podepsat nebo odmítá-li se podepsat, podepíše záznam aplikující odborník s klinickou odpovědností za odůvodnění a svědek. Svědek k podpisu připojí čitelně svoje jméno, příjmení a datum narození.

#### 4.1.6 Kontraindikace k LO

Neexistují absolutní kontraindikace LO při CT.

Relativními kontraindikacemi jsou:

- těhotenství:
  - postupuje se podle bodu 4.1.4.1,
- dětský a mladší věk,
  - postupuje se podle bodu 4.1.4.2,
- klaustrofobie,
- nadměrná hmotnost přesahující nosnost přístroje,
- velká šířka těla přesahující šíři otvoru v gantry,
- kontraindikace podání kontrastní látky v případě potřeby jejího podání:
  - problematiku podání kontrastní látky definuje metodický list intravaskulárního podání jódových kontrastních látek ČRS, uvedený v příloze č. 2,
  - před aplikací KL nebo jakéhokoliv léčiva se příslušný aplikující odborník při posuzování kontraindikací řídí příslušným příbalovým letákem KL nebo léčiva,
  - není-li alergie uvedena na žádance, ověří její neexistenci příslušný aplikující odborník pouze dotazem u pacienta,
  - je-li alergická reakce na JKL zjištěna až při vyšetření, zajistí příslušný aplikující odborník základní životní funkce pacienta a bezodkladně zavolá první pomoc,
  - v případě dalších onemocnění, která mohou být kontraindikací podání JKL (renální insuficience, onemocnění štítné žlázy, užívání metforminu apod.), se postupuje podle metodického listu intravaskulárního podání kontrastní látky,
- nespoupráve pacienta:
  - aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část LO provede fixaci pacienta,
  - pokud ani přes fixaci nezůstává pacient v potřebné poloze a není možné jej ani přidržet, nelze vyšetření provést,

- pokud je k tomu důvod, lze vyšetření provést po farmakologické přípravě pacienta (sedace, celková anestezie), kterou provede k tomu kvalifikovaný lékař.

## 4.2 Praktická část LO

Praktickou část výkonu lékařského ozáření je oprávněn provádět pouze oprávněný RA nebo oprávněný lékař-specialista.

### 4.2.1 Jednoznačná identifikace pacienta

Identifikaci pacientů před provedením výkonu LO zajišťuje aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část LO, a to přímým dotazem na jméno, v případě možnosti záměny i na datum narození, a porovnáním odpovědi pacienta s údaji na žádance o rtg vyšetření nebo s údaji v dokumentaci pacienta.

### 4.2.2 Příprava pacienta k LO

Před provedením LO je v případě potřeby nutno odložit oděv, a pokud to lze, i kovové předměty v oblasti zobrazení. Je nutno poučit pacienta, jak se má chovat při expozici.

Konkrétní instrukce pro pacienta před provedením výkonu jsou uvedeny v kapitole 5. Poučení pacienta provede aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část LO před zahájením výkonu.

### 4.2.3 Doprovod pacienta na vyšetřovně v průběhu LO

U standardních CT vyšetření nepřichází asistence jiných osob na vyšetřovně z důvodů fixace pacienta v potaz. Při nespolupráci pacienta se postupuje podle postupu uvedeného v bodě 4.1.6. V případě, že z důvodu psychické podpory dětského pacienta je během vyšetření přítomen v místnosti některý z rodičů, poskytne mu aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část LO ochrannou zástěru a poučí ho o vhodné pozici ve vyšetřovně během vyšetření.

### 4.2.4 Požadavky na technické vybavení pracoviště

Na pracovišti jsou dostupné návody k obsluze a údržbě rtg zařízení v českém jazyce, které jsou uloženy přímo na pracovních místech. Za evidování a archivaci protokolů či záznamů o zaškolení jednotlivých pracovníků v obsluze a v běžné údržbě rtg zařízení odpovídá vedoucí RA nebo vedoucí lékař.

#### 4.2.4.1 Požadavky na CT přístroj

Standardem je víceřadý spirální (= helikální) CT přístroj, jednořadé spirální přístroje jsou provozovány již jen výjimečně, nové instalace nepřipadají v úvahu.

Vzdálenost ohnisko-kůže:  $\geq 15$  cm

Zobrazení CTDI<sub>vol</sub> a DLP: ano

Ukládání expozičních parametrů: ano

#### 4.2.4.2 Požadavky na diagnostické monitory

Diagnostické stanice pro hodnocení snímků a záznamů z vyšetření nebo zákroků lékařem- specialistou jsou situovány v místnosti k tomuto účelu vhodné. Diagnostický monitor musí být v souladu s [2] a splňovat specifikaci pro Zdravotnický prostředek třídy nejméně IIa. Výrobce diagnostického monitoru musí jasně deklarovat splnění této zákonné normy. Diagnostický monitor musí být připojen k odpovídající grafické kartě, umožňující DICOM zobrazení a kalibraci.

Požadavek na kalibrovanou svítivost bílé barvy: nejméně 200 cd/m<sup>2</sup>

Požadavek na rozlišení: nejméně 1 Mpx

#### 4.2.4.3 Další požadavky na technické vybavení pro konkrétní vyšetření

Další požadavky na technické vybavení pro konkrétní vyšetření jsou uvedeny v kapitole 5.

### 4.2.5 Osobní ochranné prostředky a pomůcky

Osobní ochranné prostředky poskytují ochranu zejména radiosenzitivním tkáním a orgánům. Za jejich použití odpovídá aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část LO. Na pracovišti dostupné osobní ochranné prostředky a pomůcky jsou specifikovány v každém MRS pro konkrétní rtg zařízení.

RA jsou povinni při provádění LO na CT pracovišti zajistit, aby v průběhu LO nebyly ve vyšetřovně přítomny žádné další osoby, jež se přímo nepodílejí na LO, a dodržovat zásady radiační ochrany a další zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Pokud se vyšetření musí zúčastnit osoba poskytující při LO pomoc osobě ozařované (vyšetřované), vybaví RA tuto osobu ochrannou zástěrou a krčním límcem.

Problematika radiační ochrany u CT intervenčních výkonů je zmíněna v doporučeních u protokolu pro CT k navigaci intervenčních výkonů, kap. 5.2.21.

#### **4.2.6 Nastavení projekcí a expozičních parametrů**

Expoziční parametry jsou optimalizovány takovým způsobem, aby umožňovaly dosažení požadované kvality zobrazení při minimalizaci radiační zátěže pacienta.

#### **4.2.7 Potvrzení provedení praktické části LO**

Aplikující odborník s klinickou odpovědností za praktickou část LO potvrdí provedení praktické části LO svým jménem na žádanku.

### **4.3 Hodnocení kvality LO**

#### **4.3.1 Hodnocení kvality technického provedení zobrazení**

Splnění ukazatelů kvality z pohledu technického provedení LO hodnotí vizuálně aplikující odborník s klinickou odpovědností za hodnocení kvality LO podle požadavků každého jednotlivého MRS pro konkrétní rtg zařízení. Minimální požadavky na kvalitu provedeného zobrazení jsou uvedeny v kapitole 5.

Musí být dosaženo shody s požadavky těchto MRS alespoň u následujících ukazatelů:

- shoda oblasti zobrazené na radiologickém obrazu s indikovanou oblastí,
- při aplikaci kontrastní látky shoda mezi plánovanou a zobrazovací fází průchodu KL zobrazovanými orgány,
- rozsah skenu a rovina skenování.

#### **4.3.2 Hodnocení diagnostické výtěžnosti**

Splnění požadavku diagnostické výtěžnosti pro danou indikaci hodnotí aplikující odborník s klinickou odpovědností za hodnocení kvality LO nebo za klinické hodnocení.

Požadavky diagnostické výtěžnosti jsou splněny, pokud je provedeno zobrazení anatomických struktur v požadovaném rozsahu, tak aby bylo možné zhotovit radiologický popis.

Aplikující odborník s klinickou odpovědností za hodnocení kvality LO nebo za klinické hodnocení rozhodne o případném doplnění dalších obrazů, nebo ukončí vyšetření.

Sleduje se dosažení shody minimálně u následujících ukazatelů kvality zobrazení z pohledu diagnostické výtěžnosti:

- vyhovující ostrost zobrazení,
- vyhovující kontrast zobrazení,
- vyhovující úroveň šumu,
- absence takových artefaktů, které by mohly negativně ovlivnit diagnostické hodnocení,
- viditelnost anatomických struktur a dalších ukazatelů podle MRS.

#### **4.3.3 Opakování LO**

V případě, že je kvalita zobrazení nedostatečná, rozhodne aplikující odborník s klinickou odpovědností za hodnocení kvality LO nebo klinické hodnocení, zda je nutno provést opakované LO.

Opakování LO spolu s jeho příčinou uvede na žádanku a do záznamů o opakování snímků, umístěné na pracovním místě v elektronické nebo v papírové podobě.

Z těchto záznamů jednou ročně vedoucí RA spolu s radiologickým fyzikem provádí pro účely hodnocení radiologických událostí analýzu počtu a příčin opakovaných vyšetření.

#### 4.4 Klinické hodnocení – diagnostický popis CT obrazů

Vyšetření je vždy ukončeno diagnostickým popisem CT obrazů, který musí jako aplikující odborník s klinickou odpovědností za klinické hodnocení zhotovit lékař-specialista.

Neodkladné (akutní) vyšetření se popíše neodkladně, nejpozději však do hodiny od provedení vyšetření. Ostatní vyšetření se popíše do následujícího pracovního dne od zhotovení. U složitějších vyšetření nebo v případě nutnosti konzilia může být tento interval výjimečně delší.

CT obrazy musí být hodnoceny výhradně na speciálním diagnostickém monitoru.

Pokud vyšetření popíše lékař bez specializované způsobilosti, musí popis zkontrolovat lékař se specializovanou způsobilostí.

Další požadavky na diagnostický popis jsou uvedeny v kapitole 5.1.

#### 4.5 Fyzikálně-technická část LO

##### 4.5.1 Optimalizace zobrazovacího procesu

Radiologický fyzik ve spolupráci s lékařem-specialistou a radiologickým asistentem provádí jako součást fyzikálně-technické části LO optimalizaci nastavení vyšetřovacích protokolů, tak aby bylo dosaženo dostatečné diagnostické výtěžnosti s co nejnižší radiační zátěží pacienta.

##### 4.5.2 Hodnocení patientských dávek a stanovování a hodnocení MDRŮ

Postupuje se podle NRS – Radiologická fyzika [8].

#### 4.6 Záznamy, dokumentace

Mezi záznamy o LO patří zejména:

- řádně vyplněná žádanka k ozáření (viz bod 4.1.2),
- záznam o ozáření (viz bod 4.6.1),
- záznam diagnostického zobrazení (CT obrazy),
- záznam o nálezů (diagnostický popis radiologického obrazu), (viz bod 4.4),
- záznam o aplikovaném typu a objemu KL,
- záznamy přímo související s kvalitou radiologického zařízení použitého pro provedení LO (záznamy o servisních zkouškách, opravách atd.).

##### 4.6.1 Záznam o ozáření

Záznam o ozáření musí obsahovat následující náležitosti:

- identifikaci pacienta (jméno a příjmení, rok narození),
- typ vyšetření, vyšetřovanou oblast,
- datum a čas vyšetření,
- identifikaci rtg zařízení,
- parametry pro stanovení a hodnocení dávky z LO,
- záznam o opakovaných vyšetřeních a jejich důvodech,
- jméno aplikujícího odborníka s klinickou odpovědností za praktickou část LO a za hodnocení kvality LO, pokud se nejedná o stejnou osobu.

##### 4.6.2 Oprávnění kontroly záznamů

K provádění interní kontroly zaznamenávání těchto parametrů vyšetření jednotlivých rtg zařízení jsou oprávněny následující osoby:

- dohlížející osoba,
- osoba s přímou odpovědností za radiační ochranu pro dané pracoviště,
- vedoucí lékař nebo jím pověřená osoba,

- vedoucí RA,
- radiologický fyzik.

### 4.6.3 Archivace a skartace zdravotnické dokumentace

Veškeré uvedené záznamy jsou archivovány a skartovány v souladu s přílohou č. 3 vyhlášky [7] a směrnicemi příslušného zařízení.

Skartační lhůty zdravotnické dokumentace nebo jejích částí jsou stanoveny takto:

- grafický záznam 10 let od ukončení posledního vyšetření pacienta souvisejícího s poskytnutím zdravotní péče a nejméně 30 let od ukončení ozařování, jestliže byly při ověřování nových poznatků použity metody, které jsou spojeny s ozařením, včetně metod dosud nezavedených v klinické praxi,
- záznamy spojené s nežádoucími příhodami v souvislosti s použitím zdravotnického prostředku nejméně 15 let od vzniku nežádoucí příhody; v případě nežádoucí příhody spojené s újmou na zdraví nejméně 30 let od vzniku nežádoucí příhody, pokud je tato újma spojena s úmrtím pacienta 10 let od jeho úmrtí,
- veličiny, parametry a skutečnosti důležité pro stanovení a hodnocení dávky pacienta po dobu nejméně 10 let,
- ostatní záznamy po dobu nejméně 5 let.

## 4.7 Související dokumenty

- [1] Zákon č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách.
- [2] Zákon č. 268/2014 Sb. o zdravotnických prostředcích a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Zákon č. 95/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání odborné způsobilosti a specializované způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání lékaře, zubního lékaře a farmaceuta, v platném znění.
- [4] 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), v platném znění.
- [5] Vyhláška č. 134/1998 Sb., kterou se vydává seznam zdravotních výkonů s bodovými hodnotami, ve znění pozdějších předpisů.
- [6] Vyhláška č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků.
- [7] Vyhláška č. 98/2012 Sb., o zdravotnické dokumentaci.
- [8] Věstník MZ ČR č. 6/2015, Národní radiologické standardy – Radiologická fyzika Vyhláška č. 11/2005 Sb., o zdravotnických prostředcích se zvýšeným rizikem a o jejich sledování, ve znění pozdějších předpisů.
- [9] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění.
- [10] Vyhláška 410/2012 Sb., o stanovení pravidel a postupů při lékařském ozaření.
- [11] Věstník MZ ČR, částka 11/2003: „Indikační kritéria pro zobrazovací metody“.

## 5. Standardizované výkony LO pro výpočetní tomografii

### 5.1 Obecná doporučení

#### 5.1.1 Příprava na vyšetření

- Zásady přípravy před aplikací KL jsou uvedené v příloze 6.2.
- Urgentní vyšetření lze provádět bez standardní přípravy (pokud tato není nezbytná pro získání diagnostické informace).

#### 5.1.2 Topogram

- Topogram zachycuje pouze vyšetřovanou oblast a nejbližší okolí. Používání topogramů s rozsahem výrazně větším než vyšetřovaná oblast těla nebo opakování topogramů není odůvodněné.
- Pokud to přístroj umožňuje, je žádoucí pořizovat topogramy za použití nižšího napětí než 120 kV.
- Topogram se nepoužívá pro diagnostické účely.

#### 5.1.3 Skenovací parametry

- Pokud to přístroj a vyšetřovaná oblast umožňuje, doporučuje se vždy použití systémů automatické kontinuální modulace dávky (proměnná hodnota mA v osách X, Y i Z).
- Výrazné redukce dávky je možné dosáhnout snížením napětí (kV), to platí především u dětí a štíhlých dospělých. Výrazně klesá dávka z ozáření, zlepšuje se kontrast měkkých tkání, zlepšuje se kontrast jodem opacifikovaných struktur, čehož lze s výhodou využít u CT angiografií.
- U moderních CT přístrojů je vhodné využít techniky automatického nastavení napětí na rentgence, stanovené v závislosti na absorpci záření ve vyšetřované oblasti zjištěné z topogramu.
- Obecně není žádoucí používat protokoly s napětím 140 kV z důvodu velmi vysoké dávky.
- Pro vyšetření krku, hrudníku, břicha a pánve není žádoucí používat protokoly pracující s napětím 130 kV a více (vysoká dávka, nízké kontrastní rozlišení v měkkých tkáních); výjimkou jsou pouze extrémně obézní osoby.
- CT vyšetření s dlouhým skenovacím časem (typicky jde o CT vyšetření perfuze s expozicí o délce až 40 s) se vyznačují velmi vysokou dávkou. Je proto nezbytné použít co nejnižší hodnoty napětí (80 – 100 kV) a také co nejnižší hodnoty mAs, nezbytné pro získání diagnostické informace.
- Je nezbytné, aby u vícefázových vyšetření měly fáze jiné než diagnosticky zásadní, redukovanou dávku (např. nativní a odložená fáze mohou mít dávku sniženou o 20 až 50 %, aniž by tím utrpěla diagnostická hodnota vyšetření).
- V tabulkách jednotlivých protokolů jsou uváděny doporučené hodnoty kV a mAs (tj. optimalizované pro dostatečnou diagnostickou kvalitu při co nejnižší dávce). Doporučená hodnota mAs je uváděna jako referenční hodnota nastavení mAs pro systémy dávkové modulace při použití rekonstrukce obrazových dat pomocí filtrované zpětné projekce (FBP).
- Pokud to CT přístroj umožňuje, je žádoucí namísto rekonstrukce FBP používat ve všech protokolech iterativní rekonstrukci CT obrazu, která umožňuje 20 – 40% redukci dávky oproti hodnotám uváděným pro standardní FBP při zachování kvalitativních parametrů CT obrazu. V takových případech je tedy možné snížit uváděné hodnoty nastavení mAs minimálně o 20 %.
- Hodnoty uvedené v tabulkách protokolů a příloze 6.4 jako typické hodnoty  $CTDI_{vol}$  jsou běžnými hodnotami  $CTDI_{vol}$ , kterých se s použitím FBP rekonstrukce dosahuje u jednofázových vyšetření, případně se vztahují na jednu fázi u vícefázových CT vyšetření. Uvedené typické hodnoty  $CTDI_{vol}$  nejsou závazné a nenahrazují DRÚ. Pro účely optimalizace a hodnocení patientských dávek se používají DRÚ podle Atomového zákona.



definice pitch (faktoru stoupání) při spirální CT akvizici použitá v protokolech:

pitch = posun stolu na 360° rotaci rentgenky / celková šířka kolimovaného svazku záření

*poznámka: Celková šířka kolimovaného svazku záření se zpravidla rovná součinu počtu současně snímaných vrstev (tj. aktivních detektorů) x kolimace na jednu řadu detektorů, např. 64 x 0,625 mm. Pozor, toto neplatí pro systémy s rozdílnou šířkou jednotlivých detektorových řad (tzv. adaptive array detector).*

#### 5.1.4 Obrazové parametry

- Pokud je k dispozici izotropní nebo blízké izotropní datové pole, je žádoucí doplnit k axiálním vrstvám rekonstrukce v dalších rovinách (obvykle koronální a sagitální).
- U rekonstruovaných vrstev, určených k běžnému prohlížení, postačuje volit vzdálenost rekonstruovaných vrstev shodnou s tloušťkou vrstvy (např. při tloušťce vrstvy 5 mm je vzdálenost jednotlivých vrstev, tzv. rekonstrukční inkrement, také 5 mm).
- Pokud jsou rekonstruované vrstvy určeny k dalším, sekundárním rekonstrukcím (MPR, MIP, VRT, virtuální endoskopie apod.), doporučuje se, v závislosti na jejich tloušťce, volit překryv rekonstruovaných vrstev o 1/4 až o 1/2. U silnějších vrstev je třeba použít větší překryv než u tenkých (např. při tloušťce vrstvy 0,6 mm obvykle postačuje rekonstrukční inkrement 0,4 mm, u vrstvy širší 1 mm postačuje inkrement 0,7 mm).

#### 5.1.5 Aplikace KL

- U vícefázových vyšetření po aplikaci KL je žádoucí minimalizovat celkovou dávku provedením co nejmenšího počtu fází, který je nezbytný pro stanovení diagnózy.
- Parametr „zpoždění“ v protokolech vyjadřuje časový interval mezi začátkem aplikace KL a začátkem skenování; hodnoty v tabulce jsou orientační; preferuje se aplikace kontrastní látky pomocí automatického injektoru s následným proplachem fyziologickým roztokem, podávaným standardně stejnou rychlostí jako KL.

výpočet objemu KL potřebného pro CT angiografii:

$$\begin{aligned} \text{objem KL [ml]} &= \text{rychlost aplikace KL [ml/s]} \times \text{trvání vstříku KL [s]} \\ \text{trvání vstříku KL [s]} &= \text{skenovací čas [s]} + \text{alespoň 3 až 4 s} \end{aligned}$$

#### 5.1.6 Vyšetření dětí

- Při vyšetřování dětí je třeba používat odpovídající protokoly s expozičními parametry přizpůsobenými hmotnosti a věku dětí.
- Hodnoty uváděné v kapitole 5.3 jsou orientační a je nutno je přizpůsobit konkrétnímu přístrojovému vybavení a klinické otázce.
- Pro vyšetření dětí preferenčně používat nižší napětí než 120 kV, tj. 70 – 100 kV (příp. využít možnosti automatického nastavení napětí CT přístrojem); kromě snížení dávky se zlepšuje kontrast měkkých tkání a kontrast jódem opacifikovaných struktur.



## 5.2 CT protokoly pro dospělé

5.2.1 CT mozku	
kód VZP – 89611, 89613, 89617	
kód ČRK – 06. 01. 001, 06. 01. 002, 06. 01. 003	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.
příprava nemocného	nativ bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL
uložení	vleže na zádech, hlava fixována, přesně v ose stolu (bez úklonu)
instrukce nemocnému	nehýbat se
rozsah vyšetření	báze lební až vrchol kalvy
topogram	boční, musí zachytit oblast od báze lební po vrchol kalvy
kV	120 (max. 130)
mAs doporučené (FBP)	300 – 350
CTDI <sub>vol</sub> typický	45 – 55 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, u MDCT obvykle 0,6 – 1,0
tloušťka rekonstruované vrstvy	4 – 6 mm
objem KL (+ proplach FR)	60 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	2 ml/s
zpoždění	60 – 80 s
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• při centraci předklonit hlavu nebo sklopit gantry, tak aby primární svazek nezasahoval oči (oční čočky)</li> <li>• sklon rekonstruovaných transverzálních vrstev dle orbitomeatální linie, koronálních vrstev dle zadní hrany mozkového kmene</li> <li>• vrstvy rekonstruované kostním kernelem tl. 1 – 2 mm</li> </ul>

<b>5.2.2 CT skalní kosti</b>	
kód VZP – 89615 kód ČRK – 06. 02. 016, 06. 02. 017, 06. 02. 018	
strategie vyšetření	<ul style="list-style-type: none"> <li>• standardně nativně</li> <li>• při potřebě hodnocení měkkých tkání s KL i. v. postupovat dle protokolu pro vyšetření hlavy a krku</li> </ul>
příprava nemocného	nativně bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL
uložení	vleže na zádech, hlava fixována, přesně v ose stolu (bez úklonu)
instrukce nemocnému	nehýbat se
rozsah vyšetření	skalní kost (dolní okraj proc. mastoideus až hřeben pyramidy)
topogram	boční
kV	120 (max. 130)
mAs doporučené (FBP)	180 – 300 (dle kolimace: nižší hodnoty mAs pro širší kolimaci)
CTDIvol typický	25 – 45 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,6 – 1,0
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,4 – 0,6 mm kostní kernel (pro posouzení měkkých tkání 3 mm v měkkotkáňovém kernelu)
objem KL	–
rychlost aplikace KL	–
zpoždění	–
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• je vhodné provést rekonstrukci z hrubých dat na objem celé báze lební a také na každou pyramidu zvlášť</li> <li>• v případě současné potřeby zobrazení měkkých tkání (nádorová onemocnění) lze vyšetření provést s kontrastní látkou: postupovat dle protokolu CT vyšetření hlavy a krku</li> </ul>

<b>5.2.3 CT vedlejších nosních dutin</b>	
kód VZP – 89615 kód ČRK – 06. 02. 006, 06. 02. 007, 06. 02. 008	
strategie vyšetření	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nativně</li> <li>• u pyogenních zánětů a nádorů provádět vyšetření s podáním KL i. v. a postupovat dle protokolu pro CT očních / obličejového skeletu</li> </ul>
příprava nemocného	bez přípravy
uložení	vleže na zádech, hlava fixována, přesně v ose stolu (bez úklonu)
instrukce nemocnému	nehýbat se, nepolykat
rozsah vyšetření	strop čelních dutin až tvrdé patro
topogram	boční
kV	120 (nízkodávkové zobrazení při 100 kV)
mAs doporučené (FBP)	45 – 70
CTDIvol typický	6 – 10 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,8 – 1,2
tloušťka rekonstruované vrstvy	1 – 1,5 mm (kostní kernel) a 3 mm (měkkotkáňový kernel)
objem KL	–
rychlost aplikace KL	–
zpoždění	–
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primárně provádíme akvizici vždy vleže na zádech v transverzální rovině, s následným reformátováním dat do koronální roviny</li> <li>• pozn.: akvizice v koronální rovině (s maximálním záklonem hlavy vleže na břicho) nemá u helikálních skenerů opodstatnění, naopak zvyšuje přítomnost artefaktů ze stomatologických implantátů či výplní a zbytečně vystavuje oční čočky primárnímu svazku záření</li> <li>• v žádném případě nepoužívat pro zobrazení VDN protokol pro CT mozku: dávka na oční čočku je při něm mnohonásobně vyšší (!)</li> </ul>

<b>5.2.4 CT očních, CT obličejového skeletu</b>	
kód VZP – 89611, 89613, 89615, 89617	
kód ČRK – 06. 02. 003, 06. 02. 004, 06. 02. 005, 06. 02. 010	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.
příprava nemocného	nativ bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL
uložení	vleže na zádech, hlava fixována, přesně v ose stolu (bez úklonu)
instrukce nemocnému	nehýbat se, nepolykat
rozsah vyšetření	očníce nebo obličejový skelet
topogram	boční
kV	120
mAs doporučené (FBP)	70 – 105
CTDIvol typický	10 – 15 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,8 – 1,2
tloušťka rekonstruované vrstvy	1 – 1,5 mm (kostní kernel) a 3 mm (měkkotkáňový kernel)
objem KL (+ proplach FR)	60 – 75 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	2 ml/s
zpoždění	60 s
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rekonstrukce minimálně v transverzální a koronální rovině</li> <li>• v žádném případě nepoužívat pro CT očních / obličejového skeletu protokol pro CT mozku: mnohonásobně vyšší dávka na oční čočku (!)</li> </ul>

<b>5.2.5 CT hlavy a krku</b>	
kód VZP – 89611, 89613, 89617 kód ČRK – 06. 04. 001, 06. 04. 002, 06. 04. 003	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.
příprava nemocného	nativ bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL
uložení	vleže na zádech, hlava fixována, přesně v ose stolu (bez úklonu)
instrukce nemocnému	nehýbat se, nepolykat
rozsah vyšetření	plicní vrcholy až báze lební
topogram	předozaďní
kV	100 – 120
mAs doporučené (FBP)	150
CTDIvol typický	12 – 20 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 5 mm měkké tkáně, volitelně ≤ 2 mm skelet
objem KL (+ proplach FR)	60 – 80 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	2 – 2,5 ml/s (4 ml/s u vyš. s arteriální fází)
zpoždění	40 – 50 s (venózní fáze)
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pokud to lze, nastavit hlavu do takové polohy, aby nedošlo k ozáření očních čoček</li> <li>• u izotropního nebo blízce izotropního datového pole rekonstrukce v měkkotkáňovém kernelu v axiální, sagitální a koronální rovině, volitelně rekonstrukce v kostním kernelu axiální, ev. další roviny</li> </ul>

<b>5.2.6 CT C páteře</b>	
kód VZP – 89611, 89615, 89617 kód ČRK – 06. 03. 001, 06. 03. 002, 06. 03. 003	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.
příprava nemocného	nativ bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL
uložení	vleže na zádech, hlava fixována, přesně v ose stolu (bez úklonu)
instrukce nemocnému	nehýbat se, nepolykat
rozsah vyšetření	cíleně na požadované obratle včetně přilehlých meziobratlových prostorů / necíleně foramen magnum až C7/Th1
topogram	boční
kV	120 (event. 130 – 140 u osob nad 120 kg)
mAs doporučené (FBP)	180 – 290 (s přihlédnutím k habitu nemocného)
CTDI <sub>vol</sub> typický	12 – 20 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,8 – 1,2
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,75 – 1 mm (kostní kernel) a 2 – 3 mm (měkkotkáňový kernel)
objem KL (+ proplach FR)	80 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	2 – 2,5 ml/s
zpoždění	60 – 70 s
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel transverzálně a sagitálně</li> <li>vyšetření s KL dle tohoto protokolu pouze u patologických procesů páteře a páteřního kanálu (v ostatních případech postupovat dle protokolu CT hlavy a krku)</li> </ul>

<b>5.2.7 CT Th páteř</b>	
kód VZP – 89611, 89613, 89617 kód ČRK – 06. 03. 004, 06. 03. 005, 06. 03. 006	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.
příprava nemocného	nativ bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL
uložení	vleže na zádech, ruce vzpažené
instrukce nemocnému	nehýbat se
rozsah vyšetření	cíleně na požadované obratle včetně přilehlých meziobratlových prostorů / výjimečně necíleně C7 – L1 (radiační dávka!)
topogram	Boční
kV	120 (event. 130 – 140 u osob nad 120 kg)
mAs doporučené (FBP)	200 – 350 (s přihlédnutím k habitu nemocného)
CTDI <sub>vol</sub> typický	12 – 25 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,8 – 1,2
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,75 – 1 mm (kostní kernel) a 3 mm (měkkotkáňový kernel)
objem KL (+ proplach FR)	80 – 100 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	2 – 2,5 ml/s
zpoždění	60 – 70 s
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel transverzálně a sagitálně</li> <li>vyšetření s KL dle tohoto protokolu pouze u patologických procesů páteře a páteřního kanálu (v ostatních případech postupovat dle protokolu CT hrudníku)</li> </ul>



<b>5.2.8 CT LS páteře</b>	
kód VZP – 89611, 89613, 89617 kód ČRK – 06. 03. 007, 06. 03. 008, 06. 03. 009	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.
příprava nemocného	nativ bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL
uložení	vleže na zádech, ruce vzpažené
instrukce nemocnému	nehýbat se
rozsah vyšetření	cíleně na požadované obratle včetně přilehlých meziobratlových prostorů / necíleně L1 – S1
topogram	boční
kV	120 (event. 130 – 140 u osob nad 120 kg)
mAs doporučené (FBP)	280 – 500 (s přihlédnutím k habitu nemocného)
CTDI <sub>vol</sub> typický	20 – 35 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,8 – 1,2
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,75 - 1 mm (kostní kernel) a 2 – 3 mm (měkkotkáňový kernel)
objem KL (+ proplach FR)	80 – 100 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	2 – 2,5 ml/s
zpoždění	60 – 70 s
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel transverzálně a sagitálně</li> <li>vyšetření s KL dle tohoto protokolu pouze u patologických procesů páteře a páteřního kanálu (v ostatních případech postupovat dle protokolu CT břicha a pánve)</li> </ul>

<b>5.2.9 CT angiografie mozkových a krčních tepen</b>	
kód VZP – 89617 kód ČRK – 06. 08. 001	
strategie vyšetření	s KL i. v.
příprava nemocného	nalačno a standardní příprava před KL
uložení	vleže na zádech, ruce podél těla
instrukce nemocnému	nehýbat se, nepolykat
rozsah vyšetření	dolní okraj aortálního oblouku až vertex kalvy
topogram	boční
kV	100 – 120 (100 kV poskytuje lepší kontrastní rozlišení jódové KL obecně u všech CTA, limitací může být konstituce pacienta a max. dosažitelný proud na rentgence)
mAs doporučené (FBP)	120 – 200 (160 – 250 při 100 kV)
CTDI <sub>vol</sub> typický	8 – 15 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,6 – 0,8 mm a 1,5 – 2 mm (kernel pro CTA s potlačením rozhraní)
objem KL (+ proplach FR)	50 – 80 ml dle doby trvání skenu (+ min. 30 ml FR): výpočet objemu KL viz oddíl 1.1 Obecná doporučení
rychlost aplikace KL	minim. 4 ml/s (400 mg/ml); minim. 5 ml/s (300 mg/ml)
zpoždění	arteriální fáze, nutná monitorace bolu KL
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hodnocení stenóz na TRA vrstvách a MPR v rovině tepny tl. ≤ 1 mm</li> <li>• vhodné doplnění tenkých (3 – 6mm) MIP rekonstrukcí v základních rovinách</li> <li>• volitelně celoobjemové MIP a VRT rekonstrukce</li> </ul>

<b>5.2.10 CT angiografie plicních tepen</b>	
kód VZP – 89617 kód ČRK – 06. 08. 003	
strategie vyšetření	s KL i. v.
příprava nemocného	nalačno a standardní příprava před KL
uložení	vleže na zádech, ruce nad hlavou
instrukce nemocnému	nehýbat se a nedýchat
rozsah vyšetření	horní hrudní apertura až brániční úhly
topogram	předozadní
kV	100 (120 kV u silně obézních osob)
mAs doporučené (FBP)	120 – 160 (s přihlédnutím k habitu nemocného)
CTDIvol typický	6 – 10 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,6 – 0,8 mm a 3 mm (kernel pro CTA s potlačením rozhraní)
objem KL (+ proplach FR)	50 – 80 ml dle doby trvání skenu (+ min. 30 ml FR): výpočet objemu KL viz oddíl 1.1 Obecná doporučení
rychlost aplikace KL	minim. 4 ml/s (400 mg/ml); minim. 5 ml/s (300 mg/ml)
zpoždění	plicní arteriální fáze, nutno použít monitoraci bolu KL
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• základní rekonstrukce TRA, volitelně MPR rekonstrukce COR</li> <li>• MIP rekonstrukce jsou pro průkaz malých embolů nevhodné (!)</li> <li>• měla by být současně již i kontrastní náplň v aortě</li> </ul>

<b>5.2.11 CT angiografie aorty</b>	
kód VZP – 89617 kód ČRK – 06. 08. 005	
vyšetření	s KL i. v.
příprava nemocného	nalačno a standardní příprava před KL
uložení	vleže na zádech, ruce nad hlavou
instrukce nemocnému	nehýbat se a nedýchat
rozsah vyšetření	hrudní aorta: horní hrudní apertura až brániční úhly břišní aorta: vrchol bránice až sedací hrboly
topogram	předozadní
kV	100 (120 kV u silně obézních osob)
mAs doporučené (FBP)	hrudní aorta: 120 – 160; břišní aorta: 120 – 200
CTDIvol typický	hrudní aorta: 5 – 7 mGy; břišní aorta: 8 – 10 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,6 – 0,8 mm a 3 mm (kernel pro CTA s potlačením rozhraní)
objem KL (+ proplach FR)	60 – 100 ml dle doby trvání skenu (+ min. 30 ml FR): výpočet objemu KL viz oddíl 1.1 Obecná doporučení
rychlost aplikace KL	minim. 4 ml/s (400 mg/ml); minim. 5 ml/s (300 mg/ml)
zpoždění	arteriální fáze, monitorace bolu KL
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volitelně doplnit o tenké (3 – 5mm) MIP či MPR rekonstrukce COR, SAG, případně v šikmé rovině rovnoběžné s aortálním obloukem</li> <li>• volitelně VRT rekonstrukce</li> <li>• u stentgraftů a podezření na aktivní krvácení doplnit o sken ve venózní fázi (doporučeno s redukovanou dávkou o 20 – 40 %)</li> </ul>

<b>5.2.12 CT skeletu ramen/pánve</b>	
kód VZP – 89615 kód ČRK – 06. 06. 008, 06. 12. 001, 06. 12. 004	
strategie vyšetření	nativně (traumatologické a ortopedické indikace)
příprava nemocného	bez přípravy
uložení	vleže na zádech rameno: paže podél těla pánev: paže vzpažené / uložené na břicho mimo pánev
instrukce nemocnému	nehýbat se
rozsah vyšetření	rameno: akromion až dolní úhel lopatky pánev: hřebeny lopat kyčelních kostí až sedací hrboly
topogram	předozaďní
kV	120 (možno 130 – 140 kV u osob nad 120 kg)
mAs doporučené (FBP)	120 – 240 (s přihlédnutím k habitu nemocného)
CTDI <sub>vol</sub> typický	10 – 18 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,8 – 1,2
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,75 – 1 mm (kostní kernel) a 3 mm (měkkotkáňový kernel)
objem KL (+ proplach FR)	–
rychlost aplikace KL	–
zpoždění	–
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel alespoň transverzálně</li> <li>• kontrolní vyšetření navazující na vstupní vyšetření daného pacienta je žádoucí provádět s nižším nastavením mAs (o 30 až 50 %), především u mladých jedinců z důvodu vysoké gonádové dávky při CT pánve</li> <li>• u velmi štíhlých dospělých a dětí je možno dávku významně snížit nastavením napětí na 100 kV (velmi štíhlí dospělí) nebo 80 kV (menší děti)</li> </ul>

<b>5.2.13 CT horních/dolních končetin</b>	
kód VZP – 89611, 89615, 89617 kód ČRK – 06. 12. 001, 06. 12. 002, 06. 12. 003	
strategie vyšetření	nativně (traumatologické a ortopedické indikace) nebo s KL i. v. (záněty, nádory)
příprava nemocného	nativně bez přípravy; s KL nalačno a standardní příprava před KL
uložení	vleže na zádech (na břicho), při vyšetření horních končetin optimálně se vzpažením (plavecká poloha)
instrukce nemocnému	nehýbat se
rozsah vyšetření	dle indikace lékaře
topogram	Předozaďní
kV	120 (pro redukci dávky možno 100 kV pro periferní části končetin)
mAs doporučené (FBP)	100 – 140 (s přihlédnutím k habitu nemocného)
CTDI <sub>vol</sub> typický	6 – 10 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,8 – 1,2
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,75 – 1 mm (kostní kernel) a 3 mm (měkkotkáňový kernel)
objem KL (+ proplach FR)	70 – 100 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	2 – 2,5 ml/s (4 ml/s při zobrazení vč. arteriální fáze)
zpoždění	standardně 60 s, volitelně i arteriální fáze 20 – 25 s
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel alespoň transverzálně</li> <li>• tento protokol nepoužívat (!) pro CT ramen a pánve (nebezpečí nedostatečné expozice a vysokého šumu)</li> </ul>

<b>5.2.14 CT kloubů</b>	
kód VZP – 89615 kód ČRK – 06. 12. 004	
strategie vyšetření	nativně (traumatologické a ortopedické indikace) / s nitrokloubním podáním ředěné KL (CT arthrografie)
příprava nemocného	nativně bez přípravy; pro CT arthrografii doporučeno nalačno a se standardní přípravou před KL
uložení	vleže na zádech (na břiše), při vyšetření horních končetin optimálně se vzpažením (plavecká poloha)
instrukce nemocnému	nehýbat se
rozsah vyšetření	dle indikace lékaře
topogram	zpravidla předozadní, v odůvodněných případech může být i boční
kV	120 (pro redukci dávky možno 100 kV pro periferní klouby)
mAs doporučené (FBP)	100 – 140 (s přihlednutím k habitu nemocného)
CTDI <sub>vol</sub> typický	6 – 10 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,7 – 1,0
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,75 – 1 mm (kostní kernel) a 3 mm (měkkotkáňový kernel) u CT arthrografie ještě 1 mm (střední kernel)
objem KL nitrokloubně	10 – 15 ml ředěné KL při CT arthrografii
rychlost aplikace KL	pomalou, manuálně pod UZ nebo skiaskopickou kontrolou
zpoždění	CT arthrografie: zobrazit do 20 min. od aplikace KL
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel alespoň transverzálně</li> <li>• tento protokol nepoužívat (!) pro CT ramen a pánve (nebezpečí nedostatečné expozice a vysokého šumu)</li> <li>• v případě potřeby i. v. aplikace KL (záněty, nádory) postupovat podle protokolu pro CT končetin</li> </ul>



<b>5.2.15 CT hrudníku</b>	
kód VZP – 89611, 89615, 89617 kód ČRK – 06. 06. 001, 06. 06. 002, 06. 06. 003, 06. 07. 002	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.
příprava nemocného	bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL
uložení	vleže na zádech, HKK vzpažené
instrukce nemocnému	nehýbat se, nadechnout se a nedýchat
rozsah vyšetření	od jugula po bránici, zachytit celý objem plic; u karcinomu plic vč. nadledvin
topogram	předozadní
kV doporučené	100 – 120
mAs (FBP) doporučené	120 – 150
CTDI <sub>vol</sub> typický	10 – 15 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	5 mm (měkkotkáňový kernel); ≤ 1,5 mm (plicní kernel)
objem KL (+ proplach fyziologickým roztokem)	70 – 80 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	3 ml/s
zpoždění	25 – 30 s (současná náplň plicnice i aorty)
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• u multidetektorových přístrojů (10 a více řad) vždy rekonstruovat HRCT vrstvy (tl. ≤ 1,5 mm)</li> <li>• pro detekci plicních uzlů jsou vhodné MIP vrstvy o tl. 10 – 15 mm</li> <li>• pokud to povaha nálezu umožňuje, používat pro kontrolní vyšetření nízkodávkové protokoly bez KL (100 – 120 kV, max. 50 mAs)</li> <li>• MPR v sagitální a koronální rovině v měkkotkáňovém i plicním kernelu</li> </ul>

<b>5.2.16 HRCT plic</b>	
kód VZP – 89613, 89615 kód ČRK – 06. 06. 004	
strategie vyšetření	nativně, sekvenční vyšetření
příprava nemocného	bez přípravy
uložení	vleže na zádech, elevace HKK
instrukce nemocnému	nehýbat se, nadechnout se a nedýchat (v případě expiračních skenů vydechnout a nedýchat)
rozsah vyšetření	od jugula po bránici
topogram	předozadní
kV doporučené	120
mAs (FBP) doporučené	100 – 150
CTDIvol typický	4 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	sekvenční sken
tloušťka rekonstruované vrstvy	≤ 1,5 mm, odstup vrstev 10 – 15 mm
objem KL (+ proplach fyziologickým roztokem)	–
rychlost aplikace KL	–
zpoždění	–
poznámka	u multidetektorových přístrojů s deseti a více řadami je objemové (helikální) HRCT součástí standardního CT hrudníku

<b>5.2.17 CT břicha, pánve, retroperitonea</b>	
kód VZP – 89611, 89615, 89617, 89619	
kód ČRK – 06. 06. 005, 06. 06. 006, 06. 06. 007, 06. 06. 008, 06. 06. 009, 06. 06. 010, 06. 06. 013, 06. 06. 014	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v. / s KL i. v. ve více fázích
příprava nemocného	nalačno, standardní příprava před aplikací KL, perorální příprava (500 – 1000 ml, preferenčně voda)
uložení	vleže na zádech, elevace horních končetin
instrukce nemocnému	nehýbat se, nadechnout se a nedýchat
rozsah vyšetření	od vrcholu bránice po sedací hrboly, v indikovaných případech cílené zobrazení pouze epigastria nebo pánve
topogram	Předozadní
kV doporučené	120
mAs (FBP) doporučené	150 – 200
CTDIvol typický	15 – 20 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 5 mm
objem KL (+ proplach FR)	80 – 120 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	3 ml/s (4 ml/s u vyšetření s arteriální fází)
zpoždění	20 – 25 s arteriální fáze, 50 – 75 s venózní fáze, 3 – 5 min. pozdní fáze, 10 min. vylučovací fáze
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• použít jen tolik fází, kolik je nezbytně nutných pro diagnostiku</li> <li>• nativní vyšetření a vylučovací fázi je žádoucí provést se sníženou dávkou</li> <li>• preferovaná je perorální příprava izodenzní KL</li> <li>• při CT enterografii se aplikuje až 2 l izodenzní KL (2,5% roztok manitolu nebo sorbitolu)</li> <li>• příprava jódovou kontrastní látkou per os je vhodná při podezření na únik mimo lumen GIT (píštěle, perforace) a při potřebě odlišit střevní lumen od kolekce tekutiny</li> <li>• při vyšetření samotné pánve může pacient mělce dýchat</li> <li>• MPR v koronální a sagitální rovině v měkkotkáňovém kernelu</li> </ul>

<b>5.2.18 CT trupu (hrudník, břicho, pánev)</b>	
kód VZP – 89611, 89613, 89615, 89617	
kód ČRK – 06. 06. 011, 06. 06. 012, 06. 06. 015, 06. 06. 016, 06. 06. 017	
strategie vyšetření	nativně / s KL / nativně a s KL
příprava nemocného	nalačno, standardní příprava před aplikací KL, vhodná perorální příprava izodenzní KL (500 – 1000 ml)
uložení	vleže na zádech, elevace HKK
instrukce nemocnému	nehýbat se, nadechnout se a nedýchat
rozsah vyšetření	od jugula po sedací hrboly (v indikovaných případech možno zahrnout i krk)
topogram	Předozadní
kV doporučené	120
mAs (FBP) doporučené	140 – 180
CTDIvol typický	15 – 20 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	5 mm (u multidetektorových přístrojů s 10 a více řadami pro plíce ≤ 1,5 mm)
objem KL (+ proplach FR)	100 ml (+ min. 20 ml)
rychlost aplikace KL	2,5 – 3 ml/s
zpoždění	40 – 50 s, venózní fáze
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• screening nebo kontroly uzlin lze provádět pouze nativně s nízkou dávkou</li> <li>• kraniokaudální směr skenování</li> <li>• MPR v měkkotkáňovém a plicním kernelu v sagitální a koronální rovině</li> </ul>

<b>5.2.19 CT k vyloučení urolitiázy</b>	
kód VZP – 89615 kód ČRK – 06. 06. 005	
strategie vyšetření	nativně
příprava nemocného	naplněný močový měchýř
uložení	vleže na zádech, elevace horních končetin
instrukce nemocnému	nehýbat se, nadechnout se a nedýchat
rozsah vyšetření	od horních pólů ledvin po sedací hrboly
topogram	Předozadní
kV doporučené	100 – 120
mAs (FBP) doporučené	100
CTDI <sub>vol</sub> typický	8 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 5 mm
objem KL (+ proplach FR)	–
rychlost aplikace KL	–
zpoždění	–
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• preferovaně nízkodávkové vyšetření</li> <li>• pro materiálovou analýzu konkrementů lze využít CT s duální energií záření</li> <li>• MPR v koronální a sagitální rovině</li> </ul>

<b>5.2.20 CT kolonografie</b>	
kód VZP – 89615	
kód ČRK – 06. 06. 005	
strategie vyšetření	nativně, virtuální endoskopie
příprava nemocného	vyprázdnění, označení stolice pozitivní KL, aplikace vzduchu nebo CO <sub>2</sub> per rectum, aplikace spasmolytika těsně před vyšetřením
uložení	vleže na zádech + vleže na břiše, elevace horních končetin
instrukce nemocnému	nehýbat se, nadechnout se a nedýchat
rozsah vyšetření	od bránice po sedací hrboly
topogram	Předozadní
kV doporučené	120
mAs (FBP) doporučené	100
CTDI <sub>vol</sub> typický	8 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 5 mm, ≤ 2 mm pro virtuální endoskopii
objem KL (+ proplach FR)	–
rychlost aplikace KL	–
zpoždění	–
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• preferuje se nízkodávkové vyšetření</li> <li>• před skenováním v obou polohách ověřit kvalitu náplně střeva na topogramu</li> <li>• pro posouzení samotného tlustého střeva stačí nativní vyšetření</li> <li>• pouze v případě potřeby současného posouzení dalších břišních orgánů je vhodná aplikace KL (viz CT břicha, retroperitonea a pánve)</li> <li>• součástí vyšetření je virtuální endoskopie</li> <li>• MPR v koronální a sagitální rovině</li> </ul>

<b>5.2.21 CT k navigaci intervenčních výkonů</b>	
kód VZP – 89325, 89313, 89311	
kód ČRK – 06. 09. 001, 06. 09. 002, 06. 09. 003, 06. 09. 004, 06. 09. 005, 09. 02. 024	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. (podle situace)
příprava nemocného	nalačno, standardní příprava před aplikací KL, vyšetření koagulace, u RFA analgosedace
uložení	řídí se oblastí zájmu
instrukce nemocnému	nehýbat se, v oblastech ovlivněných dýchacími pohyby nádech (event. výdech) a nedýchat
rozsah vyšetření	oblast zájmu
topogram	předozadní nebo boční, dle oblasti zájmu
kV doporučené	nutno přizpůsobit vyšetřované oblasti (viz dedikované protokoly)
mAs (FBP) doporučené	nutno přizpůsobit vyšetřované oblasti (viz dedikované protokoly)
CTDIvol typický	nutno přizpůsobit vyšetřované oblasti (viz dedikované protokoly)
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 2,5 mm
pitch	– (obvykle sekvenční skenování)
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 6 mm
objem KI (+ proplach FR)	parametry aplikace KL odpovídají protokolům pro vyšetření oblasti zájmu
rychlost aplikace KL	dtto
zpoždění	dtto
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• preferuje se nízkodávkové vyšetření (cca 50% hodnota mAs oproti standardnímu zobrazení)</li> <li>• hodnotu mAs je třeba přizpůsobit vyšetřované oblasti</li> <li>• při skenování nezůstávat ve vyšetřovně, pokud to není nezbytně nutné, jinak je nutné používat ochranné pomůcky</li> <li>• nedávat ruce do primárního svazku, při manipulaci s nástroji během skenování používat prodlužovací nástavce</li> <li>• minimalizovat čas CT skiaskopie</li> </ul>

<b>5.2.22 CTA koronárních tepen</b>	
kód VZP – 89617 kód ČRK – 06. 08. 004	
strategie vyšetření	s KL i. v.
příprava nemocného	nalačno, standardní příprava před aplikací KL, betablokátory (pokud jsou indikované)
uložení	vleže na zádech, elevace HKK
instrukce nemocnému	nehýbat se, nedýchat
rozsah vyšetření	srdce (u aortokoronárních bypassů včetně ascendentní aorty)
topogram	předozadní
kv doporučené	120
mAs (FBP) doporučené	350 mAs / rotace
CTDIvol typický	50 – 60 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje a EKG synchronizaci, hodnoty mohou být velmi nízké: až 0,1
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,6 – 0,75 mm
objem KL (+ proplach FR)	80 – 100 ml (+ min. 30 ml)
rychlost aplikace KL	4 – 6 ml/s
zpoždění	arteriální fáze, nutná monitorace bolu KL
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pro hodnocení kalciového skóre se používá nativní nízkodávkové vyšetření</li> <li>• při vyšetření bypassů zahrnout oblast jejich odstupu</li> <li>• VRT rekonstrukce, MIP rekonstrukce, zakřivené MPR</li> </ul>



<b>5.2.23 CTA končetinových tepen</b>	
kód VZP – 89617 kód ČRK – 06. 08. 008	
strategie vyšetření	s KL i. v.
příprava nemocného	nalačno, standardní příprava před aplikací KL
uložení	vleže na zádech, elevace HKK
instrukce nemocnému	nehýbat se
rozsah vyšetření	od bránice po špičky prstů
topogram	předozadní
kV doporučené	100 – 120
mAs (FBP) doporučené	150
CTDIvol typický	12 – 15 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,4
tloušťka rekonstruované vrstvy	0,6 – 1,5 mm pro rekonstrukce, 3 mm pro prohlížení
objem KL (+ proplach FR)	100 – 120 ml (+ min. 30 ml)
rychlost aplikace KL	4 – 5 ml/s
zpoždění	arteriální fáze, nutná monitorace bolu KL
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pro hodnocení žil DKK a dolní duté žíly se používá venózní fáze se zpožděním až 180 s (preferenčně se sníženou dávkou)</li> <li>• VRT rekonstrukce, MIP rekonstrukce, zakřivené MPR</li> </ul>

<b>5.2.24 CT perfuze mozku</b>	
kód VZP – 89617 kód ČRK – 06. 01. 007	
strategie vyšetření	s KL i. v.
příprava nemocného	nalačno, standardní příprava před aplikací KL
uložení	vleže na zádech, HK podél těla
instrukce nemocnému	nehýbat se, nepolykat
rozsah vyšetření	limitované vyšetření v oblasti bazálních ganglií, objemové vyšetření v rozsahu celého mozku
topogram	Boční
kV doporučené	80
mAs (FBP) doporučené	150 – 200 (20 – 30 cyklů à 1 – 2 s)
CTDI <sub>vol</sub> typický	< 300 mGy
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 2,5 mm
pitch	sekvenční vyšetření, v případě objemového vyšetření s posunem stolu je pitch nastavován automaticky v závislosti na periodě skenování
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 10 mm
objem KL (+ proplach FR)	40 – 50 ml (+ min. 30 ml)
rychlost aplikace KL	5 – 6 ml/s
zpoždění	max. 5 s
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>u objemového vyšetření lze doplnit rekonstruované vrstvy šíře ≤ 1,5 mm pro 4D rekonstrukci mozkových cév</li> </ul>

### 5.3 Pediatrické CT protokoly

5.3.1 Pediatrické CT mozku				
kód VZP – 89611, 89613, 89615, 89617				
kód ČRK – 06. 13. 001, 06. 13. 002, 06. 13. 003				
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.			
příprava nemocného	nativ bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL			
uložení	vleže na zádech, hlava pevně fixována, přesně v ose stolu (bez úklonu); u dětí se za všech okolností snažíme předklonit a fixovat hlavu, tak abychom (bez sklápění gantry) skenovali přímo v orbitomeatální rovině, tj. aby primární svazek záření nezasahoval do očné			
instrukce nemocnému	nehýbat se, malé děti dokonale fixovat proti pohybu			
rozsah vyšetření	báze lební až vrchol kalvy, neskenovat přes očné			
topogram	boční, musí zachytit oblast od báze lební po vrchol kalvy (80kV, 20mAs)			
věk	0 – 1	1 – 5	6 – 10	11 – 15
kV	(80) 100	100	100	(100) 120
mAs doporučené (FBP)	80 – 180 (230)	100 – 200	150 – 260	220 – 340
CTDI <sub>vol</sub> typický (mGy)	10 – 25	15 – 30	20 – 45	30 – 55
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 mm do 1 roku; 3 – 5 mm nad 1 rok (měkkotkáňový kernel) 1 – 1,5 mm (kostní kernel)			
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm			
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 0,8 – 1,0			
objem KL (+ proplach FR)	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3			
rychlost aplikace KL	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3			
zpoždění	60 s			
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• topogram pro všechny věkové kategorie 80kV a 20mAs</li> <li>• rekonstrukce minimálně v transverzální a koronální rovině</li> <li>• v žádném případě nepoužívat pro CT oční / obličejové protokoly pro CT mozku: výrazně vzroste dávka na oční čočku (!)</li> </ul>			

<b>5.3.2 Pediatrické CT obličej a krku</b>		
kód VZP – 89611, 89613, 89617 kód ČRK – 06. 13. 004, 06. 13. 005, 06. 13. 006		
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.	
příprava nemocného	nativ bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL	
uložení	vleže na zádech, hlava dobře fixována, přesně v ose stolu (bez úklonu)	
instrukce nemocnému	nehýbat se, nepolykat	
rozsah vyšetření	od báze lebni k hornímu mediastinu	
topogram	předozadní (80kV a 15mAs od 0 – 6let; 80kV a 20mAs u starších)	
věk	0 – 7	7 – 15
kV	100	120
mAs doporučené (FBP)	90 – 150	50 – 90
CTDI <sub>vol</sub> typický	4 – 15 mGy	
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 5 mm měkké tkáně, volitelně ≤ 2 mm skelet	
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm	
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,5	
objem KL (+ proplach FR)	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3	
rychlost aplikace KL	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3	
zpoždění	40 – 50 s (venózní fáze)	
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pokud nevyšetřujeme očníce, nastavíme hlavu do takové polohy, aby nedošlo k ozáření očních čoček</li> <li>• pro CT vyšetření VDN volíme nízkodávkové zobrazení při 80, max. 100 kV</li> <li>• rekonstrukce v měkkotkáňovém kernelu v axiální, sagitální a koronální rovině, volitelně rekonstrukce v kostním kernelu v axiální a ev. další rovině</li> </ul>	

<b>5.3.3 Pediatrické CT břicha, pánve, retroperitonea</b>			
kód VZP – 89611, 89615, 89617, 89619			
kód ČRK – 06. 11. 003, 06. 11. 004, 06. 11. 005, 06. 11. 006			
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v. / s KL i. v. ve více fázích		
příprava nemocného	nalačno, standardní příprava před aplikací KL		
uložení	vleže na zádech		
instrukce nemocnému	nehýbat se, nadechnout se a nedýchat		
rozsah vyšetření	od vrcholu bránice po sedací hrboly, v indikovaných případech cílené zobrazení pouze epigastria nebo pánve		
topogram	Předozadní (80kV a 20mAs)		
věk	0 – 1 rok	2 – 5 let	6 – 10 let
hmotnost	< 10 kg	10 – 20 kg	20 – 45 kg
kV doporučené	80	80	100
mAs (FBP) doporučené	40 – 60	50 – 70	60 – 120
CTDI <sub>vol</sub> typický (mGy)	2 – 3	2 – 4	3 – 7
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 5 mm měkké tkáně, volitelně ≤ 2 mm skelet		
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm		
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,5		
objem KL (+ proplach FR)	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3		
rychlost aplikace KL	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3		
zpoždění	20 – 25 s arteriální fáze, 45 – 60 s venózní fáze, 2 – 4 min. pozdní fáze, 6 – 10 min. vylučovací fáze		
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• použít jen tolik fází, kolik je nezbytně nutných pro diagnostiku</li> <li>• nativní vyšetření a vylučovací fázi je žádoucí provést se sníženou dávkou</li> <li>• CT enterografii nahradit MR enterografií</li> <li>• při vyšetření samotné pánve může pacient mělce dýchat</li> <li>• MPR v koronální a sagitální rovině v měkkotkáňovém kernelu</li> </ul>		

<b>5.3.4 CT trupu u novorozenců</b>	
kód VZP – 89611, 89615, 89617, 89619 kód ČRK – 06. 11. 007, 06. 11. 008	
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v. / s KL i. v. ve více fázích
příprava nemocného	nalačno, standardní příprava před aplikací KL
uložení	vleže na zádech, dobrá fixace proti pohybu
instrukce nemocnému	–
rozsah vyšetření	od vrcholů plic po sedací hrboly, v indikovaných případech cílené zobrazení pouze hrudníku nebo břicha
topogram	předozadní (70kV nebo 80kV, 15 mAs)
kV doporučené	80
mAs (FBP) doporučené	35 – 45
CTDI <sub>vol</sub> typický	0,6 – 3 mGy
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 5 mm
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,5
objem KL (+ proplach FR)	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3
rychlost aplikace KL	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3
zpoždění	15 – 25 s arteriální fáze, 40 – 60 s venózní fáze, 2 – 4 min. pozdní fáze, 6 – 10 min. vylučovací fáze
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• použít jen tolik fází, kolik je nezbytně nutných pro diagnostiku</li> </ul>

<b>5.3.5 Pediatrické CT vyšetření traumat – hrudník, břicho, pánev</b>							
kód VZP – 89611, 89615, 89617, 89619							
kód ČRK – 06. 11. 007, 06. 11. 008							
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v. / s KL i. v. ve více fázích						
příprava nemocného	trauma – bez přípravy						
uložení	vleže na zádech, horní končetiny pokud možno vzpažené						
instrukce nemocnému	nadechnout se a nedýchat (pokud lze), jinak bez pokynů						
rozsah vyšetření	od vrcholů plic po sedací hrboly, v indikovaných případech cílené zobrazení pouze hrudníku nebo břicha						
topogram	předozadní (80kV a 20 mAs)						
hmotnost (kg)	< 9	9 – 17	18 – 26	27 – 35	36 – 44	45 – 67	>68
kV doporučené	(80) 100	100	100	100	100	100	120
mAs (FBP) doporučené	56	58	60	70	80	100-120	120-150
CTDI <sub>vol</sub> typický (mGy)	2,2	2,3	2,4	2,8	3,0	7	10
tloušťka rekonstruované vrstvy	3 – 5 mm měkké tkáně, volitelně ≤ 2 mm skelet, MIP v koronální a sagitální rovině						
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm						
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,5						
objem KL (+ proplach FR)	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3						
rychlost aplikace KL	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3						
zpoždění	20 – 25 s arteriální fáze, 40 – 60 s venózní fáze (ev. 6 – 10 min. vylučovací fáze)						
poznámka	použít jen tolik fází, kolik je nezbytně nutných pro diagnostiku						

<b>5.3.6 Pediatrické CT hrudníku</b>				
kód VZP – 89611, 89615, 89617 kód ČRK – 06. 11. 001, 06. 11. 002				
strategie vyšetření	nativně / s KL i. v. / nativně a s KL i. v.			
příprava nemocného	bez přípravy; s KL nalačno a standardní přípravou před KL			
uložení	vleže na zádech, horní končetiny vzpažené			
instrukce nemocnému	nehýbat se, nadechnout se a nedýchat			
rozsah vyšetření	od plicních vrcholů po bránici, zachytit celý objem plic			
topogram	předozadní (80 kV a 15 mAs)			
věk (roky) / hmotnost (kg)	0 – 1 / 3 – 9	2 – 5 / 10 – 19	6 – 10 / 20 – 35	11 – 15 / >35
kV doporučené	80	80	100	120 (100)
mAs (FBP) doporučené	45 – 50	50 – 60	50 – 85	75 – 90
CTDI <sub>vol</sub> typický (mGy)	1,5 – 3	2 – 4	3 – 5	4 – 9
tloušťka rekonstruované vrstvy	5 mm (měkkotkáňový kernel); ≤ 1,5 mm (plicní kernel)			
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm			
pitch	závisí na konstrukci přístroje, obvykle 1,0 – 1,5			
objem KL (+ proplach fyziologickým roztokem)	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3			
rychlost aplikace KL	dle obecných doporučení – viz Příloha, kap. 6.3			
zpoždění	20 – 30 s (současná náplň plicnice i aorty)			
poznámka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• u multidetektorových přístrojů (10 a více řad) vždy rekonstruovat HRCT vrstvy (tl. ≤ 1,5 mm)</li> <li>• MPR v sagitální a koronální rovině v měkkotkáňovém i plicním kernelu</li> </ul>			



<b>5.3.7 Pediatrické HRCT plic</b>							
kód VZP – 89613, 89615 kód ČRK – 06. 11. 001							
strategie vyšetření	nativně, sekvenční vyšetření s odstupem mezi vrstvami 10 – 25 mm						
příprava nemocného	bez přípravy						
uložení	vleže na zádech						
instrukce nemocnému	nehýbat se, nadechnout se a nedýchat (v případě expiračních skenů vydechnout a nedýchat)						
rozsah vyšetření	od plicních vrcholů po bránici						
topogram	předozaďní						
hmotnost (kg)	< 9	9 – 17	18 – 26	27 – 35	36 – 44	45 – 67	>67
kV	100						
mAs (FBP) doporučené	28	32	38	45	55	80	90 – 130
CTDI <sub>vol</sub> typický (mGy)	0,8	1,3	1,5	1,8	2,0	3,0	4 – 5
tloušťka rekonstruované vrstvy	≤ 1,5 mm, odstup vrstev 10 – 25 mm (podle indikace)						
kolimace	závisí na konstrukci detektorů, u MDCT obvykle 0,5 – 1,2 mm						
pitch	– (sekvenční vyšetření)						
objem KL (+ proplach fyziologickým roztokem)	–						
rychlost aplikace KL	–						
zpoždění	–						
poznámka	u multidetektorových přístrojů s 10 a více řadami je objemové (helikální) HRCT součástí standardního CT hrudníku						

## 6. Přílohy

1. Radiační ochrana žen v reprodukčním věku
2. Metodický list intravaskulárního podání kontrastních látek
3. Orientační hodnoty pro intravenózní aplikaci kontrastní látky u CT vyšetření dětí
4. Přehled typických hodnot  $CTDI_{vol}$  pro jednotlivá CT vyšetření dospělých
5. Přehled standardizovaných CT výkonů LO dle České radiologické klasifikace
6. Požadavky na používání měřidel při lékařském ozáření podle atomového zákona a zákona o metrologii

### 6.1 Příloha 1: Radiační ochrana žen v reprodukčním věku

V praxi často dochází k některým nežádoucím situacím. Např. po rtg vyšetření těhotné ženy se setkáváme s neúměrnými obavami před možným rizikem, které někdy vedou až k požadavku přerušení těhotenství v situaci, která nepředstavuje pro plod žádné riziko.

Dalším příkladem je odložení rtg vyšetření těhotné ženy ve snaze uchránit plod, což může mít za následek pozdní diagnózu závažného onemocnění, jež posléze ohrozí matku i plod či dítě.

U žen pracujících na rtg odděleních může při podezření na těhotenství jejich přeložení na jiné oddělení narušit chod oddělení, případně vést k diskriminaci žen v reprodukčním věku při rozhodování o jejich přijetí na rtg oddělení.

Je proto třeba znát velikost dávek a stupeň rizika, spojeného s lékařskými expozicemi u žen a u plodu ve vztahu k fázi těhotenství, a na těchto poznatcích založit doporučení správných postupů při zvažování indikace a při vlastní realizaci jednotlivých rtg vyšetření. Zde je třeba také upozornit na zásady publikované v metodickém návodu MZ ČR „Indikační kritéria pro zobrazovací metody“.

Při poučení rodičů před nebo po ozáření plodu není namístě výslovně zdůrazňovat zvýšenou vnímavost plodu na pozdní indukce zhoubného bujení.

#### 6.1.1 Velikosti typických dávek spojených s LO u žen

Děloha obdrží významnější dávku, jen když je ve vyšetřovaném poli. Proto jsou dávky na uterus při vyšetřeních hlavy a hrudníku relativně nízké. Např. u CT vyšetření plic při podezření na plicní embolii těhotné ženy činí dávka na uterus méně než 0,2 mGy.

Na druhé straně když je uterus ve vyšetřovaném objemu, obdrží dávku, která odpovídá průměrné dávce v celém ozářeném objemu tkáně. Hodnoty dávek na dělohu jsou při hrubém odhadu stejné jako hodnoty  $CTDI_{vol}$  uvedené v příloze 6.2 (pozor – toto platí jen, pokud byla děloha při vyšetření v přímém svazku; pokud v přímém svazku nebyla, jsou reálné hodnoty na dělohu o několik řádů nižší). Tyto hodnoty jsou vztaženy na jednu fázi, tzn., že u reálného vyšetření v oblasti pánve při stanovování hrubého odhadu dávky na dělohu je třeba je vynásobit počtem fází. Přesné určení dávky na dělohu pro účely hodnocení rizika pro plod zajišťuje radiologický fyzik s využitím vhodného výpočetního programu.

#### 6.1.2 Účinky IZ na těhotenství

Jsou dvojího typu: účinky teratogenní (riziko poškození vývoje plodu) a karcinogenní (pozdní indukce zhoubného bujení).

##### 6.1.2.1 Účinky teratogenní

Z pohledu radiobiologického je významné, že:

- deterministické účinky při mechanismu buněčné smrti nastupují až od jistého prahu,
- radiosenzitivita plodu se výrazně mění v průběhu těhotenství,

- spontánní výskyt malformací je pozorován až u 3 % těhotenství (mentální retardace, ať již vázána na malformace či ne, má rovněž incidenci 3 %).

Pokud k ozáření dojde:

**a) před implantací vajíčka (v 1. až 3. týdnu post conceptionem)**

Vajíčko je ve stadiu moruly. Každá z jejích buněk je schopna se vyvinout v normální zárodek, je zde tedy kompenzační mechanismus. Účinek ozáření lze vyjádřit pravidlem vše nebo nic. Jsou-li všechny buňky poškozeny, těhotenství končí a není ani zjištěno – nedojde ani ke zpoždění menstruace. Je-li poškozena jen část buněk moruly, zaniknou a těhotenství probíhá dále normálně, jako by plod nebyl vystaven IZ.

**b) během organogeneze (ve 4. až 9. týdnu post conceptionem)**

Radiosenzitivita plodu je v tomto období vysoká, nejvyšší je mezi 3. a 5. týdnem post conceptionem. Buňky plodu se rychle dělí a diferencují. Poškození skupiny buněk může v tomto stadiu znamenat zástavu vývoje, částečnou či úplnou, orgánu či končetiny, a vyvolat tak významnou malformaci. Tento účinek je deterministický a objeví se až po překročení určitého prahu. Většina autorů předpokládá, že tento práh leží mezi 100 a 300 mGy dávky v děloze. Tzn., že pro většinu rtg vyšetření nepřichází tento účinek v potaz.

**c) během zrání plodu (od 10. týdne do porodu)**

Většina orgánů je již formována, a smrt skupiny buněk může proto vyvolat jen menší či částečné orgánové poškození. Výjimkou je mozek, u kterého k migraci neuronů a formaci mozkové kůry dochází až do 15. týdne těhotenství. Různé vnější vlivy, tedy i ozáření IZ, mohou vyvolat mentální retardaci, která může, ale nemusí být sdružena se zmenšením obvodu lebky. Toto riziko má práh kolem 500 mGy, ale existují práce, které referují o snížení IQ na hodnoty kolem 70 i u dávek nad 200 mGy. To znamená, že ani v tomto případě pro většinu rtg vyšetření nepřichází tento účinek v potaz.

### 6.1.2.2 Účinky kancerogenní

Jsou svázány s poškozením, ale nikoliv se smrtí buňky. Mají charakter stochastický: pravděpodobnost jejich výskytu se tedy teoreticky bezprahově zvyšuje úměrně s obdrženou dávkou v příslušné tkáni nebo orgánu.

Je třeba vědět, že spontánní incidence karcinomů a leukemií u dětí mezi 0 a 15 lety věku se pohybuje mezi 2 a 3 promile.

V Hirošimě a v Nagasaki nebyl pozorován prokazatelný nárůst rakovinného bujení u dětí matek ozářených při výbuchu. Avšak statisticky byl prokázán výrazný nárůst rakoviny a zejména leukemie u dětí ozářených v děloze dávkami nad 200 mGy (takto vysoké dávky se však u většiny rtg vyšetření nevyskytují). Na vyšší vnímavost k indukci nádorů u plodů ozářených in utero navazuje i vyšší vnímavost kojenců a dětí ve srovnání s dospělými. Ozáření plodu a později i dětí je tedy třeba při radiodiagnostických výkonech věnovat zvýšenou pozornost.

### 6.1.3 Rizika u žen v reprodukčním věku zaměstnaných na rtg pracovištích

Je třeba rozptýlit mnohdy iracionální obavy žen pracujících na odděleních se zdroji IZ.

Dávkové limity pro plod jsou srovnatelné s limity pro populaci. Tento přístup je racionální, neboť zatímco matka si zvolila své povolání na základě znalosti všech rizik, budoucí dítě tuto volbu nemělo. To však může vést k praktickým problémům na pracovišti.

Jakmile žena oznámí, že je těhotná, je třeba upravit její práci tak, aby po zbytek těhotenství plod neobdržel dávku převyšující 1 mGy.

V praxi není třeba tyto ženy pracovně diskriminovat, neboť u profesionální pracovnice padá primární odpovědnost na ženu samotnou. Není tedy nutné ji přeložit na jiné oddělení ani jí zcela zabránit pracovat ve sledovaném či kontrolovaném pásmu, pokud sama dbá na svoji zvýšenou ochranu. Pokud je to možné, je vhodné jí částečně či úplně umožnit přechod na pracoviště, kde je riziko ozáření IZ menší – např. z oddělení intervenční radiologie na CT či ze skiaskopického pracoviště na pracoviště skiagrafické, případně tam, kde riziko IZ nehrozí vůbec (UZ, MR).

Pokud však těhotná žena požádá sama o přeřazení na jiné oddělení, je třeba jí vyhovět, většinou po projednání s příslušným pracovním lékařem.

Je třeba také vycházet z poznatku, že úroveň ozáření u velké většiny osob, které pracují v radiodiagnostických provozech a jež jsou monitorovány osobními dozimetry, je velmi nízká. Navíc osobní dozimetry měří povrchové dávky, takže dávky, které obdrží plod, jsou řádově nižší. Pokud je osobní dozimetr nošen na povrchu ochranné zástěry, je dávka na plod přibližně 100x nižší než údaj dozimetru.

## 6.2 Příloha 2: Metodický list intravaskulárního podání kontrastních látek

Kontrastní látky (KL) slouží k lepšímu zobrazení anatomických struktur a orgánů, případně jejich funkce. Jsou nejčastěji aplikovány do cévního řečiště, mohou být podávány přímo do tkáně nebo preformovaných dutin lidského těla.

V současnosti u rentgenových technik používáme k intravaskulárnímu podání pozitivní kontrastní látky obsahující jód. Základní dělení jódomých kontrastních látek (JKL) je na vysokoosmolální (7x vyšší osmolalita oproti krvi), nízkoosmolální (2 x vyšší osmolalita) a izoosmolální. Intravaskulární podání JKL může u nemocných vyvolat výskyt nežádoucí reakce: alergoidní a chemotoxické (nefrotoxické-kontrastní nefropatie, neurotoxické, kardiotoxické a další). Mezi faktory zvyšující riziko nežádoucí reakce patří: diabetes mellitus, renální insuficience, těžké kardiální a plicní onemocnění, astma bronchiale, předchozí reakce na JKL, polyvalentní alergie, dětský a vysoký věk nemocných, hypertyreóza a mnohočetný myelom. Celková incidence nežádoucích alergoidních reakcí na vysokoosmolální JKL je 6 – 8 %, u nízkoosmolálních JKL 0,2 – 0,7 %. Nízkoosmolální kontrastní látky vyvolávají méně nežádoucích účinků, proto je jejich použití obecně preferováno a doporučováno u rizikových stavů.

Nežádoucí reakce mohou vzniknout nejen po podání JKL, ale i po aplikaci paramagnetických kontrastních látek pro MR a ultrazvukových kontrastních látek; jejich četnost je nižší než v případě JKL.

Tento metodický list řeší zásady intravaskulárního podání KL a aktualizuje informace uvedené ve Stanovisku k používání různých intravenózních kontrastních látek (obor 809 – radiodiagnostika), původně vydaném ve Zpravodaji VZP ČR 5/1993, str. 12.

Aktuální verzi směrnice pro podávání kontrastních látek, schválené Evropskou společností urogenitální radiologie (ESUR Guidelines on Contrast Media) a podporované Radiologickou společností ČLS JEP, lze nalézt na <http://www.esur.org/esur-guidelines/>.

### TYPY NEŽÁDOUCÍCH REAKCÍ

#### Akutní reakce na KL

Náhle vzniklé reakce (do 1 hodiny od podání KL) se liší intenzitou příznaků a jejich subjektivním vnímáním. Pokud jsou příznaky málo klinicky významné, vyžadují pouze zvýšený dohled lékaře. Pokud nabývají na intenzitě, je nutná okamžitá léčebná intervence, u závažných stavů až kardiopulmonální resuscitace.

**Alergoidní reakce** (tj. alergické reakci podobná) vzniká nezávisle na množství podané látky. Dochází při ní k uvolnění histaminu a serotoninu. Reakce mírného stupně se projevují urtikou, mírným bronchospazmem a mírným poklesem tlaku. Při těžké generalizované alergoidní reakci na KL může dojít k hypotenzi, tachykardii, bronchospazmu, laryngeálnímu edému, edému plic nebo křečím.

**Chemotoxická reakce** znamená přímé ovlivnění určitého orgánu, zejména sem patří kontrastní nefropatie (KIN), kardiotoxicita a pulmonální reakce. Tato reakce je typická pro JKL a je přímo úměrná množství podané JKL; více jsou ohroženi nemocní v nestabilním klinickém stavu. Projevy jsou pocit horka, nauzea a zvracení. Hlavní zásadou snížení chemotoxicity je použití co nejmenšího možného množství JKL a dostatečná hydratace každého nemocného před vyšetřením i po něm.

#### Pozdní reakce na JKL

Mohou vzniknout více jak jednu hodinu po podání JKL. Nejčastěji se jedná o lehkou či střední urtiku, otok nebo svědění kůže v rozmezí 1 hodiny až 1 týdne po aplikaci. Tyto reakce jsou pravděpodobně zprostředkovány T-lymfocyty a predispozici jejich vzniku mají nemocní s předchozí reakcí na JKL. Léčba zpožděných reakcí je symptomatická. Jejich výskyt je vzácný. Riziko jejich výskytu je zvýšené u osob léčených interleukinem-2 a osob s pozdní reakcí na JKL v minulosti. Pozdní kožní reakce na KL byly zaznamenány jen u JKL.

#### Velmi pozdní reakce na KL

Tyto nežádoucí reakce vznikají více jak jeden týden po aplikaci KL. V případě JKL se jedná o tyreotoxikózu (u osob s manifestní hypertyreózou) a u paramagnetických KL o nefrogenní systémovou fibrózu (NSF).

### ZÁSADY INTRAVASKULÁRNÍHO PODÁNÍ KL

Kontrastní látka je podávána pouze na pracovišti, které je zabezpečeno léčebnými prostředky pro léčbu nežádoucích reakcí a pro kardiopulmonální resuscitaci. Lékař, který KL aplikuje, je vyškolen v léčbě nežádoucích reakcí a v kardiopulmonální resuscitaci. Účinná premedikace rizikového pacienta kortikoidy vyžaduje jejich podání minimálně 6 – 12 hodin před aplikací JKL. Za premedikaci rizikového pacienta odpovídá indikující lékař. Existuje-li klinická suspekce na poruchu renálních funkcí, uvede indikující lékař na žádanku alespoň aktuální hodnotu sérového kreatininu, optimálně pak hodnotu glomerulární filtrace (eGFR), která je nejlepším indikátorem renální funkce.

### KONTRASTNÍ NEFROPATIE ZPŮSOBENÁ APLIKACÍ JKL

Kontrastní nefropatie (KN) je akutní zhoršení ledvinných funkcí vzniklé po podání JKL, kde byla vyloučena jiná příčina. Je definována jako zvýšení sérového kreatininu o více než 25 % či 44  $\mu\text{mol/l}$  během 48 hodin oproti hladině před podáním JKL. Její incidence u jedinců s normální hladinou kreatininu činí 0 – 10 %. U nemocných s rizikovými faktory však její incidence stoupá až na 25 %.

Upozornění: Hemodialýza provedená i krátce po podání JKL nemůže efektivně zabránit případnému rozvoji KN! Rovněž není dosud známý žádný typ preventivní medikace, který by prokazatelně snížil riziko KN. Důraz je proto kladen na prevenci KN, především dostatečnou hydratací!

#### Osoby s rizikem rozvoje KN:

- eGFR nižší než 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> při intraarteriálním podání JKL,
- eGFR nižší než 45 ml/min/1,73 m<sup>3</sup> při intravenózním podání JKL,

#### zejména ve spojení s:

- diabetickou nefropatií,
- dehydratací,
- městnavým srdečním selháním (NYHA 3-4) a nízkou ejekční frakcí,
- čerstvým infarktem myokardu (< 24 h),
- intraaortální balonkovou kontrapulzací,
- periprocedurální hypotenzí,
- nízkým hematokritem,
- věkem nad 70 let,
- současnou aplikací nefrotoických léčiv (metformin, gentamycin, cisplatina, nesteroidní antiflogistika, imunosupresiva),
- opakovanými aplikacemi JKL v minulých dnech.

### PREVENCE ALERGOIDNÍ REAKCE A KONTRASTNÍ NEFROPATIE

#### Před podáním JKL:

- pro prevenci kontrastní nefropatie je žádoucí znát aktuální hodnotu eGFR, nebo alespoň hladiny kreatininu v séru,
- zajistíme dostatečnou hydrataci vyšetřované osoby p. o. nebo i. v. alespoň 6 hodin před aplikací JKL (obzvláště u starých osob a v teplých letních měsících), vhodný i. v. režim je 1,0 – 1,5 ml/kg/hod fyziologického roztoku,
- 4 hodiny před aplikací JKL vyšetřovaný omezí perorální příjem pouze na čiré tekutiny v malém množství (např. 100 ml/hod.), nepřijímá již žádnou pevnou stravu,

- biguanidy (perorální antidiabetika), nesteroidní antirevmatika, případně jiné nefrotoxické léky vysadit 48 hodin před podáním JKL,
- odebereme alergickou anamnézu (včetně podání KL v minulosti),
- zajistíme periferní cévní přístup (pro aplikaci KL a pro případnou léčbu komplikací),
- volíme nejmenší možné množství KL pro dosažení plně diagnostického výsledku,
- u osob s rizikem KN podáváme nízkoozsmolální JKL, preferenčně s nízkou viskozitou,
- lze zvážit podání nefroprotektivních látek (acetylcystein, infuze hydrogenuhličitanu sodného),
- u katetizačních výkonů zvážit podání alternativní KL (např. CO<sub>2</sub>).

**Po aplikaci KL:**

- po dobu alespoň 30 minut observujeme vyšetřovaného, případně jej předáme do péče jinému zdravotnickému personálu,
- po aplikaci JKL zajistíme dostatečnou hydrataci vyšetřovaného po dobu minimálně 6 hodin.

**Vysokoosmolální JKL je možné podat:**

- u nerizikových skupin nemocných bez alergické anamnézy s normální funkcí ledvin,
- premedikace není nutná.

**Nízko- a izoosmolální JKL podáváme u rizikových pacientů, kam řadíme:**

- děti do 15 let,
- osoby nad 70 let,
- alergie nebo astma bronchiale v anamnéze (dlouhodobě bez léčby),
- léčená polyvalentní alergie nebo astma bronchiale + premedikace kortikoidy (viz níže),
- předchozí reakce na JKL a premedikace kortikoidy (viz níže),
- porucha funkce ledvin (optimálně stanovení eGFR – viz výše, orientačně hladina sérového kreatininu >130 μmol/l),
- výkon bez zajištění řádné přípravy (perakutní výkon z vitální indikace při neznalosti renálních funkcí nebo alergické anamnézy, nespolehlivý údaj o době lačnění apod.),
- nestabilní klinický stav (srdeční selhávání, pooperační stavy...),
- akutní cévní mozková ischemická příhoda,
- kumulace kontrastních vyšetření (CT, angiografie, IVU atd.),
- diabetes mellitus,
- mnohočetný myelom,
- osoby s transplantovanou ledvinou.

**Premedikace pacienta s rizikem alergoidní nebo hypersenzitivní reakce (polyvalentní alergie, astma bronchiale, alergie na JKL):**

Prednison tbl: 40 mg (12 – 18 hodin před aplikací JKL) a 20 mg (2 – 6 hodin před aplikací JKL)

- v akutním případě, kdy není možné pacienta předem řádně připravit, podáváme kortikoidy a antihistaminikum intravenózně (např. methylprednisolonum 40 mg a 1mg bisulepinum),
- u závažných případů alergie se doporučuje premedikovat po dobu 24 – 48 hodin ve spolupráci s anesteziologem, který je dostupný při vyšetření s aplikací JKL.

**Relativní kontraindikace podání JKL:**

- závažná alergoidní / chemotoxická reakce na předchozí podání JKL,



- těžké funkční poruchy ledvin a jater (kreatinin orientačně nad 300  $\mu\text{mol/l}$ ),
- tyreotoxikóza (před podáním JKL nutno podávat tyreostatika – thiamazol: tři dny před a pokračovat dva týdny po podání),
- mnohočetný myelom (při podání JKL nutno zajistit řádnou hydrataci k prevenci precipitace bílkoviny v ledvinách, nepoužívat vysokoosmolální JKL),
- léčba a vyšetření radioaktivními izotopy jódu (JKL nesmí být podána dva měsíce před léčbou a izotopovým vyšetřením štítné žlázy).

U těchto stavů vždy zvážit provedení jiného typu vyšetření (UZ, MR), případně podání alternativní kontrastní látky ( $\text{CO}_2$ ).

#### **Orientační výpočet maximální možné dávky JKL:**

U nemocných s normální funkcí ledvin (hodnota eGFR > 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>, event. hladina sérového kreatininu < 100  $\mu\text{mol/l}$ ) a při dostatečné hydrataci je horní orientační hranice dávky do 300 ml JKL s koncentrací 300 mg I/ml.

U zhoršené funkce ledvin (kreatinin 130 – 300  $\mu\text{mol/l}$ ) klesá maximální doporučené množství podané JKL pod 150 ml. U nemocných s poškozenými renálními funkcemi lze vypočítat maximální dávku JKL při optimální hydrataci dle vzorce:

$$\text{Objem JKL}(300\text{mgI} / \text{ml})\text{v ml} = \frac{5\text{ml} * \text{váha (max 60 kg)}}{\text{hladina kreatininu } \mu\text{mol} / \text{l} / 88}$$

V principu je tedy u osob s hodnotou eGFR nižší než 45 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> (při intravenózním podání JKL) nebo u osob s hodnotou eGFR nižší než 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> (při intraarteriálním podání JKL), příp. u osob, u nichž neznáme aktuální renální funkce, nutno postupovat dle doporučení pro osoby s rizikem vzniku KN.

#### **PREVENCE NEFROGENNÍ SYSTÉMOVÉ FIBRÓZY PO APLIKACI PARAMAGNETICKÉ KONTRASTNÍ LÁTKY**

Paramagnetické kontrastní látky, obsahující gadolinium s lineární strukturou chelátu, konkrétně tedy Gd-DTPA-BMA, Gd-DTPA, Gd-DTPA-BMEA, jsou považovány za značně rizikové s ohledem na vznik nefrogenní systémové fibrózy (NSF) u osob s renální insuficiencí. Proto je v případě jejich podání nezbytné stanovení aktuální hodnoty eGFR. Jmenované kontrastní látky jsou kontraindikovány u pacientů s významnou renální insuficiencí (CKD 4 a 5, tzn. eGFR < 30 ml/min), u hemodialyzovaných pacientů, u osob s akutní renální insuficiencí, u těhotných žen a u novorozenců.

U ostatních paramagnetických KL není stanovení aktuální hodnoty eGFR požadováno a s obezřetností je možné je použít i u osob s hodnotami eGFR < 30 ml/min.



### 6.3 Příloha 3: Orientační hodnoty pro intravenózní aplikaci kontrastní látky u CT vyšetření dětí

#### Dávkování kontrastní látky u CT vyšetření dětí

kg	dávka
1 – 5 .....	2 – 2,5 ml/kg
6 – 10 .....	12 – 15 ml
11 – 15 .....	15 – 20 ml
16 – 20 .....	25 – 30 ml
21 – 25 .....	35 ml
26 – 35 .....	45 ml
36 – 45 .....	50 ml
46 – 55 .....	60 ml
56 – 65 .....	70 ml
> 66 .....	80 ml (obvykle ne méně než 0,7 ml/kg pro mozek a 1 ml/kg pro ostatní aplikace)

#### Rychlost podání kontrastní látky u CT vyšetření dětí

věk .....	jehla/kanyla .....	rychlost podání
< 1 rok .....	24G .....	0,5 ml/s (nebo z ruky)
1 – 5 let .....	22G .....	1 ml/s
5 – 10 let .....	20G .....	1,5 ml/s
> 10 let .....	18G .....	2 – 3 ml/s

## 6.4 Příloha 4: Přehled typických hodnot $CTDI_{vol}$ pro jednotlivá CT vyšetření dospělých

Wyšetření	typická hodnota $CTDI_{vol}$ (mGy) na 1 fázi vyšetření
CT mozku	45 – 60
CT báze lebni	25 – 45
CT vedlejších nosních dutin	6 – 10
CT obličejového skeletu	10 – 15
CT oční	10 – 15
CT krku	12 – 20
CT hrudníku	10 – 15
HRCT plic helikální	4 – 8
HRCT plic sekvenční	2 – 4
CT břicha / pánve	15 – 20
CT trupu	15 – 20
CT k vyloučení urolitiázy	4 – 8
CT kolonografie (vč. polohy na břicho)	4 – 8
CT krční páteře	12 – 20
CT hrudní páteře	12 – 25
CT bederní páteře	20 – 35
CT skeletu ramen / pánve	10 – 18
CT končetinového skeletu / kloubů	6 – 10
CTA magistrálních krčních tepen	8 – 15
CTA hrudníku	6 – 10
CTA břišní aorty	8 – 10
CTA periferních tepen	8 – 15

*Pozn.: Uvedené hodnoty platí pro filtrovanou zpětnou projekci (FBP). U vícefázových CT vyšetření platí pro jednu fázi. Blíže viz kapitola 5.1.*

## 6.5 Příloha 5: Přehled standardizovaných CT výkonů LO dle České radiologické klasifikace

Kód VZP	Kód ČRK	Radiologický výkon
89613	06. 01. 001	CT mozku nativní
89617	06. 01. 002	CT mozku s KL
89611	06. 01. 003	CT mozku nativní a s KL
89615	06. 01. 005	lokalizace pro radiochirurgii (stereotaxe)
89617	06. 01. 007	CT perfuze mozku
89615	06. 02. 003	CT očních nativně
89617	06. 02. 004	CT očních s KL
89611	06. 02. 005	CT očních nativně a s KL
89615	06. 02. 006	CT paranasálních dutin nativně
89617	06. 02. 007	CT paranasálních dutin s KL
89611	06. 02. 008	CT paranasálních dutin nativně a s KL
89615	06. 02. 010	CT obličejový skelet nativně
89615	06. 02. 016	CT kosti skalní nativně
89617	06. 02. 017	CT kosti skalní s KL
89611	06. 02. 018	CT kosti skalní nativně a s KL
89615	06. 03. 001	CT C páteře nativně
89617	06. 03. 002	CT C páteře s KL
89611	06. 03. 003	CT C páteře nativně a s KL
89613	06. 03. 004	CT Th páteře nativně
89617	06. 03. 005	CT Th páteře s KL
89611	06. 03. 006	CT Th páteře nativně a s KL
89613	06. 03. 007	CT LS páteře nativně
89617	06. 03. 008	CT LS páteře s KL
89611	06. 03. 009	CT LS páteře nativně a s KL
89313	06. 03. 011	biopsie páteře pod CT kontrolou
89615	06. 04. 001	CT krku nativně
89617	06. 04. 002	CT krku s KL
89611	06. 04. 003	CT krku nativně a s KL
89615	06. 06. 001	CT hrudníku nativně
89617	06. 06. 002	CT hrudníku s KL
89611	06. 06. 003	CT hrudníku nativně a s KL
89613	06. 06. 004	HRCT plic
89615	06. 06. 005	CT břicha nativně
89617	06. 06. 006	CT břicha s KL
89619	06. 06. 007	CT břicha nativně a s KL
89615	06. 06. 008	CT pánve nativně
89617	06. 06. 009	CT pánve s KL
89619	06. 06. 010	CT pánve nativně a s KL
89615	06. 06. 013	CT břicha a pánve nativně

Kód VZP	Kód ČRK	Radiologický výkon
89617	06. 06. 014	CT břicha a pánve s KL
89617	06. 06. 021	CT kalciové skóre koronárních tepen
89615	06. 06. 019	CT srdce
89615	06. 06. 020	CT urografie
89615	06. 07. 003	CT virtuální kolonoskopie
89617	06. 08. 001	CT angiografie mozkových tepen
89617	06. 08. 003	CT angiografie plicních tepen
89617	06. 08. 005	CT angiografie aorty
89617	06. 08. 007	CT angiografie – diagnostika zdroje krvácení v GIT
89617	06. 08. 008	CT angiografie periferních tepen
89617	06. 08. 010	CT angiografie periferních žil
89325	06. 09. 001	drenáž abscesu a tekutinové kolekce pod CT kontrolou
89313	06. 09. 002	core-cut biopsie pod CT kontrolou
89313	06. 09. 003	biopsie tenkou jehlou pod CT kontrolou
89311	06. 09. 005	radiofrekvenční ablace pod CT kontrolou
89615	06. 11. 001	pediatrické CT hrudníku nativně
89611	06. 11. 002	pediatrické CT hrudníku nativně a s k. I.
89615	06. 11. 003	pediatrické CT břicha nativně
89619	06. 11. 004	pediatrické CT břicha nativně a s k. I.
89615	06. 11. 005	pediatrické CT břicha a pánve nativně
89619	06. 11. 006	pediatrické CT břicha a pánve nativně a s k. I.
89615	06. 11. 007	pediatrické CT hrudníku, břicha a pánve nativně
89619	06. 11. 008	pediatrické CT hrudníku, břicha a pánve nativně a s k. I.
89615	06. 12. 001	CT horní/dolní končetiny nativně
89617	06. 12. 002	CT horní/dolní končetiny s KL
89611	06. 12. 003	CT horní/dolní končetiny nativně a s KL
89615	06. 12. 004	CT artrografie nebo CT kloubů
89613	06. 13. 001	pediatrické CT mozku nativně
89617	06. 13. 002	pediatrické CT mozku s k. I.
89611	06. 13. 003	pediatrické CT mozku nativně a s k. I.
89615	06. 13. 004	pediatrické CT obličeje, báze lebni a krku nativně
89617	06. 13. 005	pediatrické CT obličeje, báze lebni a krku s k. I.
89611	06. 13. 006	pediatrické CT obličeje, báze lebni a krku nativně a s k. I.

## 6.6 Příloha 6: Požadavky na používání měřidel při lékařském ozáření podle atomového zákona a zákona o metrologii

### 6.6.1 Úvod

Účelem této přílohy je poskytnout poskytovatelům zdravotních služeb v oblasti radiodiagnostiky návod k používání měřidel při povolované činnosti, tak aby používání měřidel nebylo v rozporu se zákonem o metrologii (zákon č. 505/1990 Sb., ve znění pozdějších předpisů, dále jen „zákon o metrologii“).

Vysvětlení legislativních požadavků na používání měřidel zároveň eliminuje riziko rozdílného přístupu orgánů dozoru, tj. Českého metrologického institutu (podle § 14 odst. 1 písm. c) zákona o metrologii), Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (podle § 14a zákona o metrologii) a Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (podle § 13 zákona o metrologii) při výkonu kontroly, resp. státního metrologického dozoru u držitelů povolení k činnostem podle atomového zákona.

### 6.6.2 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.

#### 6.6.2.1 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, tedy 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).

### 6.6.2.2 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 (§ 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 případně seřízení či opravu s následující kalibrací, eventuálně měřidlo vyřadí; pokud uživatel provádí pravidelné kontroly stálosti zahrnující dostatečný rozsah zkoušek měřidla, může četnost kalibrací řídit podle výsledků kontrol stálosti, tj. provést či zajistit si provedení kalibrace až po negativním výsledku kontroly stálosti a následném seřízení či opravě;
- 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).

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 měřicího rozsahu doplnit dalšími zkouškami, zejména zkouškou odezvy ve více bodech měřicího rozsahu (linearita) a zkouškami odezvy na více zdrojů s různými radionuklidy (energetická závislost).

### 6.6.2.3 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 (úřední značky, kalibrační značky, označení shody...), 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 povolené 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 zákona o metrologii, § 3 odst. 1) a z hlediska účelu měření a používání měřidel konzistentní s Programem monitorování a Programem zabezpečování jakosti.

### 6.6.2.4 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 měřidly, která jsou používána při činnostech povolovaných podle § 9 odst. 1 atomového zákona.

V oblasti radiodiagnostiky (§ 62, § 64 § 65 vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů) se jmenovitě jedná o tyto položky druhového seznamu měřidel:

#### 8.3 Měřidla používaná pro stanovení diagnostických a terapeutických dávek při lékařském ozáření (doba platnosti ověření 2 roky)

Uvedenému účelu odpovídají měřidla používaná k měření dávek v primárních svazcích zdrojů používaných v radiodiagnostice a v radioterapii. Údaje takových měřidel pak slouží v radiodiagnostice ke stanovení dávky vyšetřované nebo léčené osoby pro konkrétní radiologický postup (§ 67 odst. 4 vyhlášky č.307/2002, o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů).

#### 8.5 Sestavy používané pro kontrolu limitů ozáření osob, hromadně provozovanou osobní dozimetrií (doba platnosti ověření 1 rok)

Jedná se o měřidla, která jsou používána držitelem povolení SÚJB k provádění služeb osobní dozimetrie. Pracoviště, kde se vykonávají činnosti spojené s lékařským ozářením, jsou povinna pro účely kontroly limitů ozáření radiačních pracovníků kategorie A využít pouze služeb takových držitelů povolení.

## 6.6.3 Specifické otázky měření na jednotlivých pracovištích



### 6.6.3.1 Radiodiagnostická pracoviště

Držitelé povolení k hodnocení vlastností zdrojů ionizujícího záření ve smyslu provádění přejímacích zkoušek a zkoušek dlouhodobé stability (§ 44 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů) jsou povinni používat měřidla stanovená, podle položky 8.3 druhového seznamu měřidel přílohy vyhlášky č. 345/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, pokud v rámci těchto zkoušek provádějí měření dozimetrických veličin v primárním svazku. Diagnostickou dávku u konkrétní vyšetřované osoby lze stanovit výpočtem na základě odezvy použitého stanoveného měřidla (z údajů protokolu přejímací zkoušky nebo zkoušky dlouhodobé stability) a záznamů povinně vedených o každém lékařském ozáření (§ 67 odst. 4 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů: „U každého lékařského ozáření se zaznamenávají veličiny a parametry umožňující stanovení dávky u každé vyšetřované nebo léčené osoby pro konkrétní zvolený radiologický postup.“)

Zařízení nebo příslušenství poskytující kvantitativní informaci o ozáření pacienta, kterými jsou povinně vybaveny RTG přístroje (kromě RTG přístrojů uvedených do provozu před rokem 2002, vyhláška MZd č. 92/2012 Sb.),

- tzv. zařízení KAP, které indikuje dozimetrickou veličinu součin kerry a plochy,
- softwarové vybavení, které na základě expozičních parametrů vypočítává hodnotu indikované dozimetrické veličiny, např. kerma v intervenčním referenčním bodě, střední dávka v mléčné žláze, 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.

Pokud je při skiagrafiích, skiaskopických a intervenčních vyšetřeních veličina součin kerry a plochy indikovaná zařízením KAP použita pro stanovení tzv. diagnostických referenčních úrovní podle § 62 odst. 1 vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, které slouží k posouzení optimalizace procesu lékařského ozáření, pak je nezbytná kalibrace zařízení KAP, a to přímo na daném RTG přístroji se zohledněním jeho klinického použití, např. rozsah používaných expozičních parametrů, geometrie, vliv vyšetřovacího stolu atd. Tento přístup je v souladu s § 11, odst. 5 zákona o metrologii. Kalibrace se provede minimálně jednou, optimálně na začátku provozu RTG přístroje při přejímací zkoušce. Kalibrační list pak může být vydán jako příloha protokolu o přejímací zkoušce. Nová kalibrace je vyžadována pouze v případě, že se změní použití RTG přístroje způsobem, který ovlivní hodnotu kalibračního koeficientu. V průběhu používání indikátoru dozimetrické veličiny se provádí jeho kontrola stálosti, ideálně v průběhu zkoušky dlouhodobé stability.

Pokud jsou radiodiagnostická pracoviště vybavena elektronickými osobními operativními dozimetry, sloužícími k regulaci ozáření (obvykle signalizací překročení nastavené úrovně dávky nebo dávkového příkonu), pak tato měřidla jsou měřidly pracovními, pokud nejsou určena pro měření havarijní podle položky 8.7 druhového seznamu měřidel (viz část 2.4 výše).

### 6.6.3.2 Obecné doporučení pro pořizování měřidel

V případě stavby nových pracovišť, kde bude prováděno lékařské ozáření, při rekonstrukci stávajících pracovišť nebo při nákupu měřidel pro pracoviště provádějící lékařské ozáření je doporučeno vyžadovat na základě smluvních vztahů dodávku jen měřidel schváleného typu i v případě, kdy tato nejsou měřidly stanovenými, a to s ohledem na zajištění přiměřené metrologické úrovně měřidel i nepodléhajících metrologické regulaci. Typy nově vyráběných či dovezených měřidel mohou být totiž na žádost výrobce či dovozce schváleny i v případě, kdy schválení typu nepodléhají (§ 6 odst. 1 zákona o metrologii).



## S T A N D A R D Y Z D R A V O T N Í P É Č E

**„NÁRODNÍ RADIOLOGICKÉ STANDARDY – RADIAČNÍ ONKOLOGIE“****Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických standardů  
na pracovištích radiační onkologie v České republice**

Vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR  
ve spolupráci  
se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost,  
Společností radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP  
a Českou společností fyziků v medicíně, z.s.

**OBSAH****STANDARDY ZDRAVOTNÍ PÉČE**

„Národní radiologické standardy – radiační onkologie“

Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických standardů na pracovištích radiační onkologie v České republice; vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR ve spolupráci se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost, Společností radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP a Českou společností fyziků v medicíně, z.s.

---

Ministerstvo zdravotnictví vydává podle § 70 odst. 5 zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů, Národní radiologické standardy – radiační onkologie „Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických standardů na pracovištích radiační onkologie v České republice“.

Těmito Národními radiologickými standardy se nahrazují Národní radiologické standardy – radiační onkologie, které byly vydány ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR (ročník 2011, částka 9).

Poskytovatel poskytující zdravotní služby, 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 Standardů zdravotní péče, Národních radiologických standardů – radiační onkologie – „Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických postupů (standardů) na pracovištích radiační onkologie v České republice“ vydaných Ministerstvem zdravotnictví ČR ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví České republiky ročník 2011 částka 9 (na stranách 248 až 366).

## OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	<b>63</b>
<b>ABSTRAKT</b> .....	<b>66</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK</b> .....	<b>67</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>69</b>
<b>1. OBECNÁ ČÁST</b> .....	<b>71</b>
1.1 ZPŮSOBILOST K VÝKONU POVOLÁNÍ ZDRAVOTNICKÉHO PRACOVNÍKA A JINÉHO ODBORNÉHO PRACOVNÍKA .....	71
1.2 ODPOVĚDNOST ZDRAVOTNICKÝCH A JINÝCH ODBORNÝCH PRACOVNÍKŮ .....	71
1.2.1 Lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie .....	71
1.2.2 Klinický radiologický fyzik se zvláštní odbornou způsobilostí pro radioterapii .....	72
1.2.3 Radiologický fyzik .....	72
1.2.4 Radiologický technik.....	73
1.2.5 Radiologický asistent .....	73
1.2.6 Jiný odborný pracovník.....	73
1.3 DOPORUČENÉ MINIMÁLNÍ POČTY PRACOVNÍKŮ PRO ZAJIŠTĚNÍ DOZIMETRICKÝCH A FYZIKÁLNĚ-TECHNICKÝCH ČINNOSTÍ.....	73
1.4 RADIOLOGICKÉ UDÁLOSTI.....	73
1.5 STANOVENÍ A HODNOCENÍ DÁVEK PACIENTŮ.....	74
1.6 POŽADAVKY NA POUŽÍVÁNÍ MĚŘIDEL PŘI LÉKAŘSKÉM OZÁŘENÍ PODLE ATOMOVÉHO ZÁKONA A ZÁKONA O METROLOGII.....	74
1.6.1 Úvod .....	74
1.6.2 Legislativní požadavky .....	74
1.6.3 Specifické otázky měření na radioterapeutických pracovištích .....	77
1.7 ZDRAVOTNICKÁ DOKUMENTACE .....	79
1.8 PRÁVNÍ PŘEDPISY .....	79
1.8.1 Právní předpisy týkající se poskytování zdravotní péče.....	79
1.8.2 Právní předpisy týkající se podmínek získávání a uznávání způsobilosti k výkonu zdravotnických povolání a činností zdravotnických pracovníků .....	80
1.8.3 Právní předpisy týkající se používání ionizujícího záření a radiační ochrany .....	81
1.8.4 Právní předpisy týkající se technických požadavků, kladených na zdravotnické prostředky a metrologické předpisy .....	82
<b>2. RADIKÁLNÍ RADIOTERAPIE</b> .....	<b>83</b>
2.1. STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	83
2.1.1 Obecné indikátory standardu .....	83
2.1.2 Personální a kvalifikační předpoklady .....	84
2.1.3 Technické požadavky na pracoviště provádějící radikální radioterapii .....	85
2.2 PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	86
2.2.1 Vstup procesu .....	86
2.2.2 Proces.....	86
2.2.3 Výstup procesu .....	89
<b>3. RADIOTERAPIE S MODULOVANOU INTENZITOU (IMRT)</b> .....	<b>90</b>
3.1 STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	90

3.1.1	Obecné indikátory standardu .....	90
3.1.2	Personální a kvalifikační předpoklady .....	91
3.1.3	Technické požadavky na pracoviště provádějící IMRT .....	92
3.2	PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	93
3.2.1	Vstup procesu .....	93
3.2.2	Proces.....	93
3.2.3	Výstup procesu .....	95
4	STEREOTAKTICKÁ RADIOTERAPIE .....	97
<b>ODDÍL A: STEREOTAKTICKÁ RADIOTERAPIE KRANIÁLNÍ .....</b>		<b>97</b>
4.1	STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	97
4.1.1	Obecné indikátory standardu .....	97
4.1.2	Personální a kvalifikační předpoklady .....	98
4.1.3	Technické požadavky na pracoviště provádějící stereotaktickou radioterapii.....	99
4.2	PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	99
4.2.1	Vstup procesu .....	99
4.2.2	Proces.....	100
4.2.3	Výstup procesu .....	101
<b>ODDÍL B: STEREOTAKTICKÁ RADIOTERAPIE EXTRAKRANIÁLNÍ.....</b>		<b>102</b>
4.1	STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	102
4.1.1	Obecné indikátory standardu .....	102
4.1.2	Personální a kvalifikační předpoklady .....	104
4.1.3	Technické požadavky na pracoviště provádějící stereotaktickou radioterapii.....	105
4.2	PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	106
4.2.1	Vstup procesu .....	106
4.2.2	Proces.....	106
4.2.3	Výstup procesu .....	108
5.	STEREOTAKTICKÁ RADIOCHIRURGIE.....	109
5.1	STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	109
5.1.1	Obecné indikátory standardu .....	109
5.1.2	Personální a kvalifikační předpoklady .....	111
5.1.3	Technické požadavky na pracoviště provádějící streotaktickou radiochirurgii.....	112
5.2	PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	112
5.2.1	Vstup procesu .....	112
5.2.2	Proces.....	112
5.2.3	Výstup procesu .....	114
6.	PALIATIVNÍ RADIOTERAPIE.....	115
6.1	STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	115
6.1.1	Obecné indikátory standardu .....	115
6.1.2	Personální a kvalifikační předpoklady .....	116
6.1.3	Technické požadavky na pracoviště provádějící paliativní radioterapii.....	117
6.2	PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	118
6.2.1	Vstup procesu .....	118
6.2.2	Proces.....	119
6.2.3	Výstup procesu .....	121
7.	BRACHYRADIOTERAPIE .....	122
7.1	STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	124

7.1.1	Obecné indikátory standardu .....	124
7.1.2	Personální a kvalifikační předpoklady .....	125
7.1.3	Technické požadavky na pracoviště provádějící brachyradioterapii .....	126
7.2	PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	128
7.2.1	Vstup procesu .....	128
7.2.2	Proces.....	129
7.2.3	Výstup procesu .....	137
8.	NENÁDOROVÁ RADIOTERAPIE .....	139
8.1	STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	139
8.1.1	Obecné indikátory standardu .....	139
8.1.2	Personální a kvalifikační předpoklady .....	140
8.1.3	Technické požadavky na pracoviště provádějící nenádorovou radioterapii.....	140
8.2	PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU .....	141
8.2.1	Vstup procesu .....	141
8.2.2	Proces.....	142
8.2.3	Výstup procesu .....	143
9.	SEZNAM ZDRAVOTNÍCH VÝKONŮ .....	144
10.	PRACOVNÍ POSTUPY SPECIFICKÉ PRO JEDNOTLIVÉ NÁDOROVÉ LOKALIZACE.....	145
10.1	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ HLAVY A KRKU .....	145
10.2	RADIOTERAPIE ZHOUBNÝCH NÁDORŮ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY .....	149
10.3	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ JÍCNU.....	151
10.4	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ ŽALUDKU.....	154
10.5	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ KONEČNÍKU.....	156
10.6	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ ANU .....	159
10.7	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ ŽLUČNÍKU A ŽLUČOVÝCH CEST .....	161
10.8	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ SLINIVKY BŘIŠNÍ.....	163
10.9	RADIOTERAPIE NEMALOBUNĚČNÝCH KARCINOMŮ PLIC .....	166
10.10	RADIOTERAPIE MALOBUNĚČNÉHO KARCINOMU PLIC.....	169
10.11	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ PRSU .....	172
10.12	RADIOTERAPIE ZHOUBNÝCH NÁDORŮ VULVY.....	176
10.13	RADIOTERAPIE ZHOUBNÝCH NÁDORŮ POCHVY .....	179
10.14	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ DĚLOŽNÍHO HRDLA .....	182
10.15	RADIOTERAPIE ZHOUBNÝCH NÁDORŮ TĚLA DĚLOHY .....	185
10.16	RADIOTERAPIE KARCINOMŮ PROSTATY.....	188
10.17	RADIOTERAPIE NÁDORŮ CENTRÁLNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY .....	193
	LITERATURA .....	199
	PŘÍLOHA 1: MINIMÁLNÍ POČTY PRACOVNÍKŮ PRO ZAJIŠTĚNÍ DOZIMETRICKÝCH A FYZIKÁLNĚ-TECHNICKÝCH ČINNOSTÍ.....	200

**ABSTRAKT**

Aktualizovaný dokument Národní radiologické standardy – radiační onkologie (NRS RO) řeší požadavky zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů, na zavedení standardů lékařského ozáření.

V dokumentu jsou zpracovány zásady a postupy radikální radioterapie, radioterapie s modulovanou intenzitou svazku, stereotaktické radioterapie a radiochirurgie, paliativní radioterapie a brachyradioterapie u nemocných se zhoubnými novotvary a zásady a postupy nenádorové radioterapie. V rámci NRS RO nejsou popsány všechny metody radioterapie používané v České republice, ale pouze ty nejčastější s celorepublikovým zastoupením nebo s velkým počtem pacientů. Není-li v NRS RO popsán některý typ léčby, tzv. jedinečná metoda prováděná pouze na jednom pracovišti, neznamená to, že se daný typ léčby nemůže v praxi používat.

Národní radiologické standardy slouží jako vzor pro vypracování místních radiologických standardů a prezentují metodiku praktického a bezpečného provedení radioterapie ve smyslu *lege artis*, která nejde nad rámec platných právních předpisů. Jednotlivá pracoviště radiační onkologie mohou uvedený dokument implementovat do své praxe tím, že jej převezmou v této jeho publikované podobě s doplněním a upřesněním rozsahu činností, které jsou na pracovišti prováděny s konkrétním přístrojovým vybavením.

## SEZNAM ZKRATEK

Zkratka	Název anglicky	Název česky
AFL	Afterloading	Afterloading
ALARA	As Low As Reasonably Achievable	Tak nízko, jak je rozumně dosažitelné
APARA	As Precisely As Reasonably Achievable	Tak přesně, jak je rozumně dosažitelné
BRT	Brachyradiotherapy	Brachyradioterapie, brachyterapie
CT	Computed Tomography	Výpočetní tomografie, výpočetní tomograf
CTV	Clinical Target Volume	Klinický cílový objem
ČSFM	Czech Association of Medical Physicists	Česká společnost fyziků v medicíně, z.s.
DVH	Dose Volume Histogram	Dávkově-objemový histogram
EFOMP	European Federation of Organisations for Medical Physics	Evropská federace organizací radiologických fyziků
EPID	Electronic portal Imaging Device	Elektronický portálový zobrazovací systém (def. 3.6 z ČSN EN 60976)
EORTC	European Organization for Research and Treatment of Cancer	Evropská organizace pro výzkum a léčbu rakoviny
ESTRO	European Society for Therapeutic Radiology and Oncology	Evropská společnost pro radioterapii a onkologii
GTV	Gross Tumor Volume	Nádorový objem (viditelný zobrazovacími modalitami)
HDR	High Dose Rate	Vysoký dávkový příkon
ICRU	International Commission on Radiological Units and Measurements	Mezinárodní komise pro radiační jednotky a měření
IGRT	Image Guided Radiotherapy	Obrazem řízená radioterapie
IMAT	Intensity Modulated Arc Therapy	Oblouková radioterapie s modulovanou intenzitou
IMRT	Intensity-Modulated Radiation Therapy	Radioterapie s modulovanou intenzitou fotonového svazku
IV	Irradiated Volume	Ozářený objem
JOP		Jiný odborný pracovník
kV		Kilovoltážní
LDR	Low Dose Rate	Nízký dávkový příkon
MCD	Mean Central Dose	Průměrná dávka v centrální rovině
MDR	Medium Dose Rate	Střední dávkový příkon
MKN-O		Mezinárodní klasifikace nemocí pro onkologii
MLC	Multileaf Colimator	Vícelamelový kolimátor
MR	Magnetic resonance	Magnetická rezonance
MV		Megavoltážní
NRS RO		Národní radiologické standardy – radiační onkologie
OAR	Organs at Risk	Kritické orgány
PDR	Pulsed Dose Rate	Pulsní dávkový příkon
PET/CT	Positron emission tomography/computed tomography	Pozitronová emisní tomografie v kombinaci s výpočetní tomografií
PRV	Planning Organ at Risk Volume	Plánovací objem kritického orgánu
PS (KI)	Performance status (Karnofski index)	
PTV	Planning Target Volume	Plánovací cílový objem
PZ		Přejímací zkouška
PZJ		Program zabezpečení jakosti
RA	Radiation therapy technologist (therapist)	Radiologický asistent
RAKR	Reference Air Kerma Rate	Referenční kermová vydatnost ve vzduchu
RF	Radiotherapy medical physicist	Klinický radiologický fyzik se zvláštní

		odbornou způsobilostí pro radioterapii, klinický radiologický fyzik pro radioterapii
RO	Radiation oncologist	Lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie
RT	Radiotherapeutic, radiotherapy	Radioterapeutický, radioterapie
RTe		Radiologický technik
Rtg		Rentgenový
RTO	Department of Radiation Oncology	Oddělení radiační onkologie
RTOG	Radiation Therapy Oncology Group	Skupina pro radiační onkologii Alabamské univerzity v Birminghamu
R&V system	Record and Verify System	Záznamový a verifikační systém
SAD	Source – Axis Distance	Vzdálenost zdroj – osa rotace (zdroj – izocentrum)
SBRT	Stereotactic Body Radiotherapy	Extrakraniální stereotaktická radioterapie
SPECT	Single-photon emission computerized tomography	Jednofotonová emisní výpočetní tomografie
SRLA		Společnost radiologických asistentů České republiky
SSD	Source – Skin Distance	Vzdálenost zdroj – kůže (vstupní povrch pacienta)
SROBF		Společnost radiační onkologie, biologie a fyziky České lékařské společnosti J. E. Purkyně
SRS	Stereotactic Radiosurgery	Stereotaktická radiochirurgie
SRT	Stereotactic Radiotherapy	Stereotaktická radioterapie
SÚJB	The State Office for Nuclear Safety	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
TPS	Treatment Planning System	Plánovací systém pro radioterapii
TRT	Teleradiotherapy	Teleradioterapie, zevní radioterapie
TV	Treated Volume	Léčený objem
URZ		Uzavřený radionuklidový zářič
UZ		Ultrazvuk
WHO	World Health Organization	Světová zdravotnická organizace
ZDS		Zkouška dlouhodobé stability
ZPS		Zkouška provozní stálosti
ZS		Zdravotní sestra



## ÚVOD

Aktualizovaný dokument řeší požadavky §70 odst. 5 zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů, které zavedení standardů lékařského ozáření požadují. V dokumentu jsou zpracovány zásady radikální radioterapie, stereotaktické radioterapie, stereotaktické radiochirurgie, radioterapie s modulovanou intenzitou svazku, paliativní radioterapie a brachyradioterapie u nemocných se zhoubnými novotvary a zásady nenádorové radioterapie.

Nádorová onemocnění představují závažný celospolečenský problém. Třetina obyvatel České republiky onemocní v průběhu života zhoubným nádorem. V současné době se daří vyléčit asi polovinu pacientů. Základními léčebnými modalitami jsou chirurgie, radioterapie, chemoterapie a protinádorová farmakoterapie. Ze všech onkologických pacientů je 22 % vyléčeno chirurgickým zákrokem, 18 % radioterapií a 5 % chemoterapií, eventuálně kombinací těchto metod. Radioterapie zůstává nejefektivnější nechirurgickou léčebnou metodou.

Optimální léčba zhoubných nádorů vyžaduje multidisciplinární přístup, který je nejlépe realizovatelný formou lokálních multidisciplinárních týmů. Multidisciplinární spolupráce poskytuje větší šanci na vyléčení a lepší kvalitu života u pacientů léčených s kurativním záměrem a efektivnější léčbu u pacientů léčených s paliativním záměrem.

Radioterapie je jedním ze základních kamenů multidisciplinární onkologické léčby. V Evropě i v USA je naléhavě pocítována závažnost zajištění její kvality podle soudobých požadavků. Zdokonalování přesnosti radiační léčby je spojeno se zlepšením výsledků ve smyslu snižování rizika předávkování vedoucího k zvýšení počtu komplikací či poddávkování, které snižuje kontrolu nádoru.

Cílem vypracování (a revize) národních radiologických standardů pro radiační onkologii bylo vytvořit doporučení pro bezpečnou, efektivní a přesnou aplikaci radioterapie a dále splnění požadavků zákona 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, a vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů, a vyhlášky č. 410/2012 Sb., o stanovení pravidel a postupů při lékařském ozáření. Národní radiologické standardy jsou určeny pro vytvoření vlastních místních radiologických standardů jednotlivých pracovišť, jejichž existence a dodržování jsou posuzovány klinickým auditem v souladu s příslušnými právními předpisy.

Pro řadu nádorů i nenádorových onemocnění je v klinické praxi používána široká škála akceptovatelných schémat radioterapie a jejich přímé srovnání neexistuje. Všechny používané režimy mají splňovat požadavky na kvalitu, které je možné zobecnit. Zejména je nezbytné realizovat důsledně APARA princip pro PTV a respektovat ALARA pro ostatní tkáň. Cíle radikální a paliativní radioterapie jsou odlišné, a proto se liší i požadavky kladené na jejich provedení. Z tohoto důvodu byl zpracován zvlášť standard pro radikální a paliativní radioterapii. Radikální radioterapie zahrnuje také některé specializované metody, např. radioterapii s modulovanou intenzitou nebo stereotaktické ozařování. Nenádorové radioterapii byl věnován zvláštní standard, protože počet pacientů ozařovaných pro benigní onemocnění je v České republice velmi vysoký, efekt nebyl mnohdy prokázán v řádných klinických studiích a riziko stochastických účinků záření u této skupiny pacientů je velice diskutabilní otázka.

Vypracování standardů bylo výsledkem kolektivní práce řady autorů a interakcí s oponenty a jejich připomínkami. Všechny standardy byly mnohokrát revidovány a v posledních fázích se autoři i oponenti opakovaně setkávali při společných konzultacích. Východiskem zpracování standardů byla rozsáhlá literární rešerše včetně pečlivého prostudování standardů Americké společnosti radiační onkologie (ASTRO) a britské Královské radiologické společnosti (RCR). Dalším zdrojem byla koncepce oboru radiační onkologie z roku 2002, zpracovaná SROBF, a publikace Šlampa P., Petera J. a kol. Radiační onkologie, Galén, 2007. Neméně důležité byly diskuse o reálné situaci radiační onkologie v České republice. Cílem byla snaha, aby standardy byly dostatečně obecné a stručné a aby umožňovaly obsáhnout akceptovatelnou klinickou praxi s ohledem na různost vybavení pracovišť (např. CT simulátor versus konvenční simulátor a CT apod.) a různé postupy vedoucí k obdobnému výstupu.

Dále lze očekávat, že s rychlým vývojem oboru radiační onkologie bude nutné pravidelně revidovat standardy již publikované. Nicméně radioterapeutickým pracovištím je nutno doporučit dynamicky upravovat své léčebné postupy podle nových zásadních poznatků v léčbě onkologických onemocnění ve smyslu *lege artis*. Vývoj nových vědomostí může být rychlejší než další vydání standardů.



Vypracování původní verze národních radiologických standardů radiační onkologie bylo vytvářeno za finanční podpory Ministerstva zdravotnictví České republiky.

Hlavním řešitelem projektu byl prof. MUDr. Jiří Petera, Ph.D., spoluřešiteli obecné části standardů (kapitola 1 – 8) byli MUDr. Hana Stankušová, CSc., MUDr. Magda Macháňová, prof. MUDr. Karel Odrážka, Ph.D., MUDr. Milan Vošmik, Ph.D., MUDr. Josef Kvěch, MUDr. Běla Malinová, Ing. Helena Žáčková, Ing. Milan Zouhar, RNDr. Jiří Šimíček, Ing. Lenka Janečková, doc. MUDr. Roman Liščák, CSc., doc. Ing. Josef Novotný, CSc., Ing. Petra Dostálová. Hlavním spoluřešitelem části pro jednotlivé nádorové lokalizace byl prof. MUDr. Pavel Šlampa, CSc., spoluautoři MUDr. Petr Čoupek, MUDr. Miluše Dolečková, Ph.D., MUDr. Hana Doleželová, Ph.D., MUDr. Josef Dvořák, MUDr. David Feltl, Ph.D., MUDr. Ludmila Hynková, MUDr. Martina Kubecová, Ph.D., prof. MUDr. Karel Odrážka, Ph.D., MUDr. Barbora Ondrová, MUDr. Jana Garčicová, doc. MUDr. Renata Soumarová, Ph.D., MUDr. Hana Stankušová, CSc., MUDr. Jan Stejskal, Ph.D., MUDr. Milan Vošmik, Ph.D.

Oponenty projektu v 11/2004 a v 05/2005 byli prof. MUDr. Pavel Šlampa, CSc., MUDr. Jan Stejskal, Ph.D., MUDr. Martina Kubecová, Ph.D., Ing. Lenka Hobzová, CSc., Ing. Lubomír Frencl, Ing. Anna Kindlová, Ing. Ivana Horáková, CSc., Ing. Karel Prokeš, CSc., Ing. Pavel Dvořák, Ph.D., prof. MUDr. Vladislav Klener, CSc., prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc., Mgr. Josef Hyka.

V letech 2006–2007 řešení projektu připomínkovaly odborné společnosti ČLS JEP a dále Ing. Lubomír Frencl, Ing. Jan Garčic, MUDr. Martina Kubecová, Ph.D., prof. MUDr. Jindřich Macháček, CSc., a RNDr. Jiří Šimíček.

Oponenty projektu v 02 – 04/2007 byli Mgr. Čestmír David, Ing. Lubomír Frencl, doc. MUDr. Jindřich Fínek, Ph.D., Ing. Jan Garčic, MUDr. Alena Heribanová, MUDr. Martina Kubecová, Ph.D., prof. MUDr. Jindřich Macháček, CSc., MUDr. David Marx, Ph.D., RNDr. Jiří Šimíček.

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 – radiační onkologie byly v období měsíců květen – říjen 2008 umístěny na webové stránce Ministerstva zdravotnictví ČR k širokému připomínkovému řízení.

Všechny připomínky byly řádně vypořádány. Dne 13. února 2009 proběhlo na Ministerstvu zdravotnictví jednání ohledně prodiskutování sporných bodů za přítomnosti zástupců MZ ČR, SÚJB, SROBF a ČSFM.

V březnu 2011 Ministerstvo zdravotnictví ČR obdrželo od předsedů výborů odborných společností ČLS JEP a SÚJB souhlas k uveřejnění národních radiologických standardů ve Věstníku MZ.

#### **Standardy byly revidovány v letech 2014–2015. Na revizi se podíleli (abecedně):**

MUDr. Ing. J. Cvek, Ph.D.;  
MUDr. Evžen Dvonč;  
doc. MUDr. David Feltl, Ph.D.;  
doc. MUDr. Martin Doležel, Ph.D.;  
Mgr. Luboš Homola;  
Ing. Ivana Horáková, CSc.;  
Ing. Anna Kindlová;  
MUDr. Josef Kvěch;  
doc. MUDr. Roman Liščák, CSc.;  
MUDr. Běla Malinová;  
Ing. Josef Novotný, Ph.D.;  
prof. MUDr. Jiří Petera, Ph.D.;  
Ing. Lenka Petýrková Janečková;  
RNDr. Jiří Seget;  
doc. MUDr. Renata Soumarová, Ph.D.;  
MUDr. Hana Stankušová, CSc.;  
MUDr. Milan Vošmik, Ph.D. a  
Státní úřad pro jadernou bezpečnost.

## 1. OBECNÁ ČÁST

### 1.1 ZPŮSOBILOST K VÝKONU POVOLÁNÍ ZDRAVOTNICKÉHO PRACOVNÍKA A JINÉHO ODBORNÉHO PRACOVNÍKA

Lékař	dle zákona č. <u>95/2004</u> Sb.*
Radiologický fyzik	dle zákona č. <u>96/2004</u> Sb.*
Radiologický technik	dle zákona č. <u>96/2004</u> Sb.*
Radiologický asistent	dle zákona č. <u>96/2004</u> Sb.*
Biomedicínský inženýr	dle zákona č. <u>96/2004</u> Sb.*
Biomedicínský technik	dle zákona č. <u>96/2004</u> Sb.*
Jiný odborný pracovník	dle zákona č. <u>96/2004</u> Sb.*

\* ve znění pozdějších předpisů a příslušných právních předpisů, které tyto zákony provádějí a upravují činnosti zdravotnických a jiných odborných pracovníků.

### 1.2 ODPOVĚDNOST ZDRAVOTNICKÝCH A JINÝCH ODBORNÝCH PRACOVNÍKŮ

#### 1.2.1 Lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie

- schvaluje indikaci pacienta k ozáření jako aplikující odborník, v zápisu do zdravotnické dokumentace uvede jméno, příjmení, podpis a datum a potvrzuje, nebo odmítne indikaci k radikálnímu, paliativnímu nebo analgetickému ozáření indukujícím lékařem,
- provádí poučení pacienta o plánované léčbě a získání písemného souhlasu k provedení léčby,
- určuje požadované dávky v plánovacím cílovém objemu, limity pro kritické orgány, určuje frakcionaci,
- v součinnosti s radiologickým asistentem navrhuje a schvaluje polohu a imobilizaci pacienta,
- určuje rozsah vyšetření zobrazovací metodou/metodami určenými pro plánování radioterapie a vzdálenost jednotlivých řezů, pokud je relevantní,
- zakresluje cílové objemy (GTV, PTV, CTV), schvaluje zakreslení kritických struktur,
- v součinnosti s radiologickým fyzikem hodnotí a schvaluje ozařovací plán k realizaci, uvede své jméno a příjmení, podpis a datum,
- schvaluje simulaci plánu; toto potvrdí, uvede své jméno a příjmení, podpis a datum,
- kontroluje polohu a nastavení pacienta a ozařovací podmínky u prvního nastavení na ozařovači a u každé změny plánu vedoucí ke změně izocentra v případě TRT a u každého nastavení v případě BRT; toto potvrzuje, uvede své jméno a příjmení, podpis a datum,
- kontroluje vyhodnocení výsledků zobrazovacích metod sloužících k verifikaci polohy pacienta na ozařovači a indikaci případného opakování verifikace polohy pacienta na ozařovači nebo simulace ozařovacího plánu,
- kontroluje pacienty v průběhu ozáření a sleduje je po skončení radiační léčby,
- hodnotí léčebné výsledky a komplikace.

### 1.2.2 Klinický radiologický fyzik se zvláštní odbornou způsobilostí pro radioterapii<sup>1</sup>

Klinický radiologický fyzik se zvláštní odbornou způsobilostí pro radioterapii (dále v textu „klinický radiologický fyzik pro radioterapii“ nebo zkratka „RF“) vykonává činnosti v rozsahu stanoveném platnými právními předpisy. Konkrétně jde o činnosti vyjmenované v kapitole 1.2.3 Radiologický fyzik, které vykonává bez odborného dohledu. Dále zajišťuje odborný dohled (vedení) nad prací radiologického fyzika, který ještě nezískal specializovanou způsobilost pro zaměření radioterapie.

### 1.2.3 Radiologický fyzik

Do doby získání specializované způsobilosti pracuje radiologický fyzik pod odborným dohledem (vedením) radiologického fyzika způsobilého k výkonu povolání bez odborného dohledu, z toho prvních 6 měsíců pod jeho přímým vedením.

Na základě požadavku indikujícího lékaře a indikace aplikujícího lékaře provádí praktickou část lékařského ozáření, a to jeho fyzikálně technickou část, konkrétně:

- zajišťuje funkčnost a správnost přenosu dat ze zobrazovací metody pro plánování radioterapie (plánovací CT, MR, SPECT, PET/CT atd.) do TPS,
- podílí se na přípravě individuálních ozařovacích pomůcek, tj. fixační pomůcky, individuální stínící bloky atd. (kontroluje jejich vhodnost a účinnost z hlediska radiologické fyziky a radiační ochrany),
- podílí se na výpočtu ozařovacího plánu, zodpovídá za jeho technickou správnost a realizovatelnost na radioterapeutickém ozařovači,
- odpovídá za verifikaci plánu (nezávislým výpočtem, ověřením dávky a dávkové distribuce nebo jinou vhodnou metodou),
- kontroluje správnost přenosu dat plánu pacienta z TPS do záznamového a verifikačního systému, u BRT kontroluje ozařovací časy v řídicím počítači ozařovače,
- spouští ozáření u BRT a je přítomen během ozařování a
- zodpovídá za měření a vyhodnocení dávky u pacienta (in vivo dozimetrie).

Bez indikace lékaře zajišťuje následující radiologické postupy:

- zúčastňuje se převíracích zkoušek nových zdrojů ionizujícího záření (včetně akceptačních testů),
- hodnotí a kontroluje kvalitu provádění zkoušek provozní stálosti, hodnotí rozsah a četnost zkoušek provozní stálosti,
- provádí a vyhodnocuje stanovení dávky v referenčním bodě,
- odpovídá za zkoušky příslušenství radioterapeutických zdrojů, tj. zejména plánovacích systémů, provázání záznamových a verifikačních systémů,
- vytváří tabulky dávkových příkonů a ozařovacích časů, u urychlovačů provádí kalibraci monitorových komor,
- provádí dozimetrická měření potřebná z hlediska radiační ochrany.

---

<sup>1</sup> Klinickým radiologickým fyzikem se zvláštní odbornou způsobilostí pro radioterapii (pojmenování v souladu s vyhláškou č. 55/2011 Sb. ve znění pozdějších předpisů, a vyhláškou č. 410/2012 Sb., o stanovení pravidel a postupů při lékařském ozáření) se rozumí radiologický fyzik se specializovanou způsobilostí v oboru radiologická fyzika, zaměření radioterapie. Zvláštní odbornou způsobilost získávají od roku 2013 absolventi certifikovaného kurzu Radiologická fyzika v radioterapii, přičemž tento kurs je součástí specializačního vzdělávání oboru Radiologická fyzika, konkrétně pro zaměření radioterapie (viz Věstník MZ ČR 11/2011). Do roku 2013 pojmenování „zvláštní odborná způsobilost pro radioterapii“ v praxi neexistovalo a rovnocenným zdravotnickým pracovníkem je radiologický fyzik se specializovanou způsobilostí pro radioterapii, tzv. Klinický radiologický fyzik pro radioterapii, dle dříve platné vyhlášky č. 424/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Úplná srovnávací tabulka zatím neexistuje. V registru zdravotnických pracovníků je jako obor uváděn Radiologický fyzik a specializace je uváděna velmi nejednotně, v závislosti na době absolvování specializačního vzdělávání. Nezaměňovat se „zvláštní odbornou způsobilostí“ pro činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany podle zákona č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, tzv. atomový zákon.

#### 1.2.4 Radiologický technik

Radiologický technik vykonává činnosti v rozsahu stanoveném platnými právními předpisy.

#### 1.2.5 Radiologický asistent

Radiologický asistent vykonává činnosti v rozsahu stanoveném platnými právními předpisy a v souladu s platnou právní úpravou provádí léčebné ozařovací techniky spočívající v aplikaci ionizujícího záření a specifickou ošetrovatelskou péči, poskytovanou v souvislosti s radiologickými výkony. Dále vykonává činnosti související s radiační ochranou a ve spolupráci s lékařem se podílí na léčebné péči.

Podle ozařovacího předpisu, který je schválen lékařem se způsobilostí k výkonu povolání v oboru radiační onkologie (aplikujícím odborníkem), provádí jednotlivá lékařská ozáření.

Během praktické části léčebné aplikace ionizujícího záření zejména:

- ovládá v klinické praxi ozařovací a další přístroje – zdroje ionizujícího záření v radioterapii,
- kontroluje totožnost pacienta před každým ozářením, včetně kontroly správné laterality ozařované oblasti,
- správně používá fixační pomůcky a pečlivě nastavuje pacienta do ozařovací polohy při každém ozářením,
- sleduje kamerovým systémem pacienta v průběhu vlastního ozařování,
- vede v ozařovacím protokolu záznamy o každém provedeném ozářením pacienta,
- pod odborným dohledem klinického radiologického fyzika pro radioterapii se může podílet na vypracování ozařovacích plánů a výpočtů na plánovacím systému,
- dle požadavků lékaře, radiologického fyzika a místních radiologických standardů a pracovních postupů provádí in vivo dozimetrii a kontrolu polohy pacienta,
- provádí a vyhodnocuje zkoušky provozní stálosti, kromě stanovení absorbované dávky v referenčním bodě,
- spolupracuje s RO, resp. na jeho pokyn provádí diagnostické zobrazení pro plánování léčby,
- na pokyn RF či RTe provádí nebo se podílí na výrobě individuálních stínících bloků,
- na pokyn RO vyrábí individuální fixační pomůcky.

#### 1.2.6 Jiný odborný pracovník

Jiný odborný pracovník vykonává činnosti v rozsahu stanoveném platnými právními předpisy a interními dokumenty zdravotnického zařízení, resp. RTO.

### 1.3 DOPORUČENÉ MINIMÁLNÍ POČTY PRACOVNÍKŮ PRO ZAJIŠTĚNÍ DOZIMETRICKÝCH A FYZIKÁLNĚ-TECHNICKÝCH ČINNOSTÍ

Na pracovišti musí být klinický radiologický fyzik pro radioterapii s počtem pracovních úvazků, který odpovídá klinickému provozu na daném pracovišti dle Přílohy 1.

Na pracovišti musí být dále k dispozici dostatečný počet odborně způsobilých zdravotnických pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností. Minimální počet pracovníků závisí na radiologickém vybavení pracoviště (počtu přístrojů), počtu pacientů a složitosti prováděných výkonů. Při stanovení minimálního potřebného počtu pracovníků vychází pracoviště z Přílohy 1. Počtem pracovníků se v uvedených dokumentech rozumí počet ekvivalentních plných pracovních úvazků (WTE = whole time equivalent) a nejsou v něm zahrnuti pracovníci zabývající se výukou na výukových pracovištích.

### 1.4 RADIOLOGICKÉ UDÁLOSTI

Každé pracoviště má vypracovaný postup pro prevenci a řešení radiologické události, tj. jakékoli nezáměrné události při užití ionizujícího záření v radioterapii, zahrnující chybu obsluhy, selhání přístroje nebo jinou nepředvídatelnou nehodu, jejíž důsledky nemohou být opomenuty z hlediska radiační ochrany, a která vede především k chybnému ozářením pacienta. Vzniklé radiologické události řeší osoby pověřené vykonáváním soustavného dohledu nad dodržováním požadavků radiační ochrany (dohlížející osoba) ve spolupráci s dalšími odpovědnými pracovníky, zejména s ošetrujícím lékařem,

vedoucím lékařem oddělení, klinickým radiologickým fyzikem pro radioterapii a vedoucím radiologickým asistentem.

## 1.5 STANOVENÍ A HODNOCENÍ DÁVEK PACIENTŮ

Postupy pro stanovení a hodnocení dávek pacientů při lékařském ozáření uvádějí Národní radiologické standardy – radiologická fyzika (Věstník 06-2015), a to jak pro terapeutické ozáření, tak pro přídatné ozáření v radioterapii. Proto není tato problematika uvedena zde.

Cílem radioterapie je ozáření cílového objemu dávkou nezbytnou k dosažení požadovaného účinku, přičemž ozáření ostatních tkání má být tak nízké, jakého lze rozumně dosáhnout bez omezení léčby. Standardní dávky na cílový objem a dávkové limity na zdravé tkáně při radioterapii konkrétních nádorových onemocnění jsou uvedeny v kapitole 10 (Pracovní postupy specifické pro jednotlivé nádorové lokalizace).

Pracoviště standardně sleduje parametry ozáření potřebné ke stanovení orgánových dávek záření při plánování, lokalizaci, simulaci a verifikaci, prováděné v souvislosti s radioterapií (tzv. přídatných dávek), a v případě potřeby je schopno tyto orgánové dávky stanovit.

## 1.6 POŽADAVKY NA POUŽÍVÁNÍ MĚŘIDEL PŘI LÉKAŘSKÉM OZÁŘENÍ PODLE ATOMOVÉHO ZÁKONA A ZÁKONA O METROLOGII

### 1.6.1 Úvod

Účelem této kapitoly je poskytnout držitelům povolení k činnostem podle atomového zákona (zákon č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů) v oblasti lékařského ozáření návod k používání měřidel při povolované činnosti, tak aby používání měřidel nebylo v rozporu se zákonem o metrologii (zákon č. 505/1990 Sb., ve znění pozdějších předpisů, dále jen „zákon o metrologii“).

Vysvětlení legislativních požadavků na používání měřidel zároveň eliminuje riziko rozdílného přístupu orgánů dozoru, tj. Českého metrologického institutu (podle § 14 odst. 1 písm. c) zákona o metrologii), Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (podle § 14a zákona o metrologii) a Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (podle § 13 zákona o metrologii) při výkonu kontroly, resp. státního metrologického dozoru u držitelů povolení k činnostem podle atomového zákona.

### 1.6.2 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 měřidla pracovními.

1.6.2.1 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).

1.6.2.2 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 po následném seřízení či opravě.
- 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).

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).

### 1.6.2.3 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 povolené činnosti podle atomového zákona. Plnění požadavků zákona o metrologii je dokladováno příslušnými označeními na měřidlech (úřední značky, kalibrační značky, označení shody...), 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 povolené 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.

### 1.6.2.4 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 měřidly, 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 (dále jen „vyhláška o radiační ochraně“), se jmenovitě jedná o tyto položky druhového seznamu měřidel:

### **8.3 Měřidla používaná pro stanovení diagnostických a terapeutických dávek při lékařském ozáření (doba platnosti ověření 2 roky)**

Uvedenému účelu odpovídají měřidla používaná k měření dávek v primárních svazcích zdrojů, používaných v radiodiagnostice a v radioterapii. Údaje takových měřidel pak slouží v radiodiagnostice ke stanovení dávky vyšetřované nebo léčené osoby pro konkrétní radiologický postup (§ 67 odst. 4 vyhlášky o radiační ochraně), v radioterapii pak ke stanovení terapeutické dávky k dosažení potřebného účinku.

### **8.5 Sestavy používané pro kontrolu limitů ozáření osob, hromadně provozovanou osobní dozimetrií (doba platnosti ověření 1 rok)**

Jedná se o měřidla, která jsou používána držitelem povolení SÚJB k provádění služeb osobní dozimetrie. Pracoviště, kde se vykonávají činnosti spojené s lékařským ozářením, jsou povinna pro účely kontroly limitů ozáření radiačních pracovníků kategorie A využít pouze služeb takových držitelů povolení.

### 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., ve znění pozdějších předpisů, 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 o radiační ochraně).

Podle § 73 odst. 2 písm. c) vyhlášky o radiační ochraně program monitorování obsahuje hodnoty referenčních úrovní. Referenční úrovně jsou, v souladu s § 75 odst. 1 vyhlášky o radiační ochraně, hodnoty nebo kritéria rozhodné pro určité předem stanovené postupy nebo opatření. Podle ustanovení § 73 odst. 3 vyhlášky o radiační ochraně 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 měřidly stanovenými.

V případech, kdy je oprávněně 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 jejích následků a k její likvidaci (vyhláška č. 318/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů). 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).

#### 1.6.3 Specifické otázky měření na radioterapeutických pracovištích

Držitelé povolení k provádění hodnocení vlastností zdrojů ionizujícího záření na radioterapeutických pracovištích (§ 44 vyhlášky o radiační ochraně) jsou povinni při provádění přejímacích zkoušek a zkoušek dlouhodobé stability používat ke stanovení terapeutických dávek měřidla stanovená podle položky 8.3 druhového seznamu měřidel (viz část 1.6.2.4 výše). Stanoveným měřidlem pro tyto účely se rozumí elektrometr s ionizační komorou (tzv. dozimetrický řetězec) a stanovením terapeutických dávek se rozumí:

- měření, na jejichž základě se vypracovávají ozařovací tabulky,
- měření, která slouží pro nastavení systému pro výpočet dávek radionuklidových ozařovačů (včetně brachyterapie),
- měření, která slouží pro nastavení systému monitorování dávky urychlovačů nebo rentgenových ozařovačů a dále měření, kterými se tyto výsledky přímo ověřují.

Při přejímací zkoušce se systém monitorování dávky urychlovače nastaví tak, aby určitý počet monitorovacích jednotek (monitorovací jednotka představuje odečet systému monitorování dávky úměrný dávce záření ve svazku v referenčních podmínkách) odpovídal přesně stanovené absorbované dávce ve vodě za referenčních podmínek dle TRS 398 (obvykle 100 monitorovacích jednotek na 1 Gy). Při zkouškách dlouhodobé stability se toto nastavení systému monitorování dávky ověřuje stanoveným měřidlem za stejných referenčních podmínek.



Při zkouškách provozní stálosti je postačující k ověřování stálosti výstupu ozařovače, resp. stability systému monitorování dávky (tj. např. denní zkouška urychlovače pomocí elektronického zařízení s polem detektorů nebo týdenní měření radionuklidového ozařovače) použít pracovní měřidlo. Ověřování stálosti výstupu ozařovače není nutné provádět za referenčních podmínek pro stanovení absorbované dávky.

Pokud je stanovována terapeutická dávka v rámci zkoušek provozní stálosti, např. na základě nevyhovujícího výsledku ověření stability systému monitorování dávky, je provedeno nastavení systému monitorování dávky urychlovačů nebo rentgenových ozařovačů, je nutné použít ke stanovení absorbované dávky stanovené měřidlo (čímž se rozumí celý dozimetrický řetězec).

Nezbytná pomocná měřicí zařízení pro stanovení absorbované dávky, jako jsou teploměr a barometr, jsou měřidly pracovními a musí být o ně pečováno v souladu s bodem 1.6.2.2 výše.

Pokud některé měřidlo (např. ionizační komora s elektrometrem a kabely) na pracovišti má funkci hlavního etalonu, pak toto měřidlo podléhá povinné kalibraci, podrobnosti jsou stanoveny v § 5 odst. 5 a 6 zákona o metrologii.

Pracoviště, kde se používají radionuklidové ozařovače a generátory produkující částice schopné vyvolat indukovanou aktivitu, musí být vybavena alespoň jedním měřidlem dávkového příkonu, které je měřidlem stanoveným podle položky 8.7 druhového seznamu měřidel (měřidlo pro havarijní měření).

Pokud jsou pracoviště vybavena elektronickými osobními operativními dozimetry, sloužícími k regulaci ozáření (obvykle signalizací překročení nastavené úrovně dávky nebo dávkového příkonu), pak tato měřidla jsou měřidly pracovními, pokud nejsou určena pro měření havarijní podle položky 8.7 druhového seznamu měřidel (viz část 1.6.2.4 výše).

### **Obecné doporučení pro pořizování měřidel**

V případě stavby nových pracovišť, kde bude prováděno lékařské ozáření, při rekonstrukci stávajících pracovišť nebo při nákupu měřidel pro pracoviště, provádějící lékařské ozáření, je doporučeno vyžadovat na základě smluvních vztahů dodávku jen měřidel schváleného typu, a to i v případě, kdy tato měřidla nejsou měřidly stanovenými. Tento požadavek má za cíl zajistit přiměřenou metrologickou úroveň všech měřidel, včetně měřidel nepodléhajících metrologické regulaci. Typy nově vyráběných či dovezených měřidel mohou být totiž na žádost výrobce či dovozce schváleny i v případě, kdy schválení typu nepodléhají (§ 6 odst. 1 zákona o metrologii).

## 1.7 ZDRAVOTNICKÁ DOKUMENTACE

Zdravotnická dokumentace obsahuje údaje požadované v části šesté, hlavě II Zdravotnická dokumentace zákona 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování ve znění pozdějších předpisů, údaje uvedené ve vyhlášce č. 98/2012 Sb., o zdravotnické dokumentaci ve znění pozdějších předpisů, anamnestické údaje, přesnou diagnózu novotvaru, klinické stadium dle TNM klasifikace, včetně přesné lokalizace a rozsahu primárního nádoru i metastatického postižení, nález z histologického vyšetření novotvaru, prediktivní a prognostické faktory, fyzikální vyšetření, performance status nemocného, jeho komorbidity, záznam o předcházející léčbě, nálezy z provedených vyšetření vztahující se k základní chorobě, záznam o indikaci radioterapie a její schválení lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie.

Uvádí se léčebný záměr (radioterapie radikální, paliativní, nenádorová) a zařazení v procesu léčby (radioterapie samostatná, před či pooperační, kombinovaná s chemoterapií či jinou léčebnou modalitou a jakou). Uvádí se předchozí léčba a ozáření.

Součástí zdravotnické dokumentace je ozařovací předpis, který obsahuje polohu pacienta, informaci o lateralitě léčené oblasti (pokud je relevantní), fixační pomůcky použité v celém procesu diagnostiky, simulace a léčby, použití bolusů, cílové objemy (GTV, CTV, PTV), kritické orgány (OAR), dávku na frakci a celkovou dávku v cílovém objemu (PTV), dávky v kritických orgánech, frakcionační režim, druh a energii záření, ozařovací techniku; ozařovací plán a jeho charakteristiky a protokol o léčbě zářením obsahující záznamy o prováděné léčbě, o provedení simulací, verifikací polohy izocentra/CTV a in vivo dozimetrie nebo výsledek ověření dávky a dávkové distribuce.

Pokud došlo k chybnému ozáření pacienta, je součástí zdravotnické dokumentace protokol o radiologické události.

Ve zdravotnické dokumentaci jsou uvedeny záznamy o klinickém sledování pacienta v průběhu léčby zářením a po jejím dokončení, včetně všech provedených vyšetření.

Součástí dokumentace jsou dále záznamy parametrů potřebných ke stanovení orgánových dávek pacienta z lokalizace cílového objemu a kritických orgánů, ze zobrazovacích metod používaných pro plánování radioterapie (plánovacího CT vyšetření či jiné diagnostické modality, pokud ji dané RTO využívá pro plánování), simulace ozařovacího plánu a verifikace polohy izocentra/CTV (simulátor, CT, kV nebo MV zobrazovací systémy lineárních urychlovačů).

Nedílnou součástí je informovaný souhlas pacienta s léčbou ionizujícím zářením, který musí být podepsán pacientem před zahájením léčby. Před podepsáním informovaného souhlasu je pacient o léčbě a jejích nežádoucích účincích plně informován lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie. Informace poskytnuté pacientovi a informovaný souhlas obsahují náležitosti uvedené v platné legislativě.

Pracoviště zaznamenává do zdravotnické dokumentace pacienta každé použití zdravotnického prostředku třídy IIb dle vyhlášky 11/2005 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a jeho jednoznačnou identifikaci.

## 1.8 PRÁVNÍ PŘEDPISY

Uvedené právní předpisy jsou platné v době vzniku tohoto dokumentu. Je třeba pravidelně sledovat jejich aktualizaci.

### 1.8.1 Právní předpisy týkající se poskytování zdravotní péče

- **Zákon č. 89/2012 Sb.**, občanský zákoník
- **Zákon č. 372/2011 Sb.**, o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách), ve znění pozdějších předpisů  
**Vyhlášky vydané k zákonu 372/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
  - Vyhláška 39/2012 Sb., o dispenzární péči
  - Vyhláška č. 70/2012 Sb., o preventivních prohlídkách
  - Vyhláška č. 92/2012 Sb., o požadavcích na minimální technické a věcné vybavení zdravotnických zařízení a kontaktních pracovišť domácí péče

- Vyhláška č. 98/2012 Sb., o zdravotnické dokumentaci, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 99/2012 Sb., o požadavcích na minimální personální zabezpečení zdravotních služeb, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 101/2012 Sb., o podrobnostech obsahu traumatologického plánu poskytovatele jednodenní nebo lůžkové zdravotní péče a postupu při jeho zpracování a projednání
- Vyhláška č. 102/2012 Sb., o hodnocení kvality a bezpečí lůžkové zdravotní péče
- Vyhláška č. 116/2012 Sb., o předávání údajů do Národního zdravotnického informačního systému
  
- **Zákon č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů**  
**Vyhlášky vydané k zákonu 373/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
  - Vyhláška č. 410/2012 Sb., o stanovení pravidel a postupů při lékařském ozáření
  - Vyhláška č. 79/2013 Sb. o provedení některých ustanovení zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách (vyhláška o pracovnělékařských službách a některých druzích posudkové péče)
  
- **Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů**  
**Vyhlášky a nařízení vlády vydané k zákonu č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
  - Vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli, ve znění pozdějších předpisů
  - Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením, ve znění pozdějších předpisů
  
- **Zákon č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů**  
**Nařízení vlády vydané k zákonu č. 48/1997 Sb.**
  - Nařízení vlády č. 307/2012 Sb. o místní a časové dostupnosti zdravotních služeb
  
- **Zákon č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů**  
**Vyhláška vydaná k zákonu č. 378/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
  - Vyhláška MZ č. 84/2008 Sb., o správné lékárenské praxi, bližších podmínkách zacházení s léčivými v lékárnách, zdravotnických zařízeních a u dalších provozovatelů a zařízení vydávajících léčivé přípravky, ve znění pozdějších předpisů

### 1.8.2 Právní předpisy týkající se podmínek získávání a uznávání způsobilosti k výkonu zdravotnických povolání a činností zdravotnických pracovníků

- **Zákon č. 95/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání odborné způsobilosti a specializované způsobilosti k výkonu zdravotnických povolání lékaře, zubního lékaře a farmaceuta a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů**  
**Vyhlášky vydané k zákonu č. 95/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
  - Vyhláška MZ č. 185/2009 Sb., o oborech specializačního vzdělávání lékařů, zubních lékařů a farmaceutů a oborech certifikovaných kurzů, ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška MZ č. 187/2009 Sb., o minimálních požadavcích na studijní programy všeobecné lékařství, zubní lékařství, farmacie a na vzdělávací program všeobecné praktické lékařství
  - Vyhláška MZ č. 188/2009 Sb., o atestační zkoušce, aprobační zkoušce a závěrečné zkoušce certifikovaného kurzu a o postupu ověření znalosti českého jazyka pohovorem lékařů, zubních lékařů a farmaceutů (o zkouškách lékařů, zubních lékařů a farmaceutů)
  
- **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**  
**Vyhlášky a nařízení vlády vydané k zákonu č. 96/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
  - Vyhláška MZ č. 423/2004 Sb., kterou se stanoví kreditní systém pro vydání osvědčení k výkonu zdravotnického povolání bez přímého vedení nebo odborného dohledu zdravotnických pracovníků, ve znění pozdějších předpisů

- Vyhláška MZ č. 39/2005 Sb., kterou se stanoví minimální požadavky na studijní programy k získání odborné způsobilosti k výkonu nelékařského zdravotnického povolání, ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška MZ č. 189/2009 Sb., o atestační zkoušce, zkoušce k vydání osvědčení k výkonu zdravotnického povolání bez odborného dohledu, závěrečné zkoušce akreditovaných kvalifikačních kurzů a aprobační zkoušce a o postupu při ověření znalosti českého jazyka (vyhláška o zkouškách podle zákona o nelékařských zdravotnických povoláních)
  - Vyhláška MZ č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků
  - Nařízení vlády č. 31/2010 Sb., o oborech specializačního vzdělávání a označení odbornosti zdravotnických pracovníků se specializovanou způsobilostí, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhlášky a nařízení vlády vydané k zákonům č. 95/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a č. 96/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
- Nařízení vlády č. 184/2009 Sb., o stanovení výše úhrad za zkoušky, ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška MZ č. 186/2009 Sb., o stanovení postupu při vyhlášení výběrového řízení na rezidenční místo, průběhu výběrového řízení na rezidenční místo a základních kritériích výběru rezidenta (o rezidenčních místech)
- **Zákon č. 18/2004 Sb.**, o uznávání odborné kvalifikace a jiné způsobilosti státních příslušníků členských států Evropské unie a některých příslušníků jiných států a o změně některých zákonů (zákon o uznávání odborné kvalifikace), ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška vydaná k zákonům č. 96/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a č. 18/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
- Vyhláška MZ č. 39/2005 Sb., kterou se stanoví minimální požadavky na studijní programy k získání odborné způsobilosti k výkonu nelékařského zdravotnického povolání, ve znění pozdějších předpisů

### 1.8.3 Právní předpisy týkající se používání ionizujícího záření a radiační ochrany

- **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
- Vyhlášky a nařízení vlády vydané k zákonu č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
- Vyhláška SÚJB č. 144/1997 Sb., o fyzické ochraně jaderných materiálů a jaderných zařízení a o jejich zařazování do jednotlivých kategorií, ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška SÚJB 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 pozdějších předpisů
  - Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška SÚJB č. 317/2002 Sb., o typovém schvalování obalových souborů pro přepravu, skladování a ukládání jaderných materiálů a radioaktivních látek, o typovém schvalování zdrojů ionizujícího záření a o přepravě jaderných materiálů a určených radioaktivních látek (o typovém schvalování a přepravě), ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška SÚJB č. 318/2002 Sb., o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu, ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška MPO č. 360/2002 Sb., kterou se stanovuje způsob tvorby rezervy pro zajištění vyřazování jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie z provozu
  - Vyhláška SÚJB č. 419/2002 Sb., o osobních radiačních průkazech
  - Vyhláška SÚJB č. 185/2003 Sb., o vyřazování jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie z provozu
  - Vyhláška SÚJB č. 193/2005 Sb., o stanovení seznamu teoretických a praktických oblastí, které tvoří obsah vzdělání a přípravy vyžadovaných v České republice pro výkon regulovaných činností náležejících do působnosti Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
  - Vyhláška SÚJB č. 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 SÚJB č. 213/2010 Sb., o evidenci a kontrole jaderných materiálů a oznamování údajů požadovaných předpisy Evropských společenství
- Nařízení vlády č. 416/2002 Sb., kterým se stanoví výše odvodu a způsob jeho placení původci radioaktivních odpadů na jaderný účet a roční výše příspěvku obcím a pravidla jeho poskytování, ve znění pozdějších předpisů

#### 1.8.4 Právní předpisy týkající se technických požadavků, kladených na zdravotnické prostředky a metrologické předpisy

- **Zákon č. 22/1997 Sb.**, o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- **Zákon č. 268/2014 Sb.**, o zdravotnických prostředcích a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů
- **Vyhlášky a nařízení vlády vydané k zákonu č. 268/2014 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
  - Vyhláška MZ č. 61/2015 Sb. o stanovení výše náhrad výdajů za odborné úkony provedené Státním ústavem pro kontrolu léčiv podle zákona o zdravotnických prostředcích
  - Vyhláška MZ č. 62/2015 Sb. o provedení některých ustanovení zákona o zdravotnických prostředcích
  - Nařízení vlády č. 54/2015 Sb. o technických požadavcích na zdravotnické prostředky
  - Nařízení vlády č. 55/2015 Sb. o technických požadavcích na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky
  - Nařízení vlády č. 56/2015 Sb. o technických požadavcích na diagnostické zdravotnické prostředky in vitro
- **Zákon č. 505/1990 Sb.**, o metrologii, ve znění pozdějších předpisů
- **Vyhlášky vydané k zákonu č. 505/1990 Sb., ve znění pozdějších předpisů**
  - Vyhláška MPO č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška MPO č. 264/2000 Sb., o základních měřicích jednotkách a ostatních jednotkách a o jejich označování, ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška MPO č. 332/2000 Sb., kterou se stanoví některé postupy při schvalování typu a ověřování stanovených měřidel označovaných značkou EHS., ve znění pozdějších předpisů
  - Vyhláška MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů



## 2. RADIKÁLNÍ RADIOTERAPIE

### Definice pojmu radikální radioterapie

Radikální radioterapie je lékařské ozáření, jehož cílem je dosažení vysokého stupně lokální kontroly nádoru a vyléčení pacienta. Může být indikována samostatně nebo jako součást multimodálního léčebného postupu (chirurgie, systémová medikamentózní léčba).

Radikální radioterapie zahrnuje jak zevní radioterapii (teleradioterapii), tak brachyradioterapii (vnitřní ozařování). Následující text standardu se týká pouze zevní radioterapie, neboť brachyradioterapie je zpracována jako samostatný standard pro radiační onkologii (v kapitole 7). Samostatně je zpracován rovněž standard pro radioterapii s modulovanou intenzitou svazku (v kapitole 3), standard pro stereotaktickou radioterapii (v kapitole 4) a standard pro stereotaktickou radiochirurgii (v kapitole 5). V případě léčby kožních nádorů bude postupováno podle chystaného dodatku k národním radiologickým standardům pro radioterapii zhoubných nádorů kůže.

### 2.1. STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU

#### 2.1.1 Obecné indikátory standardu

##### 2.1.1.1 Typ standardu

Standard klinické intervence.

##### 2.1.1.2 Dominantní obor činnosti, kterým se standard zabývá

Radiační onkologie (403).

##### 2.1.1.3 Další obory, kterých se standard týká

Netýká se jiných oborů.

##### 2.1.1.4 Druh péče, která je předmětem standardu

Smíšená.

##### 2.1.1.5 Hlavní autor standardu

prof. MUDr. Jiří Petera, Ph.D.

##### 2.1.1.6 Hlavní oponenti standardu

prof. MUDr. Pavel Šlampa, CSc., Ing. Lenka Hobzová, CSc., MUDr. Jan Stejskal, Ph.D., Ing. Lubomír Frencl

##### 2.1.1.7 Skupina, která standard spravuje

Společnost radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP

##### 2.1.1.8 Skupina, která standard používá

Lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, kliničtí radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici, kliničtí inženýři, biomedicínští inženýři, radiologičtí asistenti, radiologičtí technici, biomedicínští technici a jiní odborní pracovníci s odbornou způsobilostí.

##### 2.1.1.9 Seznam výkonů

- 43021 komplexní vyšetření radioterapeutem
- 43022 cílené vyšetření radioterapeutem
- 43023 kontrolní vyšetření radioterapeutem
- 43213 radioterapie Co 60 s použitím fixačních pomůcek, bloků, kompenzátorů apod. (1 pole)
- 43215 radioterapie Co 60 (1 pole)
- 43217 plánování radioterapie Co 60 nebo urychlovačem
- 43219 plánování radioterapie Co 60 nebo urychlovačem s použitím TPS (plánovací konzola)
- 43311 radioterapie lineárním urychlovačem (1 pole)
- 43313 TBI – celotělová radioterapie lineárním urychlovačem (fotony)

43315	radioterapie lineárním urychlovačem s použitím fixačních pomůcek, bloků, kompenzátorů apod. (1 pole)
43513	plánování termoterapie
43515	elektromagnetická hypertermie lokální (1 ložisko)
43617	celotělové ozáření elektrony
43619	verifikační snímek na ozařovači (ověření 1 pole)
43621	lokalizace cílového objemu nebo simulace ozařovacího plánu
43623	přímá dozimetrie na nemocném (1 měřicí místo)
43627	výroba individuálních bloků
43629	výroba individuálních fixačních pomůcek pro ozařování nebo muláž
43641	radioterapie řízená obrazem (IGRT) s třírozměrným zobrazením
37111	speciální psychologická intervence

#### 2.1.1.10 Diagnózy dle MKN-O, kterých se standard pro radiační onkologii týká:

C00-14	Zhoubné novotvary rtu, dutiny ústní a hltanu
C15,16, 19-26	Zhoubné novotvary trávicího ústrojí
C30-39	Zhoubné novotvary dýchací soustavy a nitrohručních orgánů
C40, 41	Zhoubné novotvary kosti a kloubní chrupavky
C43, 44	Melanom a jiné zhoubné novotvary kůže
C45-49	Zhoubné novotvary mesoteliální a měkké tkáně
C50	Zhoubný novotvar prsu
C51-57	Zhoubné novotvary ženských pohlavních orgánů
C60-63	Zhoubné novotvary mužských pohlavních orgánů
C64-68	Zhoubné novotvary močového ústrojí
C69-72	Zhoubné novotvary oka, mozku a jiných částí CNS
C73, 75	Zhoubné novotvary štítné žlázy a jiných žláz s vnitřní sekrecí
C76-80	Zhoubné novotvary nepřesných, sekundárních a neurčených lokalizací
C81-91, 96	Zhoubné novotvary mizní, krvetvorné a příbuzné tkáně
D05, 06	Novotvary in situ
D42-44	Novotvary nejistého nebo neznámého chování
D 32.0	Nezhoubný novotvar mozkomíšních plen: meninges cerebri
D35.2	Nezhoubný novotvar žláz s vnitřní sekrecí: hypofýza – glandula pituitaria
D 35.3	Nezhoubný novotvar žláz s vnitřní sekrecí: duktus craniopharyngealis
D35.4	Nezhoubný novotvar žláz s vnitřní sekrecí: epifýza – glandula pinealis

### 2.1.2 Personální a kvalifikační předpoklady

#### 2.1.2.1 Kvalifikace instituce

Pracoviště provádějící radikální radioterapii.

Pracoviště radiační onkologie provádějící radikální léčbu splňují následující kritéria:

- minimálně 500 nových pacientů se zhoubným nádorem ročně,
- pracoviště má zajištěno systematické ověřování a hodnocení lékařských radiologických postupů za účelem zlepšení kvality a výsledků péče o pacienty (klinický audit – viz Zákon č. 373/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhl. 410/2012 Sb.),
- pracoviště má k dispozici lůžkové oddělení, počet lůžek závisí na množství léčených pacientů a velikosti spádové oblasti,
- příprava a aplikace protinádorové farmakoterapie,
- přímá dostupnost jednotky intenzivní péče,
- nepřetržitá dostupnost následujících služeb: hematologie a transfuzní stanice, biochemie, rentgenová diagnostika, sonografie, CT, endoskopie, MR,
- dostupnost služeb v pracovní den: CT pro plánování radioterapie, sonografie včetně echokardiografie, vasografie, mikrobiologie, antibiotické centrum, histopatologie,
- dostupnost konziliárních služeb: nepřetržitě anesteziologie, chirurgie, interna, TRN, ORL, gynekologie, neurologie, urologie, psychiatrie; v pracovní době oční, stomatologie, ortopedie.

#### 2.1.2.2 Doporučené personální a kvalifikační předpoklady pro provádění předmětné činnosti

Požadavky na odborný personál

Personál pracoviště, které provádí radikální radioterapii, zahrnuje následující zdravotnické a jiné odborné pracovníky: lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaře ve

specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, klinické radiologické fyziky, radiologické fyziky, radiologické asistenty, klinické inženýry, biomedicínské inženýry, radiologické techniky, biomedicínské techniky a další personál.

#### Doporučené minimální počty pracovníků

Na pracovišti musí být lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, a to minimálně jeden lékař na 200 nových pacientů za rok. Pokud na pracovišti probíhá pregraduální nebo postgraduální výuka, potom minimálně jeden lékař se specializovanou způsobilostí je doporučen na 125 nových pacientů za rok. Doporučený minimální počet lékařů se specializovanou způsobilostí činí tři na pracoviště.

Na pracovišti musí být klinický radiologický fyzik pro radioterapii minimálně v úvazku, který odpovídá klinickému provozu na daném pracovišti dle Přílohy 1. Avšak nepodkročitelný počet klinických radiologických fyziků pro radioterapii je dva, aby se mohli vzájemně zastoupit při absenci a aby bylo možné adekvátně reagovat na jakoukoliv mimořádnou situaci na pracovišti.

Na pracovišti musí být k dispozici dostatečný počet odborně způsobilých zdravotnických pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností (včetně plánování radioterapie). Minimální počet pracovníků závisí na radiologickém vybavení pracoviště (počtu přístrojů), počtu pacientů a složitosti prováděných výkonů. Při stanovení minimálního potřebného počtu pracovníků vychází pracoviště z Přílohy 1. Počtem pracovníků se rozumí počet ekvivalentních plných pracovních úvazků (WTE = whole time equivalent) a nejsou v něm zahrnuti pracovníci, zabývající se na výukových pracovištích výukou, ani pracovníci zabývající se výzkumem.

Na pracovišti musí být radiologičtí asistenti, kteří konkrétně provádějí lékařské ozáření pacientů (ozařovací techniky v teleterapii, radiologické zobrazovací postupy pro plánování léčby a pro obrazem řízenou radioterapii), a to minimálně pro:

Lineární urychlovač	3 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý
Kobaltový ozařovač	2 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý
Simulátor	2 v úvazku 1,00

Další doporučený personál: lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici ve specializačním vzdělávání v oboru radiologická fyzika, všeobecné sestry, sociální pracovníci, kliničtí psychologové, nutriční terapeuti, jiní odborní pracovníci způsobilí k výkonu zdravotnického povolání.

### **2.1.3 Technické požadavky na pracoviště provádějící radikální radioterapii**

Všechny používané zdravotnické prostředky musí splňovat požadavky platných právních předpisů.

#### **Přístrojové a další základní technické vybavení nutné k provádění radikální radioterapie:**

- výpočetní tomograf (CT) vhodný pro plánování radioterapie s možností převedení obrazů v elektronické formě do plánovacího systému,
- plánovací systém, umožňující trojrozměrnou definici cílových objemů a objemu kritických orgánů, který je vybavený dostatečnou kapacitou pro archivaci ozařovacích plánů za dobu životnosti tohoto systému, plánování radioterapie pomocí koplanárních i nekoplanárních ozařovacích polí, algoritmus pro 3D výpočet distribuce dávky, výpočet dávkově-objemových histogramů (DVH),
- rentgenový simulátor nebo CT simulátor,
- lineární urychlovač s vicelamelovým kolimátorem (MLC), s elektronickým portálovým zobrazovacím systémem nebo kilovoltážním zobrazovacím systémem určeným pro IGRT pevně spjatým s geometrií léčebného svazku,
- záznamový a verifikační systém (R&V systém),
- vybavení a měřidla veličin atomové a jaderné fyziky pro absolutní dozimetrii, pro relativní dozimetrii a pro zajištění radiační ochrany, v rozsahu dle potřeb pracoviště; měřidla a pomůcky umožňující provádět pravidelné zkoušky,
- systém pro dozimetrické ověřování aplikované dávky.



Je zabezpečen celý řetězec plánování pomocí CT a simulátoru, jsou vykryty kritické struktury, jsou splněny podmínky dávkové distribuce dle ICRU kritérií a tato dávková distribuce je doručena s přesností požadovanou pro radikální radioterapii. Je hodnocena zátěž kritických orgánů.

Standardním zdrojem ionizujícího záření pro radikální radioterapii je lineární urychlovač.

Kobaltový ozařovač lze pro radikální radioterapii používat pouze za předpokladu, že má technické vlastnosti odpovídající požadavkům na radikální radioterapii a že na něm a jeho příslušenství lze vytvořit radioterapeutický plán kvalitativně srovnatelný s plánem vytvořeným pro radikální léčbu na lineárním urychlovači. Pracoviště by mělo postupovat v souladu s aktuálním dokumentem ICRU pro předepisování, zaznamenávání a vykazování dávky a s dokumentem QUANTEC pro hodnocení zátěže kritických orgánů.

Platí tedy, že kobaltový ozařovač bez MLC, elektronického portálového zobrazovacího systému nebo kilovoltážního zobrazovacího systému určeného pro IGRT pevně spjatého s geometrií léčebného svazku a vhodného plánovacího systému (tj. takového, který prokazatelně pracuje s přesností alespoň srovnatelnou s TPS pro lineární urychlovače využívajícím PBC algoritmy) lze použít pro radikální radioterapii pouze za předpokladu, že:

- je zabezpečen celý řetězec plánování pomocí CT a simulátoru, jsou vykryty kritické struktury, jsou splněny podmínky dávkové distribuce dle ICRU kritérií a tato dávková distribuce je doručena s přesností požadovanou pro radikální radioterapii,
- je hodnocena zátěž kritických orgánů.

Možné indikace radioterapie kobaltovým ozařovačem bez MLC, EPID a vhodného plánovacího systému:

- ozařování stěny hrudní po mastektomii pro karcinom prsu,
- ozařování pro karcinom prsu po parciální mastektomii u biologicky starších pacientek dle PS (KI) nebo s limitovanou možností dopravy na pracoviště s lineárním urychlovačem,
- ozařování pacientů s časným nádorem hlasivek,
- předoperační a pooperační radioterapie u karcinomu rekta u biologicky starších pacientů dle PS (KI) nebo s limitovanou možností dopravy na pracoviště s lineárním urychlovačem.

## 2.2 PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 2.2.1 Vstup procesu

Rozhodnutí o radikálním ozáření a předepsání léčby.

Pacienti jsou odesíláni k radioterapii po stanovení diagnózy onkologického onemocnění na základě rozhodnutí multidisciplinárního onkologického týmu nebo v souladu s multidisciplinárními léčebnými standardy pro jednotlivé onkologické diagnózy.

Indikaci k radikální radioterapii potvrzuje lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie.

Pacient je o léčbě a jejích nežádoucích účincích plně informován lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a před zahájením léčby podepíše informovaný souhlas.

Doporučená doba zahájení léčby závisí na diagnóze a strategii léčby.

### 2.2.2 Proces

#### 2.2.2.1 Postup při radikální radioterapii

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta, včetně kontroly laterality u párových orgánů (před poučením pacienta, předpisem léčby a první léčebnou frakcí)	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením (při použití zobrazovacích metod pro plánování radioterapie, při simulaci ozařovacího plánu)	RA nebo RO

5.	Stanovení optimální polohy a fixace pacienta. Identická poloha a fixace v celém procesu radioterapie. Cílem je vysoká reprodukovatelnost, nenáročnost pro pacienta a usnadnění přípravy ozařovacího plánu ve smyslu šetření zdravých orgánů a tkání.	RO, RA
6.	Stanovení referenčních bodů pro CT plánování radioterapie	RO
7.	Vyznačení referenčních bodů na pacientovi nebo fixačních pomůckách	RA
8.	Lokalizace cílového objemu a kritických orgánů; určení vymezení skenované oblasti, určení šířky řezu a vzdálenosti jednotlivých řezů na plánovacím CT	RO
9.	Podle pokynů RO získání snímků/dat pro plánování léčby (např. CT) ve stejné poloze a se stejnými fixačními pomůckami, jaké byly zvoleny pro ozařování. Snímkovaná oblast zahrnuje celou oblast předpokládaných cílových objemů (tzv. oblast zájmu). Jsou-li v oblasti zájmu kritické orgány (např. plíce), je zobrazen celý objem těchto kritických orgánů, aby bylo možné vytvořit dávkově-objemové histogramy. Indikuje-li lékař CT s kontrastní látkou, je její aplikace prováděna dle platných předpisů.	RA
10.	Přenosy snímků/dat pro plánování léčby do plánovacího systému	RF
11.	Stanovení a zakreslení objemů, případně včetně fúze dat z jednotlivých zobrazovacích metod pro plánování radioterapie (např. CT a MR), event. kontrola struktur již zakreslených RA, v souladu s doporučeními ICRU 50, 62 a 71 (nádorový objem – GTV, klinický cílový objem – CTV, plánovací cílový objem – PTV, kritické orgány – OAR, plánovací objem kritických orgánů – PRV)	RO
12.	Předpis dávek pro jednotlivé cílové objemy, dávky na frakci a počtu frakcí; stanovení dávkových limitů pro OAR	RO
13.	Příprava a vyhodnocení ozařovacího plánu, posouzení dávkově-objemových histogramů, posouzení distribuce dávky. Výběr optimálního ozařovacího plánu za respektování požadavku, aby léčený objem (TV), vymezený 95% izodózou, odpovídal co nejvíce PTV.	RO, RF
14.	Vytištění ozařovacího plánu; stanovení dávky v referenčním bodě ICRU, maximální a minimální dávky v PTV. Nehomogenita dávky v PTV by měla být v rozmezí +7 % až -5 % předepsané dávky. Stanovení maximální nebo průměrné dávky v OAR; výpočet a tisk dávkově-objemových histogramů. Klinický radiologický fyzik pro radioterapii podpisem stvrzuje platný plán a správnost výpočtu.	RF
15.	Nezávislým výpočtem se zkontroluje správnost výpočtu absolutní dávky alespoň v jednom bodě uvnitř PTV nebo se provede dozimetrická kontrola plánu na fantomu.	RF
16.	Definitivní schválení a podpis ozařovacího předpisu odpovědným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie (u stranově zaměnitelných objemů včetně potvrzení laterality)	RO
17.	Příprava individuálních stínících bloků, pokud není použit MLC	RA nebo RTe
18.	Přenos plánu a ozařovacího předpisu do záznamového a verifikačního systému a kontrola dat	RF
19.	Simulace plánu; po simulaci se provede definitivní schválení plánu v záznamovém a verifikačním systému (schválení plánu pro ozařování).	RO, RA
20.	První nastavení pacienta na předepsaném ozařovači, kontrola správného nastavení ozařovacích parametrů, verifikace polohy izocentra/CTV a ozáření pacienta	RO, RA
21.	Na vyžádání lékaře nebo klinického radiologického fyzika pro radioterapii se provede dozimetrické ověření aplikované dávky (např. in vivo dozimetrie).	RF, RA, RTe
22.	Správné splnění ozařovacích podmínek v průběhu celé série zevního ozáření včetně kontroly totožnosti pacienta před každou frakcí	RA

	radioterapie	
23.	Periodická verifikace polohy izocentra/CTV v průběhu ozařovací série	RF, RA
24.	Klinické kontroly pacienta při ozařování, minimálně jedenkrát týdně	RO
25.	Ukončení léčby, kontrola dodržení ozařovacího plánu, včetně kontroly výstupu ze záznamového a verifikačního systému	RO

*Pozn.:* RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, RTe – radiologický technik

V pravém sloupci tabulky jsou uvedeny osoby nesoucí odpovědnost za danou činnost. Pokud jsou uvedeny dvě osoby a jsou odděleny čárkou, znamená to, že obě nesou odpovědnost. Pokud nese odpovědnost jedna osoba, nebo druhá osoba, pak je mezi nimi spojka „nebo“.

#### 2.2.2.2 Ozařovací předpis

Ozařovací předpis s podpisem lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie obsahuje následující údaje:

- identifikační údaje poskytovatele zdravotních služeb,
- identifikační údaje pacienta: jméno, popřípadě jména, příjmení, datum narození, rodné číslo nebo číslo pojištěnce veřejného zdravotního pojištění a kód zdravotní pojišťovny,
- pohlaví pacienta,
- jméno, popřípadě jména, příjmení a podpis zdravotnického pracovníka, který provedl zápis do zdravotnické dokumentace, a datum provedení zápisu,
- výška a hmotnost pacienta,
- údaje o onemocnění: diagnóza dle MKN-O, klinické stadium dle TNM klasifikace, histologická diagnóza,
- vyznačení, že se jedná o radikální radioterapii,
- záznam o předcházející a současné onkologické léčbě, zejména informace o předcházejícím ozařování,
- určení ozařovací polohy, fixační pomůcky,
- definování plánovacích cílových objemů v souladu s ICRU 50, 62 a 71, OAR, specifikace dávky, ozařovací technika, druh a energie záření, zdroj ionizujícího záření,
- celková dávka, dávka na frakci, celkový počet frakcí, počet frakcí za týden,
- přípustné dávky pro kritické orgány nebo odkaz na místní standard pro dávky na kritické orgány,
- je-li relevantní, informace o lateralitě léčené oblasti nebo orgánu, případně i stranový protokol.

Nedílnou součástí ozařovacího předpisu jsou:

- podpis lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a klinického radiologického fyzika pro radioterapii na protokolu z plánovacího systému, který jednoznačně identifikuje jednotlivý ozařovací plán pro schválený kurz ozáření,
- výpis ozařovacích podmínek z plánovacího systému,
- dávkově-objemový histogram pro cílové objemy a kritické orgány,
- lokalizační a simulační snímky,
- záznam o aplikaci každého ozařovacího pole a výpis ze záznamového a verifikačního systému,
- záznamy o nezávislém výpočtu absolutní dávky alespoň v jednom bodě uvnitř PTV, nebo výsledek ověření dávky a dávkové distribuce, nebo záznamy a vyhodnocení in vivo dozimetrie,
- verifikační snímky nebo výsledky zobrazovacích metod sloužících k verifikaci polohy pacienta na ozařovači,
- záznam o ukončení radioterapie.

Odpovědnost za uvedené součásti ozařovacího předpisu je uvedena v tabulce Postup při radikální radioterapii – viz výše.

Součástí ozařovacího předpisu je protokol o radiologické události (pokud během léčby nastala).

Ozařovací předpis a ozařovací plán umožňují zpětnou rekonstrukci cílového objemu, dávky v cílovém objemu a v kritických orgánech.

### 2.2.2.3 Postup při vynuceném přerušení ozařovací série

Při přerušení ozařovací série se způsob kompenzace ozáření stanoví pomocí radiobiologického plánování; zodpovídá lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie. Místní radiologické standardy určí, jak se v případě přerušení ozařovací série postupuje.

### 2.2.2.4 Postup při změně ozařovacího plánu

V průběhu léčby může lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie z klinických důvodů rozhodnout o změně ozařovacího plánu nebo o ukončení ozařování. V ozařovacím předpise musí být o této skutečnosti učiněn záznam, z něhož bude zřejmé, kdo o změně rozhodl, jaké byly k této změně důvody a kdy bylo ozařování podle původního ozařovacího plánu ukončeno. Při vypracování nového ozařovacího plánu se postupuje podle stejného postupu jako v případě plánu původního, tj. podle tabulky v kapitole 2.2.2.1. Činnosti uvedené v tabulce pod body 9 a 10 (lokalizační CT vyšetření, přenos snímků) nemusí být znovu prováděny, pokud lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie nové lokalizační CT vyšetření nepožaduje.

## 2.2.3 Výstup procesu

Po ukončení radioterapie oddělení radiační onkologie zajistí doléčení akutní radiační reakce a další péči o pacienta včetně komplexní onkologické léčby. Pacient zůstává trvale ve sledování oddělení radiační onkologie nebo je předán na jiné pracoviště, zajišťující péči o onkologické pacienty. Při dispensárních kontrolách je sledován průběh nádorového onemocnění, efekt radioterapie a akutní a pozdní komplikace léčby. Hodnotí se lokální kontrola nádoru, přežití bez známek onemocnění, celkové přežití a kvalita života. Akutní a pozdní nežádoucí účinky radioterapie jsou zaznamenávány podle mezinárodně uznávaných klasifikací (WHO common toxicity criteria, RTOG/EORTC radiation toxicity criteria aj.). Pracoviště radiační onkologie periodicky provádí zhodnocení svých výsledků a jejich konfrontaci s literárními údaji.

### 3. RADIOTERAPIE S MODULOVANOU INTENZITOU (IMRT)

#### Definice pojmu radioterapie s modulovanou intenzitou

Radioterapie s modulovanou intenzitou (IMRT) je metoda zevní radioterapie. Princip metody spočívá v modulaci intenzity svazku záření. Výsledkem je cílené ozáření oblasti nádoru, kdy rozložení dávky záření přesně odpovídá tvaru nádoru v prostoru. Dochází tak k významnému šetření okolních zdravých tkání. U vybraných malignit je možné navýšit dávku záření, což vede k lepší lokální kontrole, a tím k většímu počtu vyléčených pacientů.

Technika IMRT je realizována na pracovišti provádějící radikální zevní radioterapii. Standard IMRT se tedy v určitých výchozích bodech shoduje se standardem pro radikální zevní radioterapii.

#### 3.1 STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU

##### 3.1.1 Obecné indikátory standardu

###### 3.1.1.1 Typ standardu

Standard klinické intervence.

###### 3.1.1.2 Dominantní obor činnosti, kterým se standard zabývá

Radiační onkologie (403).

###### 3.1.1.3 Další obory, kterých se standard týká

Netýká se jiných oborů.

###### 3.1.1.4 Druh péče, která je předmětem standardu

Smíšená.

###### 3.1.1.5 Hlavní autor standardu

prof. MUDr. Karel Odrážka, Ph.D.

###### 3.1.1.6 Hlavní oponenti standardu

doc. MUDr. Josef Kovařík, Ph.D., Ing. Lubomír Frencl

###### 3.1.1.7 Skupina, která standard spravuje

Společnost radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP

###### 3.1.1.8 Skupina, která standard používá

Lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, kliničtí radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici, kliničtí inženýři se specializovanou způsobilostí, biomedicínské inženýři, radiologičtí asistenti, radiologičtí technici, biomedicínské technici a jiní odborní pracovníci s odbornou způsobilostí.

###### 3.1.1.9 Seznam výkonů

43021 komplexní vyšetření radioterapeutem

43022 cílené vyšetření radioterapeutem

43023 kontrolní vyšetření radioterapeutem

43315 radioterapie lineárním urychlovačem s použitím fixačních pomůcek, bloků, kompenzátorů apod. (1 pole)

43513 plánování termoterapie

43515 elektromagnetická hypertermie lokální (1 ložisko)

43619 verifikační snímek na ozařovači (ověření 1 pole)

43621 lokalizace cílového objemu nebo simulace ozařovacího plánu

43623 přímá dozimetrie na nemocném (1 měřicí místo)

43627 výroba individuálních bloků

43629 výroba individuálních fixačních pomůcek pro ozařování nebo muláž

43631 plánování radioterapie technikou IMRT

43633 radioterapie pomocí urychlovače s použitím techniky IMRT (1 pole)

- 43641 radioterapie řízená obrazem (IGRT) s třírozměrným zobrazením  
37111 speciální psychologická intervence

### 3.1.1.10 Diagnózy dle MKN-O, kterých se standard pro radiační onkologii týká

- C00-14 Zhoubné novotvary rtu, dutiny ústní a hltanu  
C15,16, 19-26 Zhoubné novotvary trávicího ústrojí  
C30-39 Zhoubné novotvary dýchací soustavy a nitrohručních orgánů  
C40, 41 Zhoubné novotvary kosti a kloubní chrupavky  
C45-49 Zhoubné novotvary mesoteliální a měkké tkáně  
C50 Zhoubný novotvar prsu  
C51-57 Zhoubné novotvary ženských pohlavních orgánů  
C60-63 Zhoubné novotvary mužských pohlavních orgánů  
C64-68 Zhoubné novotvary močového ústrojí  
C69-72 Zhoubné novotvary oka, mozku a jiných částí CNS  
C73, 75 Zhoubné novotvary štítné žlázy a jiných žláz s vnitřní sekrecí  
C81-91, 96 Zhoubné novotvary mízní, krvetvorné a příbuzné tkáně  
D05, 06 Novotvary in situ  
D42-44 Novotvary nejistého nebo neznámého chování  
D 32.0 Nezhoubný novotvar mozkomíšních plen: meninges cerebri  
D35.2 Nezhoubný novotvar žláz s vnitřní sekrecí: hypofýza – glandula pituitaria  
D 35.3 Nezhoubný novotvar žláz s vnitřní sekrecí: duktus craniopharyngealis  
D35.4 Nezhoubný novotvar žláz s vnitřní sekrecí: epifýza – glandula pinealis

## 3.1.2 Personální a kvalifikační předpoklady

### 3.1.2.1 Kvalifikace instituce

Pracoviště provádějící radikální radioterapii.

Pracoviště radiační onkologie poskytující IMRT splňují následující kritéria:

- minimálně 500 nových pacientů se zhoubným nádorem ročně,
- pracoviště má zajištěno systematické ověřování a hodnocení lékařských radiologických postupů za účelem zlepšení kvality a výsledků péče o pacienty (klinický audit – viz Zákon č. 373/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů),
- pracoviště má k dispozici lůžkové oddělení; počet lůžek závisí na množství léčených pacientů a velikosti spádové oblasti,
- příprava a aplikace protinádorové farmakoterapie,
- přímá dostupnost jednotky intenzivní péče,
- nepřetržitá dostupnost následujících služeb: hematologie a transfuzní stanice, biochemie, rentgenová diagnostika, sonografie, CT, endoskopie, MR,
- dostupnost služeb v pracovní den: CT a MR pro plánování radioterapie, sonografie včetně echokardiografie, vasografie, mikrobiologie, antibiotické centrum, histopatologie,
- dostupnost konziliárních služeb: nepřetržitě anesteziologie, chirurgie, interna, TRN, ORL, gynekologie, neurologie, urologie, psychiatrie; v pracovní době oční, stomatologie, ortopedie.

### 3.1.2.2 Doporučené personální a kvalifikační předpoklady pro provádění předmětné činnosti

Požadavky na odborný personál

Personál pracoviště, které provádí IMRT, zahrnuje následující zdravotnické a jiné odborné pracovníky: lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaře ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, klinické radiologické fyziky, radiologické fyziky, radiologické asistenty, klinické inženýry, biomedicínské inženýry, radiologické techniky, biomedicínské techniky a další personál.

#### Doporučené minimální počty pracovníků

Na pracovišti musí být lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, a to minimálně jeden lékař na 200 nových pacientů za rok. Pokud na pracovišti probíhá pregraduální nebo postgraduální výuka, potom minimálně jeden lékař se specializovanou způsobilostí je doporučen



na 125 nových pacientů za rok. Doporučený minimální počet lékařů se specializovanou způsobilostí činí tři na pracoviště.

Na pracovišti musí být klinický radiologický fyzik pro radioterapii minimálně v úvazku, který odpovídá klinickému provozu na daném pracovišti dle Přílohy 1. Avšak nepodkročitelný počet klinických radiologických fyziků pro radioterapii je dva v plném úvazku, aby se mohli vzájemně zastoupit při absenci a aby bylo možné adekvátně reagovat na jakoukoliv mimořádnou situaci na pracovišti.

Na pracovišti musí být k dispozici dostatečný počet odborně způsobilých zdravotnických pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností (včetně plánování radioterapie). Minimální počet pracovníků závisí na radiologickém vybavení pracoviště (počtu přístrojů), počtu pacientů a složitosti prováděných výkonů. Při stanovení minimálního potřebného počtu pracovníků vychází pracoviště z Přílohy 1. Počtem pracovníků se rozumí počet ekvivalentních plných pracovních úvazků (WTE = whole time equivalent) a nejsou v něm zahrnuti pracovníci, zabývající se na výukových pracovištích výukou, ani pracovníci zabývající se výzkumem.

Na pracovišti musí být radiologičtí asistenti, kteří konkrétně provádějí lékařské ozáření pacientů (ozařovací techniky v teleterapii, radiologické zobrazovací postupy pro plánování léčby a pro obrazem řízenou radioterapii), a to minimálně pro:

Lineární urychlovač      3 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý  
Simulátor                2 v úvazku 1,00

Další doporučený personál: lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici ve specializačním vzdělávání v oboru radiologická fyzika, všeobecné sestry, sociální pracovníci, kliničtí psychologové, nutriční terapeuti, jiní odborní pracovníci způsobilí k výkonu zdravotnického povolání.

### 3.1.3 Technické požadavky na pracoviště provádějící IMRT

Všechny používané zdravotnické prostředky musí splňovat požadavky platných právních předpisů.

#### Přístrojové a další základní technické vybavení nutné k provádění IMRT:

- výpočetní tomograf (CT) vhodný pro plánování radioterapie s možností převedení obrazů v elektronické formě do plánovacího systému,
- dostupnost vyšetření magnetickou rezonancí, kompatibilita MR s plánovacím systémem a možnost přenosu snímků MR v elektronické podobě do tohoto plánovacího systému,
- plánovací systém, umožňující trojrozměrnou definici cílových objemů a objemu kritických orgánů, který je vybavený dostatečnou kapacitou pro archivaci ozařovacích plánů za dobu životnosti tohoto systému, plánování radioterapie pomocí koplanárních i nekoplanárních ozařovacích polí, algoritmus pro 3D výpočet distribuce dávky, algoritmus pro generování a kalkulaci svazků s modulovanou intenzitou, výpočet dávkově-objemových histogramů (DVH),
- rentgenový simulátor nebo CT simulátor,
- lineární urychlovač s vícelamelovým kolimátorem (MLC) s elektronickým portálovým zobrazovacím systémem nebo kilovoltážním zobrazovacím systémem určeným pro IGRT pevně spjatým s geometrií léčebného svazku,
- záznamový a verifikační systém (R&V systém),
- fixační pomůcky a indexovaná deska stolu minimálně pro CT nebo rtg simulátor a pro lineární urychlovač; v případě, že plánovací CT není vybaveno zaměřovacími lasery, pak i pro plánovací CT,
- přístrojové vybavení pro ověření dávky a dávkové distribuce modulovaných polí,
- vybavení a měřidla veličin atomové a jaderné fyziky pro absolutní dozimetrii, pro relativní dozimetrii a pro zajištění radiační ochrany, v rozsahu dle potřeb pracoviště; měřidla a pomůcky umožňující provádět pravidelné zkoušky,
- systém pro dozimetrické ověřování aplikované dávky.

Je zabezpečen celý řetězec plánování pomocí CT a simulátoru, jsou vykryty kritické struktury, jsou splněny podmínky dávkové distribuce dle ICRU kritérií a tato dávková distribuce je doručena s přesností požadovanou pro radikální radioterapii. Je hodnocena zátěž kritických orgánů.

## 3.2 PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 3.2.1 Vstup procesu

Rozhodnutí o aplikaci IMRT a předepsání léčby.

Pacienti jsou odesíláni k IMRT po stanovení diagnózy onkologického onemocnění na základě rozhodnutí multidisciplinárního onkologického týmu nebo v souladu s multidisciplinárními léčebnými standardy pro jednotlivé onkologické diagnózy.

Indikaci k IMRT stanovuje a potvrzuje lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie. Léčbu metodou IMRT předepisuje lékař podle IMRT protokolu. Pracoviště má vypracovaný vlastní IMRT protokol, který vychází ze současných znalostí (state of the art) a informací založených na důkazech.

IMRT je největším přínosem za situace, kdy se kritická struktura zdravé tkáně nachází v konkavitě cílového objemu. Informace dostupné v současné době podporují použití IMRT u nádorů prostaty a nádorů hlavy a krku, pooperační radioterapie malé pánve u gynekologických malignit, radioterapie GIT malignit v oblasti epi- + mesogastria, sarkomy měkkých tkání. Indikace IMRT u ostatních nádorových lokalit se provádí po pečlivém posouzení klinické situace a geometrie cílového objemu a kritických orgánů.

Pacient je o léčbě a jejích nežádoucích účincích plně informován lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a před zahájením léčby podepíše informovaný souhlas. Doporučená doba zahájení léčby závisí na diagnóze a strategii léčby.

### 3.2.2 Proces

#### 3.2.2.1 Postup při IMRT

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta, včetně kontroly laterality u párových orgánů (před poučením pacienta, předpisem léčby a první léčebnou frakcí)	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením (při použití zobrazovacích metod pro plánování radioterapie, při simulaci ozařovacího plánu)	RA nebo RO
5.	Stanovení optimální polohy a fixace pacienta. Identická poloha a fixace v celém procesu radioterapie. Cílem je vysoká reprodukovatelnost, nenáročnost pro pacienta a usnadnění přípravy ozařovacího plánu ve smyslu šetření zdravých orgánů a tkání	RO, RA
6.	Stanovení referenčních bodů pro CT plánování radioterapie	RO
7.	Vyznačení referenčních bodů na pacientovi nebo fixačních pomůckách	RA
8.	Lokalizace cílového objemu a kritických orgánů; určení vymezení skenované oblasti, určení šířky řezu a vzdálenosti jednotlivých řezů na plánovacím CT	RO
9.	Podle pokynů RO získání snímků/dat pro plánování léčby (např. CT, MR) ve stejné poloze a se stejnými fixačními pomůckami, jaké byly zvoleny pro ozařování; snímková oblast zahrnuje celou oblast předpokládaných cílových objemů (tzv. oblast zajmu). Jsou-li v oblasti zájmu kritické orgány (např. plíce), je zobrazen celý objem těchto kritických orgánů, aby bylo možné vytvořit dávkově-objemové histogramy. Indikuje-li lékař CT s kontrastní látkou, je její aplikace prováděna podle obecně platných předpisů.	RA
10.	Přenosy snímků/dat pro plánování léčby do plánovacího systému	RF



11.	Stanovení a zakreslení objemů, případně včetně fúze dat z jednotlivých zobrazovacích metod pro plánování radioterapie (např. CT a MR), event. kontrola struktur již zakreslených RA, v souladu s doporučeními ICRU 50, 62 a 83 (nádorový objem – GTV, klinický cílový objem – CTV, plánovací cílový objem – PTV, kritické orgány – OAR, plánovací objem kritických orgánů – PRV)	RO
12.	Předpis dávek pro jednotlivé cílové objemy, dávky na frakci a počtu frakcí, stanovení dávkových limitů pro OAR	RO
13.	Přiřazení faktorů důležitosti jednotlivým strukturám nebo definování účelové funkce (cost/objective function)	RO, RF
14.	Příprava a vyhodnocení ozařovacího plánu, posouzení dávkově-objemových histogramů, posouzení distribuce dávky, výběr optimálního ozařovacího plánu za respektování požadavku, aby léčený objem (TV), vymezený 95% izodózou, odpovídal co nejvíce PTV.	RO, RF
15.	Vytisknutí ozařovacího plánu; stanovení dávek v PTV a v OAR v souladu s ICRU 83; výpočet a tisk dávkově-objemových histogramů; klinický radiologický fyzik pro radioterapii podpisem stvrzuje platný plán a správnost výpočtu.	RF
16.	Ověření dávky a dávkové distribuce modulovaných polí	RF
17.	Definitivní schválení a podpis ozařovacího předpisu odpovědným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie (u stranově zaměřitelných objemů včetně potvrzení laterality)	RO
18.	Přenos plánu a ozařovacího předpisu do záznamového a verifikačního systému a kontrola dat	RF
19.	Simulace plánu; po simulaci se provede definitivní schválení plánu v záznamovém a verifikačním systému (schválení plánu pro ozařování)	RO, RA
20.	První nastavení pacienta na předepsaném ozařovači, kontrola správného nastavení ozařovacích parametrů, verifikace polohy izocentra/CTV a ozáření pacienta	RO, RA
21.	Na vyžádání lékaře nebo klinického radiologického fyzika pro radioterapii se provede dozimetrické ověření aplikované dávky (např. in vivo dozimetrie).	RF, RA, RTe
22.	Správné splnění ozařovacích podmínek v průběhu celé série zevního ozáření včetně kontroly totožnosti pacienta před každou frakcí radioterapie	RA
23.	Periodická verifikace polohy izocentra/CTV v průběhu ozařovací série	RF, RA
24.	Klinické kontroly pacienta při ozařování, minimálně jedenkrát týdně	RO
25.	Ukončení léčby, kontrola dodržení ozařovacího plánu, včetně kontroly výstupu ze záznamového a verifikačního systému	RO

*Pozn.:* RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, RTe – radiologický technik

V pravém sloupci tabulky jsou uvedeny osoby nesoucí odpovědnost za danou činnost. Pokud jsou uvedeny dvě osoby a jsou odděleny čárkou, znamená to, že obě nesou odpovědnost. Pokud nese odpovědnost jedna osoba, nebo druhá osoba, pak je mezi nimi spojka „nebo“.

### 3.2.2.2 Ozařovací předpis

Ozařovací předpis, s podpisem lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, obsahuje následující údaje:

- identifikační údaje poskytovatele zdravotních služeb,
- identifikační údaje pacienta: jméno, popřípadě jména, příjmení, datum narození, rodné číslo nebo číslo pojištěnce veřejného zdravotního pojištění a kód zdravotní pojišťovny,
- pohlaví pacienta,
- jméno, popřípadě jména, příjmení a podpis zdravotnického pracovníka, který provedl zápis do zdravotnické dokumentace, a datum provedení zápisu,
- výška a hmotnost pacienta,

- údaje o onemocnění: diagnóza dle MKN-O, klinické stadium dle TNM klasifikace, histologická diagnóza,
- vyznačení, že se jedná o radikální radioterapii,
- záznam o předcházející a současné onkologické léčbě, zejména informace o předcházejícím ozařování,
- určení ozařovací polohy, fixační pomůcky,
- definování plánovacích cílových objemů v souladu s ICRU 50, 62 a 83, OAR, specifikace dávky, ozařovací technika, druh a energie záření, zdroj ionizujícího záření, způsob modulace intenzity svazku,
- celková dávka, dávka na frakci, celkový počet frakcí, počet frakcí za týden,
- přípustné dávky pro kritické orgány nebo odkaz na místní standard pro dávky na kritické orgány,
- je-li relevantní, informace o lateralitě léčené oblasti nebo orgánu, případně i stranový protokol.

Nedílnou součástí ozařovacího předpisu jsou:

- podpis lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a klinického radiologického fyzika pro radioterapii na protokolu z plánovacího systému, který jednoznačně identifikuje jednotlivý ozařovací plán pro schválený kurz ozáření,
- výpis ozařovacích podmínek z plánovacího systému,
- dávkově-objemový histogram pro cílové objemy a kritické orgány,
- lokalizační a simulační snímky,
- záznam o aplikaci každého ozařovacího pole a výpis ze záznamového a verifikačního systému,
- verifikační snímky nebo výsledky zobrazovacích metod sloužících k verifikaci polohy pacienta na ozařovači,
- výsledky měření absolutní dávky pole (polí) vhodným detektorem,
- záznamy o dozimetrii in vivo,
- záznamy výsledku ověření dávky a dávkové distribuce,
- záznam o ukončení radioterapie.

Odpovědnost za uvedené součásti ozařovacího předpisu je uvedena v tabulce Postup při IMRT.

Součástí zdravotní dokumentace je protokol o radiologické události, pokud v průběhu léčby nastala.

Ozařovací předpis a ozařovací plán umožňují zpětnou rekonstrukci cílového objemu, dávky v cílovém objemu a v kritických orgánech.

### 3.2.2.3 Postup při vynuceném přerušení ozařovací série

Při přerušení ozařovací série se způsob kompenzace ozáření stanoví pomocí radiobiologického plánování. Zodpovídá lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie. Místní radiologické standardy určí, jak se v případě přerušení ozařovací série postupuje.

### 3.2.2.4 Postup při změně ozařovacího plánu

V průběhu léčby může lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie z klinických důvodů rozhodnout o změně ozařovacího plánu nebo o ukončení ozařování. V ozařovacím předpise musí být o této skutečnosti učiněn záznam, z něhož bude zřejmé, kdo o změně rozhodl, jaké byly k této změně důvody a kdy bylo ozařování podle původního ozařovacího plánu ukončeno. Při vypracování nového ozařovacího plánu se postupuje podle stejného postupu jako v případě plánu původního, tj. podle tabulky v kapitole 3.2.2.1. Činnosti uvedené v tabulce pod body 9 a 10 (lokalizační CT vyšetření, přenos snímků) nemusí být znovu prováděny, pokud lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie nové lokalizační CT vyšetření nepožaduje.

## 3.2.3 Výstup procesu

Po ukončení radioterapie zajistí oddělení radiační onkologie doléčení akutní radiační reakce a další péči o pacienta včetně komplexní onkologické léčby. Pacient zůstává trvale sledován na oddělení radiační onkologie nebo je předán na jiné pracoviště, zajišťující péči o onkologické pacienty. Při dispenzárních kontrolách je sledován průběh nádorového onemocnění, efekt radioterapie a akutní a pozdní komplikace léčby. Hodnotí se lokální kontrola nádoru, přežití bez známek onemocnění, celkové přežití a kvalita života. Akutní a pozdní nežádoucí účinky radioterapie jsou zaznamenávány podle mezinárodně uznávaných klasifikací (WHO common toxicity criteria, RTOG/EORTC radiation

toxicity criteria aj.). Pracoviště radiační onkologie periodicky provádí zhodnocení svých výsledků a jejich konfrontaci s literárními údaji.

## 4 STEREOTAKTICKÁ RADIOTERAPIE

### ODDÍL A: STEREOTAKTICKÁ RADIOTERAPIE KRANIÁLNÍ

#### Definice pojmu stereotaktická radioterapie

Stereotaktická radioterapie (SRT) kraniální je speciální technika lékařského ozáření v oblasti hlavy, jejímž principem je přesná trojrozměrná definice cílového objemu a frakcionované ozáření cílového ložiska dostatečně vysokou dávkou s minimální zátěží okolní zdravé tkáně.

K zaměření cílového objemu jsou využívány stereotaktické principy a trojrozměrné zobrazovací metody, zejména výpočetní tomografie (CT), magnetická rezonance (MR), popř. pozitronová emisní tomografie (PET) či digitální substrakční angiografie (DSA). Pacient má během stereotaktického vyšetření a během vlastní terapie zářením hlavu fixovanou ve speciální pevné, obvykle snímatelné masce, uchycené ve stereotaktickém rámu, který představuje a definuje koordinační systém. Plánování SRT je založeno na počítačem provedené fúzi, nejčastěji CT a MR snímků. Tato fúze zajišťuje jak přesné určení cílového objemu (MR), tak přesné naplánování ozařovací techniky (CT). Ozařovací svazek je vymezen buď válcovým sekundárním kolimátorem o příslušném průměru, nebo mikroMLC. Stereotaktické ozáření je možné rovněž provést v kombinaci s technikou IMRT. Léčba se provádí zpravidla na lineárním urychlovači zářením X o energii 4 – 6 MV.

Nejčastější indikace SRT: Gliomy G1-2 a další diferencované nádory centrálního nervového systému, meningeomy, chordomy, adenomy hypofýzy, cílené dozáření reziduálních nádorů CNS po předchozí zevní radioterapii, v indikovaných případech mozkové metastázy a recidivy mozkových nádorů po předchozím ozáření standardní technikou.

Oddíl A standardu neřeší problematiku extrakraniální stereotaktické radioterapie, která je popsána v oddíle B kapitoly 4, a stereotaktické radiochirurgie, která je popsána v kapitole 5.

#### 4.1 STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU

##### 4.1.1 Obecné indikátory standardu

###### 4.1.1.1 Typ standardu

Standard klinické intervence.

###### 4.1.1.2 Dominantní obor činnosti, kterým se standard zabývá

Radiační onkologie (403).

###### 4.1.1.3 Další obory, kterých se standard týká

Netýká se jiných oborů.

###### 4.1.1.4 Druh péče, která je předmětem standardu

Smíšená.

###### 4.1.1.5 Hlavní autor standardu

MUDr. Běla Malinová

###### 4.1.1.6 Hlavní oponenti standardu

prof. MUDr. Pavel Šlampa, CSc., Ing. Lenka Hobzová, CSc., Ing. Lubomír Frencl

###### 4.1.1.7 Skupina, která standard spravuje

Společnost radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP

###### 4.1.1.8 Skupina, která standard používá

Lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, kliničtí radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici, kliničtí inženýři, biomedicínské inženýři, radiologičtí asistenti, radiologičtí technici, biomedicínské technici a jiní odborní pracovníci s odbornou způsobilostí.

#### 4.1.1.9 Seznam výkonů

43021	komplexní vyšetření radioterapeutem
43022	cílené vyšetření radioterapeutem
43023	kontrolní vyšetření radioterapeutem
43613	stereotaktické ozáření hlavy a mozku lineárním urychlovačem
43619	verifikační snímek na ozařovači (ověření jednoho pole)
43621	lokalizace cílového objemu nebo simulace ozařovacího plánu
43623	přímá dozimetrie na nemocném (1 měřicí místo)
43629	výroba individuálních fixačních pomůcek pro ozařování nebo muláž
43635	plánování stereotaktické radioterapie a radiochirurgie
43637	stereotaktická radioterapie lineárním urychlovačem
43641	radioterapie řízená obrazem (IGRT) s trojrozměrným zobrazením
37111	speciální psychologická intervence

#### 4.1.1.10 Diagnózy dle MKN-O, kterých se standard pro radiační onkologii týká

C69-72	Zhoubné novotvary oka, mozku a jiných částí CNS
C76-80	Zhoubné novotvary nepřesných, sekundárních a neurčených lokalizací
D42-44	Novotvary nejistého nebo neznámého chování
D 32.0	Nezhoubný novotvar mozkomíšních plen: meninges cerebri
D33.3	Nezhoubný novotvar mozku a jiných částí nervové soustavy: mozkové nervy
D35.2	Nezhoubný novotvar žláz s vnitřní sekrecí: hypofýza – glandula pituitaria
D 35.3	Nezhoubný novotvar žláz s vnitřní sekrecí: duktus craniopharyngealis
D35.4	Nezhoubný novotvar žláz s vnitřní sekrecí: epifýza – glandula pinealis

### 4.1.2 Personální a kvalifikační předpoklady

#### 4.1.2.1 Kvalifikace instituce

Pracoviště provádějící radikální radioterapii.

Kromě podmínek standardu pro radikální radioterapii pracoviště radiační onkologie, provádějící stereotaktickou radioterapii, vzájemně spolupracuje s neurochirurgickým pracovištěm a má dostupné vyšetření magnetickou rezonancí.

#### 4.1.2.2 Doporučené personální a kvalifikační předpoklady pro provádění předmětné činnosti

Požadavky na odborný personál

Personál pracoviště, které provádí radikální ozařování, zahrnuje následující zdravotnické a jiné odborné pracovníky: lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaře ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, klinické radiologické fyziky, radiologické asistenty, klinické inženýry, biomedicínské inženýry, radiologické techniky, biomedicínské techniky a další personál.

#### Doporučené minimální počty pracovníků

Na pracovišti musí být lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, a to minimálně jeden lékař na 200 nových pacientů za rok. Pokud na pracovišti probíhá pregraduální nebo postgraduální výuka, potom minimálně jeden lékař se specializovanou způsobilostí je doporučen na 125 nových pacientů za rok. Doporučený minimální počet lékařů se specializovanou způsobilostí činí tři na pracoviště.

Na pracovišti musí být klinický radiologický fyzik pro radioterapii minimálně v úvazku, který odpovídá klinickému provozu na daném pracovišti dle Přílohy 1. Avšak nepodkročitelný počet klinických radiologických fyziků pro radioterapii je dva v plném úvazku, aby se mohli vzájemně zastoupit při absenci a aby bylo možné adekvátně reagovat na jakoukoliv mimořádnou situaci na pracovišti.

Na pracovišti musí být k dispozici dostatečný počet odborně způsobilých zdravotnických pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností (včetně plánování radioterapie). Minimální počet pracovníků závisí na radiologickém vybavení pracoviště (počtu přístrojů), počtu pacientů a složitosti prováděných výkonů. Při stanovení minimálního potřebného počtu pracovníků

vychází pracoviště z Přílohy 1. Počtem pracovníků se rozumí počet ekvivalentních plných pracovních úvazků (WTE = whole time equivalent) a nejsou v něm zahrnuti pracovníci, zabývající se na výukových pracovištích výukou, ani pracovníci zabývající se výzkumem.

Na pracovišti musí být radiologičtí asistenti, kteří konkrétně provádějí lékařské ozáření pacientů (ozařovací techniky v teleterapii, radiologické zobrazovací postupy pro plánování léčby a pro obrazem řízenou radioterapii), a to minimálně pro:

Lineární urychlovač	3 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý
Simulátor	2 v úvazku 1,00

Další doporučený personál: lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici ve specializačním vzdělávání v oboru radiologická fyzika, všeobecné sestry, sociální pracovníci, kliničtí psychologové, nutriční terapeuti, jiní odborní pracovníci způsobilí k výkonu zdravotnického povolání.

#### 4.1.3 Technické požadavky na pracoviště provádějící stereotaktickou radioterapii

Všechny používané zdravotnické prostředky musí splňovat požadavky platných právních předpisů.

##### **Přístrojové a další základní technické vybavení nutné k provádění stereotaktické radioterapie:**

- výpočetní tomograf (CT) vhodný pro plánování radioterapie s možností převedení obrazů v elektronické podobě do plánovacího systému,
- dostupnost vyšetření magnetickou rezonancí, kompatibilita MR s plánovacím systémem a možnost přenosu snímků MR v elektronické podobě do tohoto plánovacího systému,
- speciální 3D plánovací software, kompatibilní s užitým hardware, umožňující fúzi CT a MR obrazu a na jejím základě plánování SRT,
- rentgenový simulátor nebo CT simulátor,
- lineární urychlovač se svazkem brzdného záření o energii 4 – 6 MV primárně určený pro stereotaktické ozařování, event. vybavený přídatným zařízením pro stereotaktickou radioterapii (systém válcových kolimátorů nebo mikroMLC) a fixací pacienta ke stolu, případně i speciálním přídatným držákem ke stolu,
- zobrazovací systém pro IGRT,
- záznamový a verifikační systém (R&V systém),
- stereotaktické instrumentarium zahrnující speciální fixační masky, lokalizační indikátor se značkami pro vyšetření na CT, indikátor pro přesné nastavení pacienta do izocentra při ozařování na lineárním urychlovači,
- vybavení a měřidla veličin atomové a jaderné fyziky pro absolutní dozimetrii, pro relativní dozimetrii a pro zajištění radiační ochrany, v rozsahu dle potřeb pracoviště; měřidla a pomůcky umožňující provádět pravidelné zkoušky,
- systém pro dozimetrické ověřování aplikované dávky.

Je zabezpečen celý řetězec plánování pomocí CT a simulátoru, jsou vykryty kritické struktury, jsou splněny podmínky dávkové distribuce dle ICRU kritérií a tato dávková distribuce je doručena s přesností požadovanou pro stereotaktickou radioterapii. Je hodnocena zátěž kritických orgánů.

## 4.2 PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 4.2.1 Vstup procesu

Rozhodnutí o stereotaktické radioterapii a předepsání léčby

Pacienti jsou odesíláni k stereotaktické radioterapii po stanovení diagnózy onkologického onemocnění na základě rozhodnutí multidisciplinárního onkologického týmu nebo v souladu s multidisciplinárními léčebnými standardy pro jednotlivé onkologické diagnózy.

Indikaci k stereotaktické radioterapii stanovuje a potvrzuje lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie.

Pacient je o léčbě a jejích nežádoucích účincích plně informován lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a před zahájením léčby podepíše informovaný souhlas.



## 4.2.2 Proces

### 4.2.2.1 Postup při stereotaktické radioterapii kraniální

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2	Kontrola totožnosti pacienta, včetně kontroly laterality u párových orgánů (před poučením pacienta, předpisem léčby a první léčebnou frakcí)	RO
3	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením (při použití zobrazovacích metod pro plánování radioterapie, při simulaci ozařovacího plánu)	RA nebo RO
5	Uložení pacienta do ozařovacího rámu ke SRT, příprava fixační masky	RO, RA
6	CT, MR (příp. další) snímky pro plánování léčby s řezy po 2 – 3 mm	RA
7	Aplikace kontrastní látky i. v. podle pokynů RO	RO
8	Přenos dat z plánovacího CT do plánovacího systému pro SRT	RF
9	MR mozku v T1, T2 sekvencích s i. v. podanou kontrastní látkou podle pokynů RO	RA
10	Přenos dat z MR do plánovacího systému pro SRT	RF
11	Provedení fúze MR a CT snímků	RF, RO
12	Zakreslení cílového objemu a kritických orgánů	RO
13	Vypracování ozařovacího plánu v několika verzích	RF
14	Výběr optimálního plánu s ohledem na distribuci záření v cílovém objemu (stupeň nehomogenity) a na radiační zátěž kritických orgánů	RO, RF
15	Stanovení celkové dávky, frakcionace, výše denní dávky, vyplnění ozařovacího předpisu	RO
16	Vypracování dávkově-objemových histogramů	RF
17	Klinický radiologický fyzik pro radioterapii podpisem stvrzuje platný plán a správnost výpočtu.	RF
18	Definitivní schválení a podpis ozařovacího předpisu odpovědným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie	RO
19	Vytvoření ozařovacích šablon, výtisk ozařovacího plánu	RF, RA
20	Zadání dat do záznamového a verifikačního systému	RF
21	Příprava ozařovny k SRT	RF
22	První nastavení pacienta na předepsaném ozařovači, kontrola správného nastavení ozařovacích parametrů, verifikace polohy izocentra/CTV	RO, RA
23	První ozáření pacienta + kontrola správnosti zadání všech ozařovacích parametrů v záznamovém a verifikačním systému	RO, RF, RA
24	Správné splnění ozařovacích podmínek v průběhu celé série, včetně kontroly totožnosti pacienta před každou frakcí radioterapie	RA
25	Klinické kontroly stavu pacienta během SRT minimálně 1x týdně	RO
26	Ukončení SRT	RO
27	Sledování pacienta po léčbě	RO

*Pozn.:* RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, RTe – radiologický technik, ZS – zdravotní sestra

V pravém sloupci tabulky jsou uvedeny osoby nesoucí odpovědnost za danou činnost. Pokud jsou uvedeny dvě osoby a jsou odděleny čárkou, znamená to, že obě nesou odpovědnost. Pokud nese odpovědnost jedna osoba, nebo druhá osoba, pak je mezi nimi spojka „nebo“.

#### 4.2.2.2 Ozařovací předpis

Ozařovací předpis, s podpisem lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, má obsahovat následující údaje:

- identifikační údaje poskytovatele zdravotních služeb,

- identifikační údaje pacienta: jméno, popřípadě jména, příjmení, datum narození, rodné číslo nebo číslo pojištěnce veřejného zdravotního pojištění a kód zdravotní pojišťovny,
- pohlaví pacienta,
- jméno, popřípadě jména, příjmení a podpis zdravotnického pracovníka, který provedl zápis do zdravotnické dokumentace a datum provedení zápisu,
- údaje o onemocnění: diagnóza dle MKN-O, klinické stadium dle TNM klasifikace, histologická diagnóza,
- vyznačení, že se jedná o stereotaktickou radioterapii,
- záznam o předcházející a současné onkologické léčbě, zejména informace o předcházejícím ozařování,
- určení ozařovací polohy, fixační pomůcky,
- definování cílových objemů, OAR, specifikace dávky, ozařovací technika, počet izocenter, druh a energie záření,
- celková dávka, dávka na frakci, celkový počet frakcí, počet frakcí za týden, přípustné dávky pro kritické orgány,
- je-li relevantní, informace o lateralitě léčené oblasti nebo orgánu, případně i stranový protokol.

Předpis dávky v cílovém objemu u SRT kraniální se řídí doporučeními ICRU č. 50, 62 nebo 83. Výše jednotlivé i celkové dávky je určena lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie v závislosti na stupni nehomogenity v cílovém objemu (k ozáření cílového objemu větší velikosti a nepravidelného tvaru při rotační technice stereotaktické radioterapie je třeba použít více izocenter, čímž se zvyšuje nehomogenita distribuce dávky v objemu) a zejména v závislosti na výši dávky na kritické orgány.

Nedílnou součástí ozařovacího předpisu jsou:

- podpis lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a klinického radiologického fyzika pro radioterapii na protokolu z plánovacího systému, který jednoznačně identifikuje jednotlivý ozařovací plán pro schválený kurz ozáření,
- výpis ozařovacích podmínek z plánovacího systému,
- dávkově-objemový histogram pro cílové objemy a kritické orgány,
- lokalizační šablony pro zaměřovací indikátor,
- simulační snímky,
- záznam o aplikaci každého ozařovacího pole a výpis ze záznamového a verifikačního systému,
- záznam u ukončení radioterapie.

Odpovědnosti za uvedené součásti ozařovacího předpisu jsou uvedeny v tabulce Postup při stereotaktické radioterapii kraniální – viz výše.

Součástí ozařovacího předpisu je protokol o radiologické události (pokud v průběhu léčby nastala). Ozařovací předpis a ozařovací plán umožňují zpětnou rekonstrukci cílového objemu, dávky v cílovém objemu a v kritických orgánech.

#### 4.2.2.3 Postup při vynuceném přerušení ozařovací série

Při přerušení ozařovací série je postup další léčby individuální a je podmíněn především charakterem onemocnění a frakcionačním schématem SRT. Zodpovídá lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie.

#### 4.2.3 Výstup procesu

Po ukončení radioterapie zajistí oddělení radiační onkologie doléčení akutní radiační reakce a další péči o pacienta včetně komplexní onkologické léčby. Pacient zůstává trvale sledován na oddělení radiační onkologie, nebo je předán na jiné pracoviště, zajišťující péči o onkologické pacienty. Při dispensárních kontrolách je sledován průběh nádorového onemocnění, efekt radioterapie, akutní a pozdní komplikace léčby. Hodnotí se lokální kontrola nádoru, přežití bez známek onemocnění, celkové přežití a kvalita života. Akutní a pozdní nežádoucí účinky radioterapie jsou zaznamenávány podle mezinárodně uznávaných klasifikací (WHO common toxicity criteria, RTOG/EORTC radiation toxicity criteria aj.) Pracoviště radiační onkologie periodicky provádí zhodnocení svých výsledků a jejich konfrontaci s literárními údaji.



## ODDÍL B: STEREOTAKTICKÁ RADIOTERAPIE EXTRAKRANIÁLNÍ

### Definice pojmu extrakraniální stereotaktická radioterapie

Extrakraniální stereotaktická radioterapie neboli stereotactic body radiotherapy (SBRT) je speciální technika lékařského ozáření kromě oblasti mozku, jejímž principem je přesná trojrozměrná definice cílového objemu a frakcionované ozáření cílového ložiska dostatečně vysokou dávkou s minimální zátěží okolní zdravé tkáně.

Plánování SBRT je založeno na CT vyšetření, popř. jeho fúzi s ostatními 3D vyšetřovacími metodami (MR, PET, UZV atd.). Tato fúze zajišťuje jak přesné určení cílového objemu, tak přesné naplánování ozařovací techniky (CT). Pacient během stereotaktického vyšetření a během vlastní terapie zářením leží na stole terapeutického ozařovače a je dle potřeby fixován (stereotaktický rám, termoplastická maska, vakuová matrace apod.).

K vytvoření strmého gradientu dávky a tím pádem dosažení vysoce konformního plánu jsou použity tenké ozařovací svazky a techniky na bázi IMRT/IMAT isocentrické nebo neisocentrické.

Pro zajištění přesnosti dodání dávky je nezbytně nutné využití precizního řízení obrazem. Nutná je rovněž kompenzace pohybů cílových objemů (dýchání, peristaltika, náplně dutých orgánů, atd.)

Nejčastější indikace SBRT:

- Lokalizovaný karcinom prostaty
- Primární a sekundární nádory plic
- Primární a sekundární nádory jater
- Primární a sekundární nádory páteře a míchy
- Inoperabilní karcinom pankreatu
- Reiradiace recidiv nádorů hlavy a krku
- Oligometastatické onemocnění (např. lymfatických uzlin, nadledvin, atd.) chirurgicky neřešitelné

## 4.1 STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 4.1.1 Obecné indikátory standardu

#### 4.1.1.1 Typ standardu

Standard klinické intervence.

#### 4.1.1.2 Dominantní obor činnosti, kterým se standard zabývá

Radiační onkologie (403).

#### 4.1.1.3 Další obory, kterých se standard týká

Netýká se jiných oborů.

#### 4.1.1.4 Druh péče, která je předmětem standardu

Smíšená.

#### 4.1.1.5 Hlavní autor standardu

doc. MUDr. D. Feltl, Ph.D., MBA, MUDr. Ing. J. Cvek, Ph.D., RNDr. Jiří Seget

#### 4.1.1.6 Hlavní oponenti standardu

#### 4.1.1.7 Skupina, která standard spravuje

Společnost radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP

#### 4.1.1.8 Skupina, která standard používá

Lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, kliničtí radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici, kliničtí inženýři, biomedicínské inženýři, radiologičtí asistenti, radiologičtí technici, biomedicínské technici a jiní odborní pracovníci s odbornou způsobilostí.

## 4.1.1.9 Seznam výkonů

- 43021 komplexní vyšetření radioterapeutem
- 43022 cílené vyšetření radioterapeutem
- 43023 kontrolní vyšetření radioterapeutem
- 43619 verifikační snímek na ozařovači (ověření jednoho pole)
- 43641 radioterapie řízená obrazem (IGRT) s trojrozměrným zobrazením
- 43621 lokalizace cílového objemu nebo simulace ozařovacího plánu
- 43623 přímá dozimetrie na nemocném (1 měřicí místo)
- 43629 výroba individuálních fixačních pomůcek pro ozařování nebo muláž
- 43635 plánování stereotaktické radioterapie a radiochirurgie
- 43637 stereotaktická radioterapie lineárním urychlovačem
- 43639 stereotaktická radiochirurgie lineárním urychlovačem
- 37111 speciální psychologická intervence

## 4.1.1.10 Diagnózy dle MKN-O, kterých se standard pro radiační onkologii týká

- C00 Zhoubný novotvar rtu
- C01 Zhoubný novotvar kořene jazyka
- C02 Zhoubný novotvar jiných a neurčených částí jazyka
- C03 Zhoubný novotvar dásně – gingivy
- C04 Zhoubný novotvar ústní spodiny
- C05 Zhoubný novotvar patra
- C06 Zhoubný novotvar jiných a neurčených částí úst
- C07 Zhoubný novotvar příušní (parotické) žlázy
- C08 Zhoubný novotvar jiných a neurčených slinných žláz
- C09 Zhoubný novotvar mandle – tonzily,  
které jsou zařazeny podle jejich anatomické lokalizace
- C10 Zhoubný novotvar ústní části hltanu – orofaryngu
- C11 Zhoubný novotvar nosohltanu – nazofaryngu
- C12 Zhoubný novotvar pyriformního sinu
- C13 Zhoubný novotvar hypofaryngu
- C14 Zhoubný novotvar jiných a nepřesně určených lokalizací rtu, ústní dutiny a hltanu

## ZHOUBNÉ NOVOTVARY TRÁVICÍHO ÚSTROJÍ

- C15 Zhoubný novotvar jícnu
- C16 Zhoubný novotvar žaludku
- C17 Zhoubný novotvar tenkého střeva
- C18 Zhoubný novotvar tlustého střeva
- C19 Zhoubný novotvar rektosigmoideálního spojení
- C20 Zhoubný novotvar konečníku – recta
- C21 Zhoubný novotvar řiti a řitního kanálu
- C22 Zhoubný novotvar jater a intrahepatálních žlučových cest
- C23 Zhoubný novotvar žlučníku
- C24 Zhoubný novotvar jiných a neurčených částí žlučových cest
- C25 Zhoubný novotvar slinivky břišní

## ZHOUBNÉ NOVOTVARY DÝCHACÍ SOUSTAVY A NITROHRUDNÍCH ORGÁNŮ

- C30 Zhoubný novotvar nosní dutiny a středního ucha
- C31 Zhoubný novotvar vedlejších dutin
- C32 Zhoubný novotvar hrtanu
- C33 Zhoubný novotvar průdušnice – trachey
- C34 Zhoubný novotvar průdušky – bronchu a plíce
- C38 Zhoubný novotvar srdce, mezihrudí – mediastina a pohrudnice – pleury

## ZHOUBNÉ NOVOTVARY KOSTI A KLOUBNÍ CHRUPAVKY

- C40 Zhoubný novotvar kosti a kloubní chrupavky končetin
- C41 Zhoubný novotvar kosti a kloubní chrupavky jiných a neurčených lokalizací

**MELANOM A JINÉ ZHOUBNÉ NOVOTVARY KŮŽE**

C43 Zhoubný melanom kůže

**ZHOUBNÉ NOVOTVARY MEZOTELOVÉ A MĚKKÉ TKÁNĚ**

C45 Mezoteliom – mesothelioma

C47 Zhoubný novotvar periferních nervů a autonomní nervové soustavy

C48 Zhoubný novotvar retroperitonea a peritonea

**ZHOUBNÉ NOVOTVARY ŽENSKÝCH POHLAVNÍCH ORGÁNŮ**

C51 Zhoubný novotvar vulvy

C52 Zhoubný novotvar pochvy – vaginy

C53 Zhoubný novotvar hrdla děložního – cervicis uteri

C54 Zhoubný novotvar těla děložního

**ZHOUBNÝ NOVOTVAR PRSU**

C50 Zhoubný novotvar prsu

C55 Zhoubný novotvar dělohy, část NS

C56 Zhoubný novotvar vaječníku

**ZHOUBNÉ NOVOTVARY MUŽSKÝCH POHLAVNÍCH ORGÁNŮ**

C61 Zhoubný novotvar předstojné žlázy – prostaty

C64 Zhoubný novotvar ledviny mimo pánvičku

C65 Zhoubný novotvar ledvinné pánvičky

C66 Zhoubný novotvar močovodu – ureteru

C67 Zhoubný novotvar močového měchýře – vesicae urinariae

**ZHOUBNÉ NOVOTVARY OKA, MOZKU A JINÝCH ČÁSTÍ CENTRÁLNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY**

C72 Zhoubný novotvar míchy, mozkových nervů a jiných částí centrální nervové soustavy

C73 Zhoubný novotvar štítné žlázy

C74 Zhoubný novotvar nadledviny

C75 Zhoubný novotvar jiných žláz s vnitřní sekrecí a příbuzných struktur

C77 Sekundární a neurčený zhoubný novotvar mizních uzlin

C78 Sekundární zhoubný novotvar dýchací a trávicí soustavy

C79 Sekundární zhoubný novotvar jiných a neurčených lokalizací

**HEMANGIOM A IYMFANGIOM KTERÉKOLIV LOKALIZACE**

D18 Hemangiom a iymfangiom kterékoliv lokalizace

D32 Nezhoubný novotvar mozkomíšních plen

D35 Nezhoubný novotvar jiných a neurčených žláz s vnitřní sekrecí

**VROZENÉ VADY OBĚHOVÉ SOUSTAVY**

Q28 Jiné vrozené vady oběhové soustavy

**4.1.2 Personální a kvalifikační předpoklady****4.1.2.1 Kvalifikace instituce**

Pracoviště provádějící radikální radioterapii.

**4.1.2.2 Doporučené personální a kvalifikační předpoklady pro provádění předmětné činnosti**

Požadavky na odborný personál

Personál pracoviště, které provádí radikální ozařování, zahrnuje následující zdravotnické a jiné odborné pracovníky: lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaře ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, klinické radiologické fyziky, radiologické asistenty, klinické inženýry, biomedicínské inženýry, radiologické techniky, biomedicínské techniky a další personál.

### Doporučené minimální počty pracovníků

Na pracovišti musí být lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, a to minimálně jeden lékař na 200 nových pacientů za rok. Pokud na pracovišti probíhá pregraduální nebo postgraduální výuka, potom minimálně jeden lékař se specializovanou způsobilostí je doporučen na 125 nových pacientů za rok. Doporučený minimální počet lékařů se specializovanou způsobilostí činí tři na pracoviště.

Na pracovišti musí být klinický radiologický fyzik pro radioterapii minimálně v úvazku, který odpovídá klinickému provozu na daném pracovišti dle Přílohy 1. Avšak nepodkročitelný počet klinických radiologických fyziků pro radioterapii je dva v plném úvazku, aby se mohli vzájemně zastoupit při absenci a aby bylo možné adekvátně reagovat na jakoukoliv mimořádnou situaci na pracovišti.

Na pracovišti musí být k dispozici dostatečný počet odborně způsobilých zdravotnických pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností (včetně plánování radioterapie). Minimální počet pracovníků závisí na radiologickém vybavení pracoviště (počtu přístrojů), počtu pacientů a složitosti prováděných výkonů. Při stanovení minimálního potřebného počtu pracovníků vychází pracoviště z Přílohy 1. Počtem pracovníků se rozumí počet ekvivalentních plných pracovních úvazků (WTE = whole time equivalent) a nejsou v něm zahrnuti pracovníci, zabývající se na výukových pracovištích výukou, ani pracovníci zabývající se výzkumem.

Na pracovišti musí být radiologičtí asistenti, kteří konkrétně provádějí lékařské ozáření pacientů (ozařovací techniky v teleterapii, radiologické zobrazovací postupy pro plánování léčby a pro obrazem řízenou radioterapii), a to minimálně pro:

Lineární urychlovač      3 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý

Simulátor                2 v úvazku 1,00

Další doporučený personál: lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici ve specializačním vzdělávání v oboru radiologická fyzika, všeobecné sestry, sociální pracovníci, kliničtí psychologové, nutriční terapeuti, jiní odborní pracovníci způsobilí k výkonu zdravotnického povolání.

#### **4.1.3 Technické požadavky na pracoviště provádějící stereotaktickou radioterapii**

Všechny používané zdravotnické prostředky musí splňovat požadavky platných právních předpisů.

##### **Přístrojové a další základní technické vybavení nutné k provádění stereotaktické radioterapie:**

- výpočetní tomograf (CT) vhodný pro plánování radioterapie s možností převedení obrazů v elektronické podobě do plánovacího systému,
- dostupnost vyšetření magnetickou rezonancí, kompatibilita MR s plánovacím systémem a možnost přenosu snímků MR v elektronické podobě do tohoto plánovacího systému,
- speciální 3D plánovací software, kompatibilní s užitým hardware, umožňující fúzi CT, MR, PET a UZV obrazu a na jejím základě plánování SBRT,
- rentgenový simulátor nebo CT simulátor,
- systém CyberKnife s kompletním základním vybavením nebo
- lineární urychlovač se svazkem brzděného záření o energii 4 – 6 MV primárně určený pro stereotaktické ozařování, event. vybavený přídatným zařízením pro stereotaktickou radioterapii (systém válcových kolimátorů nebo mikroMLC) a fixací pacienta ke stolu, případně i speciálním přídatným držákem ke stolu,
- zobrazovací systém pro IGRT,
- záznamový a verifikační systém (R&V systém),
- zařízení pro precizní nastavení pacienta (minimalizace set-up marginu),
- zařízení pro účinnou kompenzaci pohybů cílového objemu uvnitř těla (minimalizace ITV – Internal Target Volume, gating, tracking, breath-hold technika),
- vybavení a měřidla veličin atomové a jaderné fyziky pro absolutní dozimetrii, pro relativní dozimetrii a pro zajištění radiační ochrany, v rozsahu dle potřeb pracoviště; měřidla a pomůcky umožňující provádět pravidelné zkoušky,
- systém pro dozimetrické ověřování aplikované dávky.

Je zabezpečen celý řetězec plánování pomocí CT a simulátoru, jsou vykryty kritické struktury, dávková distribuce je doručena s přesností požadovanou pro stereotaktickou radioterapii. Je hodnocena zátěž kritických orgánů.

## 4.2 PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 4.2.1 Vstup procesu

Rozhodnutí o stereotaktické radioterapii a předepsání léčby

Pacienti jsou odesíláni k extrakraniální stereotaktické radioterapii po stanovení diagnózy onkologického onemocnění na základě rozhodnutí multidisciplinárního onkologického týmu nebo v souladu s multidisciplinárními léčebnými standardy pro jednotlivé onkologické diagnózy.

Indikaci k extrakraniální stereotaktické radioterapii stanovuje a potvrzuje lékař se specializovanou způsobilostí oboru radiační onkologie.

Pacient je o léčbě a jejích nežádoucích účincích plně informován lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a před zahájením léčby podepíše informovaný souhlas.

### 4.2.2 Proces

#### 4.2.2.1 Postup při stereotaktické radioterapii extrakraniální

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta včetně kontroly laterality u párových orgánů (před poučením pacienta, předpisem léčby a první léčebnou frakcí)	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením (při použití zobrazovacích metod pro plánování radioterapie, při simulaci ozařovacího plánu)	RA nebo RO
5.	Uložení pacienta do ozařovací polohy	RA
6.	CT, MR (příp. další) snímky pro plánování léčby s řezy po 1,5 mm	RA
7.	Aplikace kontrastní látky i. v. podle pokynů RO	RO
8.	Přenos dat z plánovacího CT do plánovacího systému pro SRT	RF
9.	MR v T1 a/nebo T2 sekvencích s i. v. podanou kontrastní látkou podle pokynů RO	RA
10.	Přenos dat z MR do plánovacího systému pro SRT	RF
11.	Provedení fúze MR a CT snímků	RF, RO
12.	Zakreslení cílového objemu a kritických orgánů	RO
13.	Vypracování ozařovacího plánu	RF
14.	Výběr optimálního plánu s ohledem na distribuci záření v cílovém objemu (stupeň nehomogenity) a na radiační zátěž kritických orgánů	RO, RF
15.	Stanovení celkové dávky, frakcionace, výše denní dávky, vyplnění ozařovacího předpisu	RO
16.	Vypracování dávkově-objemových histogramů	RF
17.	Klinický radiologický fyzik pro radioterapii podpisem stvrzuje platný plán a správnost výpočtu.	RF
18.	Definitivní schválení a podpis ozařovacího předpisu odpovědným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie	RO
19.	Vytvoření ozařovacích šablon, výtisk ozařovacího plánu	RF, RA
20.	Zadání dat do záznamového a verifikačního systému	RF
21.	Příprava ozařovny k SBRT	RF
22.	První nastavení pacienta na předepsaném ozařovači, kontrola správného nastavení ozařovacích parametrů, verifikace polohy izocentra/CTV	RO, RA
23.	První ozáření pacienta + kontrola správnosti zadání všech ozařovacích parametrů v záznamovém a verifikačním systému	RO, RF, RA



24.	Správné splnění ozařovacích podmínek v průběhu celé série včetně kontroly totožnosti pacienta před každou frakcí radioterapie	RA
25.	Klinické kontroly stavu pacienta během SRT, minimálně 1x týdně	RO
26.	Ukončení SBRT	RO
27.	Sledování pacienta po léčbě	RO

*Pozn.:* RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, RTe – radiologický technik, ZS – zdravotní sestra

V pravém sloupci tabulky jsou uvedeny osoby nesoucí odpovědnost za danou činnost. Pokud jsou uvedeny dvě osoby a jsou odděleny čárkou, znamená to, že obě nesou odpovědnost. Pokud nese odpovědnost jedna osoba, nebo druhá osoba, pak je mezi nimi spojka „nebo“.

#### 4.2.2.2 Ozařovací předpis

Ozařovací předpis, s podpisem lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, má obsahovat následující údaje:

- identifikační údaje poskytovatele zdravotních služeb,
- identifikační údaje pacienta: jméno, popřípadě jména, příjmení, datum narození, rodné číslo nebo číslo pojištěnce veřejného zdravotního pojištění a kód zdravotní pojišťovny,
- pohlaví pacienta,
- jméno, popřípadě jména, příjmení a podpis zdravotnického pracovníka, který provedl zápis do zdravotnické dokumentace a datum provedení zápisu,
- údaje o onemocnění: diagnóza dle MKN-O, klinické stadium dle TNM klasifikace, histologická diagnóza,
- vyznačení, že se jedná o radikální radioterapii,
- záznam o předcházející a současné onkologické léčbě, zejména informace o předcházejícím ozařování,
- určení ozařovací polohy, fixační pomůcky,
- definování cílových objemů, OAR, specifikace dávky, ozařovací technika, počet izocenter, druh a energie záření,
- celková dávka, dávka na frakci, celkový počet frakcí, počet frakcí za týden, přípustné dávky pro kritické orgány,
- je-li relevantní, informace o lateralitě léčené oblasti nebo orgánu, případně i stranový protokol.

Předpis dávky v cílovém objemu u SBRT se neřídí doporučeními ICRU č. 50 a 62. Dávka je stanovena na referenční izodóze, která pokrývá 95 – 100 % cílového objemu. Výše jednotlivé i celkové dávky je určena lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie v závislosti na stupni nehomogenity v cílovém objemu (k ozáření cílového objemu větší velikosti a nepravidelného tvaru při rotační technice stereotaktické radioterapie je třeba použít více izocenter, čímž se zvyšuje nehomogenita distribuce dávky v objemu) a zejména v závislosti na výši dávky na kritické orgány.

Nedílnou součástí ozařovacího předpisu jsou:

- podpis lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a klinického radiologického fyzika pro radioterapii na protokolu z plánovacího systému, který jednoznačně identifikuje jednotlivý ozařovací plán pro schválený kurz ozáření,
- výpis ozařovacích podmínek z plánovacího systému,
- dávkově-objemový histogram pro cílové objemy a kritické orgány,
- lokalizační šablony pro zaměřovací indikátor,
- simulační snímky,
- záznam o aplikaci každého ozařovacího pole a výpis ze záznamového a verifikačního systému,
- záznam u ukončení radioterapie.

Odpovědnost za uvedené součásti ozařovacího předpisu jsou uvedeny v tabulce Postup při stereotaktické radioterapii extrakraniální – viz výše.

Součástí ozařovacího předpisu je protokol o radiologické události (pokud v průběhu léčby nastala). Ozařovací předpis a ozařovací plán umožňují zpětnou rekonstrukci cílového objemu, dávky v cílovém objemu a v kritických orgánech.

#### 4.2.2.3 Postup při vynuceném přerušení ozařovací série

Při přerušení ozařovací série je postup další léčby individuální a je podmíněn především charakterem onemocnění a frakcionačním schématem SBRT. Zodpovídá lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie.

#### 4.2.3 Výstup procesu

Po ukončení radioterapie zajistí oddělení radiační onkologie doléčení akutní radiační reakce a další péči o pacienta včetně komplexní onkologické léčby. Pacient zůstává trvale sledován na oddělení radiační onkologie, nebo je předán na jiné pracoviště, zajišťující péči o onkologické pacienty. Při dispenzárních kontrolách je sledován průběh nádorového onemocnění, efekt radioterapie, akutní a pozdní komplikace léčby. Hodnotí se lokální kontrola nádoru, přežití bez známek onemocnění, celkové přežití a kvalita života. Akutní a pozdní nežádoucí účinky radioterapie jsou zaznamenávány podle mezinárodně uznávaných klasifikací (WHO common toxicity criteria, RTOG/EORTC radiation toxicity criteria aj.). Pracoviště radiační onkologie periodicky provádí zhodnocení svých výsledků a jejich konfrontaci s literárními údaji.



## 5. STEREOTAKTICKÁ RADIOCHIRURGIE

### Definice pojmu stereotaktická radiochirurgie

Stereotaktická radiochirurgie (SRS, SR) je speciální technika lékařského ozáření, jejímž principem je přesná trojrozměrná definice cílového objemu a zpravidla jednorázové ozáření cílového ložiska dostatečně vysokou dávkou s prudkým poklesem dávky do okolí ložiska.

K zaměření cílového objemu jsou využívány stereotaktické principy trojrozměrných zobrazovacích metod, zejména magnetická rezonance (MR), výpočetní tomografie (CT), popř. pozitronová emisní tomografie (PET) či dvourozměrná digitální subtrakční angiografie (DSA). Pacient je během stereotaktického vyšetření i během vlastní terapie zářením fixován ve speciálním stereotaktickém rámu. V případě radiochirurgie intrakraniálního cíle je stereotaktický rám invazivně uchycen ke kalvě pacienta a definuje koordinační systém nebo je využita neinvazivní fixace za pomoci dentálního otisku a vakuové podložky nebo fixační masky. Plánování stereotaktické radiochirurgie je prováděno na výpočetním plánovacím systému s pomocí MR snímků, případně CT nebo koregistrovaných snímků CT a MR, resp. MR a PET. U cévních malformací přistupuje ještě angiografické vyšetření pomocí DSA.

Ozařování je prováděno na Leksellově gama noži nebo pomocí lineárního urychlovače (X-nůž), event. jinými systémy primárně určenými pro tento způsob léčby. V principu je možné indikace pro radiochirurgickou léčbu rozdělit do čtyř základních skupin:

1. arteriovenózní malformace,
2. benigní nádory (v zásadě všechny typy benigních nádorů s objemovým limitem – průměr nádoru do 3 cm, vzhledem k epidemiologickému výskytu se nejčastěji léčí meningeomy, adenomy hypofýzy a vestibulární schwannomy),
3. maligní nádory (dominantní indikací jsou mozkové metastázy, následují uveální melanomy a adjuvantní léčbou je radiochirurgie v selektivních případech u gliomů),
4. funkční (nejvýznamnější je uplatnění radiochirurgie v léčbě bolesti).

Celkem je možné radiochirurgickou metodou léčit asi 40 diagnóz.

Standard neřeší problematiku stereotaktické radioterapie, která je popsána v kapitole 4.

### 5.1 STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU

#### 5.1.1 Obecné indikátory standardu

##### 5.1.1.1 Typ standardu

Standard klinické intervence.

##### 5.1.1.2 Dominantní obor činnosti, kterým se standard zabývá

Radiační onkologie (403).

##### 5.1.1.3 Další obory, kterých se standard týká

Neurochirurgie (506).

##### 5.1.1.4 Druh péče, která je předmětem standardu

Smíšená.

##### 5.1.1.5 Hlavní autor standardu

doc. MUDr. Roman Liščák, CSc., doc. Ing. Josef Novotný, CSc., revize 2015 doc. MUDr. Roman Liščák, CSc., Ing. Josef Novotný, Ph.D.

##### 5.1.1.6 Hlavní oponenti standardu

prof. MUDr. Pavel Šlampa, CSc.

##### 5.1.1.7 Skupina, která standard spravuje

Společnost radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP  
Neurochirurgická společnost ČLS JEP

## 5.1.1.8 Skupina, která standard používá

Lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a neurochirurgie, lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie a neurochirurgie, kliničtí radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici, kliničtí inženýři se specializovanou způsobilostí, biomedicinští inženýři, radiologičtí asistenti, radiologičtí technici, biomedicinští technici a jiní odborní pracovníci s odbornou způsobilostí.

## 5.1.1.9 Seznam výkonů

56021	komplexní vyšetření neurochirurgem
56022	cílené vyšetření neurochirurgem
56023	kontrolní vyšetření neurochirurgem
56165	stereotaxe
43021	komplexní vyšetření radioterapeutem
43022	cílené vyšetření radioterapeutem
43023	kontrolní vyšetření radioterapeutem
43613	stereotaktické ozáření hlavy a mozku lineárním urychlovačem
43619	verifikační snímek na ozařovači (ověření jednoho pole)
43621	lokalizace cílového objemu nebo simulace ozařovacího plánu
43623	přímá dozimetrie na nemocném (1 měřicí místo)
43629	výroba individuálních fixačních pomůcek pro ozařování nebo muláž
43635	plánování stereotaktické radioterapie a radiochirurgie
43639	stereotaktická radiochirurgie lineárním urychlovačem
56501	stereotaktická radiochirurgie Leksellovým gama nožem
43641	radioterapie řízená obrazem (IGRT) s třírozměrným zobrazením
75021	komplexní vyšetření oftalmologem
75022	cílené vyšetření oftalmologem
75023	kontrolní vyšetření oftalmologem
37111	speciální psychologická intervence

## 5.1.1.10 Nejčastější diagnózy dle MKN-O, kterých se standard pro radiační onkologii a neurochirurgii týká

Q28	Arteriovenózní malformace
Q28	Kavernom
D33.3	Vestibulární schwannom
D35.2	Adenom hypofýzy – hormonálně neaktivní
D35.2	Adenom hypofýzy – hormonálně aktivní
D32.9	Meningeom gr. I
D32.9, C70.0	Meningeom gr. II, III
D43.7	Kraniopharyngeom
D36.1	Chemodectom
D43	Chordom
C79.3	Mozkové metastázy
C71.0-9	Gliom
G50.0	Neuralgie trigeminu
C69.0	Uveální melanoma
H40.0	Glaukom
H31.1	ARMD
E05.0	Exoftalmus
G20	Parkinsonova nemoc
C41	Bolest způsobená kostními metastázami – hypofyzektomie
D33	Hamartom
F42, F95	Obsedantně nutková porucha
C71.0-9	Ependymom
C71.0-9	Germinom
C71.0-9	Karcinom chorioidálního plexu
C69	Okulární metastázy

## 5.1.2 Personální a kvalifikační předpoklady

### 5.1.2.1 Kvalifikace instituce

Radiochirurgie je stereotaktický neurochirurgický a radiačně onkologický výkon, který je prováděn na pracovištích provádějících radikální radioterapii a na specializovaných pracovištích s přístrojovým vybavením určeným pro tento druh léčby. Pracoviště provádějící radiochirurgické výkony splňují podmínky těsné návaznosti na neurochirurgii, pokud nejsou i ona neurochirurgickými pracovišti. Plánování a výkon se provádí za přítomnosti a těsné spolupráce neurochirurga a radioterapeuta.

### 5.1.2.2 Doporučené personální a kvalifikační předpoklady pro provádění předmětné činnosti

#### Požadavky na odborný personál

Personál pracoviště, které provádí stereotaktickou radiochirurgii, zahrnuje následující zdravotnické a jiné odborné pracovníky: lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru neurochirurgie, radiační onkologie, lékaře ve specializačním vzdělávání v oboru neurochirurgie a radiační onkologie, klinické radiologické fyziky, radiologické asistenty a další personál.

#### Doporučené minimální počty pracovníků

Na pracovišti musí být lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie: jeden lékař na každých započatých 300 pacientů ročně, kteří jsou léčeni radiochirurgicky.

Na pracovišti musí být lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru neurochirurgie: jeden lékař na každých započatých 300 pacientů ročně, kteří jsou léčeni radiochirurgicky.

Pokud na pracovišti probíhá pregraduální nebo postgraduální výuka, potom je doporučen minimálně jeden lékař se specializovanou způsobilostí na 200 nových pacientů za rok. Doporučený minimální počet lékařů se specializovanou způsobilostí v oboru neurochirurgie je 1 a v oboru radiační onkologie je 1 na pracoviště.

Na pracovišti musí být klinický radiologický fyzik pro radioterapii minimálně v úvazku, který odpovídá klinickému provozu na daném pracovišti dle Přílohy 1. Avšak nepodkročitelný počet klinických radiologických fyziků pro radioterapii je dva v plném úvazku, aby se mohli vzájemně zastoupit při absenci a aby bylo možné adekvátně reagovat na jakoukoliv mimořádnou situaci na pracovišti.

Na pracovišti musí být k dispozici dostatečný počet odborně způsobilých zdravotnických pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností (včetně plánování radioterapie). Minimální počet pracovníků závisí na radiologickém vybavení pracoviště (počtu přístrojů), počtu pacientů a složitosti prováděných výkonů. Při stanovení minimálního potřebného počtu pracovníků vychází pracoviště z Přílohy 1. Počtem pracovníků se rozumí počet ekvivalentních plných pracovních úvazků (WTE = whole time equivalent) a nejsou v něm zahrnuti pracovníci, zabývající se na výukových pracovištích výukou, ani pracovníci zabývající se výzkumem.

Pokud je stereotaktická radiochirurgie prováděná Leksellovým gama nožem, pak minimální počet klinických radiologických fyziků je následující:

Leksellův gama nůž	1,00 úvazku
Plánovací systém	0,30 úvazku

#### Radiologičtí asistenti:

Lineární urychlovač	3 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý
Leksellův gama nůž	2 v úvazku 1,00 každý
Plánovací systém	1 v úvazku 1,00 (lineární urychlovač)

Další doporučený personál: lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru neurochirurgie a neurologie, radiologičtí fyzici ve specializačním vzdělávání v oboru radiologická fyzika, radiologičtí fyzici, všeobecné sestry, sociální pracovníci, kliničtí psychologové, zdravotničtí a jiní odborní pracovníci, způsobilí k výkonu zdravotnického povolání.

### 5.1.3 Technické požadavky na pracoviště provádějící stereotaktickou radiochirurgii

Všechny používané zdravotnické prostředky musí splňovat požadavky platných právních předpisů.

#### Přístrojové a další základní technické vybavení nutné k provádění radiochirurgie:

- výpočetní tomograf (CT) vhodný pro plánování radioterapie s možností převedení obrazů v elektronické podobě do plánovacího systému,
- dostupnost vyšetření MR, kompatibilita MR s plánovacím systémem a možnost přenosu snímků MR v elektronické podobě do tohoto plánovacího systému,
- dostupnost PET, PET+CT scanneru s možností přenosu snímků v elektronické formě do plánovacího systému, dostupnost DSA v případě radiochirurgie cévních lézí,
- speciální 3D plánovací software, kompatibilní s užitým hardware, umožňující koregistraci CT, MR, resp. PET obrazů a na jejím základě plánování stereotaktické radiochirurgie,
- Leksellův gama nůž se základním příslušenstvím nebo
- lineární urychlovač se svazkem brzděného záření o energii 4 – 6 MV, primárně určený pro radiochirurgické výkony, event. vybavený přídatným zařízením pro stereotaktickou radioterapii (systém cirkulujících kolimátorů nebo mikroMLC) a fixací pacienta ke stolu, případně i speciálním přídatným držákem ke stolu nebo
- systém CyberKnife s kompletním základním vybavením,
- zobrazovací systém pro IGRT,
- záznamový a verifikační systém (R&V systém),
- stereotaktické instrumentárium zahrnující speciální stereotaktický rám, speciální fixační masky, lokalizační indikátor se značkami pro vyšetření na CT, MR, PET, indikátor pro přesné nastavení pacienta do izocentra při ozařování na lineárním urychlovači,
- vybavení a měřidla veličin atomové a jaderné fyziky pro absolutní dozimetrii, pro relativní dozimetrii a pro zajištění radiační ochrany, v rozsahu dle potřeb pracoviště; měřidla a pomůcky umožňující provádět pravidelné zkoušky,
- systém pro dozimetrické ověřování aplikované dávky.

Je zabezpečen celý řetězec plánování, jsou vykryty kritické struktury, dávková distribuce je doručena s přesností požadovanou pro stereotaktickou radiochirurgii. Je hodnocena zátěž kritických orgánů.

## 5.2 PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 5.2.1 Vstup procesu

Rozhodnutí o stereotaktické radiochirurgii

Pacienti jsou odesíláni ke stereotaktické radiochirurgii po stanovení diagnózy v souladu s multidisciplinárními léčebnými standardy pro jednotlivé diagnózy.

Indikaci ke stereotaktické radiochirurgii na základě projednání v multidisciplinárním týmu stanovují lékaři: lékař se specializovanou způsobilostí v oboru neurochirurgie a radiační onkologie, kteří jsou obeznámeni s principy stereotaktické radiochirurgie.

Pacient je o léčbě a jejích nežádoucích účincích plně informován lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a před zahájením léčby podepíše informovaný souhlas.

### 5.2.2 Proces

#### 5.2.2.1 Postup při stereotaktické radiochirurgii

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Premedikace pacienta	NCh, RO
5.	Nasazení stereotaktického rámu	NCh
6.	Plánovací MR, CT nebo AG vyšetření	NCh, RA, RO

7.	Přenos dat z plánovacího MR (CT, AG) do plánovacího systému pro radiochirurgii	RF, RA
8.	Přenos a kontrola základních dat pacienta do plánovacího systému pro radiochirurgii	RF
9.	Definice obrázků v TPS, případné provedení fúze MR a CT snímků	RF
10.	Zakreslení cílového objemu a kritických orgánů	NCh, RO
11.	Stanovení celkové dávky, případně frakcionace, vyplnění ozařovacího předpisu	RO, NCh
12.	Vytvoření a optimalizace ozařovacího plánu	RF
13.	Výběr optimálního plánu s ohledem na distribuci záření v cílovém objemu a na radiační zátěž kritických orgánů	RO, NCh
14.	Vypracování dávkově-objemových histogramů	RF
15.	Výtisk ozařovacího plánu	RF, RA
16.	Klinický radiologický fyzik pro radioterapii podpisem stvrzuje platný plán a správnost výpočtu.	RF
17.	Přenos dat do řídicího, záznamového a verifikačního systému	RF
18.	Schválení a podpis ozařovacího plánu	NCh, RO, RF
19.	První nastavení pacienta na ozařovacím stole a kontrola plánu	NCh, RO, RA
20.	Kontrola kolizí a realizace plánu	RF, RA
21.	Nastavení souřadnic dle plánu	RA, RO
22.	Kontrola souřadnic dle plánu	NCh, RO, RF
23.	Provedení ozáření pacienta	RF, NCh, RO, RA
24.	Sledování pacienta po léčbě	NCh, RO

NCh – neurochirurg, RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, ZS – všeobecná sestra

#### 5.2.2.2 Ozařovací předpis

Ozařovací předpis s podpisem neurochirurga, lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a klinického radiologického fyzika pro radioterapii obsahuje následující údaje:

- identifikační údaje poskytovatele zdravotních služeb,
- identifikační údaje pacienta: jméno, popřípadě jména, příjmení, datum narození, rodné číslo nebo číslo pojištěnce veřejného zdravotního pojištění a kód zdravotní pojišťovny,
- pohlaví pacienta,
- jméno, popřípadě jména, příjmení a podpis zdravotnického pracovníka, který provedl zápis do zdravotnické dokumentace, a datum provedení zápisu,
- údaje o onemocnění: diagnóza dle MKN-O, definování plánovacích cílových objemů, OAR, specifikace dávky, ozařovací technika, počet izocenter, druh a energie záření,
- celkovou dávku a dávku na frakci,
- je-li relevantní, stranový protokol nebo informace o léčené straně či párovém orgánu.

Předpis dávky v cílovém objemu u SRS se neřídí doporučeními ICRU č. 50, 62 a 83. Dávka je předepsána nejčastěji na 50% izodóze u Leksellova gama nože (nicméně může být v rozsahu 40 – 90%) a 50 – 80% izodóze u lineárního urychlovače a tak, že tato dávka pokrývá nejméně 99 % plánovacího cílového objemu. Výše jednotlivé i celkové dávky je určena lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie v závislosti na patologii léze, velikosti cílového objemu, distribuci dávky v objemu, v závislosti na výši dávky na kritické struktury, popřípadě na předchozí radioterapii.

Nedílnou součástí ozařovacího předpisu jsou:

- podpis lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru neurochirurgie a radiační onkologie a klinického radiologického fyzika pro radioterapii na protokolu z plánovacího systému, který jednoznačně identifikuje jednotlivý ozařovací plán pro schválený kurz ozáření,
- výpis ozařovacích podmínek z plánovacího systému,
- dávkově-objemový histogram pro cílové objemy a kritické orgány,
- záznam o ukončení radiochirurgie.

Odpovědnosti za uvedené součásti ozařovacího předpisu jsou uvedeny v tabulce Postup při stereotaktické radiochirurgii – viz výše.

Součástí ozařovacího předpisu je protokol o radiologické události (pokud v průběhu léčby nastala). Ozařovací předpis a ozařovací plán umožňují zpětnou rekonstrukci cílového objemu, dávky v cílovém objemu a v kritických orgánech.

### **5.2.3 Výstup procesu**

Po ukončení léčby pacient zůstává v dispenzární péči oddělení, které mu léčbu poskytlo. Tato dispenzární péče zahrnuje sledování efektu radiochirurgie, akutní a pozdní komplikace léčby, celkové přežití a kvalitu života. Dispenzární péče nezahrnuje sledování a léčbu chorobných procesů, které nebyly cílem radiochirurgické léčby. Akutní a pozdní nežádoucí účinky léčby jsou zaznamenávány podle mezinárodně uznávaných klasifikací (WHO common toxicity criteria, RTOG/EORTC radiation toxicity criteria, atd.). Pracoviště provádí zhodnocení svých výsledků a jejich konfrontaci s literárními údaji.



## 6. PALIATIVNÍ RADIOTERAPIE

### Definice pojmu paliativní radioterapie

Paliativní radioterapie je jednou z nosných léčebných modalit paliativní léčby v onkologii. Paliativní radioterapie svým zaměřením naplňuje obecnou definici paliativní léčby dle WHO: „Paliativní medicína je celková léčba a péče o nemocné, jejichž nemoc nereaguje na kurativní léčbu. Nejdůležitější je léčba bolesti a dalších symptomů stejně jako řešení psychických, sociálních a duchovních problémů nemocných. Cílem paliativní medicíny je dosažení co nejlepší kvality života nemocných a jejich rodin.“

Paliativní radioterapie jako nedílná součást oboru radiační onkologie je jednou ze základních metod komplexní onkologické léčby a její indikace je výsledkem rozhodnutí multidisciplinárního týmu. Paliativní radioterapie je indikována v těch klinických případech, kdy není možné onemocnění kurativně ovlivnit. Jejimi primárními cíli jsou odstranění symptomů choroby nebo jejich podstatné zmírnění, tedy zlepšení kvality života. Regrese nádoru a prodloužení doby přežití jsou cíle sekundární. K dosažení těchto léčebných cílů využívá paliativní radioterapie ionizujícího záření, aplikovaného v předepsané dávce do přesně stanoveného objemu ve stanoveném frakcionačním schématu. Paliativní radioterapie může být indikována jako léčba samostatná nebo v kombinaci s jinou onkologickou modalitou.

Na základě prognostických a prediktivních faktorů je nutno stanovit, zda se v každém individuálním případě jedná o paliativní radioterapii při delší očekávané délce života (více než rok), nebo o paliativní radioterapii při krátké očekávané délce života (měsíce).

Cílem dlouhodobé paliace je kromě kontroly symptomů i dosažení stabilizace nádorového procesu či jeho parciální regrese, event. prodloužení života nemocného. U této léčby jsou postupy prakticky totožné jako u radioterapie radikální. Indikované a aplikované dávky ionizujícího záření jsou vyšší než u paliativní radioterapie s krátkodobým záměrem. Vzhledem ke skutečnosti, že dávky aplikované do cílových objemů často překračují toleranční dávky okolních zdravých orgánů, a vzhledem k riziku rozvoje pozdních nežádoucích účinků radioterapie se tato léčba řídí postupy zpracovanými ve standardu pro radikální radioterapii (přístrojové a technické vybavení pracoviště, personální předpoklady, dodržení doporučeného procesuálního schématu).

Při paliativní radioterapii s krátkodobým záměrem je mírněn určitý symptom nádorové choroby s výhledem, že pacient již nemá před sebou dlouhé období života. Volí se metody, které co nejméně pacienta zatíží a které budou mít co nejmenší akutní vedlejší účinky. Pokud se akutní nežádoucí účinky vyskytnou, mají být jen mírné intenzity a odeznít velmi rychle po ukončení radioterapie.

Standard paliativní radioterapie zpracovává paliativní radioterapii při krátké očekávané délce života.

### 6.1 STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU

#### 6.1.1 Obecné indikátory standardu

##### 6.1.1.1 Typ standardu

Standard klinické intervence.

##### 6.1.1.2 Dominantní obor činnosti, kterým se standard zabývá

Radiační onkologie (403).

##### 6.1.1.3 Další obory, kterých se standard týká

Netýká se jiných oborů.

##### 6.1.1.4 Druh péče, která je předmětem standardu

Smíšená.

##### 6.1.1.5 Hlavní autor standardu

MUDr. Magda Macháňová



#### 6.1.1.6 Hlavní oponenti standardu

Ing. Lenka Hobzová, CSc., Ing. Ivana Horáková, Csc., Ing. Lubomír Frencl, Ing. Karel Prokeš, CSc., MUDr. Jan Stejskal, Ph.D., prof. MUDr. Pavel Šlampa, CSc.

#### 6.1.1.7 Skupina, která standard spravuje

Společnost radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP

#### 6.1.1.8 Skupina, která standard používá

Lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, kliničtí radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici, kliničtí inženýři se specializovanou způsobilostí, biomedicínští inženýři, radiologičtí asistenti, radiologičtí technici, biomedicínští technici a jiní odborní pracovníci s odbornou způsobilostí.

#### 6.1.1.9 Seznam výkonů

- 43021 komplexní vyšetření radioterapeutem
- 43022 cílené vyšetření radioterapeutem
- 43023 kontrolní vyšetření radioterapeutem
- 43111 rtg terapie 10 – 300 kV (1 pole)
- 43113 plánování rtg terapie nebo Cs 137
- 43213 radioterapie Co 60 s použitím fixačních pomůcek, bloků, kompenzátorů apod. (1 pole)
- 43215 radioterapie Co 60 (1 pole)
- 43217 plánování radioterapie Co 60 nebo urychlovačem
- 43219 plánování radioterapie Co 60 nebo urychlovačem s použitím TPS (plánovací konzola)
- 43311 radioterapie lineárním urychlovačem (1 pole)
- 43315 radioterapie lineárním urychlovačem s použitím fixačních pomůcek, bloků, kompenzátorů apod. (1 pole)
- 43617 celotělové ozáření elektrony
- 43619 verifikační snímek na ozařovači (ověření jednoho pole)
- 43621 lokalizace cílového objemu nebo simulace ozařovacího plánu
- 43623 přímá dozimetrie na nemocném (1 měřicí místo)
- 43627 výroba individuálních bloků
- 43629 výroba individuálních fixačních pomůcek pro ozařování nebo muláž
- 37111 speciální psychologická intervence

#### 6.1.1.10 Diagnózy dle MKN-O, kterých se standard pro radiační onkologii týká

- C00-14 Zhoubné novotvary rtu, dutiny ústní a hltanu
- C15,16, 19-26 Zhoubné novotvary trávicího ústrojí
- C30-39 Zhoubné novotvary dýchací soustavy a nitrohručních orgánů
- C40,41 Zhoubné novotvary kosti a kloubní chrupavky
- C43,44 Melanom a jiné zhoubné novotvary kůže
- C45-49 Zhoubné novotvary mezoteliální a měkké tkáně
- C50 Zhoubný novotvar prsu
- C51-57 Zhoubné novotvary ženských pohlavních orgánů
- C60-63 Zhoubné novotvary mužských pohlavních orgánů
- C64-68 Zhoubné novotvary močového ústrojí
- C69-72 Zhoubné novotvary oka, mozku a jiných částí CNS
- C73,75 Zhoubné novotvary štítné žlázy a jiných žláz s vnitřní sekrecí
- C76-80 Zhoubné novotvary nepřesných, sekundárních a neurčených lokalizací
- C81-C91, C96 Zhoubné novotvary mízní, krevetvorné a příbuzné tkáně
- D42-44 Novotvary nejistého nebo neznámého chování

### 6.1.2 Personální a kvalifikační předpoklady

#### 6.1.2.1 Kvalifikace instituce

Pracoviště provádějící radikální radioterapii a pracoviště provádějící paliativní radioterapii.

Pracoviště radiační onkologie provádějící paliativní radioterapii splňuje následující kritéria:

- pracoviště má k dispozici standardní lůžkové oddělení,
- příprava a aplikace protinádorové farmakoterapie,

- nepřetržitá dostupnost následujících služeb: hematologie a transfuzní stanice, biochemie, rentgenová diagnostika,
- dostupnost služeb v pracovní den: CT pro plánování radioterapie, mikrobiologie,
- dostupnost konziliárních služeb: nepřetržitě chirurgie, interna,
- stanovený postup předávání pacientů indikovaných k radikální radioterapii na radiační onkologii vyššího typu s příslušným přístrojově technickým a personálním vybavením,
- návaznost na lůžka následné péče, případně hospice, pro pacienty indikované dále k léčbě symptomatické.

#### 6.1.2.2 Doporučené personální a kvalifikační předpoklady pro provádění předmětné činnosti

##### Požadavky na odborný personál

Personál pracoviště, které provádí paliativní ozařování, zahrnuje následující odborné pracovníky: lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaře ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, klinické radiologické fyziky, radiologické fyziky, radiologické asistenty, radiologické techniky, klinické inženýry, biomedicínské inženýry, biomedicínské techniky, jiné odborné pracovníky s odbornou způsobilostí a další personál.

##### Minimální počty pracovníků

Na pracovišti musí být lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, a to minimálně jeden lékař na 200 nových pacientů za rok. Pokud na pracovišti probíhá pregraduální nebo postgraduální výuka, potom minimálně jeden lékař se specializovanou způsobilostí je doporučen na 125 nových pacientů za rok. Doporučený minimální počet lékařů se specializovanou způsobilostí činí tři na pracoviště.

Na pracovišti musí být klinický radiologický fyzik pro radioterapii v úvazku, který odpovídá klinickému provozu na daném pracovišti dle Přílohy 1, přičemž musí být zajištěna zástupnost při absenci.

Na pracovišti musí být k dispozici dostatečný počet odborně způsobilých zdravotnických pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností (včetně plánování radioterapie). Minimální počet pracovníků závisí na radiologickém vybavení pracoviště (počtu přístrojů), počtu pacientů a složitosti prováděných výkonů. Při stanovení minimálního potřebného počtu pracovníků vychází pracoviště z Přílohy 1. Počtem pracovníků se rozumí počet ekvivalentních plných pracovních úvazků (WTE = whole time equivalent) a nejsou v něm zahrnuti pracovníci, zabývající se na výukových pracovištích výukou, ani pracovníci zabývající se výzkumem.

Na pracovišti musí být radiologičtí asistenti, kteří konkrétně provádějí lékařské ozáření pacientů (ozařovací techniky v teleterapii, radiologické zobrazovací postupy pro plánování léčby a pro obrazem řízenou radioterapii), a to minimálně pro:

Lineární urychlovač	3 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý
Kobaltový ozařovač	2 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý
Terapeutický rtg přístroj	1 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý
Simulátor	2 v úvazku 1,00

Další doporučený personál: lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici ve specializačním vzdělávání v oboru radiologická fyzika, všeobecné sestry, sociální pracovníci, kliničtí psychologové, nutriční terapeut a jiní odborní pracovníci, způsobilí k výkonu zdravotnického povolání.

#### 6.1.3 Technické požadavky na pracoviště provádějící paliativní radioterapii

Všechny používané zdravotnické prostředky musí splňovat požadavky platných právních předpisů.

##### **Přístrojové a další základní technické vybavení nutné k provádění paliativní radioterapie:**

- lineární urychlovač vybavený záznamovým a verifikačním systémem nebo
- kobaltový ozařovač nebo
- terapeutický rentgenový přístroj,
- simulátor nebo zařízení pro lokalizaci,
- 2D nebo 3D plánovací systém,

- vybavení a měřidla veličin atomové a jaderné fyziky pro absolutní dozimetrii, pro relativní dozimetrii a pro zajištění radiační ochrany, v rozsahu dle potřeb pracoviště; měřidla a pomůcky umožňující provádět pravidelné zkoušky,
- základní polohovací a fixační pomůcky,
- sada stínících bloků pro tvarování polí nebo jiné vybavení pro vykrytí části pole.

Je zabezpečen celý řetězec plánování, jsou vykryty kritické struktury, jsou splněny podmínky dávkové distribuce a tato dávková distribuce je doručena s přesností požadovanou pro paliativní radioterapii.

Terapeutické rentgenové přístroje mají omezené indikační použití a lze je použít pouze v těch případech, kdy je splněna podmínka předepsaného dávkového rozložení v cílovém objemu (povrchové kožní primární léze a metastázy, kostní metastatické postižení v blízkosti povrchu těla).

## 6.2 PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 6.2.1 Vstup procesu

Rozhodnutí o paliativním ozáření a předepsání léčby

Paliativní radioterapie je indikována v těch klinických případech, kdy není možné onemocnění kurativně ovlivnit. Jejimi primárními cíli jsou odstranění symptomů choroby nebo jejich podstatné zmírnění, tedy zlepšení kvality života.

Paliativní radioterapie je indikována v případě:

- lokálně či regionálně pokročilých zhoubných novotvarů, které nelze ovlivnit kurativně radioterapií ani jinou léčebnou modalitou, včetně jejich kombinací,
- lokálně či regionálně recidivujících zhoubných novotvarů,
- generalizovaných zhoubných novotvarů s distančním metastatickým procesem solitárním či vícečetným, a to na oblast primárního tumoru nebo na oblast jedné či více metastáz, popřípadě na obojí,
- lokalizovaných projevů systémové onkologické choroby, kterou nelze ovlivnit kurativně či efektivněji jinou léčebnou metodou.

Pro rozhodnutí o paliativním záměru léčby a volbu radioterapie jsou rozhodující primární lokalizace nádoru, TNM klasifikace, morfologický typ, celkový stav pacienta, včetně komorbidit, klinická symptomatologie, předcházející onkologická terapie, zejména předcházející terapeutické ozáření, a stanovení prognostických a prediktivních faktorů. Indikace paliativní onkologické terapie a volba radioterapie je výsledkem rozhodnutí multidisciplinárního týmu, jehož členem je lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie.

Pacient je o léčbě a jejích nežádoucích účincích plně informován lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a před zahájením léčby podepíše informovaný souhlas.

Hlavní zásady aplikace paliativní radioterapie

Cílem je rychlá úleva od symptomů s minimálními vedlejšími účinky. Proto jsou indikovány ozařovací techniky, které pacienta jen minimálně zatíží a které budou mít co nejmenší akutní vedlejší účinky. Riziko pozdních postradiačních nežádoucích účinků je vzhledem k očekávané délce života léčeného nemocného druhořadé.

K dosažení těchto cílů se indikuje:

- nižší celková dávka ve srovnání s radikální radioterapií,
- kratší ozařovací režim, event. i jednorázové ozáření,
- vyšší dávka na jednotlivou frakci při srovnání s konvenční frakcionací,
- možnost hypofrakcionace,
- jednoduché ozařovací techniky s menším počtem ozařovacích polí,
- optimální ozařovací poloha, která bude dobře reprodukovatelná při každé jednotlivé frakci, současně však zaručuje i dostatečný komfort pro pacienta a nezhoršuje jeho obtíže,
- vhodné fixační pomůcky, které zajistí reprodukovatelnost polohy při každé jednotlivé frakci, současně však zaručí i dostatečný komfort pro pacienta a nezhoršují jeho obtíže.

Přesná lokalizace je základní podmínkou správně prováděné paliativní radioterapie. Individuálně je stanoveno, zda budou plánovaný počet frakcí a plánovaná dávka dokončeny i při pozitivním efektu radioterapie již v průběhu ozařovacího cyklu či zda léčba bude ukončena, jakmile se dosáhne efektu, tj. úlevy od daného symptomu nádorového onemocnění. Individuálně je též paliativní radioterapie ukončena při zhoršení celkového stavu nemocného nebo při progresi nádorové choroby v průběhu ozařovacího cyklu. Paliativní radioterapii je možné provádět při hospitalizaci nemocného nebo ambulantně, a to individuálně dle stavu nemocného.

Doporučeno je zahájení léčby po schválení indikace aplikujícím odborníkem do tří týdnů u symptomatických nemocných; do jednoho týdne u výrazně algických stavů; při krvácení z nádoru a u syndromu horní duté žíly zpravidla do 48 hodin; do 24 hodin při míšní kompresi s počínající transverzální míšní lézí.

## 6.2.2 Proces

### 6.2.2.1 Postup při paliativní radioterapii

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta, včetně kontroly laterality u párových orgánů (před poučením pacienta, předpisem léčby a první léčebnou frakcí)	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením (při použití zobrazovacích metod pro plánování radioterapie, při simulaci ozařovacího plánu)	RA nebo RO
5.	Stanovení polohy a fixace pacienta, reprodukovatelnost a pohodlí pro pacienta	RO, RA
6.	Lokalizace cílových objemů a kritických orgánů; rozhodnutí o vhodnosti plánovacích CT snímků, případně rentgenových snímků, nebo přímé stanovení vstupních polí na simulátoru či zařízení pro lokalizaci a zakreslení vstupních polí	RO
7.	Získání dat pro výpočet ozařovacího plánu a jejich přenos do plánovacího systému	RF, RA
8.	Předpis celkové dávky, dávky na frakci a stanovení frakcionačního režimu; dávka je vyjádřena v bodě stanoveném lékařem.	RO
9.	Výpočet ozařovacího plánu, včetně časů či monitorovacích jednotek dle typu přístroje; klinický radiologický fyzik pro radioterapii podpisem stvrzuje správnost výpočtu.	RF
10.	Schválení a podpis ozařovacího plánu lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie	RO
11.	Příprava individuálních bloků, pokud jsou součástí ozařovacího plánu	RA nebo RTe
12.	Simulace plánu dle indikace lékaře; po simulaci se provede definitivní schválení plánu v záznamovém a verifikačním systému (schválení plánu pro ozařování).	RO, RA
13.	První nastavení pacienta na předepsaném ozařovači, kontrola správného nastavení ozařovacích parametrů, verifikace polohy izocentra/CTV a ozáření pacienta	RO, RA
14.	Správné splnění ozařovacích podmínek v průběhu celé série zevního ozáření včetně kontroly totožnosti pacienta před každou frakcí radioterapie	RA
15.	Klinické kontroly pacienta při ozařování, minimálně jedenkrát týdně	RO
16.	Ukončení léčby, kontrola dodržení ozařovacího plánu včetně kontroly výstupu ze záznamového a verifikačního systému	RO

Pozn.: RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, RTe – radiologický technik

V pravém sloupci tabulky jsou uvedeny osoby nesoucí odpovědnost za danou činnost. Pokud jsou uvedeny dvě osoby a jsou odděleny čárkou, znamená to, že obě nesou odpovědnost. Pokud nese odpovědnost jedna osoba, nebo druhá osoba, pak je mezi nimi spojka „nebo“.

V případě, kdy bude lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie indikovat radikální dávku, i když s paliativním záměrem, vzhledem k výši aplikované dávky postupuje dle standardu pro radikální radioterapii.

Cyklus paliativní radioterapie je ukončen pro jeden z následujících důvodů:

- dosažení předepsané celkové dávky,
- dosažení efektu, tj. úlevy od symptomu nádorového onemocnění, pro který byla paliativní radioterapie indikována,
- změna/zhoršení celkového zdravotního stavu pacienta,
- odmítnutí další léčby ze strany pacienta,
- neočekávaná progresse nádorové choroby,
- rozvoj nepředpokládaných akutních nežádoucích účinků radioterapie.

#### 6.2.2.2 Ozařovací předpis

Ozařovací předpis s podpisem lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie obsahuje následující údaje:

- identifikační údaje poskytovatele zdravotních služeb,
- identifikační údaje pacienta: jméno, popřípadě jména, příjmení, datum narození, rodné číslo nebo číslo pojištěnce veřejného zdravotního pojištění a kód zdravotní pojišťovny,
- pohlaví pacienta,
- jméno, popřípadě jména, příjmení a podpis zdravotnického pracovníka, který provedl zápis do zdravotnické dokumentace, a datum provedení zápisu,
- výška a hmotnost pacienta,
- údaje o onemocnění: diagnóza dle MKN-O, klinické stadium dle TNM klasifikace, histologická diagnóza,
- vyznačení, že se jedná o paliativní radioterapii,
- záznam o předcházející a současné onkologické léčbě, zejména informace o předcházejícím ozařování,
- určení ozařovací polohy, fixační pomůcky,
- definování cílových objemů v souladu s ICRU 50, 62 a 71, OAR, specifikace dávky, ozařovací technika, druh a energie záření, zdroj ionizujícího záření,
- celková dávka, dávka na frakci, celkový počet frakcí, počet frakcí týdně,
- dávky pro kritické orgány,
- stínící bloky a jejich zakreslení, je-li relevantní,
- je-li relevantní, stranový protokol nebo informace o léčené straně či párovém orgánu.

Nedílnou součástí ozařovacího předpisu jsou:

- izodózní plán (s podpisem lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a klinického radiologického fyzika pro radioterapii),
- výpis ozařovacích podmínek z plánovacího systému,
- simulační snímky,
- záznam o aplikaci každého ozařovacího pole (a výpis ze záznamového a verifikačního systému),
- záznam u ukončení radioterapie, kontrola kompletnosti dokumentace.

Odpovědnosti za uvedené součásti ozařovacího předpisu jsou uvedeny v tabulce Postup při paliativní radioterapii – viz výše.

Součástí ozařovacího předpisu je protokol o radiologické události (pokud v průběhu léčby nastala). Ozařovací předpis a ozařovací plán umožňují zpětnou rekonstrukci cílového objemu, dávky v cílovém objemu a v kritických orgánech.

#### 6.2.2.3 Postup při vynuceném přerušení ozařovací série

Při přerušení ozařovací série je postup další léčby individuální a je podmíněn především charakterem onemocnění, stavem pacienta a frakcionačním schématem paliativní radioterapie. Zodpovídá lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie.

#### 6.2.2.4 Postup při změně ozařovacího plánu

V průběhu léčby může lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie z klinických důvodů rozhodnout o změně ozařovacího plánu nebo o ukončení ozařování. V ozařovacím předpise musí být o této skutečnosti učiněn záznam, z něhož bude zřejmé, kdo o změně rozhodl, jaké byly k této změně důvody a kdy bylo ozařování podle původního ozařovacího plánu ukončeno. Při vypracování nového ozařovacího plánu se postupuje podle stejného postupu jako v případě plánu původního, tj. podle tabulky v kapitole 6.2.2.1.

### 6.2.3 Výstup procesu

Po ukončení paliativní radioterapie pro diagnózu zhoubného novotvaru zůstává pacient v trvalé dispenzarizaci, a to buď na pracovišti radiační onkologie, nebo je po dohodě předán k dispenzarizaci na pracoviště jiné. Pokud pracoviště radiační onkologie předá pacienta k další dispenzarizaci na jiné pracoviště, zaznamená, kde je pacient dále sledován. Při dispenzárních kontrolách je sledován nejen efekt paliativní radioterapie a průběh nádorového onemocnění, ale i případné akutní a pozdní komplikace paliativní léčby ionizujícím zářením. Je sledováno a zaznamenáváno přežití pacienta, ovlivnění symptomů paliativní radioterapií, případné vedlejší účinky radioterapie, další projevy nádorové choroby, kvalita života pacienta výsledky laboratorních, zobrazovacích a jiných pomocných vyšetření a další indikovaná a prováděná léčba. Akutní i pozdní nežádoucí účinky radioterapie jsou zaznamenávány podle mezinárodně uznávaných klasifikací (WHO common toxicity criteria, RTOG/EORTC radiation toxicity criteria aj.).



## 7. BRACHYRADIOTERAPIE

## Pojmy používané v brachyradioterapii

Název anglicky	Název česky	Vysvětlení
Afterloading (AFL)	(není zaveden)	Manuální nebo dálkově řízený přenos jednoho nebo více URZ mezi skladovacím kontejnerem a připravenými aplikátory zdroje ionizujícího záření pro brachyradioterapii
EQD2		Dávka ekvivalentní normofrakcionačnímu režimu
Gross Tumour Volume (GTV)	Objem klinicky prokazatelného nádoru	Objem nádoru vymezený podle klinického vyšetření a výsledku zobrazovacích metod
Clinical Target Volume (CTV)	Klinický cílový objem	GTV + bezpečnostní lem.
Planning Target Volume (PTV)	Plánovací cílový objem	Při ideální implantaci BRT se $PTV = CTV$ ; povrch ohraničen izodózou, která odpovídá předepsané dávce
Prescribed dose	Předepsaná dávka	Dávka, kterou lékař chce aplikovat do CTV a kterou předepíše do ozařovacího předpisu
Prescription point	Bod pro předpis dávky	Bod, kam je dávka předepsána; leží na povrchu izodózy, která ohraničuje plánovací cílový objem.
Treated Volume	Léčený objem	Povrch ohraničen izodózou, která odpovídá minimální dávce v cílovém objemu; v ideálním případě zaujímá CTV
Minimum Target Dose	Minimální dávka v cílovém objemu	Minimální dávka na periférii CTV; měla by odpovídat minimální dávce, kterou lékař považuje za adekvátní pro ozáření CTV. V ideálním případě se rovná předepsané dávce.
Irradiated volume	Ozářený objem	Povrch ohraničen izodózou, jež odpovídá 50 % minimální dávky v cílovém objemu
Mean Central Dose (MCD)	Průměrná dávka v centrální rovině	Pro intersticiální aplikace – aritmetický průměr jednotlivých minimálních dávek mezi zdroji ionizujícího záření v centrální rovině (resp. v centrálních rovinách)
Central Plane	Centrální rovina	Rovina kolmá na podélné osy zářičů, která půlí většinu z nich (u složitějších aplikací je možné zvolit i dvě centrální roviny)
Reference Air Kerma Rate (RAKR)	Referenční kermová vydatnost ve vzduchu	Kermová vydatnost [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^2$ ] ve vzduchu, stanovená ve vzdálenosti 1 metru [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ]
Total Reference Air Kerma (TRAK)	Celková referenční kerma ve vzduchu	Stanovuje se z hodnot RAKR vynásobením celkovou dobou ozáření, která je u HDR dána součtem hodnot dob ozáření jednotlivých frakcí a u LDR a PDR je rovna celkové době ozařování [ $\mu\text{Gy}$ ].
Treatment time	Doba ozáření	Čas, po který je URZ v ozařovací poloze (polohách) během jedné frakce ozáření
Overall treatment time	Celková doba ozařování	Celkový čas od začátku prvního ozáření do skončení posledního ozáření
Average overall treatment dose rate	Průměrný celkový dávkový příkon	Podíl celkové dávky a celkového ozařovacího času (týká se LDR, PDR)
High dose volume	Objem vysoké dávky	Objem ohraničený povrchem izodózy odpovídající 150 % MCD kolem zdrojů ionizujícího záření v kterékoliv rovině paralelní s centrální rovinou



Low dose volume	Objem nízké dávky	Objem uvnitř CTV ohraničený povrchem izodózy odpovídající 90 % předepsané dávky
V100		Objem, který obdrží minimálně 100 % předepsané dávky
V200		Objem, který obdrží minimálně 200 % předepsané dávky
D10		Dávka, kterou obdrží maximálně 10 % orgánu
D90		Dávka, kterou obdrží minimálně 90 % cílového objemu
D2cc		Dávka, kterou obdrží maximálně 2 cm <sup>3</sup> orgánu

### Definice pojmu brachyradioterapie a vymezení složek standardu

Pod pojem brachyradioterapie se zařazuje skupina ozařovacích technik používaných k léčbě maligních nádorů, případně i jiných patologických změn, při kterých se uzavřený radionuklidový zářič (URZ) zavádí přímo do nádoru či do místa, které se má léčit, nebo do jeho bezprostřední blízkosti. V důsledku prudkého spádu dávky se stoupající vzdáleností od zdroje ionizujícího záření se dosahují vysoké dávky záření v plánovacím cílovém objemu při relativním šetření zdravých tkání. V krátké době lze aplikovat vysoké dávky záření do vymezeného nádorového objemu v jedné nebo ve více frakcích. Brachyradioterapie samostatná nebo kombinovaná s teleradioterapií nebo s jinou léčebnou metodou hraje velmi významnou roli v léčbě pacientů s nádory, které jsou pro brachyradioterapii přístupné. Na rozdíl od teleradioterapie, která je metodou léčby nádorů lokálně-regionální, je brachyradioterapie léčebnou metodou čistě lokální.

Cílem brachyradioterapie je dosáhnout zničení nádorového ložiska (radikální, resp. kurativní brachyradioterapie) nebo předejít vzniku recidivy (adjuvantní brachyradioterapie), případně zmírnit symptomy pokročilého nádoru (paliativní brachyradioterapie). Základním předpokladem úspěšné léčby brachyradioterapií je optimální umístění vhodného aplikátoru do nádoru nebo do místa, které má být ozářeno, a následně přesný výpočet ozařovacího plánu.

Uzavřené radionuklidové zářiče lze umístit do nádoru buď dočasně na přesně určenou dobu (dočasná implantace), což je nejčastější situace, nebo se provádějí permanentní implantace, kdy radioaktivní zdroj zůstává v těle pacienta trvale (např. permanentní implantace <sup>125</sup>I u karcinomu prostaty).

Podle zařazení do léčebného plánu dělíme brachyradioterapii na:

- a) samostatnou,
- b) kombinovanou.

Podle léčebného záměru dělíme brachyradioterapii na:

- a) radikální,
- b) paliativní.

Radikální cíl má i brachyradioterapie adjuvantní, která je indikována pooperačně za účelem zamezení nebo snížení rizika vzniku lokální recidivy u nádorů s vysokou pravděpodobností lokálního relapsu. Časové začlenění brachyradioterapie do komplexní onkologické léčby je součástí léčebných protokolů pro jednotlivé lokalizace nádorů.

Podle způsobu umístění radionuklidového zářiče v těle pacienta se brachyradioterapie dělí na:

- a) intrakavitární,
- b) intraluminální,
- c) intersticiální,
- d) povrchovou.

V procesuální části tohoto standardu bude brachyradioterapie rozlišována podle způsobu umístění URZ v těle pacienta.

Podle délky aplikace dělíme BRT aplikace na permanentní a dočasné.

Podle způsobu zavádění URZ do těla pacienta dělíme dočasné aplikace BRT na:

- BRT s přímou aplikací URZ,
- BRT s manuálním afterloadingem,
- BRT s automatickým afterloadingem.

Přímé zavádění radionuklidových zářičů při brachyradioterapii je z hlediska radiační ochrany v současnosti již nepřijatelné (vyjma očních aplikací a povrchových brachyterapeutických aplikací

URZ s Ra-226), a proto v dalším textu nebude již zmiňováno. Rovněž používání manuálního afterloadingu nelze ze stejného důvodu dnes již považovat za standardní.

V současnosti jsou za standard považovány systémy s dálkově ovládaným automatickým afterloadingem, které vyhovují požadavkům zabezpečení jakosti v brachyradioterapii i požadavkům radiační ochrany zdravotnického personálu i pacientů.

Podle použitých radioizotopů (nejčastěji  $^{192}\text{Ir}$  nebo  $^{137}\text{Cs}$ ), lišících se kromě jiného energií gama záření, specifickou aktivitou a aktivitou zářiče, existují systémy s významným rozdílem v dávkovém příkonu.

Podle dávkového příkonu použitých zářičů rozlišujeme:

- a) brachyradioterapii s nízkým dávkovým příkonem (LDR)  
dávkový příkon:  $0,4 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1} - 2 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$
- b) brachyradioterapii se středním dávkovým příkonem (MDR)  
dávkový příkon:  $2 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1} - 12 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$
- c) brachyradioterapii s vysokým dávkovým příkonem (HDR)  
dávkový příkon:  $> 12 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$   
(aplikace 4 – 11 Gy/frakci)

Z hlediska přípravy pacienta, určování cílového objemu, provádění aplikací, lokalizace aplikátorů a odstraňování aplikátorů z těla pacienta není prakticky žádný rozdíl v tom, jaký afterloadingový systém se používá. Výrazný rozdíl je v uspořádání pracoviště a v organizaci práce, tj. v manipulaci s pacientem od zavedení aplikátoru do těla pacienta až po jeho odstranění, v péči o pacienta během ozařování a v nárocích na rychlost plánování a na radiobiologickou interpretaci dosažené distribuce fyzikální dávky. Z těchto důvodů budou rozdíly v používání brachyradioterapie s LDR/MDR a brachyradioterapie s HDR v dalším textu uvedeny.

Kromě automatických afterloadingových přístrojů s vysokým dávkovým příkonem (HDR) a nízkým/středním dávkovým příkonem (LDR/MDR) existují přístroje s pulzním dávkovým příkonem (PDR). PDR brachyradioterapie je charakterizována tím, že ozáření je realizováno formou HDR pulzů o délce řádově několika minut. Jedná se v principu o hyperfrakcionovanou terapii, která simuluje ozařování s nízkým dávkovým příkonem a jeho radiobiologické výhody. Doba trvání aplikace je stejná jako při BRT s nízkým dávkovým příkonem. Vzhledem k tomu, že v ČR není v současné době (r. 2015) žádný automatický afterloadingový přístroj s pulzním příkonem instalován, tento standard se dále PDR brachyradioterapií nezabývá.

Brachyradioterapie je léčebnou metodou značně komplexní, kde jednotlivé činnosti a zodpovědnost za ně jsou přesně definovány, aby byla zajištěna radiační bezpečnost ošetřujícího personálu a pacientů. Dobrá a jednoznačná komunikace mezi jednotlivými členy týmu je základem pro přesnou a bezpečnou léčbu.

## 7.1 STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 7.1.1 Obecné indikátory standardu

#### 7.1.1.1 Typ standardu

Standard klinické intervence.

#### 7.1.1.2 Dominantní obor činnosti, kterým se standard zabývá

Radiační onkologie (403).

#### 7.1.1.3 Další obory, kterých se standard týká

Netýká se dalších oborů, ale při provádění některých invazivních technik se předpokládá úzká spolupráce s lékaři jiných oborů: ORL, ortopedie, urologie, radiologie, gastroenterologie, pneumologie.

#### 7.1.1.4 Druh péče, která je předmětem standardu

Smíšená.

#### 7.1.1.5 Hlavní autor standardu

MUDr. Hana Stankušová, CSc., revize 2015 doc. MUDr. Renata Soumarová, Mgr. Luboš Homola

#### 7.1.1.6 Hlavní oponenti standardu

MUDr. Martina Kubecová, Ph.D., Ing. Anna Kindlová, Ing. Lenka Hobzová, CSc., Ing. Ivana Horáková, CSc., prof. MUDr. Pavel Šlampa, CSc.

#### 7.1.1.7 Skupina, která standard spravuje

Společnost radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP

#### 7.1.1.8 Skupina, která standard používá

Lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, kliničtí radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici, kliničtí inženýři se specializovanou způsobilostí, biomedicínské inženýři, radiologičtí asistenti, radiologičtí technici, biomedicínské technici a jiní odborní pracovníci s odbornou způsobilostí.

#### 7.1.1.9 Seznam výkonů

- 43021 komplexní vyšetření radioterapeutem
- 43022 cílené vyšetření radioterapeutem
- 43023 kontrolní vyšetření radioterapeutem
- 43413 HDR brachyterapie povrchová s pomocí afterloadingu
- 43415 brachyterapie intersticiální s automatickým afterloadingem HDR
- 43417 brachyterapie intersticiální manuální
- 43419 brachyterapie intrakavitární s automatickým afterloadingem HDR
- 43421 brachyterapie intrakavitární
- 43423 plánování brachyterapie
- 43425 plánování brachyterapie s použitím TPS (plánovací konzola)
- 43431 brachyterapie intrakavitární s automatickým afterloadingem LDR/MDR – zavedení aplikátorů
- 43433 brachyterapie intersticiální s automatickým afterloadingem LDR/MDR – zavedení aplikátorů
- 43435 brachyterapie s automatickým afterloadingem LDR/MDR á 60 minut
- 43441 permanentní brachyterapie karcinomu prostaty
- 43443 intersticiální brachyterapie s vysokým dávkovým příkonem (HDR) karcinomu prostaty
- 43621 lokalizace cílového objemu nebo simulace ozařovacího plánu
- 43623 přímá dozimetrie na nemocném (1 měřicí místo)
- 43629 výroba individuálních fixačních pomůcek pro ozařování nebo muláž
- 37111 speciální psychologická intervence

#### 7.1.1.10 Diagnózy dle MKN-O, kterých se standard pro radiační onkologii týká

- C00-14 Zhoubné novotvary rtu, dutiny ústní a hltanu
- C15,16, 19-26 Zhoubné novotvary trávicího ústrojí
- C30-39 Zhoubné novotvary dýchací soustavy a nitrohručních orgánů
- C43, 44 Melanom a jiné zhoubné novotvary kůže
- C45-49 Zhoubné novotvary mezoteliální a měkké tkáně
- C50 Zhoubný novotvar prsu
- C51-57 Zhoubné novotvary ženských pohlavních orgánů
- C60-63 Zhoubné novotvary mužských pohlavních orgánů
- C64-68 Zhoubné novotvary močového ústrojí
- C69-72 Zhoubné novotvary oka, mozku a jiných částí CNS
- C73, 75 Zhoubné novotvary štítné žlázy a jiných žláz s vnitřní sekrecí
- C76-80 Zhoubné novotvary nepřesných, sekundárních a neurčených lokalizací

### 7.1.2 Personální a kvalifikační předpoklady

#### 7.1.2.1 Kvalifikace instituce

Pracoviště provádějící radikální radioterapii.

#### 7.1.2.2 Doporučené personální a kvalifikační předpoklady pro provádění předmětné činnosti

Požadavky na odborný personál

Úsek brachyradioterapie je zpravidla organizační součástí oddělení radiační onkologie, se kterým sdílí některé přístrojové vybavení (např. simulátor, plánovací CT), event. částečně i některý personál. Odborný personál je obvykle vyčleněn pro činnosti související s prováděním BRT, protože kromě požadavků na odbornost v radiační onkologii se navíc u lékařů provádějících BRT vyžaduje manuální

zručnost, speciální výcvik v aplikačních technikách BRT na akreditovaném pracovišti a dostatečná klinická zkušenost s indikacemi brachyradioterapeutických technik a s hodnocením výsledků léčby. Rovněž radiologický fyzik prochází speciálním školením pro plánování BRT a musí být dokonale seznámen s platnými doporučeními pro vykazování dávky a objemu pro různé ozařovací techniky i se specifickými aspekty radiační ochrany při BRT. Od radiologických asistentů či radiologických techniků se vyžaduje zaškolení pro provádění odborných činností v brachyradioterapii. Celkový počet personálu závisí na rozsahu používaných ozařovacích technik a množství prováděných výkonů.

Personál pracoviště, jež provádí brachyradioterapii, zahrnuje následující zdravotnické a jiné odborné pracovníky: lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaře ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, klinické radiologické fyziky, radiologické fyziky, radiologické asistenty, zdravotní sestry.

#### Doporučené minimální počty pracovníků

Na pracovišti musí být lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, a to minimálně dva lékaři s praktickou zkušeností v brachyradioterapii, získanou pod vedením zkušeného lékaře na akreditovaném pracovišti.

Na pracovišti musí být klinický radiologický fyzik pro radioterapii minimálně v úvazku, který odpovídá klinickému provozu na daném pracovišti dle Přílohy 1. Avšak nepodkročitelný počet klinických radiologických fyziků pro radioterapii činí dva v plném úvazku, aby se mohli vzájemně zastoupit při absenci a aby bylo možné adekvátně reagovat na jakoukoliv mimořádnou situaci na pracovišti.

Na pracovišti musí být k dispozici dostatečný počet odborně způsobilých zdravotnických pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností (včetně plánování radioterapie). Minimální počet pracovníků závisí na radiologickém vybavení pracoviště (počtu přístrojů), počtu pacientů a složitosti prováděných výkonů. Při stanovení minimálního potřebného počtu pracovníků vychází pracoviště z Přílohy 1. Počtem pracovníků se rozumí počet ekvivalentních plných pracovních úvazků (WTE = whole time equivalent) a nejsou v něm zahrnuti pracovníci, zabývající se na výukových pracovištích výukou, ani pracovníci zabývající se výzkumem.

Na pracovišti brachyradioterapie musí být minimálně:

1 radiologický asistent, který konkrétně provádí lékařské ozáření pacientů, další podle rozsahu činnosti pracoviště a 1 – 2 vyškolení radiologičtí asistenti pro zastupování, jinak zpravidla pracující na zevní radioterapii

2 zdravotní sestry

1 jiný odborný personál

Další personál závisí na vybavení a rozsahu činnosti pracoviště.

### **7.1.3 Technické požadavky na pracoviště provádějící brachyradioterapii**

Všechny používané zdravotnické prostředky musí splňovat požadavky platných právních předpisů.

#### 7.1.3.1 Prostorové požadavky

V současné době a do budoucna se v ČR předpokládá provádění brachyradioterapie výhradně s použitím automatického afterloadingu, ať již se zdroji ionizujícího záření s nízkým (resp. středním) nebo s vysokým dávkovým příkonem. Podle toho se liší nároky na umístění pacienta při ozařování.

#### **Doporučené prostorové požadavky pro brachyradioterapii s HDR**

- Aplikační sál splňující hygienické podmínky pro provádění malých výkonů se zázemím pro mytí lékařů, mytí nástrojů a pro uskladnění aplikátorů, instrumentária, obvazového materiálu a prádla,
- plánovací místnost pro umístění výpočetní techniky a pro činnosti RF a RA,
- ozařovna + ovladovna (preference, aby aplikační sál byl dostatečně stíněný a sloužil i jako ozařovna).
- Při HDR brachyradioterapii zůstává pacient po dobu ozařování v ozařovně, která je dostatečně stíněna pro maximální aktivitu nestíněného zdroje ionizujícího záření v pracovní poloze.
- Temná komora (pokud není používán přímý přenos dat) je i s vyvolávacím automatem obvykle sdílená s teleradioterapií.

- Lůžka (součást oddělení radiační onkologie) k sledování pacientů po celkové anestezii a pro pacienty se zavedenými aplikátory pro opakované frakce BRT či hyperfrakcionaci,
- modelová laboratoř pro přípravu ozařovacích pomůcek.

#### **Doporučené prostorové požadavky pro brachyradioterapii s LDR/MDR**

- Při brachyradioterapii s LDR, kdy doba ozáření trvá v závislosti na požadované dávce více hodin, je pacient z aplikačního sálu transportován na lůžko umístěné v pokoji, jehož obvodové zdi, strop a podlaha jsou dostatečně stíněny, tak aby úroveň ozáření zúčastněných osob splňovala požadavky dané platnou legislativou.
- Aplikační sál (stejně požadavky jako pro HDR),
- plánovací místnost pro umístění výpočetní techniky a činnosti RF a RA.
- Temná komora (pokud se nepoužívá přímý přenos dat) je i s vyvolávacím automatem obvykle sdílena s teleradioterapií,
- stíněné pokoje pro 1 – 2 pacienty a přístroj pro afterloading s URZ, s blokováním dveří do pokojů pacientů, TV okruhem a dorozumívacím zařízením mezi stíněným pokojem pacienta a pracovní sester, stínícími zástěnami mezi lůžky, pokud je pokoj pro dva pacienty,
- místnost pro kompresor,
- modelová laboratoř pro přípravu ozařovacích pomůcek.

#### 7.1.3.2 Přístrojové vybavení

##### **Přístrojové a další základní technické vybavení nutné k provádění brachyradioterapie s HDR:**

- Dálkově řízený automatický přístroj pro afterloading s URZ,
- Rtg přístroj pro lokalizaci aplikátorů – pojízdný rentgen s TV monitorem a kamerou nebo simulátor, případně přístup na CT a MR,
- vyvolávací automat (pokud se nepoužívá přímý přenos dat nebo digitalizace),
- plánovací systém se zařízením pro zadávání dat o aplikaci,
- TV okruh a dorozumívací zařízení mezi ozařovnou a ovladovnou,
- vybavení a měřidla veličin atomové a jaderné fyziky pro absolutní dozimetrii, pro relativní dozimetrii a pro zajištění radiační ochrany, v rozsahu dle potřeb pracoviště; měřidla a pomůcky umožňující provádět pravidelné zkoušky,
- nezávislý monitor záření v ozařovně pro kontrolu zdroje ionizujícího záření v pracovní poloze (mimo stínící kontejner),
- pohotovostní kontejner a nářadí pro případnou manipulaci s URZ při havárii,
- anesteziologický přístroj,
- zařízení pro sterilizaci nástrojů a aplikátorů, pokud není k dispozici centrální sterilizace,
- negatoskopy (pokud se nepoužívá přímý přenos dat),
- dostatečný sortiment aplikátorů a přenosových trubic kompatibilních s automatickým AFL,
- dostatečný sortiment instrumentária, lokalizační můstek.

##### **Přístrojové a další základní technické vybavení nutné k provádění brachyradioterapie s LDR/MDR:**

- Dálkově řízený automatický přístroj pro afterloading s URZ,
- Rtg přístroj pro lokalizaci aplikátorů – pojízdný rentgen s TV monitorem a kamerou nebo simulátor, případně přístup na CT a MR,
- vyvolávací automat (pokud se nepoužívá přímý přenos dat nebo digitalizace),
- plánovací systém se zařízením pro zadávání dat o aplikaci,
- TV okruh a dorozumívací zařízení mezi pokojem pacienta a pracovní sester,
- vybavení a měřidla veličin atomové a jaderné fyziky pro absolutní dozimetrii, pro relativní dozimetrii a pro zajištění radiační ochrany, v rozsahu dle potřeb pracoviště; měřidla a pomůcky umožňující provádět pravidelné zkoušky,
- nezávislý dozimetr pro kontrolu průběhu aplikace v pokoji pacienta,
- pohotovostní kontejner a nářadí pro případnou manipulaci s URZ při havárii,
- anesteziologický přístroj,
- zařízení pro sterilizaci nástrojů a aplikátorů, pokud není k dispozici centrální sterilizace,
- negatoskopy (pokud se nepoužívá přímý přenos dat),
- dostatečný sortiment aplikátorů kompatibilních s automatickým AFL,



- dostatečný sortiment instrumentária, lokalizační můstek,
- vhodný transportní prostředek pro převoz pacienta mezi aplikačním sálem a lůžkem,
- přídatné stínící zástěny na pokoji pacienta pro případ havárie.

## 7.2 PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 7.2.1 Vstup procesu

#### 7.2.1.1 Rozhodnutí o indikaci k brachyradioterapii

Pacienti jsou odesíláni k brachyradioterapii po stanovení diagnózy zhoubného nádoru, provedení kompletního stagingu TNM, na základě rozhodnutí multidisciplinárního onkologického týmu nebo v souladu s diagnosticko-léčebnými protokoly pro jednotlivé onkologické diagnózy. Indikaci k brachyradioterapii potvrzuje lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a se zkušeností v brachyradioterapii na základě dostupných výsledků vyšetření a vlastního vyšetření pacienta. Při indikaci bere v úvahu kritéria ověřených léčebných postupů, absolutní i relativní kontraindikace léčby, rozsah nádoru, pravděpodobný výsledek léčby a v neposlední řadě i celkový stav pacienta.

Časové zařazení brachyradioterapie závisí na tom, zda jde o samostatnou léčebnou metodu nebo o kombinovanou léčbu. Pooperační adjuvantní ozáření závisí na stavu hojení a obvykle se realizuje mezi 4. až 6. týdnem po operaci. BRT kombinovaná s TRT se zařazuje tak, aby se neprodlužovala celková doba radioterapie nad 7 až 8 týdnů. Cílenou brachyradioterapii (zvýšení dávky na zmenšený cílový objem, tzv. boost) lze v některých lokalizacích (např. u pacientek s nádorem prsu po konzervativní operaci) aplikovat před teleradioterapií. Při aplikaci brachyradioterapie jako boost z důvodu reziduálního nádoru je výkon proveden až po ukončení zevní radioterapie na původní GTV, někdy i s nutným odstupem 2 – 3 týdnů, kvůli odeznění akutní postradiační reakce (anus, vulva).

#### 7.2.1.2 Příprava před aplikací

Pacient je lékařem podrobně seznámen s navrhovanou léčbou i s jejími eventuálními komplikacemi. Před zahájením léčby pacient podepíše informovaný souhlas s léčbou. V případě plánované celkové anestezie si lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie vyžádá předoperační interní vyšetření a zajistí hospitalizaci. Na základě zhodnocení rozsahu nádoru, vyšetření pacienta a zhodnocení jeho stavu stanoví lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie termín aplikace brachyradioterapie a pacienta zařadí do programu plánovaných výkonů, se kterým jsou seznámeni ostatní spolupracovníci – RF, ZS, RA, anesteziolog, ošetřující lékař lůžkového oddělení (pokud je pacient hospitalizován nebo bude hospitalizován), ošetřující lékař na TRT (pokud jde o kombinovanou léčbu). Lékař informuje všeobecné sestry, radiologického asistenta, radiologického technika a radiologického fyzika o typu aplikace, požadavku na aplikátory a o dalších podrobnostech přípravy aplikace.

O každém pacientovi je vypracována kompletní zdravotnická dokumentace („chorobopis“). Zdravotnická dokumentace obsahuje anamnestické údaje, přesnou diagnózu zhoubného novotvaru, dobu jejího stanovení, klinické stadium dle TNM klasifikace, výsledek histopatologické verifikace nádoru, prediktivních a prognostických faktorů, status performance nemocného, záznam o předcházející léčbě, nálezy z provedených vyšetření a záznam o indikaci brachyradioterapie. Pacient je celkově vyšetřen a velmi podrobně je popsán lokální a regionální nález.

#### 7.2.1.3 Ozařovací předpis

Ozařovací předpis vypracuje lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie na oddělení brachyradioterapie. Tento předpis obsahuje identifikaci pacienta, diagnózu, TNM klasifikaci, histologickou diagnózu, záznam o předchozím ozařování. Dále je v ozařovacím předpisu uveden cíl léčby (radikální, paliativní), zda jde o léčbu samostatnou, nebo kombinovanou a s čím (teleradioterapie, chemoterapie, chirurgie apod.) i posloupnost jednotlivých léčebných modalit. V předpisu jsou uvedeny údaje o GTV, CTV, velikost dávky na frakci, způsob specifikace dávky včetně referenčních bodů, počet frakcí a časová posloupnost, technika brachyradioterapie, zdroj ionizujícího záření (URZ), typ aplikátoru, protokol o případné radiologické události a jejím řešení. U kombinované léčby s teleradioterapií je třeba uvést v předpisu rovněž cílové objemy pro TRT a v nich plánované dávky záření a frakcionaci. U složitějších technik provede radiologický fyzik na

základě ozařovacího předpisu předběžnou kalkulaci ozařovacího plánu, který konzultuje s lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiční onkologie.

### 7.2.2 Proces

Každý typ ozařovací techniky brachyradioterapie má svoje specifické charakteristiky, a proto tým na úseku BRT postupuje podle ustanoveného pracovního postupu, který vypracoval lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiční onkologie společně s členy týmu. Tento systémový postup zahrnuje popis předaplikační přípravy, způsobu anestezie, použití specifických aplikátorů a popis techniky jejich zavádění.

Kontrola totožnosti pacienta je prováděna při přípravě léčby zářením a při každé frakci brachyradioterapie.

V dalším textu jsou uvedeny standardní postupy při typických technikách brachyradioterapie, které byly vypracovány pro 2D plánování. Postupně se do praxe i v brachyradioterapii prosazuje 3D plánování. Pokud má pracoviště možnost plánovat na základě CT či MR s aplikátory in situ, je doporučeno toho využívat. Při širší dosažitelnosti CT, MR, event. UZ pro účely plánování brachyradioterapie budou nově vytvořeny postupy pro 3D plánování brachyradioterapie.

#### 7.2.2.1 Intrakavitární brachyradioterapie

Při intrakavitární brachyradioterapii se zavádějí aplikátor(y) pro uzavřený radioaktivní zdroj (zdroje) do přístupné tělesné dutiny za účelem ozáření nádoru z ní vycházejícího.

Nejčastější indikace: karcinom hrdla děložního (C53), karcinom těla děložního (C54), karcinom pochvy (C52).

Nejčastější ozařovací technikou je uterovaginální aplikace pomocí speciálních aplikátorů zavedených do dělohy a do vaginy s následným umístěním radioaktivního zdroje (zdrojů) v několika ozařovacích kanálech pomocí afterloadingu.

Postup při uterovaginální aplikaci

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta před předpisem léčby a samotným zahájením léčby	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením a při každé frakci radioterapie	ZS
5.	Uložení pacientky do gynekologické polohy na operačním sále	ZS
6.	Uvedení do anestezie	L-spec.
7.	Dezinfekce operačního pole a zavedení Foleyho katetru do močového měchýře se 7cm <sup>2</sup> kontrastní látky v balonku	RO
8.	Zavedení aplikátorů do dělohy a vaginy, případně označení okrajů nádoru kovovými svorkami	RO
9.	Tamponáda vaginy	RO
10.	Zavedení in vivo dozimetru nebo kontrastního katetru či kontrastní látky do rekta k označení přední stěny rekta	RO
11.	Zavedení maket zdrojů ionizujícího záření do jednotlivých kanálů aplikátoru	RA
12.	Umístění lokalizačního můstku pro snímkování	RA
13.	Skioskopická kontrola uložení aplikátorů v AP a LL projekci	RA
14.	Event. repozice aplikátoru	RO
15.	Zhotovení rtg snímků v AP a LL projekci (není-li používán přímý přenos dat)	RA
16.	Stanovení referenčních bodů kritických orgánů a cílového objemu (pokud se liší od standardně zavedené definice těchto bodů)	RO
17.	Přenos souřadnic aplikátoru a referenčních bodů kritických orgánů z rtg snímků do plánovacího systému nebo jejich přímý digitální přenos	RF, RA
18.	Vypracování izodózového ozařovacího plánu	RF, RA
19.	Zhodnocení ozařovacího plánu, event. optimalizace ozařovacího plánu	RF, RO



20.	Kontrola ozařovacího plánu a jeho potvrzení podpisem klinickým radiologickým fyzikem pro radioterapii	RF
21.	Definitivní schválení ozařovacího předpisu odpovědným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a potvrzení plánu jeho podpisem	RO
22.	Připojení aplikátorů pomocí přenosových trubic k afterloadingovému přístroji	RA
23.	Kontrola ozařovacích časů v řídicím počítači	RF
24.	Informace pacientky o ozařovacím čase	RA
25.	Uzavření ozařovny	RA
26.	Ozáření pacientky	RF, RA
27.	Výtisk ozařovacího protokolu a vykazání dalších údajů o aplikaci	RF
28.	Odstranění aplikátoru	RO
29.	Vyhodnocení in vivo dozimetrie	RF, RO
30.	Písemný záznam o provedené aplikaci, pokyny pro další ošetření pacientky a termín další frakce brachyradioterapie nebo kontroly	RO
31.	Záznam o provedené aplikaci do knihy výkonů	RA
32.	*Transport pacientky na lůžku z operačního sálu na lůžkové oddělení za dohledu všeobecné sestry	ZS
33.	Ukončení ozáření po splnění předepsaného počtu frakcí, doporučení dalšího ošetřování, stanovení kontroly	RO

*Pozn.* L-spec. – lékař jiné odbornosti, RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, ZS – všeobecná sestra

\*U brachyradioterapie s LDR/MDR, která probíhá na pokoji speciálně k tomu upraveném, předchází výkon č. 28 před výkony č. 17 až 27. Pacientky jsou po dobu několikahodinové aplikace ošetřovány ZS při zajištění URZ v kontejneru.

#### Údaje pro vykazování intrakavitární gynekologické brachyradioterapie

S ohledem na historické zvyklosti a návaznost na manchesterský systém se i nadále doporučuje vykazovat dávku a dávkový příkon v referenčním bodě A.

Je třeba, aby umístění referenčních bodů pro vykazování dávky v cílovém objemu a v kritických orgánech bylo pro klinickou praxi standardizováno.

Pro možnosti srovnávání se doporučuje při 2D plánování uvádět dávky v referenčních bodech podle dosud platného ICRU Report 38:

referenční bod v močovém měchýři (ICRU),

referenční bod v rektu (ICRU),

referenční pánevní body (P),

popis použité techniky (informace o použitém aplikátoru, specifikace a geometrické uspořádání URZ),

celková kerma ve vzduchu (TRAK),

popis referenčního objemu,

rozměry objemu referenční izodózy (výška, šířka, tloušťka),

rozložení dávky v čase.

Dávka v referenčním ICRU bodě pro kritické orgány nemusí nutně představovat maximální dávku v orgánu, proto se doporučuje stanovit i dávku maximální (např. 1,5 či 2 cm kraniálně nad ICRU bodem pro močový měchýř).

Na pracovištích s potřebnou infrastrukturou je doporučeno provádět intrakavitární brachyradioterapii u karcinomu hrdla děložního pomocí 3D plánování na základě dat získaných z MR nebo CT.

Jinou, velmi častou intrakavitární aplikací, jsou vaginální pooperační aplikace brachyradioterapie pomocí speciálních vaginálních válců nebo ovoidů. Obvykle jde o adjuvantní ozáření vaginální jizvy a kraniální části vaginy u stavů po radikální operaci pro karcinom endometria či karcinom hrdla děložního, kde z histopatologického operačního nálezu vyplynula indikace k pooperačnímu ozáření. Jestliže se výkon provádí s pomocí válce se zdrojem ionizujícího záření v jeho ose a ozařování probíhá

v několika frakcích, je přípustné provést rtg lokalizaci zavedeného aplikátoru a výpočet dávky na kritické orgány pouze při první frakci. Při použití válce se dávka počítá a vykazuje: na povrchu sliznice vagíny (tj. povrch válce) a v hloubce 0,5 cm od povrchu válce (referenční dávka), ostatní údaje (popis aplikátoru, uspořádání zdrojů, specifikace zdroje, dávkový příkon na referenční izodóze, TRAK, dávky v ICRU referenčních bodech kritických orgánů) se vykazují obdobně jako při uterovaginální aplikaci.

Při použití ovoidů je třeba dělat individuální výpočet dávky na základě rtg snímků při každé frakci.

#### 7.2.2.2 Intraluminální brachyradioterapie

Intraluminální brachyradioterapie znamená ozáření pomocí dočasně umístění radioaktivních zdrojů v lineárním uspořádání v lumen trubicového orgánu. Jde o specifickou formu intrakavitární BRT. Indikace k intraluminální brachyradioterapii je obvykle stanovena na podkladě výsledku endoskopického vyšetření nebo na základě zobrazovací vyšetřovací metody s použitím kontrastní látky. Běžně probíhá spolupráce s lékaři jiných oborů, zejména s pneumology, radiology a s gastroenterology zabývajícími se endoskopií. Velmi často jde o paliativní cíl léčby.

Nejčastější indikací jsou maligní stenózy způsobené:

- a) nádory bronchu a trachey,
- b) nádory jícnu,
- c) nádory žlučových cest,
- d) endovaskulární stenózy (nejsou obsahem tohoto standardu).

#### Postup při intraluminální brachyradioterapii

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta před předpisem léčby a samotným zahájením léčby	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením a při každé frakci radioterapie	ZS
5.	Uložení pacienta do vhodné pozice na aplikačním sále	ZS
6.	Lokální znečistlivění	RO, L-spec.
7.	Zavedení aplikátoru do postiženého orgánu	RO, L-spec.
8.	Umístění maket zdrojů ionizujícího záření do aplikátoru	RO
9.	Skioskopická kontrola	RA
10.	Určení ozařovací dráhy (CTV = PTV = GTV + bezpečnostní lem)	RO
11.	Zhotovení rtg snímků zavedeného aplikátoru/event. výtisk z kamery	RA
12.	Přenos dat do plánovacího systému	RF
13.	Výpočet ozařovacího plánu podle níže uvedeného doporučení	RF, RA
14.	Kontrola ozařovacího plánu a potvrzení podpisem klinickým radiologickým fyzikem pro radioterapii	RF
15.	Definitivní schválení ozařovacího předpisu odpovědným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a potvrzení plánu jeho podpisem	RO
16.	Přípojení aplikátoru/aplikátorů k AFL přístroji	RA
17.	Přenos dat z plánovacího systému do řídicího počítače	RF
18.	Informace pacienta o ozařovacím čase	RA
19.	Uzavření ozařovny	RA
20.	Spuštění ozáření a sledování pacienta na monitoru	RF, RA
21.	Ukončení ozáření	RF, RA
22.	Výtisk ozařovacího protokolu a vykazání dalších údajů o aplikaci	RF
23.	Odstranění aplikátoru	RO
24.	Záznam o provedené aplikaci do knihy výkonů	RA
25.	Písemný záznam o provedené aplikaci do dokumentace pacienta a pokyny pro další ošetření, termín další frakce BRT nebo kontroly	RO
26.	Transport pacienta na lůžkové oddělení	ZS
27.	Ukončení ozáření po splnění předepsaného počtu frakcí, doporučení dalšího ošetřování, stanovení kontroly	RO

*Pozn.:* L-spec. – lékař jiné odbornosti, RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, ZS – všeobecná sestra

Doporučuje se udávat délku a hloubku (tloušťku) GTV, CTV a PTV ve vztahu k sliznici povrchu lumen orgánu. Pokud je lumen orgánu kompletně vyplněno aplikátorem, pak je identické s průměrem aplikátoru a referenční průměr se vyjadřuje v jeho centrální rovině.

Vykazování dávky při intraluminální brachyradioterapii

Doporučuje se udávat dávku ve třech úrovních – v různé hloubce orgánu:

Povrchová slizniční dávka (maximální dávka v PTV),  
 minimální dávka v cílovém objemu (minimální dávka v PTV),  
 referenční dávka v hloubce 5 mm v tkáni od povrchu sliznice.

Minimální dávku v cílovém objemu je třeba udávat v absolutní hodnotě v jednotkách Gray (Gy) a současně i v procentech dávky v referenčním bodě, který se nachází ve vzdálenosti 5 mm od povrchu sliznice v centrální rovině. U bronchiálních aplikací je dávka předepisována ve vzdálenosti 1 cm podél osy dráhy zdroje. Stejně tomu je při endoluminální brachyradioterapii žlučových cest. Při endoluminální brachyradioterapii nádorů jícnu závisí hloubka předepsané dávky na průměru použitého aplikátoru. Nedílnou součástí ozařovacího protokolu jsou kromě údajů o dávkách a objemech také údaje o dávkovém příkonu na referenční izodóze, o TRAK, o použitém aplikátoru a specifikace zdroje.

### 7.2.2.3 Intersticiální brachyradioterapie

Pod pojem intersticiální brachyradioterapie jsou zahrnuty ozařovací techniky, při kterých radioaktivní zdroj (zdroje) je (jsou) implantován(y) s pomocí speciálních aplikátorů ve formě kovových jehel nebo plastických katetrů přímo do nádoru. Jde o techniky invazivní, které jsou obvykle prováděny v anestezii.

Doporučuje se v maximálně možné míře používat při aplikaci šablony (template) k dosažení co nejlepšího geometrického uspořádání aplikátorů podle určitého systému (např. pařížského). Nejčastější indikace dočasných implantací: karcinomy rtu, jazyka, spodiny ústní, prsu, penisu, anu, vulvy, vaginy, sarkomy měkkých tkání, lokální recidivy v různých lokalizacích.

Postup při intersticiální brachyradioterapii

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícími odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta před předpisem léčby a samotným zahájením léčby	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením a při každé frakci radioterapie	ZS
5.	Uložení pacienta do vhodné polohy na aplikačním sále	ZS
6.	Uvedení do anestezie	L-spec.
7.	Dezinfekce operačního pole	RO
8.	Označení okrajů tumoru kontrastními značkami (pokud tak již nebylo učiněno dříve)	RO
9.	Implantace jehel či plastických katetrů v geometrickém uspořádání podle používaného dozimetrického systému	RO
10.	Zavedení maket zdrojů ionizujícího záření do aplikátorů	RO, RA
11.	Skioskopická kontrola geometrického uspořádání aplikátorů	RA, RO
12.	Zhodnocení dostatečného pokrytí CTV podle skioskopie	RO
13.	Lokalizační rtg snímky aplikované krajiny ve dvou projekcích	RA
14.	Zhotovení izodózového ozařovacího plánu	RF, RA
15.	Kontrola ozařovacího plánu a potvrzení podpisem kl. radiologickým fyzikem	RF
16.	Definitivní schválení ozařovacího předpisu odpovědným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a potvrzení ozařovacího plánu jeho podpisem	RO
17.	Připojení jednotlivých aplikátorů k AFL přístroji podle ozařovacího plánu	RA, RF

18.	Kontrola ozařovacích časů v řídicím počítači	RF
19.	Informace pacienta o ozařovacím čase	RA
20.	Uzavření ozařovny	RA
21.	Ozáření pacienta	RA
22.	Ukončení ozáření	RA
23.	Výtisk ozařovacího protokolu a vykázaní dalších údajů o aplikaci	RF
24.	Odstranění aplikátorů, event. v analgezi	RO
25.	Zápis o výkonu do dokumentace pacienta s doporučením dalšího ošetření, event. termínu další aplikace nebo kontroly	RO
26.	Zápis do knihy výkonů	RA
27.	*Transport pacienta na lůžkové oddělení pod dohledem zdravotní sestry	ZS
28.	Ukončení ozáření po splnění předepsaného počtu frakcí, doporučení dalšího ošetřování, stanovení kontroly	RO

Pozn.: L-spec. – lékař jiné odbornosti, RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiací onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, ZS – všeobecná sestra

\* U brachyradioterapie s LDR/MDR, která probíhá na pokoji speciálně k tomu upraveném, předchází výkon č. 24 před výkony č. 14 až 23. Pacienti jsou po dobu několikahodinové aplikace ošetřováni ZS při zajištění URZ v kontejneru.

Údaje pro vykazování intersticiální brachyradioterapie:

Klinický popis nádoru, včetně GTV a CTV,

popis techniky (zda je aplikace provedena podle určitého systému),

specifikace URZ, RAKR a TRAK; dávkový příkon na referenční izodóze,

kompletní popis rozložení dávky v čase,

průměrná dávka v centrální rovině (MCD), minimální dávka v cílovém objemu, index homogenity,

objemy a jejich rozměry včetně PTV, léčeného objemu, objemů vysoké dávky, objemů nízké dávky, ozářeného objemu.

### Intersticiální HDR BRT prostaty

Intersticiální brachyradioterapie karcinomu prostaty je standardní léčbou s vysoce kurativním potenciálem, který má dlouhodobé výsledky.

*Intersticiální dočasná implantace (HDR brachyradioterapie)* využívá obvykle radioizotop iridium Ir<sup>192</sup> a je obvykle kombinována se zevní radioterapií. Je indikována u pacientů s nádory prostaty T1b-3b, bez postižení lymfatických uzlin (N0), bez vzdálené diseminace (M0) a s PSA < 100 ng/ml.

V případě předchozí radiace na oblast pánve může být provedena samostatná HDR brachyterapie u pacientů s nízkým a středním rizikem.

Postup při intersticiální HDR BRT prostaty

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta před předpisem léčby a samotným zahájením léčby	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením a při každé frakci radioterapie	ZS
5.	Uložení pacienta do vhodné polohy na aplikačním sále	ZS
6.	Uvedení do anestezie	L-spec.
7.	Dezinfekce operačního pole	RO
8.	Pomocí transrektální sondy nasnímáním transverzálních řezů prostaty od báze po apex prostaty	RO
9.	Přenos řezů do plánovacího systému	RF
10.	Zakreslení v plánovacím systému cílového objemu a kritických struktur	RO
11.	Příprava plánu rozmístění jehel dle tvaru a velikosti cílového objemu	RF
12.	Umístění jehel nebo plastikových trubiček transperineálně do prostaty	RO

	pomocí šablony pod kontrolou endorektální sonografie	
13.	Korekce ideální polohy jehel na reálnou polohu jehel zavedených při aplikaci, intraoperační plánování s úpravou časů a polohy zdroje v jednotlivých jehlách	RF
14.	Skiaskopická kontrola umístění aplikátorů	RA, RO, ZS
15.	Kontrola ozařovacího plánu a potvrzení podpisem klinickým radiologickým fyzikem pro radioterapii	RF
16.	Definitivní schválení ozařovacího předpisu odpovědným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a potvrzení ozařovacího plánu jeho podpisem	RO
17.	Připojení jednotlivých aplikátorů k AFL přístroji podle ozařovacího plánu	RA, RO
18.	Kontrola ozařovacích časů v řídicím počítači	RF
19.	Informace pacienta o ozařovacím čase	RF
20.	Uzavření ozařovny	RA
21.	Ukončení ozáření	RA, RF
22.	Výtisk ozařovacího protokolu a vykazání dalších údajů o aplikaci	RF
23.	Odstranění aplikátorů	RO
24.	Zápis o výkonu do dokumentace pacienta s doporučením dalšího ošetření, event. termínu další aplikace nebo kontroly	RO
25.	Zápis do knihy výkonů	RA
26.	Transport pacienta na lůžkové oddělení pod dohledem zdravotní sestry	ZS
27.	Ukončení ozáření po splnění předepsaného počtu frakcí, doporučení dalšího ošetřování, stanovení kontroly	RO

Příprava ozařovacího plánu (preplanning) spočívající v provedení transrektálního ultrazvuku prostaty a sejmutí transverzálních řezů v celém objemu prostaty a jejich přenos do plánovacího systému (TPS): sonda sonografu pracuje v součinnosti s tzv. krokovací jednotkou, jednotlivé řezy jsou přenášeny on line do plánovacího systému. Lékař v plánovacím systému zakreslí plánovací cílový objem (PTV) a kritické struktury – močovou trubici a rektum. Radiologický fyzik potom v plánovací konzole připraví jednu nebo více variant návrhu ozařovacího plánu spolu s návrhem na rozmístění jehel v objemu prostaty. Společně s lékařem pak posoudí, jak navržený plán splňuje požadovaná kritéria na rozložení dávky.

Výkon se provádí v celkové nebo spinální anestezii. Následuje endorektální sonografie s aktuálním náběrem řezů cílového objemu, nové zakreslení cílového objemu, močové trubice a rekta. Poté se provede vlastní zavedení jehel do prostaty dle předem připraveného plánu. Dále se ověřují a upravují ideální pozice jehel na reálné pozice zavedených jehel a průběh jednotlivých jehel a jejich vztah k zakreslenému cílovému objemu a kritickým orgánům. Veškerá data se přenesou do plánovacího systému a následuje vypracování ozařovacího plánu a jeho optimalizace. Po definitivním odsouhlasení ozařovacího plánu se provede ozáření pomocí dálkově ovládaného automatického afterloadingu s HDR a s měřením dávky in vivo dozimetrií.

Výkon končí odstraněním jehel.

Přístrojové vybavení: sonograf se sondou pro transrektální snímání, krokovací jednotka, sada jehel, software – plánovací modul, HDR afterloading, in vivo dozimetrie, C-rameno

Údaje pro vykazování intersticiální brachyradioterapie dle GEC ESTRO doporučení [17]:

CTV je definováno kapsulou prostaty s 3mm lemem na oblast potenciálního mikroskopického šíření. Kritickými orgány jsou uretra od báze prostaty po apex a rektum. Konturována je vždy vnější stěna. Mezi další kritické orgány patří bulbus penis, krček močového měchýře, neurovaskulární svazky.

V případě kombinace HDR BRT se zevní radioterapií jsou doporučeny dávky, resp. frakcionační schéma:

Zevní RT: 45 Gy ve 25 frakcích za 5 týdnů,

- 46 Gy ve 23 fr. za 4,5 týdne,
- 35,7 Gy ve 13 fr. za 2,5 týdne,
- 37,5 Gy v 15 fr. za 3 týdny.

HDR BRT (dávka je definována jako minimální periferní):



- 15 Gy ve 3 frakcích,
- 11 – 22 Gy ve 2 fr.,
- 12 – 15 Gy v 1 fr.

BRT je možné provést před, v průběhu nebo po skončení zevní RT.

V případě monoterapie, tj. pouze brachyradioterapie, je možné použít následující schémata:

- 34 Gy ve 4 frakcích,
- 36 – 38 Gy ve 4 fr.,
- 31,5 Gy ve 3 fr.,
- Gy ve 2 fr.

Limity na uretru a rektu:

- Rektum:  
D2cc ≤ 75 Gy EQD2  
(tj. 2 cm<sup>3</sup> objemu rekta by měly maximálně obdržet dávku, která je radiobiologicky ekvivalentní 75 Gy při normofrakcionaci /2Gy na frakci/)
- Uretra:  
D10 ≤ 120 Gy EQD2  
(tj. 10 % objemu uretry by mělo maximálně obdržet dávku, která je radiobiologicky ekvivalentní 120 Gy při normofrakcionaci /2Gy na frakci/)  
D30 ≤ 105 Gy EQD2  
(tj. 30 % objemu uretry by mělo maximálně obdržet dávku, která je radiobiologicky ekvivalentní 105 Gy při normofrakcionaci /2Gy na frakci/)

Kvalita implantu:

- D90 > 100%  
(tj. dávka, kterou obdrží 90 % cílového objemu, by měla být větší než referenční dávka)
- V100 > 95 %  
(tj. referenční dávka by měla pokrývat více jak 95 % cílového objemu)

Sledované parametry:

1. dávka a frakcionace zevní radioterapie,
2. technika implantace, počet katetrů,
3. TRAK,
4. časy a pozice zdroje v jednotlivých katetrech,
5. CTV: D90, V100, V150, V200,
6. kritické orgány: rektum D2 cc, D0,1 cc, uretra D0,1, D10, D30.

### Permanentní brachyterapie karcinomu prostaty

Permanentní brachyterapie karcinomu prostaty je standardní léčbou s vysoce kurativním potenciálem srovnatelným s radikální prostatektomií u pacientů s časným karcinomem prostaty.

Výkon je indikován u pacientů s karcinomem prostaty T1b-T2a, bez postižení lymfatických uzlin (N0), bez vzdálené diseminace (M0), s PSA < 10 ng/ml, a s gleason skóre < 7.

Postup při permanentní brachyterapii karcinomu prostaty

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta před předpisem léčby a samotným zahájením léčby	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením a při každé frakci radioterapie	ZS
5.	Uložení pacienta do vhodné polohy na aplikačním sále	ZS
6.	Uvedení do anestezie	L-spec.
7.	Dezinfekce operačního pole	RO
8.	Pomocí transrektální sondy nasnímáním transverzálních řezů prostaty od báze po apex prostaty	RO
9.	Přenos řezů do plánovacího systému	RF

10.	Zakreslení v plánovacím systému cílového objemu a kritických struktur	RO
11.	Příprava plánu rozmístění zrn dle tvaru a velikosti cílového objemu	RF
12.	Ověření správnosti velikosti aktivity dodaných radioaktivních zrn; příprava strandů se zrny dle vypočteného plánu	RF, ZS
13.	Implantace jehel se zrny, příp. strandy transperineálně do prostaty pomocí templatu pod kontrolou endorektální sonografie	RO
14.	On-line korekce reálné polohy zrn, intraoperační plánování	RF
15.	Skioskopická kontrola umístění zrn	RA, RO, ZS
16.	Zápis o výkonu do dokumentace pacienta s doporučením dalšího ošetření, event. termínu další aplikace nebo kontroly	RO
17.	Zápis do knihy výkonů	RA
18.	Transport pacienta na lůžkové oddělení pod dohledem zdravotní sestry	ZS
19.	Ukončení ozáření po splnění předepsaného počtu frakcí, doporučení dalšího ošetřování, stanovení kontroly	RO

Přístrojové vybavení: sonograf s rektální sondou, krokovací jednotka, sada jehel, plánovací konzola pro brachyterapii, plánovací systém s programem pro permanentní implantaci zrn (např. VariSeed), C-rameno

Permanentní implantace paladiových nebo jodových zrn.

Po uložení pacienta do litotomické polohy se provede pomocí krokovací jednotky endorektální ultrazvuk a v jednotlivých transverzálních řezech se provede zakreslení cílového objemu a kritických struktur v plánovacím systému, propojeném online s ultrazvukem. Dle objemu a tvaru cílového objemu se provede výpočet rozložení zrn radioizotopu. Připraví se jednotlivá zrna či tzv. strandy do jednotlivých jehel. Pod kontrolou endorektální sonografie se aplikují jehly s jodovými nebo paladiovými zrny či tzv. strandy do prostaty. Součástí výkonu je intraoperační plánování přímo během výkonu na operačním sále, které neustále koriguje pokrytí celého cílového objemu dle reálného umístění zrn. Vše probíhá v plánovacím systému současně s aplikací. Plánovací systém je propojen on-line s ultrazvukem a vlastní výpočet provádí radiol. fyzik.

Cílový objem pro PBRT: PTV = CTV = Prostata + „0 – 3mm“ okraj

Dávka 145 Gy pro I-125

Údaje pro vykazování permanentní brachyradioterapie: dle [18, 20]:

1. Implantovaný objem,
2. počet zrn,
3. počet jehel,
4. celková aktivita,
5. předepsaná dávka,
6. D90,
7. V100, V150.

Limity na kritické struktury:

- Uretra:  
D10 ≤ 150 % z předepsané dávky (145 Gy pro I-125)  
(tj. 10 % objemu uretry by mělo maximálně obdržet dávku 150 % z referenční dávky /145 Gy pro I-125/)
- Rektum:  
D2cc ≤ 100 % z předepsané dávky (145 Gy pro I-125)  
(tj. 2 cm<sup>3</sup> objemu rekta by měly maximálně obdržet dávku 100 % z referenční dávky /145GY PRO I-125/)

#### 7.2.2.4 Povrchová brachyradioterapie

Pod pojmem povrchová brachyradioterapie se rozumí ozáření pomocí radioaktivních zdrojů umístěných na povrchu kůže nebo sliznice. Provádí se pomocí individuálně zhotovených muláží. Jde o velmi efektivní ozařovací techniky, které jsou šetrné k okolní zdravé tkáni a dobře tolerované i pacienty vysokého věku. Výhodou je aplikace celé kurativní dávky záření v krátkém čase, zpravidla ne delším než 2 týdny, a možnost ambulantní léčby.



Nejčastější indikace:

Basocelulární a spinocelulární karcinomy kůže velikosti T1-T2, zejména na hlavě, kde adekvátní chirurgická léčba by byla mutilujícím výkonem nebo by vyžadovala náročnou plastickou rekonstrukci.

Postup při povrchové brachyradioterapii

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta před předpisem léčby a samotným zahájením léčby	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením a při každé frakci radioterapie	ZS
5.	Změření nádorového ložiska, určení GTV, CTV, zhotovení fotografie	RO
6.	Provedení otisku postižené krajiny pomocí tvarovatelného materiálu	RO
7.	Určení tloušťky muláže (vzdálenost zdroje od povrchu těla)	RO
8.	Zhotovení muláže z vhodného materiálu	RT, RA
9.	Zakreslení geometrického uspořádání jednotlivých drah zdroje na povrch muláže	RF
10.	Upevnění aplikátorů na muláž	RA
11.	Umístění maket zdrojů ionizujícího záření do aplikátorů a ověření jejich průchodnosti	RA
12.	Výpočet ozařovacího plánu na základě ozařovacího předpisu	RF, RA
13.	Kontrola ozařovacího plánu a stvrzení podpisem klinickým radiologickým fyzikem pro radioterapii	RF
14.	Definitivní schválení ozařovacího předpisu odpovědným lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a potvrzení ozařovacího plánu jeho podpisem	RO
15.	Kontrola ozařovacích časů v řídicím počítači	RF
16.	Přiložení muláže na pacienta a zakreslení značek na kůži a na muláži za účelem vždy stejného umístění muláže	RO, RA, ZS
17.	Zhotovení fotografie, event. rtg snímku s přiloženou muláží pro dokumentaci a možnost event. dodatečného výpočtu orgánové dávky	RA
18.	Připojení jednotlivých aplikátorů k AFL přístroji podle ozařovacího plánu	RO, RF, RA
19.	Informace pacienta o době ozáření	RA
20.	Uzavření ozařovny	RA
21.	Sledování pacienta na monitoru	RA
22.	Výtisk ozařovacího protokolu a vykázaní dalších údajů o aplikaci	RF
23.	Odstranění muláže	ZS
24.	Zápis každé frakce ozáření do dokumentace pacienta	RO
25.	Zápis každé frakce ozáření do knihy výkonů	RA
26.	Ukončení ozáření po splnění předepsaného počtu frakcí, doporučení dalšího ošetřování, stanovení kontroly	RO

Pozn.: RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent, ZS – všeobecná sestra

Údaje pro vykazování povrchové brachyradioterapie:

Popis GTV, CTV,

popis techniky, informace o URZ a o geometrii jejich uspořádání v muláži včetně ozařovací vzdálenosti od povrchu kůže,

dávkový příkon na povrchu kůže a na izodóze, na kterou je udělán předpis dávky, TRAK,

Povrchová dávka (tj. maximální dávka v PTV), minimální dávka v cílovém objemu.

### 7.2.3 Výstup procesu

V době ukončení celé série brachyradioterapie zhodnotí lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie dodržení ozařovacího předpisu, zhodnotí stav léčeného nádorového ložiska v době ukončení brachyradioterapie a napíše závěrečnou zprávu o provedeném ozáření s doporučením pro další postup.

Pro kontrolu a hodnocení celého procesu je nutné, aby všechny kroky procesu brachyradioterapie byly úplně a správně dokumentovány, počínaje ozařovacím předpisem, ozařovacími protokoly, a aby byla používána mezinárodní doporučení a terminologie k sdělování údajů o provedené léčbě za účelem porovnávání výsledků mezi jednotlivými pracovišti. Doporučené údaje pro sdělování dávky záření jsou součástí ozařovacího protokolu. Předepsaná léčba je podrobně zaznamenána, zdokumentována a údaje jsou srozumitelně a jednoznačně sdělitelné.

Úroveň dokumentace umožňuje rekonstrukci aplikované dávky v CTV i výpočet efektivní dávky na určitý orgán v případě potřeby. Pro možnost pozdějšího výpočtu orgánové dávky je nutné, aby v pacientově dokumentaci byla zaznamenána výška a hmotnost pacienta a byl archivován rentgenový obraz aplikace, event. fotografie s jednoznačně identifikovatelnou tělesnou strukturou, a všechny další údaje o URZ a provedeném ozáření.

#### 7.2.3.1 Údaje o dávkách a objemech

Po ukončení brachyradioterapie, která může být aplikována ve více frakcích, je nutné uvést sumární dávky v relevantních objemech a časové údaje o proběhlém ozáření. Rozsah vyjadřovaných údajů o provedeném ozáření závisí na použité ozařovací technice, jak bylo uvedeno u jednotlivých typů ozařovacích technik. K vyjadřování radiobiologického ekvivalentu dávky z brachyradioterapie lze použít některých matematických formulí, jako je např. LQ model, ale je třeba dobře rozumět limitacím takových výpočtů a umět je správně interpretovat. Zodpovídá lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie.

#### 7.2.3.2 Požadavky na přesnost v brachyradioterapii

Celý proces brachyradioterapie je doprovázen systémem kontrol jednotlivých činností a úroveň dokumentace zajišťuje možnost rekonstrukce aplikované dávky v CTV.

Vysoké nároky jsou kladeny na fyzikální stránku plánování.

Geometrická přesnost: 1 mm (rekonstrukce, lokalizace umístění URZ v aplikátoru),

Časová přesnost: 1 %,

Přesnost výpočtu dávky pomocí plánovacího systému: 2 % pro ověřování modelu v oblasti centrální části URZ),

Ověření RAKR: 3 % pro zdroje HDR. 3 % pro průměr skupiny LDR zdrojů (5 % pro jednotlivý URZ LDR).

#### 7.2.3.3 Výsledný efekt brachyradioterapie (léčebný efekt x postradiační změny)

Výsledný efekt na nádor lze hodnotit až v odstupe několika týdnů, proto je pacient zván na kontrolní vyšetření. Kontrolní vyšetření pacientů (sledování po léčbě) jsou nutná k zhodnocení akutní postradiační reakce, léčebného výsledku a pozdních změn po ozáření. Časná postradiační reakce se rozvíjí podle použité ozařovací techniky, dávkového příkonu, celkově aplikované dávky i podle velikosti ozářeného objemu. Pacient zůstává v trvalé dispenzární péči oddělení radiační onkologie, aby bylo možné vyhodnocovat výsledky léčby i postradiační změny, a tak zkvalitňovat celý proces léčebného ozařování.

Pokud je pacient z nějakého důvodu předán k dispenzarizaci na jiné oddělení, v dokumentaci se uvede adresa zdravotnického zařízení, kde bude další dispenzarizace probíhat a kam jsou písemně poskytnuty veškeré informace o proběhlé radioterapii.

#### 7.2.3.4 Výsledky

V rámci dispenzarizace se hodnotí celkové přežití pacienta, bezpříznakové přežití, lokální kontrola, čas do progresu onemocnění a akutní i pozdní komplikace podle mezinárodních kritérií, např. RTOG/EORTC (radiation toxicity criteria).

Pracoviště je schopno výsledky léčby vyhodnocovat, analyzovat a srovnávat s literárními údaji.

## 8. NENÁDOROVÁ RADIOTERAPIE

### Definice pojmu nenádorová radioterapie

Nenádorová radioterapie je lékařské ozáření, které se provádí u nezhoubných onemocnění vyjmenovaných v procesuální části standardu po vyčerpání všech ostatních standardních léčebných metod.

Cílem nenádorové radioterapie je úleva od obtíží způsobených nezhoubným onemocněním, eventuálně zabránění zhoršení funkce postiženého orgánu.

Tento standard se zabývá pouze ozářením degenerativních chorob a problematikou analgetického a protizánětlivého ozařování. Ostatní nenádorové choroby, které vyžadují vyšší dávky záření v rozmezí podobným dávkám podávaným v radikální radioterapii, vyžadují i specifické přístupy plánování a dávkování, a proto se na ně vztahuje standard radikální radioterapie nebo budou řešeny jinými standardy. Jedná se zejména o tyto stavy: arteriovenózní malformace, nezhoubné nádory mozku, prevence vaskulárních cévních restenóz apod.

### 8.1 STRUKTURÁLNÍ ČÁST STANDARDU

#### 8.1.1 Obecné indikátory standard

##### 8.1.1.1 Typ standardu

Standard klinické intervence.

##### 8.1.1.2 Dominantní obor činnosti, kterým se standard zabývá

Radiační onkologie (403).

##### 8.1.1.3 Další obory, kterých se standard týká

Netýká se jiných oborů.

##### 8.1.1.4 Druh péče, která je předmětem standardu

Smíšená.

##### 8.1.1.5 Hlavní autor standardu

MUDr. Josef Kvěch, revize 2015 MUDr. Josef Kvěch, MUDr. Evžen Dvonč

##### 8.1.1.6 Hlavní oponenti standardu

prof. MUDr. Pavel Šlampa, CSc., MUDr. Jan Stejskal, Ph.D., Ing. Lubomír Frencl, Ing. Lenka Hobzová, CSc.

##### 8.1.1.7 Skupina, která standard spravuje

Společnost radiační onkologie, biologie a fyziky ČLS JEP

##### 8.1.1.8 Skupina, která standard používá

Lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, lékaři ve specializačním vzdělávání v oboru radiační onkologie, kliničtí radiologičtí fyzici, radiologičtí fyzici, kliničtí inženýři se specializovanou způsobilostí, biomedicínské inženýři, radiologičtí asistenti, radiologičtí technici, biomedicínské technici a jiní odborní pracovníci s odbornou způsobilostí.

##### 8.1.1.9 Seznam výkonů

43022 cílené vyšetření radioterapeutem

43023 kontrolní vyšetření radioterapeutem

43111 rtg terapie 10 – 300 kV (1 pole)

43113 plánování rtg terapie nebo Cs 137

43219 plánování radioterapie Co 60 nebo urychlovačem s použitím TPS (plánovací konzola)

43311 radioterapie lineárním urychlovačem (1 pole)

43315 radioterapie lineárním urychlovačem s použitím fixačních pomůcek, bloků, kompenzátorů apod. (1 pole)

- 43621 lokalizace cílového objemu nebo simulace ozařovacího plánu  
43627 výroba individuálních bloků  
43629 výroba individuálních fixačních pomůcek pro ozařování nebo muláž

#### 8.1.1.10 Diagnózy dle MKN-O, kterých se standard pro radiační onkologii týká

##### Zánětlivá onemocnění

- L03.0 Paronychia  
L02.4 Hidradenitis axilaris

##### Degenerativní choroby

- M75.0 Periarthropatia humeroscapularis  
M77.0-2 Epicondylopatia humeri ulnaris  
M77.3 Calcaneodynia  
M16.0-M19.0 Osteoarthritis a ostatní degenerativní onemocnění

##### Hypertrofické choroby

- M72.0 M. Dupuytren  
L91.0 Keloidy  
N48.6 M. Peyronie (induratio penis plastica)

### 8.1.2 Personální a kvalifikační předpoklady

#### 8.1.2.1 Kvalifikace instituce

Pracoviště provádějící radikální radioterapii a pracoviště provádějící paliativní radioterapii.  
Pracoviště je vybaveno minimálně terapeutickým rentgenovým přístrojem.

#### 8.1.2.2 Doporučené personální a kvalifikační předpoklady pro provádění předmětné činnosti

##### Požadavky na odborný personál

Na pracovišti musí být lékaři se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, a to minimálně jeden lékař na jeden ozařovač při jednosměnném provozu.

Na pracovišti musí být klinický radiologický fyzik v úvazku, který odpovídá klinickému provozu na daném pracovišti dle Přílohy 1.

Doporučený minimální počet fyzikálně-technických pracovníků v závislosti na počtu přístrojů a počtu pacientů léčených za rok je uveden v kapitole 1.3 obecné části Standardů radiační onkologie.

Na pracovišti musí být radiologičtí asistenti, kteří konkrétně provádějí lékařské ozáření pacientů (ozařovací techniky v teleterapii), a to minimálně pro:

Terapeutický rentgenový přístroj: 1 na 1 směnu na 1 přístroj v úvazku 1,00 každý

### 8.1.3 Technické požadavky na pracoviště provádějící nenádorovou radioterapii

Všechny používané zdravotnické prostředky musí splňovat požadavky platných právních předpisů.

#### **Přístrojové a další základní technické vybavení nutné k provádění nenádorové radioterapie**

Vybavení a měřidla veličin atomové a jaderné fyziky pro absolutní dozimetrii, pro relativní dozimetrii a pro zajištění radiační ochrany, v rozsahu dle potřeb pracoviště; měřidla a pomůcky umožňující provádět pravidelné zkoušky.

#### **Zdroje ionizujícího záření použitelné u nenádorové radioterapie**

- Terapeutický rentgenový přístroj, u degenerativních a zánětlivých chorob, nebo
- lineární urychlovače s elektronovými svazky v prevenci heterotopických kalcifikací.

Zdroj ionizujícího záření je volen v závislosti na léčené lokalitě, diagnóze a anatomických dispozicích pacienta.

## 8.2 PROCESUÁLNÍ ČÁST STANDARDU

### 8.2.1 Vstup procesu

Rozhodnutí o nenádorovém ozáření a předepsání léčby

Pacienti jsou odesíláni k radioterapii nenádorového onemocnění při nevhodnosti či neúčinnosti jiné dostupné či vhodné standardní léčebné metody. Léčbu doporučuje, indikuje odborník jiného oboru (např. ortoped, chirurg, praktický lékař, lékař rehabilitační či revmatolog). Indikaci k nenádorové radioterapii potvrzuje lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie. Vzhledem k riziku stochastických efektů záření indikující lékař uvádí v doporučení, že se jedná o stav, u kterého byly všechny ostatní léčebné možnosti zcela vyčerpány nebo nejsou aplikovatelné.

Aplikující lékař bere v úvahu absolutní i relativní kontraindikace léčby ionizujícím zářením i celkový stav a věk pacienta. Pacient je o nutnosti aplikované léčby plně informován lékařem, informován je i o případných možných akutních i pozdních nežádoucích účincích radioterapie. Pacient před zahájením léčby podepíše informovaný souhlas s léčbou.

Pro indikaci a plánování nenádorové radioterapie je nutná anamnéza a cílené fyzikální vyšetření ve vztahu k onemocnění a případně doplňková vyšetření (např. rtg snímky apod.). Někdy je vhodné konzultovat odborníky jiného oboru s ohledem na diagnózu, s kterou je pacient odeslán ke zvažování radioterapie.

Zásady nenádorové radioterapie:

- aplikovat co nejmenší a zároveň nejefektivnější jednotlivou a celkovou dávku záření,
- zvažovat indikaci ozáření velkými poli,
- použití jednoduchých technik (přímá pole, eventuelně dvě protilehlá pole),
- orientovat svazek záření směrem od trupu pacienta a od radiosenzitivních orgánů (štítná žláza, gonády, oční čočka),
- používat v případě potřeby individuální úpravy tvaru ozařovaných polí,
- používat ochranné prostředky (především u rtg terapie), např. olovené krytí varlat, olovený límec (oblast krku), olovená zástěra (oblast pánve),
- věk pacienta vyšší než 40 let,
- u mladších pacientů je nutné pečlivé zvažování rizika vedlejších účinků záření (chronická poškození, karcinogeneze aj.),
- ozařování téhož cílového objemu s časovým odstupem maximálně ve třech sériích.

Indikace nenádorové radioterapie

- Diagnózy vhodné pro nenádorovou radioterapii jsou uvedeny v kapitole 1.1.10.

Kontraindikace nenádorové radioterapie

Absolutní kontraindikace:

- nejasná nebo neověřená diagnóza,
- kožní změny v ozařovaném poli způsobené aplikací dráždivých látek, kožní poranění, akutní alergické kožní reakce, nebo způsobené poškozením kůže (poleptání, popálení, omrzliny),
- nitrotkáňová aplikace kortikoidů v krátké době před radioterapií (méně než 12 týdnů),
- ozařování imobilních pacientů v místech ohrožených vznikem dekubitů,
- předchozí radioterapie, nejsou-li spolehlivé údaje o ozařovacích podmínkách a dávkách,
- gravidita a ozařování pánve u žen ve fertilním věku,
- genetické onemocnění s vrozenou hypersenzitivitou k ozáření, např. Nijmegen breakage syndrom (autosomálně recesivně dědičná porucha reparace DNA, která snižuje reparační schopnosti buněk po zásahu ionizujícím zářením a zvyšuje riziko vzniku malignit u homo i heterozygotů).

Relativní kontraindikace:

- ozáření po předchozím nenádorovém ozáření na jiném pracovišti,
- hematologická onemocnění.

## 8.2.2 Proces

### 8.2.2.1 Postup při nenádorové radioterapii

Pořadí	Činnost	Odpovědnost (viz 1.2)
1.	Schválení indikace pacienta k radioterapii aplikujícím odborníkem	RO
2.	Kontrola totožnosti pacienta, včetně kontroly laterality u párových orgánů (před poučením pacienta, předpisem léčby a první léčebnou frakcí)	RO
3.	Poučení pacienta a informovaný souhlas	RO
4.	Kontrola totožnosti pacienta při přípravě léčby zářením (při použití zobrazovacích metod pro plánování radioterapie, při simulaci ozařovacího plánu) a při každé frakci radioterapie	RA nebo RO
5.	Stanovení polohy a fixace pacienta; podle rozhodnutí lékaře v indikovaných případech výroba individuálních fixačních pomůcek	RA, RO
6.	Lokalizace cílového objemu; vymezení a zakreslení vstupních polí	RO
7.	Předpis celkové dávky, dávky na frakci a stanovení frakcionačního režimu	RO
8.	Výpočet ozařovacího času, resp. počtu monitorových jednotek, dle typu přístroje v případě jednoduchých polí	RA nebo RF
9.	Výpočet ozařovacího plánu v případě složitějšího plánování na rentgenu a plánování na urychlovači	RA nebo RF
10.	Kontrola, schválení a podpis ozařovacího plánu lékařem se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie a klinickým radiologickým fyzikem pro radioterapii	RO, RF
11.	Nastavení a první ozáření pacienta	RO, RA
12.	Správné splnění ozařovacích podmínek v průběhu celé série zevního ozáření	RA
13.	Ukončení léčby a kontrola pacienta	RO

Pozn.: RO – lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, RF – klinický radiologický fyzik pro radioterapii, RA – radiologický asistent

Vybraná onemocnění, rozmezí dávek, frakcionace

Diagnóza	Jednotlivá dávka (Gy) v maximu	Celková Dávka (Gy)	Frakcionace	Ozařovací čas
<b>Zánětlivé afekce</b> Hydradenitis	0,2 – 1	0,6 – 10	5x týdně nebo 2 – 3x týdně	Ukončení při dosažení odpovědi
Panaritium	0,2 – 1	0,6 – 5	5x týdně nebo 2 – 3x týdně	Ukončení při dosažení odpovědi
<b>Degenerativní choroby šlach a kloubů</b>	0,5 – 1	3 – 12	2 – 3x týdně	2 – 3 týdny, event. 2. série po šesti týdnech; max. 3 série s odstupem minimálně 6 týdnů, spíše několik měsíců, další ev. opakování nejdříve za 10 let. V případě ozáření několika lokalit u jednoho pacienta ozařovat postupně, ne současně, ostatní doporučení viz výše.



### 8.2.2.2 Ozařovací předpis

Ozařovací předpis, s podpisem lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie, obsahuje následující údaje:

- identifikační údaje poskytovatele zdravotních služeb,
- identifikační údaje pacienta: jméno, popřípadě jména, příjmení, datum narození, rodné číslo nebo číslo pojištěnce veřejného zdravotního pojištění a kód zdravotní pojišťovny,
- pohlaví pacienta,
- jméno, popřípadě jména, příjmení a podpis zdravotnického pracovníka, který provedl zápis do zdravotnické dokumentace, a datum provedení zápisu,
- údaje o onemocnění: diagnóza dle MKN,
- vyznačení, že se jedná o nenádorovou radioterapii,
- záznam o předcházející a současné léčbě, zejména informace o předcházejícím ozařování,
- určení ozařovací polohy, fixační pomůcky,
- definování pole (polí), specifikace dávky, ozařovací technika, druh a energie záření, zdroj ionizujícího záření,
- stínění kritických orgánů,
- celková dávka, dávka na frakci, celkový počet frakcí, počet frakcí týdně
- je-li relevantní, stranový protokol nebo informace o léčené straně či párovém orgánu.

Nedílnou součástí ozařovacího předpisu jsou:

- popisagrafického znázornění vstupních polí, event. fotografie,
- simulační snímky z indikace lékaře.

Odpovědnost za uvedené součásti ozařovacího předpisu jsou uvedeny v tabulce Postup při nenádorové radioterapii – viz výše.

Součástí ozařovacího předpisu je protokol o radiologické události (pokud během léčby nastala). Ozařovací předpis umožňuje zpětnou rekonstrukci ozařovací techniky.

### 8.2.2.3 Postup při vynuceném přerušení ozařovací série

Při přerušení ozařovací série je postup další léčby individuální a je podmíněn především charakterem onemocnění a frakcionačním schématem nenádorové radioterapie. Zodpovídá lékař se specializovanou způsobilostí v oboru radiační onkologie.

### 8.2.3 Výstup procesu

Po ukončení radioterapie zajistí oddělení radiační onkologie doléčení akutní radiační reakce. Je provedeno zhodnocení, zda ozařovací předpis a plán léčby byl dodržen. Pacient je se zprávou o proběhlé radioterapii předán do další péče odesílajícímu lékaři.

Dle povahy onemocnění a dle aplikované radioterapie, zejména dávky, je pacient objednan na kontrolu též na pracoviště radiační onkologie.



## 9. SEZNAM ZDRAVOTNÍCH VÝKONŮ

Seznam zdravotních výkonů – radiační onkologie

- 37111 Speciální psychologická intervence
- 43021 Komplexní vyšetření radioterapeutem
- 43022 Cílené vyšetření radioterapeutem
- 43023 Kontrolní vyšetření radioterapeutem
- 43111 Rtg terapie 10 – 300 kV (1 pole)
- 43113 Plánování rtg terapie nebo Cs 137
- 43213 Radioterapie Co 60 s použitím fixačních pomůcek, bloků, kompenzátorů apod. (1 pole)
- 43215 Radioterapie Co 60 (1 pole)
- 43217 Plánování radioterapie Co 60 nebo urychlovačem
- 43219 Plánování radioterapie Co 60 nebo urychlovačem s použitím TPS (plánovací konzola)
- 43311 Radioterapie lineárním urychlovačem (1 pole)
- 43313 TBI – celotělová radioterapie lineárním urychlovačem (fotony)
- 43315 Radioterapie lineárním urychlovačem s použitím fixačních pomůcek, bloků, kompenzátorů apod. (1 pole)
- 43413 HDR brachyterapie povrchová s pomocí afterloadingu
- 43415 Brachyterapie intersticiální s automatickým afterloadingem HDR
- 43417 Brachyterapie intersticiální manuální
- 43419 Brachyterapie intrakavitární s automatickým afterloadingem HDR
- 43421 Brachyterapie intrakavitární
- 43423 Plánování brachyterapie
- 43431 Brachyterapie intrakavitární s automatickým afterloadingem LDR/MDR – zavedení aplikátorů
- 43433 Brachyterapie intersticiální s automatickým afterloadingem LDR/MDR – zavedení aplikátorů
- 43435 Brachyterapie s automatickým afterloadingem LDR/MDR á 60 minut
- 43441 Permanentní brachyterapie karcinomu prostaty
- 43443 Intersticiální brachyterapie s vysokým dávkovým příkonem (HDR) karcinomu prostaty
- 43425 Plánování brachyterapie s použitím TPS (plánovací konzola)
- 43513 Plánování termoterapie
- 43515 Elektromagnetická hypertermie lokální (1 ložisko)
- 43613 Stereotaktické ozáření hlavy a mozku lineárním urychlovačem
- 43615 Hypoxiradioterapie
- 43617 Celotělové ozáření elektrony
- 43619 Verifikační snímek na ozařovači (ověření jednoho pole)
- 43621 Lokalizace cílového objemu nebo simulace ozařovacího plánu
- 43623 Přímá dozimetrie na nemocném (1 měřicí místo)
- 43627 Výroba individuálních bloků
- 43629 Výroba individuálních fixačních pomůcek pro ozařování nebo muláž
- 43631 Plánování radioterapie technikou IMRT
- 43633 Radioterapie pomocí urychlovače částic s použitím techniky IMRT (1 pole)
- 43635 Plánování stereotaktické radioterapie a radiochirurgie
- 43637 Stereotaktická radioterapie lineárním urychlovačem
- 43639 Stereotaktická radiochirurgie lineárním urychlovačem
- 43641 Radioterapie řízená obrazem (IGRT) s trojrozměrným zobrazením
- 43699 Stereotaktická radiochirurgie lineárním urychlovačem
- 56021 Komplexní vyšetření neurochirurgem
- 56022 Cílené vyšetření neurochirurgem
- 56023 Kontrolní vyšetření neurochirurgem
- 56165 Stereotaxe
- 75021 Komplexní vyšetření oftalmologem
- 75022 Cílené vyšetření oftalmologem
- 75023 Kontrolní vyšetření oftalmologem

## 10. PRACOVNÍ POSTUPY SPECIFICKÉ PRO JEDNOTLIVÉ NÁDOROVÉ LOKALIZACE

### 10.1 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ HLAVY A KRKU

Postupy jsou doporučeny pro léčbu karcinomů v oblasti laryngu, hypofaryngu, orofaryngu, nazofaryngu, dutiny ústní a rtu, vedlejších dutin nosních, velkých a malých slinných žláz, včetně nádorů z neznámého primárního zdroje a s metastatickým postižením uzlin na krku.

Histologicky se jedná především o karcinomy vycházející z epitelu horních dýchacích a polykacích cest – spinocelulární karcinomy s různým stupněm diferenciací. Zhoubné nádory velkých a malých slinných žláz zahrnují karcinom z acinárních buněk, mukoepidermoidní karcinom, adenoidně cystický karcinom, polymorfní nízce maligní adenokarcinom, epiteliální-myoepiteliální karcinom, světlobuněčný adenokarcinom, bazocelulární adenokarcinom, sebaceózní (lymf)adenokarcinom, cystadenokarcinom, nízce maligní kribriformní cystadenokarcinom, mucinózní adenokarcinom, onkocytární karcinom, salivární duktální karcinom, adenokarcinom blíže nespecifikovaný, myoepiteliální karcinom, karcinom z pleomorfního adenomu, karcinosarkom, metastázující pleomorfní adenom, spinocelulární karcinom, malobuněčný karcinom, velkobuněčný karcinom, lymfoepiteliální karcinom a sialoblastom.

#### 10.1.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011). TNM klasifikace se používá pouze pro karcinomy. Diagnóza musí být histologicky ověřena.

#### 10.1.2 Diagnostika

##### Obligatorní stagingová vyšetření

anamnéza, fyzikální vyšetření, včetně otorinolaryngologického, krevní obraz, základní biochemické vyšetření, histologické vyšetření nádoru, UZ a CT vyšetření oblasti krku a primárního nádoru, skiagram plic nebo CT plic, UZ vyšetření jater nebo CT jater.

##### Fakultativní stagingová vyšetření

MR vyšetření (vhodná zvláště u tumorů v oblasti báze lebni), pozitronová emisní tomografie, oční vyšetření (u nádorů v oblasti orbit, optických nervů a chiasmatu), další nutná odborná vyšetření vyplývající z lokalizace a vlastností tumoru.

#### 10.1.3 Léčebná strategie

##### 10.1.3.1 Obecné zásady léčebné strategie

Léčba zhoubných nádorů oblasti hlavy a krku má být komplexní a týmová. Řídí se lokalizací primárního nádoru, histologií, rozsahem onemocnění, celkovým biologickým stavem pacienta. Hlavními léčebnými modalitami jsou chirurgie a radioterapie. U časných stadií jsou chirurgický zákrok či radioterapie indikovány jako samostatné léčebné modalities. Pokročilá stadia obvykle vyžadují léčbu kombinovanou.

Základní systémová léčba (cytostatika, biologická terapie) je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění). Chemoterapie je indikována v rámci konkomitantní radiochemoterapie; jako samostatná léčebná modalita má význam paliativní. Adjuvantní chemoterapie je indikována u karcinomu nazofaryngu. Neoadjuvantní chemoterapii lze zvážit ve vybraných indikacích, např. pokročilé uzlinové postižení N3, karcinom hypofaryngu při některých variantách larynx záchovného protokolu apod.

Při volbě optimálního léčebného postupu je zachována těsná spolupráce otorinolaryngologa nebo stomatochirurga, onkologa a dalších specialistů (histopatolog, radiolog, nutricionista, gastroenterolog, stomatolog, plastický chirurg atd.). Proto má být léčba nádorů hlavy a krku prováděna v centrech,

kteřá mají rozsáhlou zkušenost s léčbou těchto nádorů a kteřá jsou schopna zajistit komplexní léčbu a multidisciplinářní přístup. Každý pacient by měl projít před zahájením jakékoli primární léčby multidisciplinářním týmem (složení minimálně: chirurg – otorinolaryngolog nebo stomatochirurg a radiační onkolog).

### 10.1.3.2 Léčba dle stadií

#### Časná stadia

V časných stadiích, T1-2N0, je hlavním léčebným přístupem jedna léčebná modalita, tj. chirurgická resekce nebo radioterapie. Volba modality závisí na řadě faktorů, jako je anatomická lokalizace, předpokládaný funkční a kosmetický výsledek, komorbidita a v neposlední řadě přání pacienta.

Radikální radioterapie u časných stadií znamená v mnoha případech rovnocennou alternativu radikálního chirurgického výkonu; přednost má v případech, kde od chirurgického výkonu lze očekávat větší mutilace. Naopak chirurgický výkon je preferován u pacientů, kde je riziko mutilace chirurgickým výkonem minimální (naopak kvalitu života může zhoršit radioterapie), a určitě v případech, kde přináší lepší lokální kontrolu.

Je-li po primárním operačním výkonu evidentní vyšší riziko recidivy (těsný či pozitivní resekční okraj, angio-/lymfangioinvasze, perineurální šíření, nedostatečné zhodnocení lymfatických uzlin), je nutné zvážit reoperaci či indikaci pooperační radioterapie, případně chemoradioterapie.

Podle rizika subklinického postižení spádových lymfatických uzlin je nutné při pooperační i kurativní radiační léčbě zvážit radioterapii spádových uzlinových oblastí.

#### Pokročilá stadia operabilní

U lokálně a regionálně pokročilých stadií je standardní léčebnou možností chirurgický výkon s následnou pooperační radioterapií, případně radiochemoterapií, další možností je radikální radioterapie či radiochemoterapie, event. v kombinaci s biologickou léčbou, s ponecháním možnosti chirurgického výkonu jako záchranného postupu. Individuálně se zvažuje aplikace neoadjuvantní chemoterapie. Aplikace radiochemoterapie pro nádory v oblasti laryngu a hypofaryngu nabízí možnost vyhnout se totální laryngektomii.

#### Pokročilá stadia inoperabilní

Pro inoperabilní nádory v oblasti hlavy a krku je radioterapie hlavní léčebnou modalitou. Její léčebný účinek může být zvýšen pomocí konkomitantní chemoterapie (radiochemoterapie) nebo alterací frakcionačního režimu (hypofrakcionace, akcelerace, konkomitantní boost apod.) nebo cílené biologické léčby (cetuximab). Postavení konkomitantní cílené léčby (cetuximabu) a neoadjuvantní chemoterapie je v této indikaci dosud kontroverzní, tyto postupy jsou zvažovány individuálně.

Ve všech stadiích onemocnění je nutné přihlédnout k preferencím pacienta, jeho celkovému stavu, vedlejším onemocněním, předchozí léčbě atd. U pacientů, jejichž celkový stav léčbu podle standardu neumožňuje, je aplikován postup paliativní nebo symptomatický s důrazem na obtíže pacienta.

#### Metastatické onemocnění

Metastázy:

- zvážení resekce solitární metastázy, případně sterotaktické radioterapie,
- paliativní léčba – chemoterapie, radioterapie,
- symptomatická léčba s přihlédnutím k obtížím a celkovému stavu pacienta.

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

#### Léčba recidiv

Lokální či regionální recidiva bez předchozí radioterapie:

- resekce recidivy +/- pooperační radiochemoterapie, případně radioterapie,
- radioterapie nebo radiochemoterapie.

Lokální či regionální recidiva po předchozí radioterapii:

- resekce recidivy, zvážení reiradiace při pozitivních okrajích,
- reiradiace,
- paliativní léčba (chemoterapie),

- individuální postup.

#### 10.1.4 Ozařovací podmínky

##### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz NRS pro radikální radioterapii).

##### Zdroj záření a ozařovací pomůcky

Standardním zdrojem záření pro radikální a pooperační zevní radioterapii je lineární urychlovač s možností IMRT.

Pro radikální ozařování v oblasti hlavy a krku je obvykle nutná co nejdokonalejší fixace, standardně pomocí fixační masky z termoplastického materiálu, fixující hlavu i ramena. Jako pomůcky při ozařování lze při některých technikách užít roubík, depressor apod. (např. šetření tvrdého patra při ozařování jazyka).

##### Cílové objemy

- Nádorový objem GTV – zaujímá objem primárního tumoru ( $GTV_T$ ) a metastaticky postižených lymfatických uzlin ( $GTV_N$ )
- Klinický cílový objem CTV – zahrnuje  $GTV_T$  a  $GTV_N$  a oblast uzlin s rizikem subklinického postižení
- Plánovací cílový objem PTV – je určen objemem CTV a lemem pro riziko nepřesnosti nastavení

Cílové objemy se zakreslují na základě aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/RO/NadoryHlavy/>)

##### Poloha pacienta

obvykle supinační, s užitím fixační masky

##### Ozařovací techniky

IMRT, konformní radioterapie, IGRT

#### 10.1.5 Frakcionace a dávka záření

##### 10.1.5.1 Kurativní radioterapie, radiochemoterapie

Minimální dávka na oblast primárního nádoru a klinicky postižených uzlin je 66 – 70 Gy. Dávka na oblast lymfatických uzlin s rizikem mikroskopického postižení je 44 – 60 Gy. Konkomitantní chemoterapie je při radioterapii indikována u lokálně a regionálně pokročilých nádorů, obvykle režim s cisplatinou (třítýdenní režim 100 mg/m<sup>2</sup>, případně týdenní režim 40 mg/m<sup>2</sup>), v případě kontraindikace cisplatiny je v individuálních případech možnost aplikace jiných cytostatik nebo konkomitantní cílené biologické terapie cetuximabu.

Alternativou jsou alterované frakcionační režimy: hyperfrakcionace, akcelerovaná radioterapie pomocí konkomitantního boostu, případně další alterace využívající zkrácení celkové doby ozařování či navýšení dávky záření.

##### 10.1.5.2 Pooperační radioterapie

Dávka na oblast lůžka nádoru a oblast uzlin s rizikem mikroskopického postižení je 44 – 60 Gy, v případě pozitivních okrajů 60 – 66 Gy.

V případě indikace pooperační radiochemoterapie (např. z důvodu pozitivních okrajů nebo extrakapsulárního šíření, případně vícečetného uzlinového postižení) je podávána cisplatinou (třítýdenní režim 100 mg/m<sup>2</sup>, případně týdenní režim 40 mg/m<sup>2</sup>).

##### 10.1.5.3 Paliativní radioterapie

Paliativní ozáření je indikováno individuálně u lokálně pokročilého karcinomu nebo při vzdáleném metastatickém postižení. Dávky záření a technika radioterapie je určena podle lokalizace a objemu tumoru a podle celkového stavu pacienta; lze využít hypofrakcionačních či akcelerovaných schémat radioterapie (viz NRS pro paliativní radioterapii).

### 10.1.6 Kritické orgány a jejich toleranční dávky při standardní frakcionaci

Mozek:  $D_{\max} \leq 60$  Gy (< 3% symptomatické nekrózy),  $D_{\max} \leq 72$  Gy (5% riziko symptomatické nekrózy),

$D_{\max} \leq 90$  Gy (10% riziko symptomatické nekrózy)

Mozkový kmen: celý objem  $D_{\max} < 54$  Gy, 1 – 10cm<sup>3</sup> 59 Gy

Mícha:  $D_{\max} < 50$ Gy (riziko myelopatie 0,2%)

Optický nerv/chiasma:  $D_{\max} < 55$  Gy (riziko neuropatie < 3%)

$D_{\max} = 55 - 60$  Gy (3 – 7% riziko neuropatie)

Sítnice:  $D_{\max} < 50$  Gy

Oční čočka:  $D_{\max} < 7$  Gy

Cochlea:  $D_{\text{mean}} \leq 45$  Gy

Parotis (bilat):  $D_{\text{mean}} < 25$ Gy

### 10.1.7 Sledování po léčbě

Poléčebné sledování se provádí na radioterapeutickém pracovišti a na ORL, případně na stomatochirurgii. Akutní a chronické vedlejší účinky jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic. Po radioterapii v oblasti krku je 1x ročně doporučeno vyšetření štítné žlázy (odběr thyreotropního hormonu – TSH).

## 10.2 RADIOTERAPIE ZHOUBNÝCH NÁDORŮ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

Diferencované karcinomy štítné žlázy zahrnují papilární a folikulární karcinom + jejich varianty.

Primární tumor i metastázy dobře akumulují radiojód a mohou i syntetizovat thyreoidální hormony a způsobit thyreotoxikózu. Negativními prognostickými faktory jednoznačně jsou: invaze do pouzdra, angioinvaze a nález vzdálených metastáz. Nádorovým markerem je zejména thyreoglobulin.

Medulární karcinom štítné žlázy může být sporadický (75 % případů) nebo familiární (25 % případů). Familiární medulární karcinom je spojen až ve třetině případů s feochromocytomem a je geneticky podmíněn (nutno došetřit příbuzné). Obecně medulární karcinom nevyčytává radiojód (vychází z parafolikulárních C buněk). Nádorovým markerem je kalcitonin.

Anaplastický karcinom je charakterizován vysokou agresivitou, rychlým růstem tumoru nebo náhlou progresí dlouhotrvajícího uzlu. Pro nádor je charakteristická lokální invaze do okolí s postižením dýchacích cest, kůže a nervově cévních svazků, časně vzdálené metastázování (plice, pleura, kostra, mozek).

Kromě výše uvedených karcinomů se v parenchymu štítné žlázy mohou vyskytnout lymfomy a metastázy jiných karcinomů. Jejich léčebná strategie vychází z doporučených postupů pro primární tumory.

### 10.2.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011). TNM klasifikace se používá pouze pro karcinomy. Diagnóza musí být histologicky ověřena.

### 10.2.2 Diagnostika

Anamnéza, fyzikální vyšetření, včetně otorinolaryngologického, krevní obraz, základní biochemické vyšetření, histologické vyšetření nádoru, UZ, endokrinologické vyšetření, další dle typu nádoru

### 10.2.3 Léčebná strategie

Pro všechny histologické typy je primární kurativní metodou léčby chirurgický zákrok (obvykle totální thyreoidektomie +/- disekce krčních uzlin dle rozsahu a histologického typu), v případě diferencovaných karcinomů štítné žlázy indikace platí i při metastatickém onemocnění. Pro diferencované karcinomy je vždy zvažována následná aplikace radiojodu (131 J) na odděleních nukleární medicíny. Indikace 131 J může být adjuvantní nebo kurativní.

Při medulárním karcinomu štítné žlázy je po totální thyreoidektomii s oboustrannou krční disekcí zvažována pooperační radioterapie.

Anaplastický karcinom má obecně velmi agresivní růst a jeho diagnóza je často pozdní – v inoperabilním stadiu. Aplikovány jsou pak obvykle paliativní postupy léčby – radioterapie, případně systémová léčba. Pokud je možná radikální operace, je pooperační radioterapie doporučena vždy.

#### 10.2.3.1 Indikace zevní radioterapie

Diferencované karcinomy:

- léčba volby primárně inoperabilního nálezu, zvláště pokud je minimální nebo žádná akumulace 131 J,
- rozsáhlý bulky tumor, který nelze zvládnout samostatnou terapií radiojodem,
- pooperační radioterapie u starších pacientů (> 65 – 70 let), kteří nedostatečně akumulují RI na základě doporučení ošetřujícího endokrinologa,
- paliativní indikace – v případě malé nebo žádné akumulace 131 J a v případě útlaku nebo hrozícího útlaku důležitých struktur nebo orgánů, včetně syndromu horní duté žíly.

Medulární karcinom:

- pooperační ozáření u T4 a/nebo N+,
- paliativní ozáření primárně inoperabilního nálezu nebo inoperabilního lokoregionálního relapsu,
- paliativní ozáření metastatického postižení.



### Anaplastický karcinom

- pooperační ozáření je doporučeno vždy,
- paliativní ozáření, obvykle léčba volby samostatně, nebo ve spojení s chemoterapií.

#### **10.2.4 Ozařovací podmínky**

##### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz NRS pro radikální radioterapii).

##### Zdroj záření a ozařovací pomůcky

Standardním zdrojem pro pooperační radioterapii je lineární urychlovač s možností IMRT. Pro ozařování oblasti krku je obvykle nutná fixace pomocí fixační masky z termoplastického materiálu.

##### Cílové objemy

Platí stejné zásady, které jsou uvedeny v úvodu kapitoly pro zhoubné nádory hlavy a krku. Regionálními uzlinami jsou oboustranné krční, nadklíčkové a horní mediastinální uzliny.

##### Poloha pacienta

supinační s požitím fixačních pomůcek

##### Ozařovací techniky

Platí obdobné zásady jako v textu standardu pro radioterapii karcinomů hlavy a krku.

V případě pooperační indikace ozáření lůžka štítné žlázy a spádových lymfatických uzlin (oboustranné uzliny krční, nadklíčkové a horní mediastinální po bifurkaci trachey) je doporučena technika IMRT.

#### **10.2.5 Frakcionace a dávka záření**

Frakcionace se volí standardní 5x2,0 Gy/týden, je možné individuálně zvolit alterovaný způsob frakcionace; u anaplastických karcinomů se může zvážit hyperfrakcionace.

Dávka záření:

Pooperační indikace: obvykle 50 Gy s případným boostem na oblast lůžka štítné žlázy 5 – 10 Gy, při R1-R2 resekci boost až 20 Gy.

Samostatná radioterapie – postup individuální, neboť se de facto jedná o paliativní indikaci. Nicméně u inoperabilních či jod neakumulujících tumorů je možnost aplikovat až dávky 60 – 70 Gy.

#### **10.2.6 Kritické orgány a jejich toleranční dávky při standardní frakcionaci**

Platí doporučení pro nádory hlavy a krku.

#### **10.2.7 Sledování po léčbě**

Poléčebné sledování se provádí za spolupráce endokrinologického, onkologického a ORL pracoviště. Akutní a chronické vedlejší účinky jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic.



### 10.3 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ JÍCNU

Nejčastějšími histologickými typy karcinomu jícnu jsou spinocelulární karcinom, který se obvykle vyskytuje v kraniálních dvou třetinách jícnu, a adenokarcinom, který se nachází spíše v dolní třetině jícnu a vzniká malignizací epitelu mucinózních žláz ve stěně nebo metaplastického epitelu (Barretův jícen). Méně častými histologickými typy jsou adenoskvamózní karcinom, mukoepidermoidní karcinom, malobuněčný karcinom, leiomyosarkom, karcinosarkom, adenoidně cystický karcinom, maligní melanom nebo primární ne Hodgkinský lymfom jícnu.

#### 10.3.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011). TNM klasifikace se používá pouze pro karcinomy. Diagnóza musí být histologicky ověřena.

#### 10.3.2 Diagnostika

##### Obligatorní stagingová vyšetření:

anamnéza, fyzikální vyšetření, esofagogastroskopické vyšetření s odběrem biopsie, CT hrudníku a epigastria, základní hematologické a biochemické vyšetření

##### Fakultativní stagingová vyšetření

endosonografie, laparoskopie k vyloučení rozsevu po peritoneu, PET/CT vyšetření, scintigrafie skeletu u sympt. nemocných apod.

#### 10.3.3 Léčebná strategie

##### Chirurgický výkon

Samostatný chirurgický výkon je doporučen pouze u stadia T1N0M0 u adenokarcinomu i spinocelulárního karcinomu. Metodou volby u T1s je endoskopická resekce, u T1aN0 endoskopická resekce nebo ezofagektomie, u T1bN0 ezofagektomie. Operační řešení u T2-3N0 nebo T1-3N1, případně u vybraných stadií T4 (infiltrace pleury, perikardu, bránice) je doporučeno po předoperační chemoradioterapii, případně předoperační chemoterapii u adenokarcinomů.

##### Neoadjuvantní léčba

V případech T2-4N0-1 spinocelulárního karcinomu je indikována konkomitantní chemoradioterapie, založená na aplikaci platinových derivátů a 5-fluorouracilu, společně s ozařováním s následným operačním výkonem (esofagektomie). Pokud je po chemoradioterapii spinocelulárního karcinomu zjištěna v rámci restagingu kompletní remise, je připuštěna následná observace a případná indikace operačního výkonu jako záchranné léčby. U adenokarcinomů distální třetiny jícnu nebo GE junkce, T2-4N0-1, je terapeutickou možností předoperační chemoradioterapie nebo perioperační chemoterapie.

##### Adjuvantní léčba

Pokud byl z jakýchkoliv důvodů zvolen primární operační výkon, pak u R0 resekce a histologie spinocelulárního karcinomu není po esofagektomii indikována adjuvantní terapie. V případech adenokarcinomu je u pT1-2N0 metodou volby samotná dispenzarizace nebo adjuvantní chemoradioterapie. Adenokarcinom pT3-4pN0-1 je indikací pro adjuvantní chemoradioterapii. Je-li nález adenokarcinomu lokalizován v proximální a střední třetině jícnu, přichází i u tohoto rozsahu v úvahu samostatné pooperační sledování. V případech R1 resekce je indikována adjuvantní chemoradioterapie. V případě R2 resekce je indikována individuálně konkomitantní chemoradioterapie, radioterapie nebo paliativní léčba dle rozsahu onemocnění, respektive rezidua a klinického stavu nemocného.

##### Primární chemoradioterapie

Definitivní chemoradioterapie je indikovaná u nemocných neschopných podstoupit operační výkon z důvodů interních nebo chirurgických (inoperabilita), u pacientů, kde by rozsah výkonu byl mutilující (karcinom krčního jícnu) nebo si pacient operační výkon nepřeje.

### Samostatná radioterapie

Samostatná radioterapie je nejčastěji indikována s paliativním záměrem, výjimečně se záměrem kurativním při kontraindikaci chemoterapie. S paliativním záměrem je radioterapie jako samostatná léčebná modalita indikována u pacientů s lokálně pokročilým, inoperabilním onemocněním ve stadiích IIB-IV, u nemocných s  $KI < 70\%$  a s vážnými interkurentními chorobami. Využívá se zevní radioterapie, kombinace zevní radioterapie a brachyradioterapie či samostatné brachyterapie.

### Další léčebné možnosti

Zavedení stentu je efektivní způsob lokální paliativní léčby. Stent je možné kombinovat i s radioterapií.

### Podpůrná terapie

K úpravě nutričního stavu nemocného před kurativní léčbou není primárně doporučováno zavedení perkutánní endoskopické gastrostomie (PEG), neboť případný operační výkon obvykle počítá pro náhradu jícnu s použitím tubulizovaného žaludku. V rámci předoperační přípravy je vhodné využití spíše nasogastrické či nasojejunální sondy. PEG je součástí spíše léčby paliativní, pokud nelze zavést stent.

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

## **10.3.4 Ozařovací podmínky**

### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii).

### Zdroj záření a ozařovací pomůcky

Standardním zdrojem pro kurativní zevní radioterapii je lineární urychlovač. Pro ozařování jícnu v oblasti krku je obvykle nutná fixace pomocí fixační masky z termoplastického materiálu.

### Cílové objemy

V případě samostatné nebo předoperační konkomitantní chemoradioterapie platí pro určování cílových objemů stejná doporučení.

GTV (nádorový objem) – je určen rozsahem tumoru s postiženými lymfatickými uzlinami.

Ve stanovení CTV a následně PTV je možné použít plán s jedním CTV, resp. PTV, nebo plán se dvěma etapami s postupným zmenšením CTV, resp. PTV (vhodné zejména při primárně rozsáhlých nádorech).

CTV (klinický cílový objem) je tvořen objemem GTV s částí okolních orgánů a tkání s možným mikroskopickým šířením (obvyklý lem od okraje nádoru kраниokaudálně je 3 – 4 cm, laterálně 1 – 2 cm). V případě plánu s dvěma postupně zmenšovanými cílovými objemy platí toto pro CTV1. Pro CTV2 jsou stanoveny lemy menší (kраниokaudální lem zpravidla 1 cm a laterální 0,5 cm).

Elektivní ozáření lymfatických uzlin závisí na lokalizaci primárního nádoru.

Při postižení krční části jícnu a kраниální hrudní části jícnu lze zvážit zahrnutí supraklavikulárních, infraklavikulárních a horních mediastinálních uzlin (po úroveň kariny) do CTV.

Při postižení středního hrudního jícnu lze zvážit zahrnutí mediastinálních lymfatických uzlin do CTV.

Při postižení distálního jícnu lze zvážit zahrnutí lymfatických uzlin střední a kaudální části mediastina, diafragmatických uzlin a uzlin kolem truncus coeliacus.

Plánovací cílový objem PTV je určen objemem CTV s kраниokaudálním lemem zpravidla 0,5 – 2 cm a laterálním 0,5 – 1 cm v závislosti na lokalitě primárního tumoru. Větší kраниokaudální lemy jsou použity u tumorů distálního jícnu z důvodů dýchacích pohybů. Velikost lemů je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

### Adjuvantní radioterapie

Objem GTV se nestanovuje. Ostatní objemy stejné jako v případě kurativní radioterapie, stanovuje se jedno CTV a jedno PTV.

#### Paliativní radioterapie

Objemy pro plánování paliativní radioterapie se určují individuálně podle rozsahu nádoru a celkového stavu nemocného.

#### Poloha pacienta

supinační

#### Ozařovací techniky

konformní radioterapie, IMRT, IGRT

### **10.3.5 Frakcionace a dávka záření**

Obvyklá standardní předepsaná dávka při použití kurativní konkomitantní chemoradioterapie je 50,4 Gy v 28 frakcích v 5,5 týdnech, dávka 1,8 Gy na frakci. Aplikace vyšších dávek dosud neprokázaly zlepšení léčebných výsledků. Ve vybraných případech, např. v případě nemožnosti podat konkomitantní chemoterapii, lze dávku navýšit, nenavysujeme ji však na více než 59,4 Gy.

V případě předoperační či pooperační chemoradioterapie je doporučena dávka 45 – 50,4 Gy v 5 až 5,5 týdne, dávka 1,8 Gy na frakci.

Pozn.: Jestliže nádor infiltruje tracheobronchiální strom s hrozící fistulou nebo adventicií aorty s hrozící rupturou, je dávku na frakci možno snížit nebo se radioterapie neprovádí.

Dávky pro paliativní zevní radioterapii jsou individuální, řídí se rozsahem tumoru a celkovým stavem nemocného.

### **10.3.6 Kritické orgány**

Mícha:  $D_{max} < 50\text{Gy}$  (riziko myelopatie 0,2%)

Srdce: celé srdce  $V_{25} < 10\%$ ,  
perikarditis  $D_{mean} < 26\text{ Gy}$ ,  $V_{30} < 46\%$

Plíce:  $V_{20} \leq 30\%$  v součtovém histogramu obou plic,  
 $D_{mean} \leq 20\text{ Gy}$

Játra:  $D_{mean} < 30 - 32\text{ Gy}$  (5% riziko Radiation induced liver disease – RILD)

### **10.3.7 Brachyterapie**

- Intraluminální brachyterapie je využívána v rámci paliativního řešení maligních stenóz jícnu.
- Celková dávka záření a frakcionace je určována individuálně.
- Ozařovaná oblast a aktivní délka je určována pomocí snímkování na C rameni po zavedení aplikátoru do jícnu nebo pomocí plánovacího CT.

### **10.3.8 Sledování po léčbě**

Sledování pacientů po léčbě probíhá ve spolupráci s gastroenterologem a chirurgem. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic (např. EORTC-RTOG stupnice).

## 10.4 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ ŽALUDKU

Nejčastějším histologickým typem je adenokarcinom (95 %) intestinálního a difuzního typu. V žaludku se může dále vyskytovat gastrointestinální stromální tumor (GIST), primární ne Hodgkinský lymfom (mucosa associated lymphoid tissue – MALT; maltom), squamózní karcinom, malobuněčný karcinom, karcinoid, vzácně se vyskytuje metastatické postižení žaludku z jiného primárního nádoru.

### 10.4.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011).

TNM klasifikace se používá pouze pro karcinomy. Diagnóza musí být histologicky ověřena.

### 10.4.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza, fyzikální vyšetření, gastrokopie s odběrem biopsie, CT hrudníku a břicha, základní hematologické, biochemické vyšetření

#### Fakultativní stagingová vyšetření

Endosonografie, pasáž jícnem, laparoskopie, PET/CT, nádorové markery (CEA, CA 19-9, CA 72-4) a další vyšetření s ohledem na rozsah onemocnění, symptomatologii či další nálezy

### 10.4.3 Léčebná strategie

- Základní léčbou s kurativním cílem je chirurgická resekce. U více než 50 % pacientů s lokalizovaným onemocněním nelze provést kurativní resekci, tj. širokou resekci primárního nádoru s doporučenou vzdáleností resekční linie 5 cm od hranic tumoru a odstraněním dostatečného počtu lymfatických uzlin (min. 15 uzlin).
- U lokálně nebo regionálně pokročilých operabilních karcinomů žaludku prokázaly randomizované studie zlepšení celkového přežití pomocí kombinace operace s pooperační chemoradioterapií (studie McDonalda) nebo perioperační chemoterapií (studie MAGIC). Alternativou je využití předoperační chemoradioterapie.
- U inoperabilních a metastatických onemocnění je indikována obvykle paliativní léčba systémová, případně symptomatický přístup.
- Paliativní radioterapii jako samostatnou léčebnou modalitu lze použít např. u inoperabilního onemocnění při krvácení.
- Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

### 10.4.4 Ozařovací podmínky

#### Plánování radioterapie:

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii).

#### Zdroj záření a ozařovací pomůcky

Standardním zdrojem pro kurativní zevní radioterapii je lineární urychlovač.

#### Cílové objemy:

Cílové objemy se zakreslují dle aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/RO/KarcinomZaludku/>).

#### Předoperační chemoradioterapie

GTV zahrnuje primární tumor s perigastrickým šířením (GTV<sub>tumor</sub>) a postižené lymfatické uzliny (GTV<sub>nodal</sub>).

CTV zahrnuje  $GTV_{\text{tumor}}$  s lemem 1,5 cm a  $GTV_{\text{nodal}}$  s lemem 0,5 cm a podle lokalizace tumoru část žaludku, event. duodena či jícnu a regionální lymfatické uzliny.

PTV zahrnuje CTV s lemem pro pobyblivost cílového objemu a nejistotou nastavení (obvykle 1,5 – 2 cm). Velikost lemů je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

Pooperační chemoradioterapie:

GTV se neurčuje, pro CTV a PTV platí stejná pravidla jako pro předoperační chemoradioterapii.

#### Paliativní radioterapie

Objemy pro plánování paliativní radioterapie se určují individuálně podle rozsahu nádoru a celkového stavu nemocného.

#### Poloha pacienta

Standardní polohou je supinační poloha pacienta na zádech, ruce za hlavou, použití fixační pomůcek.

#### Ozařovací techniky

Předoperační nebo pooperační radioterapie: technika konformní 3D radioterapie, IMRT, IGRT.

### **10.4.5 Frakcionace a dávka záření**

- V případě předoperační i pooperační chemoradioterapie je standardní dávka 45 Gy v pěti týdnech, dávka 1,8 Gy na frakci. Modifikace dávky v individuálních případech je přípustná.
- Dávky pro paliativní zevní radioterapii jsou individuální, řídí se rozsahem tumoru a celkovým stavem nemocného.

### **10.4.6 Kritické orgány**

Mícha:  $D_{\text{max}} < 50\text{Gy}$  (riziko myelopatie 0,2%)

Srdce: celé srdce  $V_{25} < 10\%$ ,  
perikarditis  $D_{\text{mean}} < 26\text{ Gy}$ ,  $V_{30} < 46\%$

Plíce:  $V_{20} \leq 30\%$  v součtovém histogramu obou plic,  
 $D_{\text{mean}} \leq 20\text{ Gy}$

Játra:  $D_{\text{mean}} < 30 - 32\text{ Gy}$  (5% riziko Radiation induced liver disease – RILD)

Ledviny:  $D_{\text{mean}}$  na obě ledviny  $< 15 - 18\text{ Gy}$  je spojena s 5% rizikem klinicky relevantní renální dysfunkce.

$V_{12} < 55\%$ ,  $V_{20} < 32\%$ ,  $V_{23} < 30\%$ ,  $V_{28} < 20\%$

### **10.4.7 Konkomitantní chemoradioterapie v pooperační nebo předoperační indikaci**

Systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění). Obvykle je podávána kontinuální infuze s 5-FU v kombinaci s leukovorinem, případně cisplatinou.

### **10.4.8 Sledování po léčbě zářením**

Sledování pacientů po léčbě probíhá ve spolupráci s gastroenterologem a chirurgem. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic (např. EORTC-RTOG stupnice).

## 10.5 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ KONEČNÍKU

Karcinom rekta je po stránce epidemiologické, etiologické a histologické v literatuře zařazován do kategorie kolorektálního karcinomu. Léčebná strategie karcinomu rekta se však významně odlišuje od terapie karcinomů tlustého střeva.

Kolorektální karcinomy vznikají asi v 85 % ze střevních polypů. Histologicky se jedná nejčastěji o tubulární adenokarcinomy (90 %), hlenotvorné karcinomy (8 %) a karcinomy z prstenčitých buněk (2 %). Vzácné jsou dlaždicobuněčné a adenoskvamózní karcinomy, karcinoidy, leiomyosarkomy a nehodgkinské lymfomy.

### 10.5.1 Klinická stadia onemocnění

Klinická stadia zhoubných nádorů konečnicku jsou definovaná TNM klasifikací (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 6. vydání 2002, česká verze 2004, ÚZIS, Praha). TNM klasifikace se používá pouze pro karcinomy. Diagnóza musí být histologicky ověřena.

### 10.5.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza, fyzikální vyšetření včetně vyšetření per rectum, koloskopie, CT pánve a břicha, MR pánve, UZ jater, rtg plic, základní hematologické, biochemické vyšetření, marker: CEA

#### Fakultativní stagingová vyšetření

Endosonografie, PET/CT, urologické, gynekologické vyšetření, případně další vyšetření s ohledem na rozsah onemocnění, symptomatologii či další nálezy

### 10.5.3 Léčebná strategie

- Při volbě optimálního léčebného postupu je zachována těsná spolupráce gastroenterologa, onkologa, chirurga, histopatologa, radiologa a dalších specialistů.
- Hlavní kurativní léčebnou metodou karcinomu rekta je operační výkon, u časných stadií (T1-2N0M0) je chirurgický výkon jedinou léčebnou modalitou.
- U lokálně a regionálně pokročilých stadií (T3-4N0 nebo jakékoliv T N1-2M0) je kurativní léčba multimodální.
  - Předoperační, případně pooperační radioterapie (chemoradioterapie) snižuje riziko lokální recidivy nemoci. Preferována je radioterapie předoperační vzhledem k vyššímu efektu na lokální kontrolu nemoci, předpokládanou nižší toxicitu i možnost usnadnit operabilitu primárního tumoru.
  - Adjuvantní chemoterapie je podávána s cílem snížení rizika vzdáleného relapsu onemocnění.
  - Pokud je lokálně/regionálně pokročilé onemocnění inoperabilní, je obvykle doporučena primární chemoradioterapie, po které následuje znovu zhodnocení operability. Pokud je nález nadále inoperabilní, je doporučena paliativní systémová léčba.
- V případě metastatického onemocnění (M1) lze ve vybraných případech zvažovat multimodální přístup s kurativním záměrem, který zahrnuje i chirurgickou resekci metastáz. Pokud kurativní přístup nelze uplatnit, pak základ léčby spočívá v paliativní systémové léčbě (chemoterapie, biologická léčba) s cílem prodloužení života za podmínky přijatelné kvality života.
  - Alternativou chirurgické resekce oligometastáz může být stereotaktická radioterapie metastázy.
  - I při vzdáleně metastatickém onemocnění se uplatňuje léčba lokální (operace nebo radioterapie) jako prevence komplikací z růstu primárního nádoru (obstrukce, postižení okolních orgánů).
  - V terapii lokálních komplikací z růstu vzdálených metastáz či jejich prevence se uplatňuje paliativní radioterapie.
- Pokud v jakémkoliv stadiu hrozí obstrukce rekta nádorem a není plánován primárně resekcí výkon, je nutné před zahájením multimodální léčby zvážit paliativní kolostomii.



- Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

#### 10.5.4 Ozařovací podmínky

##### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii).

##### Zdroj záření a ozařovací pomůcky

Standardním zdrojem pro kurativní zevní radioterapii je lineární urychlovač.

##### Cílové objemy

Cílové objemy se zakreslují dle aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/KarcinomAnorekta/>).

##### Předoperační radioterapie a radioterapie do radikální dávky

GTV – je určen rozsahem nádoru (GTVT) a postiženými uzlinami (GTVN),

CTV 1 – zahrnuje vždy: tumor, celé mesorektum, presakrální prostor a vnitřní ilické uzliny.

Dle rozsahu a lokalizace tumoru dále zahrnuje:

- fossa ischiorectalis a oblast vnitřního a vnějšího análního svěrače u tumorů lokalizovaných do 6 cm od anu (nízce sedících) nebo pokud tumor invaduje do análních svěračů,
- obturatorní uzliny – je-li tumor lokalizován do vzdálenosti 10 cm od anu, v případě postižení uzlin v mesorektu nebo vnitřních ilických uzlin nebo pokud je přítomna invaze tumoru do jiných pánevních orgánů (T4),
- zevní ilické uzliny – v případě invaze tumoru do předních pánevních orgánů – prostata, semenné vajíčky, pochva, děloha, močový měchýř (T4) nebo existuje riziko postižení inguinálních uzlin,
- inguinální uzliny – pokud tumor postihuje dolní třetinu pochvy nebo anální svěrače,
- při mnohočetném uzlinovém postižení objem může zahrnout i společné ilické uzliny.

PTV 1 – je určen objemem CTV 1 s lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

Cílené ozáření nádoru (boost):

CTV 2 – mesorektum v rozsahu tumoru s lemem 2 cm kraniálně a kaudálně od tumoru,

PTV 2 – je určen objemem CTV 2 s lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

##### Pooperační radioterapie

GTV – objem se neurčuje,

CTV 1 – jako u předoperační radioterapie (místo „tumor“ odpovídá „lůžko tumoru“).

- Při radioterapii po amputaci rekta pro nízko sedící tumory CTV 1 zahrnuje i perineální oblast s jizvou.

PTV 1 – je určen objemem CTV 1 s lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

Cílené ozáření oblasti anastomózy (boost):

CTV 2 zahrnuje oblast anastomózy (event. dle klipů) s lemem 2 cm.

PTV 2 – je určen objemem CTV 2 s lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

##### Poloha pacienta

Pronační na břicho nebo supinační poloha pacienta na zádech; doporučeno je plánování i ozařování pacienta s plným močovým měchýřem.

##### Ozařovací techniky



technika čtyř polí (předozadní, zadopřední a dvě bočná pole) tzv. „box technika“, technika tří polí (zadopřední a dvě bočná), IMRT, IGRT

### 10.5.5 Frakcionace a dávka záření

#### Předoperační:

- „dlouhý režim“: např. 45 Gy v 25 frakcích (PTV 1), je možné doplnit o 5,4 – 9 Gy ve 3 – 5 frakcích (PTV 2), frakcionace 5 x 1,8 Gy/týden
- „krátký režim“: 25 Gy v 5 frakcích v 1 týdnu

#### Pooperační:

- obvykle 45 Gy v 25 frakcích (PTV 1), je možné doplnit o 5,4 – 9 Gy ve 3 – 5 frakcích (PTV 2), frakcionace 5 x 1,8 Gy/týden

#### Samostatná (do radikální dávky):

- např. 45 Gy v 25 frakcích (PTV 1) + boost 9 – 14,4 Gy v 5 – 8 frakcích (PTV 2), frakcionace 5 x 1,8 Gy/týden

### 10.5.6 Kritické orgány

Tenké střevo:  $V_{45} < 195 \text{ cm}^3$  (celá peritoneální dutina),  
 $V_{15} < 120 \text{ cm}^3$  (individuální kličky)

Močový měchýř:  $D_{\max} < 65 \text{ Gy}$ ,  
 $V_{80} < 15\%$ ,  $V_{75} < 25\%$ ,  $V_{70} < 35\%$ ,  $V_{65} < 50\%$

### 10.5.7 Konkomitantní chemoterapie při radioterapii

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

### 10.5.8 Sledování po léčbě

Sledování pacientů po léčbě je prováděno ve spolupráci gastroenterologa, chirurga a onkologa. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.

## 10.6 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ ANU

Léčebný standard zahrnuje postupy pro spinocelulární a bazaloidní (kloakogenní) karcinom anu. V případě vzácnějších histologických variant (adenokarcinom, mukoepidermoidní karcinom, melanom, malobuněčný karcinom atd.) se uplatňují postupy individuální nebo podle protokolů pro stejné diagnózy v jiných lokalitách.

### 10.6.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011).

Diagnóza musí být histologicky ověřena.

### 10.6.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza, fyzikální vyšetření včetně vyšetření per rectum, anoskopie/rektoskopie s bioptickým odběrem, UZ ingvin (event. biopsie při nejasném nálezu) a jater, CT břicha a pánve, rtg plic, u žen gynekologické vyšetření, základní hematologické a biochemické vyšetření

#### Fakultativní stagingová vyšetření

PET/CT (doporučováno), transrektální sonografie (TRUS), kolonoskopie, případně další nutná odborná vyšetření vyplývající z nálezů obligatorních vyšetření či symptomů nemocného

### 10.6.3 Léčebná strategie

- Hlavní kurativní léčebnou metodou karcinomu anu bez vzdálených metastáz je konkomitantní chemoradioterapie. Operační výkon ve smyslu abdominoperineální amputace anorekta je ponechán jako záchranná léčba. Operační výkon ve smyslu excize je možný u malých (T1N0M0) a dobře diferencovaných karcinomů análního okraje.
- Při vzdáleně metastatickém onemocnění je indikována paliativní léčba (obvykle kombinovaná), případně symptomatická léčba.
- Léčba v případě análních adenokarcinomů je obdobná jako léčba adenokarcinomů rekta, je založená na abdominoperineální resekci s předoperační nebo pooperační radioterapií, případně chemoradioterapií. Léčba je obvykle chirurgická.
- Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

### 10.6.4 Ozařovací podmínky

#### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii). Preferováno je v rámci plánování provedení PET/CT. Doporučeno je plánování i ozařování pacienta s plným močovým měchýřem.

#### Zdroj záření a ozařovací pomůcky

Standardním zdrojem pro kurativní zevní radioterapii je lineární urychlovač.

#### Cílové objemy

Cílové objemy se zakreslují dle aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/KarcinomAnorekta/>).

GTV – je určen rozsahem nádoru (GTVT) a postiženými uzlinami (GTVN).

Inciální CTV zahrnuje vždy: GTVT s minimálním lemem 2,5 cm, fossa ischiorectalis, oblast vnitřního a vnějšího análního svěrače, celé mesorektum, presakrální prostor, obturatorní uzliny, vnitřní ilické uzliny, tříselné uzliny, zevní ilické uzliny, při postižení pánevních uzlin lze zvážit i zahrnutí společných ilických uzlin.

Používá se metoda postupné redukce objemu CTV. V závěrečné fázi CTV zahrnuje GTV + lem minimálně 1 cm.

PTV se získá expanzí CTV o lem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

#### Poloha pacienta

pronační, supinační

#### Ozařovací techniky

IMRT, konformní radioterapie, IGRT. Lze použít brachyterapii ke kompletaci dávky na primární tumor.

### **10.6.5 Frakcionace a dávka záření**

Zpravidla se užívá frakcionace á 1,8 Gy, pak se celková dávka na primární tumor pohybuje od 54 Gy do 59,4 Gy a dávky na suspektní lymfatické uzliny mezi 45 – 50,4 Gy.

### **10.6.6 Kritické orgány**

Tenké střevo:  $V_{45} < 195 \text{ cm}^3$  (celá peritoneální dutina),  
 $V_{15} < 120 \text{ cm}^3$  (individuální kličky)

Močový měchýř:  $D_{\max} < 65 \text{ Gy}$ ,  
 $V_{80} < 15\%$ ,  $V_{75} < 25\%$ ,  $V_{70} < 35\%$ ,  $V_{65} < 50\%$

### **10.6.7 Konkomitantní chemoterapie při radioterapii**

Systémová léčba je doporučena standardy ČOS ČLS JEP: Zásady cystostatické léčby maligních onkologických onemocnění.

### **10.6.8 Sledování po léčbě**

Sledování pacientů po léčbě je v praxi rozděleno mezi gastroenterologa, chirurga a onkologa. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.

CAVE: V rámci poléčebného sledování není vhodné provádění biopsií v oblasti anu, není-li klinicky jednoznačný nálezh recidivy. Hrozí riziko nezhojení rány po biopsii a vzniku chronického vředu!

## 10.7 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ ŽLUČNÍKU A ŽLUČOVÝCH CEST

Pro karcinomy v oblasti bifurkace žlučodů se užívá název Klatskinův tumor. Nejčastějším histologickým typem je adenokarcinom, méně často karcinom papilární, světlobuněčný a spinocelulární.

### 10.7.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011).

TNM klasifikace se používá pouze pro karcinomy. Diagnóza musí být histologicky nebo cytologicky ověřena.

### 10.7.2 Diagnostika

#### Obligatori stagingová vyšetření

Anamnéza, fyzikální vyšetření (výkonnostní stav pacienta)

Zobrazující vyšetření: UZ břicha, CT břicha a pánve, RTG plic, v případě ikteru endoskopická retrográdní cholangiopankreatografie (ERCP) či perkutánní transhepatická cholangiografie (PTC)

Histologické vyšetření, případně cytologické vyšetření

Laboratorní vyšetření: krevní obraz, základní biochemické vyšetření (urea, kreatinin, jaterní testy včetně bilirubinu, iontoqram), markery: CEA, CA 19-9

#### Fakultativní stagingová vyšetření

MR epigastria, PET/CT, marker – AFP, případně další nutná odborná vyšetření vyplývající z nálezů obligatorních vyšetření či symptomů nemocného

### 10.7.3 Léčebná strategie

- Standardní léčebnou metodou je kurativní resekce. V případě známek obstrukčního ikteru je nejdůležitější provedení derivace žlučových cest.
- Vzhledem k vysoké incidenci lokálních recidiv se předpokládá přínos pooperační chemoradioterapie následované chemoterapií (od T2, N+, R1, R2 resekce).
- Systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).
- Chemoradioterapie inoperabilního onemocnění může vést ke zmírnění obtíží a prodloužení celkového přežití. Musí být zvážena individuálně při nepřítomnosti vzdálených metastáz.
- U diseminovaného onemocnění je základní léčbou paliativní chemoterapie.
- Možnou cestou ke zlepšení lokální kontroly onemocnění může být kombinace chemoradioterapie s brachyterapií nebo intraoperační radioterapií. Intraluminární brachyterapie je účinnou paliativní léčbou stenóz žlučových cest s pozitivním efektem na celkové přežití.

### 10.7.4 Ozařovací podmínky

#### Plánování zevní radioterapie

Pro plánování zevní radioterapie je jako součást plánovacího CT vhodné odhadnout rozsah dýchacích pohybů, např. pomocí pohybu bránice na simulátoru, pomocí CT v nádechu a výdechu nebo pomocí 4D-CT.

#### Zdroj záření

Standardním zdrojem je lineární urychlovač, pro paliativní RT možný kobaltový ozařovač.

#### Cílové objemy

##### Adjuvantní radioterapie

GTV – neurčuje se

CTV – oblast lůžka tumoru + oblast spádových lymfatických uzlin s 1cm lemem

PTV – lem individuální dle rozsahu respiračního pohybu a technického vybavení pracoviště

#### Paliativní radioterapie

GTV – oblast primárního tumoru (případně recidivy) a postižených lymfatických uzlin

CTV – oblast GTV + oblast spádových lymfatických uzlin s 1cm lemem

PTV – lem individuální dle rozsahu respiračního pohybu a technického vybavení pracoviště

#### Poloha pacienta

Supinační poloha pacienta na zádech, ruce za hlavou

#### Ozařovací techniky

Techniky konformní radioterapie, radioterapie s modulovanou intenzitou, využití radioterapie řízené obrazem, případně respiratory gatingu

#### **10.7.5 Frakcionace a dávka záření**

45 Gy při frakcionaci a 1,8 Gy na frakci. Při použití moderních technik (IMRT, IGRT) je možná eskalace dávky nad 50 Gy při dodržení tolerančních dávek na kritické orgány.

#### **10.7.6 Kritické orgány a toleranční dávky**

Játra:  $D_{mean} < 30 - 32$  Gy (5% riziko Radiation induced liver disease – RILD)

Ledviny:  $D_{mean}$  na obě ledviny  $< 15 - 18$  Gy je spojena s 5% rizikem klinicky relevantní renální dysfunkce.

$V_{12} < 55\%$ ,  $V_{20} < 32\%$ ,  $V_{23} < 30\%$ ,  $V_{28} < 20\%$

Mícha:  $D_{max} < 45$  Gy

Tenké střevo:  $V_{45} < 195$  cm<sup>3</sup> (celá peritoneální dutina),  
 $V_{15} < 120$  cm<sup>3</sup> (individuální kličky)

#### **10.7.7 Brachyterapie**

- Při stenóze žlučových cest je používána intraluminární brachyterapie s vysokým dávkovým příkonem, aplikovaná cestou perkutánní transhepatální či nazobiliární drenáže.
- Dávka BRT je většinou 20 – 30 Gy ve 4 – 6 frakcích v kombinaci se zevním ozářením nebo samostatně 30 – 42 Gy v 5 – 6 frakcích.
- Cílem paliativní brachyterapie je zmírnění obstrukčních symptomů a oddálení re-ikteru.
- Cílovým objemem brachyterapie je maligní stenóza s 10mm lemem proximálním a distálním směrem. Dávka je obvykle předepsána do 10 mm od osy zdroje.
- K brachyterapii je zapotřebí zajistit drenáž o průměru alespoň 8F (lépe 10F), brachyterapii do oblastí stentu lze zavést při vnitřním průměru stentu 1,8 mm a větší.

#### **10.7.8 Sledování po léčbě zářením**

Sledování pacientů po léčbě provádějí gastroenterolog, radiační a klinický onkolog, event. chirurg onkolog. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.

## 10.8 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ SLINIVKY BŘÍŠNÍ

Celkem 95 % nádorů slinivky tvoří nádory z exokrinního parenchymu (duktální karcinom – asi 80 %, dále pak karcinom z acinárních buněk, papilární, adenosquamózní, nediferencované, mucinózní karcinomy a karcinom z velkých buněk, smíšený typ, cystadenokarcinom, neklasifikovaný karcinom a další). Asi 5 % z celkového počtu tvoří endokrinní tumory, které jsou často spojeny s autosomálně dominantním syndromem mnohočetné endokrinní neoplazie (MEN 1).

### 10.8.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011).

TNM klasifikace se používá pouze pro karcinomy. Diagnóza by měla být histologicky ověřena.

### 10.8.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza, fyzikální vyšetření (výkonnostní stav pacienta)

Zobrazující vyšetření: CT břicha a pánve, RTG nebo CT plic

Histologické vyšetření (cestou ERCP, cílené biopsie pod CT či UZ kontrolou, laparoskopie či explorativní laparotomie apod.). Před lokální onkologickou léčbou je vždy nutná histologická verifikace tumoru. V případě resektability není před radikální resekci histologická verifikace ložiska nutná.

Laboratorní vyšetření: krevní obraz, základní biochemické vyšetření (urea, kreatinin, jaterní testy včetně bilirubinu, iontogram), markery: CA19-9

#### Fakultativní stagingová vyšetření

MR, angiografie, EUS, PET/CT a další vyšetření vyplývající z nálezů obligatorních vyšetření či symptomů nemocného

### 10.8.3 Léčebná strategie

- Základem léčebného postupu je multidisciplinární zvážení léčebných možností na základě rozsahu tumoru i celkového výkonnostního stavu pacienta a vedlejších nemocí (chirurg, onkolog, radiolog, intervenční endoskopista, patolog). Karcinom pankreatu patří k nejzhoubnějším nádorům, proto je kladen významný důraz na podpůrnou a symptomatickou léčbu.
- Šance na vyléčení dávají pouze radikální chirurgické výkony. Operace je však možná u méně než 20 % nemocných, navíc pravděpodobnost pětiletého přežití u operovaných nemocných je asi 20 %. Proto je součástí doporučených postupů podávání adjuvantní chemoterapie.
  - Přínos adjuvantní chemoradioterapie se podle posledních metaanalýz nebere jako významný, zůstává však alternativou.
  - Neoadjuvantní chemoradioterapie je přípustným postupem u resektabilních nebo hraničeně resektabilních karcinomů.
  - Alternativou je též kombinace zevní radioterapie s intraoperačním ozáření. Intraoperační radioterapie snižuje ozáření okolních zdravých tkání, a umožňuje proto zvýšení dávky v cílovém objemu – nádoru nebo jeho lůžku.
- Inoperabilní a metastatické nádory jsou léčeny paliativní systémovou léčbou s ohledem na výkonnostní stav pacienta, případně léčbou symptomatickou s cílem co nejvyšší kvality života. V případě lokalizovaného onemocnění u pacienta v dobrém biologickém stavu lze zvážit i chemoradioterapii.
- Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).



### 10.8.4 Ozařovací podmínky

#### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii).

#### Zdroj záření a ozařovací pomůcky

Standardním zdrojem je lineární urychlovač, pro paliativní RT možný kobaltový ozařovač.

#### Cílové objemy

Cílové objemy se zakreslují dle aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/Pankreas/>).

#### Samostatná chemoradioterapie:

GTV – primární tumor a postižené lymfatické uzliny

CTV – GTV a svodná lymfatická oblast. Elektivní ozáření lymfatických uzlin je kontroverzní u neresekabilních tumorů a v neoadjuvantní indikaci.

PTV – CTV a zpravidla lem 1 – 2 cm, vhodné stanovit s ohledem na dýchací pohyby. Velikost lemu je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

#### Paliativní radioterapie:

Cílové objemy: určují se individuálně, obvykle jen objem symptomatického nádorového postižení bez oblastí subklinického šíření s lemem pro nepřesnost nastavení.

#### Poloha pacienta

supinační poloha pacienta na zádech, ruce za hlavou

#### Ozařovací techniky

3D radioterapie, IMRT, IGRT

Při nižších předepsaných dávkách je možné využít jednoduchých technik konvenční/konformní RT 2-4 polí.

### 10.8.5 Frakcionace a dávka záření

- samostatná chemoradioterapie: 45 – 54 Gy v 25 – 30 frakcích (45 Gy + boost). Při použití moderních technik (IMRT, IGRT) je možná eskalace dávky nad 50 Gy při dodržení tolerančních dávek na kritické orgány.
- paliativní radioterapie: individuální dávka a frakcionace

### 10.8.6 Kritické orgány

Játra: Dmean < 30 – 32 Gy (5% riziko Radiation induced liver disease – RILD)

Ledviny: Dmean na obě ledviny < 15 – 18Gy je spojena s 5% rizikem klinicky relevantní renální dysfunkce.

V12 < 55%, V20 < 32%, V23 < 30%, V28 < 20%

Mícha: Dmax < 45 Gy

Tenké střevo: V45 < 195 cm<sup>3</sup> (celá peritoneální dutina),  
V15 < 120 cm<sup>3</sup> (individuální kličky)

Žaludek: < 10 % může obdržet 50 – 54Gy,

< 15 % může obdržet 45 – 50 Gy

D100 < 45 Gy

### 10.8.7 Konkomitantní chemoterapie při radioterapii

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

**10.8.8 Sledování po léčbě zářením**

Sledování pacientů po léčbě provádí gastroenterolog, radiační a klinický onkolog, event. chirurg onkolog. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.

## 10.9 RADIOTERAPIE NEMALOBUNĚČNÝCH KARCINOMŮ PLIC

### Základní rozdělení bronchogenních nádorů

Nemalobuněčné bronchogenní karcinomy (Non Small Cell Lung Cancer – NSCLC) jsou nejpočetnější skupinou plicních nádorů (přibližně 75 – 80 % případů) a jsou charakterizovány jako relativně pomaleji lokálně rostoucí nádory. Nemalobuněčné karcinomy plic obecně zahrnují: spinocelulární karcinom, adenokarcinom, velkobuněčný, blíže nespecifikované nádory a vzácné typy nádorů.

#### 10.9.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011).

Diagnóza musí být histologicky nebo cytologicky ověřena.

#### 10.9.2 Diagnostika

##### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza a fyzikální vyšetření (včetně zhodnocení PS a váhového úbytku)

Zobrazující vyšetření: rtg plic, včetně bočního snímku, bronchoskopie, CT hrudníku a epigastria s i. v. kontrastem (není-li k dispozici CT epigastria, pak alespoň UZ epigastria), v případě nejasného uzlinového nálezu v mediastinu u pacienta ve III. stadiu, nebo u pacientů s pouze suspektním nejednoznačným metastatickým postižením PET/CT vyšetření trupu, od stadia IIB před léčbou doporučeno MR mozku.

U pacientů s adenokarcinomy, blíže nespecifikovanými nemalobuněčnými karcinomy, karcinomy s adenokarcinomatózní komponentou, velkobuněčnými karcinomy k paliativní systémové léčbě: mutační analýza EGFR pomocí PCR metod, imunohistochemické stanovení ALK, v případě pozitivního výsledku potvrzení ISH metodou.

Před radikální léčbou je nutné funkční vyšetření plic.

##### Fakultativní stagingová vyšetření

Další nutná odborná vyšetření vyplývající z nálezů obligatorních vyšetření, symptomů nemocného či požadavků jednotlivých léčebných postupů.

Neurologická symptomatologie: CT mozku nebo MR mozku

Bolesti zad, elevace ALT, elevace sérového kalcia Ca: scintigrafie skeletu (ve specifických případech MR páteře).

#### 10.9.3 Léčebná strategie

##### 10.9.3.1 Časné stadium (I)

Chirurgická léčba

Stereotaktická radioterapie či frakcionovaná (chemo)radioterapie u pacientů neschopných chirurgického výkonu či preferujících nechirurgickou léčbu, Adjuvantní radioterapie u pN2 či pozitivních okrajů.

##### 10.9.3.2 Lokálně pokročilá stadia (II – III)

Standard nechirurgické léčby je konkomitantní chemoradioterapie (u pacientů s neúměrně vysokým rizikem toxicity či intolerance možná sekvenční chemoterapie, případně samostatná radioterapie).

U vybraných pacientů je vhodná trimodální léčba (např. stadium IIIA, Pancoastův tumor).

##### 10.9.3.3 Stadium IV

Paliativní systémová léčba, symptomatická léčba, paliativní radioterapie symptomů.

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

### 10.9.4 Ozařovací podmínky

#### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz NRS pro radikální radioterapii).

#### Zdroj záření a ozařovací pomůcky

Standardním zdrojem zevní radioterapie je lineární urychlovač, pro ozařování v oblasti plic jsou preferovány nižší energie svazku.

Pro paliativní ozařování fotonovými svazky je vhodný i kobaltový ozařovač.

Cyberknife je jednou z možností stereotaktické radioterapie.

#### Cílové objemy pro 3D CRT nebo IMRT

Cílové objemy se zakreslují dle aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/KarcinomPlic/>).

V případě radikální (chemo-)radioterapie i předoperační chemoradioterapie platí pro určování cílových objemů stejná pravidla:

GTV (nádorový objem) – je určen rozsahem tumoru s postiženými lymfatickými uzlinami. Pro definici GTV je výhodou využití PET/CT.

CTV (klinický cílový objem) je tvořen objemem GTV s částí okolních orgánů a tkání s možným mikroskopickým šířením (obvyklý lem od okraje nádoru 6 – 8 mm).

ITV (interní cílový objem) je objem, zahrnující pohyb CTV během dýchacího cyklu.

PTV (plánovací cílový objem)

- zahrnuje ITV s lemem pro nepřesnost nastavení (set up margin), který činí obvykle 5 mm při použití technik IGRT
- velikost lemu je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení

#### Pooperační radioterapie

GTV se stanovuje pouze při R2 resekci, CTV zahrnuje oblast s možným mikroskopickým šířením nádoru, definice PTV je shodná s radikální radioterapií.

#### Paliativní radioterapie

Objemy pro plánování paliativní radioterapie se určují individuálně podle rozsahu nádorového postižení, lokality indikované k paliativnímu ozáření a podle celkového stavu nemocného.

#### Poloha pacienta

Standardní polohou je supinační poloha pacienta na zádech, ruce za hlavou, použití fixačních pomůcek. Pro paliativní radioterapii je obvykle užívána supinační poloha s rukama podél těla.

#### Ozařovací techniky

Technika 3DCRT, IMRT

Pro paliativní radioterapii techniky konvenční radioterapie

### 10.9.5 Frakcionace a dávka záření

- Obvyklá předepsaná dávka při použití radikální radioterapie nebo konkomitantní chemoradioterapie je 60 – 70Gy/30 – 35frakcí, eventuálně biologicky ekvivalentní dávka při užití alternativních frakcionačních režimů.
- V případě pooperační radioterapie se užívají dávky 50 – 70 Gy dle rozsahu nádorového residua.
- V případě předoperační radioterapie je předepisována dávka 45 – 50 Gy v 5 týdnech.
- V případě stereotaktické ablativní radioterapie jsou aplikovány vysoké dávky záření na jednotlivou frakci, ozáření může být aplikováno jednorázově nebo v několika frakcích.
- Dávky pro paliativní zevní radioterapii jsou individuální, řídí se rozsahem tumoru a celkovým stavem nemocného. Jsou využívána hypofrakcionační kontrahovaná schémata.

### 10.9.6 Kritické orgány

Frakcionovaná radioterapie:

- mícha:  $D_{max} \leq 50$  Gy (riziko myelopatie 0,2%)
- srdce: celé srdce  $V_{25} < 10\%$ ,  
perikarditis  $D_{mean} < 26$  Gy,  $V_{30} < 46\%$
- plíce:  $V_{20} \leq 35\%$  v součtovém histogramu obou plic,  
 $D_{mean} \leq 20$  Gy  
po pneumonectomii  $V_5 < 60\%$ ,  $V_{20} < 4 - 10\%$ ,  
 $D_{mean} < 8$  Gy
- jícen:  $D_{mean} < 34$  Gy,  $V_{50} < 40\%$
- brachiální plexus:  $D_{max} < 66$  Gy

### 10.9.7 Brachyterapie

- Intraluminální brachyterapie je využívána v rámci paliativního řešení maligních stenóz bronchu.
- Ozařovaná oblast a aktivní délka je definována na základě informace pneumologa, provádějícího bronchoskopii se zavedením aplikačního katetru a snímkování na C rameni po zavedení aplikátoru do bronchu.
- Dávky jsou voleny individuálně.

### 10.9.8 Sledování po léčbě zářením

Sledování pacientů po léčbě provádí pneumolog, radiační nebo klinický onkolog. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.

## 10.10 RADIOTERAPIE MALOBUNĚČNÉHO KARCINOMU PLIC

### 10.10.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011). Diagnóza musí být histologicky ověřena.

Klasifikace malobuněčného plicního karcinomu podle rozsahu tumoru – na základě stadia podle TNM klasifikace se onemocnění následně zařazuje jako:

#### Limitované onemocnění (LD stadium)

Stadium I – III, které lze bezpečně ozářit do předepsané dávky. Nelze sem zařadit nádory s vícečetným postižením stejnostranné plíce nebo nádory, jejichž rozsah, včetně uzlinového postižení, brání bezpečnému ozáření do předepsané dávky.

#### Extenzivní onemocnění (ED stadium)

Stadium IV, dále stadia I – III, která nelze zařadit jako limitované onemocnění.

### 10.10.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza a fyzikální vyšetření, zobrazující vyšetření: rtg plic, včetně bočního snímku, bronchoskopie, CT hrudníku a epigastria s i. v. kontrastem; MR nebo CT mozku. Pokud je pravděpodobné limitované onemocnění, pak je vhodné primárně PET/CT, základní hematologické a biochemické vyšetření.

#### Fakultativní stagingová vyšetření

Další nutná odborná vyšetření vyplývající z nálezů obligatorních vyšetření, symptomů nemocného či požadavků jednotlivých léčebných postupů (scintigrafie skeletu atd.).

### 10.10.3 Léčebná strategie

#### 10.10.3.1 Limitované onemocnění (LD)

- konkomitantní chemoradioterapie: 6 cyklů etoposid + platinový derivát, s 1., maximálně s 2. cyklem zahájení radioterapie. Sekvenční chemoradioterapie u pacientů, jejichž celkový stav by konkomitantní léčbu neumožnil,
- operace na zvážení pouze v IA stadiu onemocnění (ve výjimečných případech), poté nutná adjuvantní chemoterapie,
- u pacientů s celkovou nebo parciální remisí po chemoradioterapii a při PS 0-1 profylaktické ozáření mozku,
- v případě progresse onemocnění indikována 2. linie chemoterapie.

#### 10.10.3.2 Extenzivní onemocnění (ED)

- paliativní chemoterapie 1. linie 6 cyklů etoposid + platinový derivát (nebo etoposid v monoterapii),
- u pacientů s dobrou odpovědí na chemoterapii je na zvážení paliativní ozáření hrudníku a krania,
- v případě progresse onemocnění indikována 2. linie chemoterapie,
- ve vybraných případech při symptomatické progresi je indikována paliativní radioterapie.

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

### 10.10.4 Ozařovací podmínky

#### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz NRS pro radikální radioterapii).

Pro konkomitantní chemoradioterapie při LD je doporučeno plánování s pomocí PET/CT a s použitím CT v nádechu i výdechu (4D-CT).

#### Zdroj záření

Standardním zdrojem zevní radioterapie je lineární urychlovač, pro ozařování v oblasti plic jsou preferovány nižší energie svazku.

Pro paliativní ozařování fotonovými svazky je vhodný i kobaltový ozařovač.

#### Cílové objemy

Cílové objemy se zakreslují dle aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/KarcinomPlic/>).

##### Konkomitantní chemoradioterapie při LD:

GTV (nádorový objem) – je určen rozsahem tumoru s postiženými lymfatickými uzlinami na PET/CT nebo CT, které bylo provedené nejdéle 4 – 8 týdnů před zahájením terapie. GTV může být při podání chemoterapie před zahájením radioterapie zmenšeno na aktuální postižení z důvodu šetření okolních orgánů, pokud byl primární tumor větší velikosti.

CTV (klinický cílový objem) je tvořen objemem GTV s částí okolních orgánů a tkání s možným mikroskopickým šířením (obvyklý lem od okraje nádoru kраниokaudálně 0,6 mm). Elektivní ozáření uzlin mediastina se neprovádí.

ITV (interní cílový objem) – je zakreslen na základě 4D-CT, pokud nebude použita technika respiratory gatingu. Objem CTV je zvětšen o reálný pohyb objemu všemi třemi směry při dýchání.

PTV (plánovací cílový objem) je určen objemem ITV s lemem dle protokolu a vybavení pracoviště.

##### Paliativní radioterapie

Objemy pro plánování paliativní radioterapie se určují individuálně podle rozsahu nádoru a celkového stavu nemocného.

##### Profylaktické ozáření mozkovny

CTV zahrnuje celé nitrolebí

PTV zahrnuje CTV + 0,5cm lem

#### Poloha pacienta

##### Konkomitantní chemoradioterapie při LD

Standardní polohou je supinační poloha pacienta na zádech, ruce za hlavou, použití fixačních pomůcek („řídítka“).

##### Profylaktické ozáření mozkovny

Standardně se využívá fixační maska.

##### Paliativní radioterapie

Poloha se určuje individuálně.

#### Ozařovací techniky

Technika pro konkomitantní chemoradioterapii je individuální s cílem maximálního šetření rizikových orgánů,

v paliativní radioterapii je obvyklá kombinace dvou protilehlých polí AP/PA,

při ozařování krania je obvyklou technika 2 LL polí.



### 10.10.5 Frakcionace a dávka záření

#### 10.10.5.1 Konkomitantní chemoradioterapie při LD

Hyperfrakcionační režim: 45 Gy v 30 frakcích v 3 týdnech (1,5 Gy na frakci, 2xdenně, minimální interval mezi frakcemi je 6 hodin)

Normofrakcionační režim: 60 – 70 Gy.

#### 10.10.5.2 Paliativní radioterapie

Dávka a frakcionace pro plánování paliativní radioterapie se určují individuálně podle rozsahu nádoru a celkového stavu nemocného.

#### 10.10.5.3 Profylaktické ozáření mozkovny

25 Gy v 10 frakcích, přípustné jsou však i alternativy (30 Gy v 15 frakcích, 20 Gy v 5 frakcích)

### 10.10.6 Kritické orgány

Konkomitantní chemoradioterapie při LD

mícha:  $D_{max} \leq 50$  Gy (riziko myelopatie 0,2%)

srdce: celé srdce  $V_{25} < 10\%$ ,  
perikarditis  $D_{mean} < 26$  Gy,  
 $V_{30} < 46\%$

plic:  $V_{20} \leq 30\%$  v součtovém histogramu obou plic,  
 $D_{mean} \leq 20$  Gy  
po pneumonectomii  $V_5 < 60\%$ ,  
 $V_{20} < 4 - 10\%$ ,  
 $D_{mean} < 8$  Gy

jícen:  $D_{mean} < 34$  Gy,  $V_{50} < 40\%$

brachiální plexus:  $D_{max} < 66$  Gy

### 10.10.7 Brachyterapie

Intraluminální brachyterapie je využívána v rámci paliativního řešení maligních stenóz bronchu, u malobuněčných karcinomů přichází v úvahu vzácně.

Pokud je indikována, pak se postupuje podle standardu pro nemalobuněčné karcinomy.

### 10.10.8 Sledování po léčbě zářením

Sledování pacientů po léčbě provádí pneumolog, radiační nebo klinický onkolog. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.

## 10.11 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ PRSU

Klasifikační systém dle WHO člení nádory prsu na:

invazivní karcinom prsu: invazivní duktální karcinom, lobulární, tubulární, invazivní kribriformní, medulární, mucin produkující karcinomy, neuroendokrinní, invazivní papilární, inflamatorní a další jednotky,

prekurzorové léze: lobulární neoplazie – LCIS, intraduktální proliferativní léze – DCIS, mikroinvazivní karcinom, intraduktální papilární neoplazie,

další nádory: mesenchymální nádory, fibroepiteliální nádory, tumory prsní bradavky, maligní lymfom a metastatické nádory, nádory mužského prsu, benigní epiteliální a myoepiteliální léze.

### 10.11.1 Klinická stadia onemocnění

Klinické stadium onemocnění je určeno podle zásad TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011). Diagnóza musí být histologicky ověřena.

### 10.11.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza včetně rodinné zátěže, fyzikální vyšetření. Lokální rozsah choroby pomocí zobrazovacích metod (mamografie, UZ, ev. CT, MR). Dále UZ jater, rtg plic, scintigrafické vyšetření skeletu (fakultativní u asymptomatického I. stadia onemocnění), gynekologické vyšetření, základní hematologické a biochemické vyšetření.

Histologický popis zahrnuje – histologický subtyp, stupeň diferenciac (grading), velikost ložiska/invaze, případná multifokalita/multicentricita, typ extenzivní komponenty, stav resekcčních linií (vzdálenost v mm, orientace případného pozitivního okraje), přítomnost/absence lymfangoinvaze, angioinvaze, hormonální závislost (ER, PR receptory), stav HER-2. Z disekce spádových uzlin či extirpace sentinelové uzliny – celkový počet uzlin, přítomnost/absence metastáz.

#### Fakultativní stagingová vyšetření

Nádorové markery (CEA, CA 15-3), MR mozku, PET/CT a další vyšetření vyplývající z výsledků obligatorních vyšetření či obtíží pacienta.

### 10.11.3 Léčebná strategie

Léčebná strategie je určena na základě multidisciplinární spolupráce oborů (chirurgie, patologie, radiační onkologie, klinická onkologie, radiodiagnostika, event. další).

Léčebný postup je volen v závislosti na rozsahu onemocnění, prediktivních a prognostických faktorech, přidružených onemocněních a celkovém stavu pacientky/ta.

U časných (T1-2N0M0) a lokálně (T3-T4) či regionálně pokročilých (N+) je obvykle léčebný záměr kurativní. Při T1-T2 je obvykle primárně indikován operační výkon, u lokálně a regionálně pokročilých nádorů je obvykle operační výkon indikován po neoadjuvatní systémové léčbě. Po operačním výkonu je pak zvažována systémová léčba adjuvantní (chemoterapie, biologická léčba, hormonální léčba).

Indikace a rozsah pooperační radioterapie závisí na typu chirurgického zákroku: prs zachovávající operace ± disekce axily, SNB biopsie, modifikovaná radikální mastektomie, na histologickém nálezu z operačního výkonu – zejména rozsah a lokalizace primárního tumoru a postižení lymfatických uzlin.

Není-li možná operace u časného nebo lokálně či regionálně pokročilého nádoru (pro interní komorbiditu či inoperabilitu), je možné indikovat radioterapii se záměrem kurativním, obvykle v kombinaci se systémovou léčbou.

Při metastatickém onemocnění či u pacientů v celkově špatném biologickém stavu je možné indikovat radioterapii se záměrem paliativním na oblast primárního tumoru, postižených spádových lymfatických uzlin či metastáz.

Na limitované množství vzdálených metastáz (obvykle do tří) je možné zvážit stereotaktickou radioterapii či radiochirurgii (např. metastázy v mozku).

Pro duktální karcinom in situ (DCIS) je zvažována pooperační radioterapie (indikace níže). Pro lobulární karcinom in situ (LCIS) pooperační RT standardně není indikována.

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

#### 10.11.4 Indikace radioterapie

##### 10.11.4.1 Samostatná radioterapie s kurativním záměrem

**Indikace** – inoperabilní stadia u lokálně pokročilého onemocnění (IIIA-C), inflamatorní karcinom při nedostatečné odpovědi na neoadjuvantní systémovou léčbu nebo při jiných kontraindikacích operace, event. jiná stadia při kontraindikaci operace či odmítnutí operace ze strany pacientky.

##### 10.11.4.2 Adjuvantní radioterapie prsu nebo hrudní stěny

**Indikace** – po konzervativním prs zachovávajícím výkonu s +/- axilárním výkonem či mastektomií (radikální, simplexní) s +/- axilárním výkonem.

- duktální karcinom in situ (DCIS) po parciální mastektomii,
- invazivní karcinomy po parciální mastektomii (+/- biopsii sentinelové uzliny nebo disekci axily),
- invazivní karcinomy po totální mastektomii pro primárně T3-T4 N+ a/nebo pT3-pT4 pN+ nebo inadekvátní resekcční okraje, případně další rizikové faktory – lymfangioinvasze, inadekvátní počet odebraných lymfatických uzlin, po neoadjuvantní systémové léčbě apod.

##### 10.11.4.3 Resekční okraj

Zatím neexistuje jednoznačný názor na velikost bezpečného resekcčního okraje. Za negativní okraje je považována vzdálenost více než 10 mm, lem 1 – 10 mm je pokládán za dostatečný, lem zdravé tkáně menší než 1 mm není adekvátní.

##### 10.11.4.4 Zhodnocení patologického N stagingu (pN-stagingu)

Adekvátní počet uzlin z disekce axily: 10 uzlin a více

Preferovanou alternativou je zhodnocení sentinelové uzliny.

Pro potřeby indikace radioterapie je nutné znát pN-staging před zahájením systémové léčby. Pokud je pN-staging hodnocen po neoadjuvantní systémové léčbě, předpokládáme možné uzlinové postižení.

#### 10.11.5 Ozařovací podmínky

##### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii).

##### Zdroj záření

Standardním zdrojem je lineární urychlovač. Pro ozařování fotonovými svazky lze akceptovat pro přiměřenou hloubku i kobaltový ozařovač.

##### Cílové objemy

Cílové objemy se zakreslují dle aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/RO/KarcinomPrsu/>).

##### Nádorový objem (GTV)

Oblast primárního tumoru, event. metastatické lymfadenopatie nebo oblast jiného metastatického postižení; nelze definovat po radikálním odstranění nádorového onemocnění.

##### Klinický cílový objem (CTV 1)

Oblast předpokládaného subklinického šíření choroby (s nebo bez spádových lymfatických uzlin): lůžko tumoru + oblast subklinického šíření, tj. oblast celé mammy či hrudní stěny v rozsahu původního uložení prsu s ohledem na lokalizaci tumoru a jizvy po mastektomii + svodná lymfatická oblast (je-li indikována k radioterapii); v případě inflamatorního karcinomu

či při prorůstání karcinomu do kůže je součástí CTV i kůže mammy (vhodné použití bolusového materiálu).

#### Klinický cílový objem (CTV 2)

Je určen objemem tumoru (GTV) nebo oblastí původního lůžka tumoru s bezpečnostním lemem 1 – 2 cm. K lokalizaci lůžka tumoru se využívají peroperačně aplikované rtg kontrastní svorky. Další možností lokalizace lůžka tumoru je plánovací CT vyšetření v kombinaci s iniciální mamografií, případně vyšetření pomocí UZ (lokalizace pooperační dutiny).

#### Plánovací cílový objem (PTV)

Je definován CTV 1 s lemem obvykle 1 cm. Velikost lemu je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

#### Poloha pacienta

supinační, pronační ve speciálních případech (ozařování velkých prsů), použití fixačních pomůcek

#### Ozařovací techniky

konformní radioterapie, v individuálních případech IMRT

### 10.11.6 Frakcionace a dávka záření

#### 10.11.6.1 Oblast mammy

Oblast celé mammy po parciální mastektomii: 45 – 50 Gy při 1,8 – 2 Gy na frakci, případně 40 – 42,5 Gy v 15 – 16 frakcích.

Samostatné ozáření lůžka tumoru s lemem 1,5 – 2 cm akcelerovanou radioterapií (APBI, Accelerated Partial Breast Irradiation):

je možné zvážit jako alternativu pooperační radioterapie celého prsu při dodržení kritérií Americké společnosti radiační onkologie (ASTRO) nebo Evropské společnosti pro radioterapii a onkologii (ESTRO).

Pooperační APBI je možné zajistit intersticiální/intrakavitární brachyterapií (frakcionace HDR brachyterapie např. 10 x 3,4 Gy bid, 8 x 4 Gy bid, ad.), intraoperační (1 x 10 – 20 Gy) či zevní radioterapií (3D-CRT, např. 38,5 Gy v 10 frakcích).

Oblast hrudní stěny po totální mastektomii: 50 Gy v 25 frakcích

Navýšení dávky na oblast lůžka tumoru po parciální mastektomii (boost): indikace zejména u mladších pacientek (do 50 let), postižení lymfatických uzlin, vyšší histopatologický grade, angio-/lymfangioinvasie, inadekvátní resekcí okraje, dávka 10 – 16 Gy v 5 – 8 frakcích. Alternativou boostu technikou zevní RT je boost brachyterapií (viz níže).

Boost je možné při významném riziku recidivy zvážit i po totální mastektomii (např. z důvodu pozitivního resekcí okraje).

#### 10.11.6.2 Adjuvantní radioterapie spádových lymfatických uzlin – axilárních a supraklavikulárních, ev. vnitřních mammárních uzlin

Ozáření oblasti axilárních uzlin v praxi znamená ozáření I. – III. etáže axily a supraklavikulárních stejnostranných uzlin. Adjuvantní RT těchto lymfatických uzlin je nutno zvážit v případě: postižení axilárních lymfatických uzlin (z disekce či sentinelové biopsie), inadekvátní disekce axily, ponechání rezidua v oblasti axily, neznalost postižení axily před neoadjuvantní systémovou léčbou.

Ozáření vnitřních mammárních uzlin je indikováno v případě evidentního postižení, pozitivní sentinelové biopsie v této oblasti a zvažuje se při lokalizaci primárního tumoru v mediálních kvadrantech a centrální části prsu či při pN2-3 postižení axilárních uzlin.

#### 10.11.6.3 Specifické přístupy

##### Cystosarcoma phyloides

Metodou volby je chirurgický zákrok. U borderline/maligní varianty adjuvantní radioterapie snižuje riziko lokální recidivy, její vliv na délku přežití však jistý není.

### Karcinom prsu u mužů

Histopatologie a šíření nádoru (lymfatickými cestami nebo hematogenně) je podobné jako u žen. Indikace RT odpovídají indikacím u žen.

#### 10.11.6.4 Paliativní radioterapie

##### Indikace

Paliativní ozáření je indikováno v případech: pokročilý karcinom prsu, metastatické postižení skeletu, plic, mozku, jater, kůže, lymfatických uzlin event. jiných lokalizací.

Dávky záření: dle lokalizace metastatického postižení, využití hypofrakcionačních či akcelerovaných schémat radioterapie, individuální přístup (dále viz standard pro paliativní radioterapii).

#### 10.11.7 Kritické orgány

Plíce:  $V_{20} \leq 35\%$  v součtovém histogramu obou plic,  
 $D_{mean} \leq 20$  Gy

Srdce: celé srdce  $V_{25} < 10\%$ ,  
perikarditis  $D_{mean} < 26$  Gy,  
 $V_{30} < 46\%$

Mícha:  $D_{max} \leq 50$  Gy

Plexus brachialis:  $D_{max} < 66$  Gy

Druhostranná prsní žláza:  $D_{mean} < 5$  Gy

#### 10.11.8 Brachyradioterapie

Údaje pro vykazování brachyradioterapie splňují požadavky předpisu ICRU 58.

##### Navýšení dávky brachyterapii na oblast lůžka tumoru (boost)

Indikace: Navýšení dávky na oblast lůžka tumoru intersticiální brachyterapií lze provést v kombinaci se zevní RT na oblast celého prsu po parciální mastektomii. Díky své konformitě a omezenému množství ozářené tkáně je vhodnou alternativou zevnímu boostu u většiny pacientek, zejména u centrálně lokalizovaných lézí pod bradavkou, či u pacientek s objemnějšími prsy a lůžkem tumoru v hloubce více než 3 – 4 cm pod kůží. Tato technika je vhodná zvláště u mikroskopicky pozitivního onemocnění v okraji resektátu nebo neznámými okraji nebo u extenzivní intraduktální komponenty (EIC). Aplikace není vhodná u tumoru v blízkosti žebířků a kůže. Vzdálenost od těchto kritických orgánů má být minimálně 1 – 2 cm.

Dávka a frakcionace: 4 x 3 Gy, 1 x 10 Gy, atd.

##### Samostatná pooperační brachyterapie jako akcelerované parciální ozáření prsu (accelerated partial breast irradiation; APBI)

Indikace: viz APBI v předchozím textu

Dávka a frakcionace: 10 x 3,4 Gy bid, 8x 4Gy bid, ad.

#### 10.11.9 Sledování pacientů

Po ukončené léčbě jsou pacientky pravidelně sledovány obvykle na onkologických pracovištích. Akutní a chronické vedlejší účinky jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle RTOG/EORTC stupnice.

## 10.12 RADIOTERAPIE ZHOUBNÝCH NÁDORŮ VULVY

Nejčastějšími zhoubnými nádory vulvy jsou spinocelulární karcinomy. Etiologicky jde o spinocelulární karcinomy asociované s HPV infekcí (tvoří asi 30 – 40 % všech karcinomů vulvy) nebo o karcinomy HPV negativní, které jsou častější. Vznikají u starších žen obvykle v terénu lichen sclerosus et atrophicus nebo hyperplazií na základě mutací ve sliznici a kůži vulvy. K epitelovým karcinomům vulvy dále patří basocelulární karcinom, adenokarcinom, adenoakantom, adenoskvamózní karcinom, adenokarcinom endometroidní, adenokarcinom papilární, adenokarcinom mezonefroidní, karcinom Pagetova typu a cylindrom (apokrinní). K neepitelovým nádorům vulvy se řadí maligní melanom a mesenchymové nádory (leiomyosarkom, embryonální rhabdomyosarkom u dětí).

### 10.12.1 Klinická stadia onemocnění

Klinická stadia karcinomu vulvy jsou určována pravidly Mezinárodní federace pro gynekologii a porodnictví (FIGO). TNM kategorie odpovídají stádiím podle klasifikace FIGO (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011). Diagnóza musí být histologicky ověřena.

### 10.12.2 Diagnostika

#### Obligaturní stagingová vyšetření

Anamnéza, komplexní gynekologické bimanuální vyšetření včetně vyšetření per rektum, vulvoskopie, biopsie k histologické verifikaci, určení stupně diferenciaci, rtg plic, UZ epigastria (ledviny, játra), základní hematologické a biochemické vyšetření, podle velikosti a šíření nádoru event. cystoskopie a rektoskopie. K posouzení stavu regionálních uzlin – UZ ingvin, CT vyšetření pánve, retroperitonea a třísel.

#### Fakultativní stagingová vyšetření

MR pánve, PET – posouzení patologických uzlin.

### 10.12.3 Léčebná strategie

Léčebná strategie karcinomů vulvy vyžaduje značnou individualizaci, která vychází z předléčebných prognostických faktorů, věku a biologického stavu pacientky, dále pak z peroperačního vyhodnocení spádových uzlin a pooperačního vyhodnocení kompletního histopatologického nálezu na uzlinách a primárním nádoru.

Za standardní léčbu I. – II. klinického stadia se považuje radikální chirurgický výkon vulvektomie (centrální léze) nebo radikální hemivulvectomie, event. radikální excize u lateralizovaných karcinomů s ingvino-femorální lymfadenektomií oboustrannou (centrální léze) nebo jednostrannou (lateralizované léze). Lymfadenektomie se provádí ze separovaných incizí. Okraj zdravé tkáně je nejméně 8 mm a radikální znamená řez až k fascii. U stadia Ia je v případě nepřítomnosti lymfangoinvaze indikována široká excize (okraj nejméně 8 mm) nebo simplexní vulvektomie, je-li zároveň přítomna prekanceróza.

Chirurgická léčba u stadia III. a IV. je individualizována, v úvahu je nutné brát také stav a přání pacientky.

### 10.12.4 Radioterapie

V indikovaných případech lze radioterapii zařadit do léčebné strategie jako adjuvantní, paliativní i jako kurativní a neoadjuvantní. V léčbě lokálně pokročilého spinocelulárního karcinomu vulvy (T3-4) lze zvážit indikaci konkomitantní chemoradioterapie, zvl. u pacientek mladšího věku. Mezi nejčastěji používaná cytostatika patří 5-fluorouracil, cisplatina a mitomycin C.

#### 10.12.4.1 Indikace kurativní radioterapie

U nemocných, které nejsou schopné tolerovat chirurgický výkon; u lokálně pokročilých nádorů, které nejsou operabilní pro rozsah či lokalizaci; nebo by náhle vyžadoval mutilující exenterační výkon.



#### 10.12.4.2 Indikace neoadjuvantní radioterapie

Lze zvážit u lokálně pokročilých T3-4 nádorů nebo fixovaných tříselných uzlinách.

#### 10.12.4.3 Indikace adjuvantní radioterapie

Adjuvantní radioterapie je indikována při nedostatečném resekčním okraji, pozitivním okraji a pozitivních uzlinách a je ke zvážení v přítomnosti rizikových faktorů (zejména lymfangioinvaze a hluboká invaze > 5 mm).

#### 10.12.4.4 Potenciální indikace konkomitantní chemoradioterapie

Konkomitantní chemoradioterapie může být vysoce individuálně zvážena v následujících situacích:

- neoadjuvantně: u mladších nemocných s nádorem III. klinického stadia (pozitivní lymfatické uzliny nebo šíření nádoru mimo vulvu),
- adjuvantně: u nemocných s lokálně pokročilým onemocněním s pozitivními lymfatickými uzlinami,
- kurativně (pokus): u nemocných s fixovanými či ulcerovanými lymfatickými uzlinami.

Zařazení chemoterapie konkomitantně k radioterapii je velmi selektivní záležitostí vzhledem k vyššímu věku a častým závažným přidruženým chorobám.

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

#### 10.12.4.5 Paliativní radioterapie

Je indikována u nemocných ve špatném celkovém stavu, při diseminaci onemocnění nebo u příliš lokálně pokročilého tumoru. Cílový objem a dávka jsou určeny individuálně podle rozsahu postižení a celkového stavu nemocných. V případě reiradiace lokálních recidiv je možné zvážit indikaci intersticiální brachyradioterapie.

### 10.12.5 Ozařovací podmínky

Ozařovací podmínky odpovídají standardu pro radikální zevní radioterapii a brachyradioterapii.

#### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii).

#### Zdroj záření

Zdrojem pro radioterapii je lineární urychlovač a v případě brachyterapie automatický afterloading s HDR zdrojem záření.

#### Cílové objemy

##### Radikální radioterapie

GTV<sub>T</sub> – je určen rozsahem primárního nádoru vulvy.

GTV<sub>N</sub> – tvoří oblasti postižených regionálních lymfatických uzlin.

CTV<sub>T</sub> – zahrnuje vulvu, pokud je indikováno jen ozáření vulvy.

CTV<sub>N</sub> – zahrnuje inguinofemorální uzliny, případně i dolní pánevní uzliny.

PTV 1 – je určen objemem CTV<sub>T</sub> a CTV<sub>N</sub> s bezpečnostním lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

##### Cílené ozáření (boost)

PTV 2 – zahrnuje GTV (GTV<sub>T</sub> nebo GTV<sub>N</sub>) s bezpečnostním lemem 2 cm.

Boost na vulvu lze ve vybraných případech doplnit pomocí intersticiální brachyradioterapie.

##### Adjuvantní radioterapie u karcinomu vulvy

GTV – nestanovuje se.

Pro CTV a PTV platí stejná pravidla jako pro radikální radioterapii.

Cílené ozáření (boost) v případě pozitivních okrajů:

PTV 2 – zahrnuje oblast původního GTV (GTV<sub>T</sub> nebo GTV<sub>N</sub>) s bezpečnostním lemem 2 cm.

#### Poloha pacienta

Supinační (na zádech) s koleny od sebe a patami při sobě („frog leg“, „poloha žaby“), supinační poloha s nohama u sebe je vhodnější z pohledu reprodukovatelnosti nastavení.



### Ozařovací techniky

Techniky konformní radioterapie, IMRT, IGRT

#### **10.12.6 Frakcionace a dávka záření**

Standardní frakcionace 5 x 1,8 – 2,0 Gy/týden

Kurativní a adjuvantní radioterapie

PTV 1 45 – 50 Gy

PTV 2 15 – 20 Gy (u adjuvantní 10 – 15 Gy)

Neoadjuvantní radioterapie

PTV 45 – 50 Gy

#### **10.12.7 Kritické orgány a toleranční dávky**

Tenké střevo: V45 < 195 cm<sup>3</sup> (celá peritoneální dutina),  
V15 < 120 cm<sup>3</sup> (individuální kličky)

Rektum: V75 < 15%, V70 < 20%, V65 < 25%, V60 < 35%, V50 < 50%

Močový měchýř: Dmax < 65 Gy, V80 < 15%, V75 < 25%, V70 < 35%, V65 < 50%

#### **10.12.8 Sledování po léčbě zářením**

Sledování probíhá ve spolupráci s gynekologickým pracovištěm. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.

## 10.13 RADIOTERAPIE ZHOUBNÝCH NÁDORŮ POCHVY

Nejčastějším nádorem (90 %) je spinocelulární karcinom a jeho varianty vycházející z dlaždicového epitelu pochvy. Další typy zhoubných nádorů (melanom, adenokarcinom, sarkom aj.) jsou vzácné. V řadě pokročilejších případů nebo multifokálních nádorů je obtížné jednoznačně rozhodnout, zda je primární ložisko v pochvě, nebo vychází z děložního hrdla nebo vulvy. Ke splnění kritérií primárního karcinomu pochvy je třeba vyloučit invazivní proces na vulvě a na děložním hrdle.

### 10.13.1 Klinická stadia onemocnění

Klinická stadia karcinomu pochvy jsou určována pravidly Mezinárodní federace pro gynekologii a porodnictví (FIGO). Dále je klinické stadium onemocnění stanovováno podle TNM klasifikace, kdy T a M kategorie odpovídají stadiím dle FIGO hodnocení (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011). Diagnóza musí být histologicky ověřena.

Pozn.: Nádor, který se šíří na hrdlo a dosahuje k zevní děložní brance, je klasifikován jako karcinom děložního hrdla. Nádor postihující vulvu je klasifikován jako karcinom vulvy.

### 10.13.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza, komplexní gynekologické bimanuální vyšetření včetně vyšetření per rektum, histologická verifikace, sonografie tříselných uzlin, cystoskopie, rektoskopie (podle lokalizace), sonografie ledvin, vaginální sonografie, CT pánve a retroperitonea, rtg plic, základní hematologické a biochemické vyšetření.

#### Fakultativní stagingová vyšetření

MR vyšetření pánve, nádorový SCC marker u spinocelulárního karcinomu, případně další vyšetření plynoucí z nálezů obligatorních vyšetření či obtíží pacientky.

### 10.13.3 Léčebná strategie

Primární karcinom pochvy je vzácné onemocnění, daleko častější je sekundární šíření nádorů z jiných orgánů pánve (děloha, rektum) do oblasti pochvy. Optimální léčebný postup má být určen na základě interdisciplinárního konzilia (gynekolog, radiační onkolog, klinický onkolog).

U nádorů TIS se provádí široká lokální excize. Ve stadiu I lze ve vybraných případech indikovat chirurgickou léčbu, event. v kombinaci s pooperační radioterapií. Alternativou je radioterapie. Ve stadiu II – IV A je standardní léčbou radioterapie ± konkomitantní chemoterapie. Ve stadiu IVB je indikována individuální paliativní léčba.

### 10.13.4 Léčebné metody

#### 10.13.4.1 Chirurgická léčba

Je vhodná pro lokalizované intraepiteliální léze, u mladých žen, kde je žádoucí zachovat ovariální funkci, a u verukozního karcinomu. Je zvažována u části pacientek stadia I a u časných stadií II v příznivé lokalizaci. U prekanceróz s invazí do 1 mm lze použít širokou excizi, částečnou kolpektomii nebo prostou kolpektomii. Pro ostatní nálezy I. a II. stadia je adekvátní chirurgickou léčbou radikální kolpektomie s disekcí parakolpiálních tkání.

#### 10.13.4.2 Systémová léčba

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti, ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění.

#### 10.13.4.3 Radioterapie

##### Samostatná definitivní radioterapie

Radioterapie je nejužívanější léčebná modalita pro většinu zhoubných nádorů vagíny (kombinace brachyradioterapie se zevním ozářením při invazi více než 5 mm do hloubky). U velmi pokročilých nádorů (T3, T4) je samostatná zevní radioterapie metodou volby.

U stadia I se zvažuje aplikace samostatné brachyradioterapie (BRT). U nádorů lokalizovaných v horní třetině vagíny nebo u nádorů špatně diferencovaných je indikovaná kombinovaná radioterapie, zevní radioterapie a brachyradioterapie, vhodné je ozáření pánevních a event. inguinálních uzlin. U nádorů v dolní třetině vagíny lze provést intersticiální aplikaci brachyradioterapie.

#### Adjuvantní radioterapie

Adjuvantní radioterapie se zvažuje individuálně na základě přítomnosti rizikových faktorů a kvality chirurgického výkonu. Individuálně se zvažuje také paliativní radioterapie (zevní či brachyradioterapie).

### **10.13.5 Ozařovací podmínky**

Ozařovací podmínky odpovídají standardu pro radikální zevní radioterapii a brachyradioterapii.

#### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii).

#### Zdroj záření

Zdrojem pro zevní radioterapii je lineární urychlovač a v případě brachyradioterapie automatický afterloading s HDR zdrojem záření.

#### Cílové objemy

##### Zevní radioterapie

GTV – je určen rozsahem nádoru pochvy +/- postiženými uzlinami.

CTVT – zahrnuje GTV + lem pro možné mikroskopické šíření do okolí, pro primární nádor lem zahrnuje celou pochvu.

CTVN – stadia II – IV – zahrnuje uzliny vysoce suspektní z postižení.

PTV1 – je tvořen objemy CTVT a CTVN s bezpečnostním lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

PTV2 – zahrnuje objemy CTVT s bezpečnostním lemem zpravidla 1 cm všemi směry.

#### Poloha pacienta

supinační

#### Ozařovací techniky

konformní radioterapie, IMRT, IGRT

### **10.13.6 Frakcionace a dávka záření**

Plánovací cílový objem PTV 1 se ozařuje dávkou 40 – 45 Gy/5 × 1,8 – 2,0 Gy/týden, celkem 4 – 5 týdnů.

Redukovaný objem PTV 2 (podle rozsahu zbytku nádoru) se doplňuje do celkové dávky > 60 Gy EQD2 (70 – 85Gy EQD2);

na oblast inguinálních uzlin se dávka zvýší o 15 – 20 Gy fotonovým či elektronovým svazkem (energie elektronového svazku je určena na základě CT plánovacího vyšetření).

Reziduální tumor v lumen pochvy lze cíleně ozářit (boost) brachyradioterapií.

### **10.13.7 Kritické orgány a toleranční dávky**

Tenké střevo: V45 < 195 cm<sup>3</sup> (celá peritoneální dutina),  
V15 < 120 cm<sup>3</sup> (individuální kličky)

Rektum: V75 < 15%, V70 < 20%, V65 < 25%, V60 < 35%, V50 < 50%

Močový měchýř: Dmax < 65 Gy,

V80 < 15%, V75 < 25%, V70 < 35%, V65 < 50%

### **10.13.8 Brachyterapie**

Technika brachyterapie může být buďto intrakavitární (vaginální válec), nebo intersticiální, v závislosti na rozsahu, tloušťce, lokalizaci a morfologii nádoru. Léze s tloušťkou ≤ 0,5 cm mohou být ozařovány intrakavitární brachyterapií, ostatní případy intersticiální brachyterapií. Ve vybraných

případech s tumory o tloušťce < 0,5 cm může být brachyterapie provedena samostatně, v ostatních případech se kombinuje se zevním ozářením.

#### **10.13.9 Paliativní radioterapie**

Je indikována u nemocných ve špatném celkovém stavu, při diseminaci onemocnění nebo u příliš lokálně pokročilého tumoru (T4). Cílový objem a dávka jsou určeny individuálně podle rozsahu postižení a celkového stavu nemocných.

#### **10.13.10 Sledování po léčbě**

Sledování probíhá ve spolupráci s gynekologickým pracovištěm. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.

## 10.14 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ DĚLOŽNÍHO HRDLA

V převážné většině případů se jedná o spinocelulární karcinomy, vycházející z dlaždicobuněčného epitelu (85 – 90 %). Druhou nejčastější skupinou jsou adenokarcinomy (10 – 15 %). Jsou dvě základní formy karcinomu podle lokalizace: exocervikální a endocervikální. Zcela vzácně se vyskytují sarkomy (méně než 1 %) a melanomy.

### 10.14.1 Klinická stadia onemocnění

Klinická stadia karcinomu děložního hrdla jsou dlouhodobě určována pravidly Mezinárodní federace pro gynekologii a porodnictví (FIGO). Proto TNM kategorie byly definované tak, že odpovídají stadiím podle klasifikace FIGO (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha). Diagnóza musí být histologicky ověřena.

### 10.14.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Komplexní gynekologické vyšetření dvěma lékaři vč. provedení prebiptických metod (kolposkopie, onkologická cytologie – OC), odběr materiálu k histologické verifikaci – cílená biopsie nebo kyretáž hrdla, CT vyšetření pánve a retroperitonea, MR pánve od stadia IB2 a výše (nezbytné tam, kde následuje na MR založené plánování brachyterapie), rektoskopie a cystoskopie při podezření na infiltraci rekta či měchýře, RTG nebo CT plic, základní hematologické a biochemická vyšetření.

#### Fakultativní stagingová vyšetření

UZ vyšetření vaginální sondou s volumetrií děložního hrdla od stadia IB, PET – posouzení patologických uzlin, nádorové markery (především SCCA), scintigrafie ledvin – DTPA, event. intravenózní urografie (IVU), laparoskopický staging uzlin, peroperační vyšetření sentinelové uzliny.

### 10.14.3 Léčebná strategie

#### Stadium 0, IA, IB1, IIA1

Chirurgická léčba dle standardů České gynekologické a porodnické společnosti ČLS JEP, alternativou je radikální (chemo)radioterapie.

#### Stadium IB2, IIA2, IIB, IIIA, IIIB

Konkomitantní chemoradioterapie (zevní radioterapie + chemoterapie + brachyterapie).

#### Stadium IVA

Zevní radioterapie, event. konkomitantní chemoradioterapie (dle celkového stavu pacientky), brachyterapie je zvažována individuálně.

#### Stadium IVB (vzdálené metastázy)

Paliativní chemoterapie, individualizovaná paliativní radioterapie, event. chemoradioterapie.

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

#### 10.14.3.1 Radikální radioterapie

Primární radioterapie je metodou volby pro stadia IB2, IIA1, kdy tumor postihuje střední třetinu vaginy, IIA2, IIB, IIIA, IIIB. Vždy je kombinována zevní radioterapie s brachyterapií.

Samostatná zevní radioterapie se provádí pouze u pokročilých stadií onemocnění (T4a) či v případě odmítnutí brachyterapie pacientkou.

Samostatnou brachyterapii lze aplikovat pouze u velmi selektovaných pacientek se stadiem IA, při odmítnutí operace či při kontraindikaci operačního výkonu.

#### 10.14.3.2 Adjuvantní radioterapie

Adjuvantní chemoradioterapie je indikována v případě pozitivních uzlin, pozitivního okraje a infiltrace parametrií. Adjuvantní radioterapie je zvažována v případě výskytu rizikových faktorů či jejich kombinace (velikost tumoru, hloubka invaze, přítomnost lymfangoinvaze).

#### 10.14.3.3 Paliativní radioterapie

U nádorů lokálně velmi pokročilých, metastázovaných nebo u nemocných v celkovém špatném stavu (WHO PS>2) lze indikovat paliativní radioterapii. Způsob jejího provedení a dávka závisí na projevech onemocnění. Nejčastěji jde o ovlivnění krvácení, kterého lze dosáhnout aplikací jednorázové dávky 8 – 10 Gy zevním ozářením na oblast celé dělohy a nádoru. Stejnou dávku lze za 1 až 3 týdny případně opakovat. V případě vaginálních krvácejících metastáz lze zvážit paliativní vaginální aplikaci brachyterapie. U nemocných s očekávaným přežitím několika měsíců se provádí řádné plánování léčby s individuálně volenou dávkou i frakcionací.

### 10.14.4 Ozařovací podmínky

Ozařovací podmínky odpovídají standardu pro radikální zevní radioterapii a brachyradioterapii.

#### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii).

#### Zdroj záření

Zdrojem pro radioterapii je lineární urychlovač a v případě brachyterapie HDR zdroj záření.

#### Cílové objemy

Cílové objemy zakresluje pomocí aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/GynekologickeNadory/>).

Obecně CTV zahrnuje objem primárního nádoru, vazy děložní, dostatečný objem vaginy v závislosti na velikosti primárního tumoru, postižené lymfatické uzliny a uzliny v riziku metastatického postižení.

PTV zahrnuje CTV s bezpečnostním lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

#### Poloha pacienta

supinační nebo pronační

#### Ozařovací techniky

konformní radioterapie, IMRT, IGRT

### 10.14.5 Brachyterapie

Používá se technika uterovaginální aplikace (UVAG), případně ring aplikátor. Při suboptimální dávkové distribuci lze kombinovat intrakavitární techniku s intersticiální aplikací.

Dávka se při konvenčním plánování určuje v bodech A a B. Bod A je definován dle Americké brachyterapeutické společnosti (ABS) 2012 2 cm kraniálně od vrcholů vaginálních kleneb a 2 cm laterálně, bod B pak 2 cm kraniálně od vrcholů vaginálních kleneb a 5 cm laterálně. Individuální výpočet dávky se při konvenčním plánování provádí pro každou jednotlivou aplikaci a počítá se maximální dávkou v kritických orgánech – rektu a močovém měchýři. Minimální požadavek je výpočet dávky v ICRU bodech pro močový měchýř a rektum podle ICRU Report 38. Hrdlo močového měchýře a průběh rekta jsou kontrastně označeny. Maximální dávka na rektum a močový měchýř by neměla přesáhnout 70 – 80 % dávky v bodě A. Dále je třeba udávat absorbovanou dávku v referenčních bodech, celkovou kermu ve vzduchu (TRAK), rozměry objemu referenční izodózy, rozložení dávky v čase.

Vzhledem k excelentním výsledkům při použití 3D MR-based brachyterapie je vhodné provádět plánování s využitím moderních zobrazovacích metod a reportování dávky nejen do ICRU bodů (A, rektum, močový měchýř), ale i do D100 a D90 (pro HR CTV, IR CTV, GTV) a D0,1cm<sup>3</sup>, D1cm<sup>3</sup> a D2cm<sup>3</sup> (pro rektum, sigma, močový měchýř). Při konturování i plánování je nezbytné dodržovat aktuální GEC-ESTRO a ABS doporučení.

### 10.14.6 Frakcionace a dávka záření

Při radikální zevní radioterapii se standardně používá 1,8 – 2,0 Gy/frakce, 5 frakcí týdně. Typická dávka na tumor a regionální lymfatické uzliny je 40 – 50 Gy. Celkové dávky ze zevního ozáření a brachyterapie činí kolem 80 Gy EQD2 na malé primární tumory a  $\geq 85$  Gy EQD2 na velké primární tumory.

Je možné zvážit navýšení dávky na parametria (6 – 10 Gy) a na postižené uzliny (10 – 15 Gy) za dodržení dávkových limitů na zdravé tkáni.

Při samostatné radikální radioterapii se aplikuje dávka  $> 60$  Gy za dodržení dávkových limitů na zdravé tkáni.

Při pooperační radioterapii se obvykle užívají dávky 45 – 50 Gy při standardní frakcionaci. Je možné zvážit navýšení dávky na postižené uzliny (10 – 15 Gy) při dodržení dávkových limitů na zdravé tkáni.

### 10.14.7 Kritické orgány a toleranční dávky

Tenké střevo:  $V_{45} < 195 \text{ cm}^3$  (celá peritoneální dutina),  
 $V_{15} < 120 \text{ cm}^3$  (individuální kličky)

Rektum:  $V_{75} < 15\%$ ,  $V_{70} < 20\%$ ,  $V_{65} < 25\%$ ,  $V_{60} < 35\%$ ,  $V_{50} < 50\%$

Močový měchýř:  $D_{\max} < 65 \text{ Gy}$ ,  
 $V_{80} < 15\%$ ,  $V_{75} < 25\%$ ,  $V_{70} < 35\%$ ,  $V_{65} < 50\%$

Mícha:  $D_{\max} \leq 50 \text{ Gy}$  (riziko myelopatie 0,2%)

Ledviny:  $V_{20} < 70\%$  pro jednu fyziologicky fungující ledvinu,

$V_{20} < 30\%$  pro kontralaterální ledvinu,

$V_{20} < 50\%$  pro součet funkčních objemů obou ledvin.

### 10.14.8 Kontraindikace radioterapie

#### Absolutní

Nespolupráce pacientky, akutní zánětlivý proces v pánvi či v dutině břišní, předchozí ozáření vysokou dávkou v oblasti pánve.

#### Relativní

Chronické zánětlivé změny dolního GIT (M. Crohn, těžká divertikulóza).

### 10.14.9 Chemoterapie

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

### 10.14.10 Sledování po léčbě

Sledování probíhá ve spolupráci s gynekologickým pracovištěm. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.



## 10.15 RADIOTERAPIE ZHOUBNÝCH NÁDORŮ TĚLA DĚLOHY

Karcinom endometria tvoří 96 – 98 % všech zhoubných nádorů těla děložního. Nejčastěji se vyskytuje endometroidní adenokarcinom, který tvoří až 80 %. Dále se vyskytuje karcinom s dlaždicovou složkou. Agresivními variantami jsou serózní papilární karcinom a clear-cell karcinom, které se vyskytují asi v 10 % případů. Mesenchymové nádory tvoří 2 – 4 %. Může se jednat o endometriální stromální sarkom, nediferencovaný sarkom, leiomyosarkom nebo smíšený mezodermální nádor (adenosarkom, karcinosarkom).

### 10.15.1 Klinická stadia onemocnění

Klinická stadia karcinomu děložního těla jsou dlouhodobě určována pravidly Mezinárodní federace pro gynekologii a porodnictví (FIGO, 2009).

Dále je klinické stadium onemocnění stanovováno podle TNM klasifikace (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha, 2011).

Diagnóza musí být histologicky ověřena.

### 10.15.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza, komplexní gynekologické bimanuální vyšetření včetně vyšetření per rektum, UZ vaginální sondou, frakcionovaná kyretáž nebo hysteroskopie k histologické verifikaci, určení stupně diferenciaci, cystoskopie, rektoskopie u lokálně pokročilých nádorů, rtg plic, UZ epigastria (ledviny, játra), základní hematologické a biochemické vyšetření.

#### Fakultativní stagingová vyšetření

CT vyšetření pánve a retroperitonea, MR pánve, PET – posouzení patologických uzlin, nádorové markery při podezření na extrauterinní šíření nádoru (Ca-125).

### 10.15.3 Léčebná strategie

Základní léčebnou modalitou nádorů těla dělohy je léčba chirurgická. Rozsah operační léčby (hysterektomie, adnexektomie, lymfadenektomie, omentektomie, odstranění extrauterinního postižení) je volen dle typu onemocnění a rizika podle zásad České gynekologické společnosti. Pooperační staging onemocnění je zásadní pro volbu správné adjuvantní terapie.

V případě kontraindikace primární operační léčby je zvažována primární léčba onkologická. V případě metastatického onemocnění (M1) lze ve vybraných případech zvažovat multimodální přístup s kurativním záměrem, který zahrnuje i chirurgickou resekcí metastázy. Pokud kurativní přístup nelze uplatnit, pak základ léčby spočívá v paliativní systémové léčbě (chemoterapie) s cílem prodloužení života za podmínky přijatelné kvality života. I při vzdáleně metastatickém onemocnění se uplatňuje léčba lokální (operace nebo radioterapie) jako prevence komplikací z růstu primárního nádoru.

#### 10.15.3.1 Adjuvantní léčba karcinomu endometria I. a II. stadia – kompletní operace

STADIUM	G1	G2	G3
IA bez rizikových faktorů	dispenzarizace	dispenzarizace nebo VBL	dispenzarizace nebo VBT
IA s rizikovými faktory	dispenzarizace nebo VBT	dispenzarizace nebo VBT nebo pánevní RT	dispenzarizace nebo VBT nebo pánevní RT
IB bez rizikových faktorů	dispenzarizace nebo VBT	dispenzarizace nebo VBT	VBT nebo pánevní RT nebo dispenzarizace
Ib s rizikovými faktory	dispenzarizace nebo VBT nebo pánevní RT	dispenzarizace nebo VBT nebo pánevní RT	pánevní RT nebo VBT ± chemoterapie
II	VBT nebo pánevní RT	pánevní RT + VBT	pánevní RT + VBT ± chemoterapie

VBT = vaginální brachyterapie; RT = radioterapie

#### Rizikové faktory

velikost tumoru;  
invaze do lymfatických cest;  
postižení dolního děložního segmentu;  
věk nad 60 let;  
superficiální postižení cervikálních žlázek.

#### 10.15.3.2 Adjuvantní léčba karcinomu endometria I. a II. stadia – nekompletní operace

Stadium IA, G1-2 – dispenzarizace

U stadia IA, G1-2 s myometriální invazí 50% nebo G3, stadia IB a II je možné provést chirurgický restaging a adjuvantní léčba se pak řídí pravidly pro kompletní operaci. Je také možné použít zobrazovacích technik, v případě suspektního nebo pozitivního nálezu následuje chirurgický restaging nebo bioptické ověření suspektních uzlin. V případě negativního nálezu platí pravidla adjuvantní léčby po kompletní operaci.

#### 10.15.3.3 Adjuvantní léčba karcinomu endometria III. stadia (IIIA, IIIB, IIIC1,2)

Vždy zvážit podání adjuvantní chemoterapie (indikována jen u pacientek v dobrém celkovém stavu) v kombinaci s adjuvantní radioterapií pánve ± vaginální brachyterapií. Radioterapii zahajujeme obvykle sekvenčně po ukončení chemoterapie. V případě postižení paraaortálních uzlin se ozařuje i tato oblast.

Při kontraindikaci chemoterapie (celkový stav, věk, komorbidity, renální insuficience apod.) indikujeme samostatnou radioterapii.

Při kontraindikaci radioterapie (rozsáhlé pánevní adheze, fixace kliček, zánětlivá onemocnění pánve a střev apod.) indikujeme samostatnou adjuvantní chemoterapii.

#### 10.15.3.4 Adjuvantní léčba karcinomu endometria IVA stadia

Po radikální chirurgické resekci by měla být vždy zvažována adjuvantní chemoterapie ± sekvenční radioterapie. Adjuvantní chemoterapie i radioterapie je indikována jen u pacientek v dobrém celkovém stavu, u ostatních zvažujeme adjuvantní radioterapii bez chemoterapie.

#### 10.15.3.5 Adjuvantní léčba karcinosarkomu, serózního papilárního a světlobuněčného karcinomu

Léčebný postup identický jako u endometroidního karcinomu vysokého rizika, kdy kombinujeme adjuvantní chemoterapii s adjuvantní zevní radioterapií.

Pouze u stadia IA bez invaze do myometria po provedení kompletního chirurgického stagingu lze pacientky sledovat bez adjuvantní léčby, případně provést vaginální brachyterapii.

#### 10.15.3.6 Léčba karcinomu endometria IVB stadia

Možnosti léčby metastatického karcinomu endometria zahrnují paliativní chemoterapii, paliativní hormonální léčbu, paliativní radioterapii, paliativní chirurgický zákrok, nebo symptomatickou léčbu.

#### 10.15.3.7 Adjuvantní léčba endometroidního stromálního sarkomu (ESS)

Stadium I: sledování nebo adjuvantní hormonální léčba

Stadium II, III, IVA: adjuvantní hormonální léčba +/- adjuvantní radioterapie pánve

Stadium IVB: paliativní hormonální léčba +/- paliativní radioterapie

#### 10.15.3.8 Adjuvantní léčba leiomyosarkomu, nediferencovaného sarkomu a adenosarkomu

Stadium I: sledování, případně zvážení adjuvantní radioterapie pánve nebo chemoterapie

Stadium II, III: adjuvantní radioterapie pánve nebo adjuvantní chemoterapie

Stadium IVA: adjuvantní chemoterapie nebo radioterapie

Stadium IVB: paliativní chemoterapie +/- paliativní radioterapie

U pacientek kontraindikovaných k operaci nebo inoperabilních je metodou volby **samostatná radikální radioterapie**.

### 10.15.4 Ozařovací podmínky

Ozařovací podmínky odpovídají standardu pro radikální zevní radioterapii a brachyradioterapii.

### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii).

### Zdroj záření

Zdrojem pro radioterapii je lineární urychlovač a v případě brachyterapie HDR zdroj záření.

### Cílové objemy

Cílové objemy zakresluje pomocí aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/GynekologickeNadory/>).

CTV při vaginální brachyterapii zahrnuje proximální část vaginy.

CTV při intrauterinní brachyterapii (Heymanova tamponáda, intrauterinní endometriální „Y“ aplikátor, uterovaginální aplikátor) zahrnuje objem celé dělohy, hrdlo a proximální část pochvy (2 až 3 cm).

CTV pro zevní radioterapii zahrnuje lůžko dělohy (event. oblast nádorové infiltrace při primární radioterapii), proximální vaginu, oblast parametrií a svodné lymfatické uzliny.

V případě postižení pochvy je v cílovém objemu celá délka pochvy a event. i tříselné uzliny.

Při ozařování paraaortálních uzlin je do CTV zahrnuta i tato oblast.

PTV zahrnuje CTV s bezpečnostním lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

### Poloha pacienta

supinační nebo pronační

### Ozařovací techniky

Konformní radioterapie, IMRT, IGRT

#### **10.15.5 Frakcionace a dávka záření**

Obvyklá dávka při adjuvantní zevní radioterapii malé pánve je 45 – 50 Gy při frakcionaci a 1,8 – 2 Gy na frakci. Brachyterapie doplňuje dávku na oblast proximální vaginy na 60 Gy EQD2 v 5 mm od povrchu aplikátoru.

Samostatnou adjuvantní vaginální brachyterapií se aplikuje dávka 40 – 60 Gy EQD2 v 5 mm od povrchu aplikátoru.

Při radikální radioterapii je nutné aplikovat minimálně 60 – 65 Gy EQD2 na serózu dělohy (kombinací zevní radioterapie a brachyterapie nebo samotnou brachyterapií či zevní radioterapií).

#### **10.15.6 Kritické orgány a toleranční dávky (TD<sub>5/5</sub>)**

Tenké střevo: V45 < 195 cm<sup>3</sup> (celá peritoneální dutina),

V15 < 120 cm<sup>3</sup> (individuální kličky)

Rektum: V75 < 15%, V70 < 20%, V65 < 25%, V60 < 35%, V50 < 50%

Močový měchýř: Dmax < 65 Gy,

V80 < 15%, V75 < 25%, V70 < 35%, V65 < 50%

#### **10.15.7 Systémová léčba**

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

#### **10.15.8 Sledování po léčbě**

Sledování probíhá ve spolupráci s gynekologickým pracovištěm. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, např. podle EORTC-RTOG stupnice.

## 10.16 RADIOTERAPIE KARCINOMŮ PROSTATY

Více než 95 % zhoubných nádorů prostaty tvoří adenokarcinom vycházející z acinárních buněk. Vzácně se v prostatě vyskytují adenokarcinomy duktální nebo z periuretrálních duktů, sarkomatoidní karcinomy, karcinomy z přechodného epitelu, neuroendokrinní nádory, sarkomy a primární lymfomy prostaty. Přibližně 70 % adenokarcinomů vzniká v periferní zóně žlázy, 20 % v přechodné zóně, 10 % v zóně centrální.

### 10.16.1 Klinická stadia onemocnění

Klinická stadia zhoubných nádorů prostaty jsou definovaná TNM klasifikací (TNM klasifikace zhoubných novotvarů. 7. vydání 2009, česká verze 2011, ÚZIS, Praha). TNM klasifikace se používá pouze pro karcinomy. Diagnóza musí být histologicky ověřena.

### 10.16.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Anamnéza a fyzikální vyšetření per rectum (DRE, digital rectal examination), hladiny PSA (prostatického specifického antigenu), transrektální sonografie (TRUS) s biopsií prostaty, CT vyš. pánve, scintigrafie skeletu (vzdálené metastázy jsou málo pravděpodobné u pacientů s hodnotou PSA do 10 ng/ml) – lze fakultativně, rtg plic, UZ jater.

#### Fakultativní stagingová vyšetření

MR pánve a prostaty, hladina alkalické fosfatázy, testosteronu, případně další vyšetření plynoucí z obligatorních vyšetření či obtíží pacienta.

### 10.16.3 Léčebná strategie

Volba léčebného postupu závisí na prognostických faktorech:

- rozsah onemocnění (staging) – Gleasonovo skóre, iniciální hladina zvýšené hodnoty PSA a event. dynamika změn PSA, s možností rozdělení do prognostických skupin,
- „life expectancy“ (předpokládaná doba života), asymptomatický pacient s life expectancy < 5 let + nízké PSA + nízké GS: léčba bude zvažována znovu až při příznacích (individuálně, hormonální manipulace – hormonoterapie či orchiektomie, paliativní radioterapie),
- přítomnost či absence příznaků onemocnění a celkový stav pacienta.

Na základě prognostických faktorů je zvolena buď aktivní léčebná strategie, či možnost „odložené léčby“ či „watchfull waiting“.

#### 10.16.3.1 Rizikové skupiny

##### Lokalizované stadium

riziko	T-stadium		PSA		Gleasonovo skóre
nízké	T1-T2a	a	<10	a	< 7
střední	T2b-T2c	nebo	10 – 20	nebo	7
vyšoké	T3a	nebo	>20	nebo	8 a více

##### Lokálně pokročilé stadium

velmi vysoké riziko T3b-4

##### Metastatické stadium (N1 nebo M1)

Pooperačně pN1, mikroskopické postižení, pozitivní uzliny (N1) při CT či MR vyšetření, průkaz diseminace do jiných vzdálených orgánů (skelet, plíce, játra aj.)

#### 10.16.3.2 Radikální léčba

Uplatňuje se u lokalizovaného onemocnění a zahrnuje radikální prostatektomii a radioterapii (zevní radioterapie, brachyradioterapie); v případě radioterapie i u lokálně pokročilého onemocnění.

##### Radikální prostatektomie (RP)

Je vhodnou léčebnou metodou u lokalizovaných stadií, tzn. do stadia T2b N0,X M0 včetně, individuálně lze zvážit u pacientů s T3, PSA méně než 20, GS méně než 8 a předpokládanou dobou života více než 10 let. Pelvicí lymfadenektomie nemá význam kurativní, ale je stagingovým invazivním vyšetřením sloužícím k verifikaci uzlinových metastáz.

#### Zevní radioterapie

Pro lokálně ohraničené karcinomy prostaty jsou výsledky radikální prostatektomie a kurativní zevní radioterapie srovnatelné. Metody se liší spektrem svých komplikací. Pacient by měl být seznámen s oběma alternativami.

Kurativní zevní radioterapie je indikována i ve stadiích T1a-T2b N0 M0 u pacientů, u nichž nelze provést radikální prostatektomii (např. odmítnutí operace).

U lokálně pokročilých nádorů (T3, zejména s vyšším PSA, špatnou diferenciací) převažuje užití zevní radioterapie v kombinaci s hormonální terapií.

#### Brachyterapie

Lze ji užít samostatně u pacientů s nízkým rizikem nebo v kombinaci se zevní radioterapií u pacientů se středním a vysokým rizikem.

#### Systémová léčba

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění). Karcinom prostaty patří do skupiny hormonálně závislých tumorů, proto v léčbě tohoto onemocnění má důležité místo hormonální léčba (neoadjuvantně, adjuvantně, paliativně). Kombinace radioterapie s hormonální léčbou vykazuje u lokálně pokročilého onemocnění lepší výsledky než samotná radioterapie. Karcinom prostaty rezistentní na kastraci lze léčit systémovou chemoterapií.

### 10.16.3.3 Indikace radioterapie

#### Zevní radioterapie

Kurativní léčba karcinomu prostaty se provádí s využitím pokročilých technik radioterapie – IMRT, 3D-CRT. Aplikujeme-li dávku  $\geq 78$  Gy, je nezbytné použít IGRT. U pacientů s vysokým rizikem lze ozařovat samotnou prostatu nebo kombinovat ozáření pánevních uzlin s ozářením prostaty. U pacientů s vysokým rizikem je současně indikována neoadjuvantní/adjuvantní hormonální léčba (LHRH).

#### Profylaktické ozáření lymfatických uzlin

Postižení lymfatických uzlin je špatným prognostickým faktorem. Randomizované studie nepřinesly přesvědčivé důkazy ve prospěch radioterapie pánevních uzlin. Pokud ozařování pánevních uzlin indikujeme, můžeme pravděpodobnost jejich postižení vypočítat dle Roachovy formule:  $N+ = 2/3 \text{ PSA} + (\text{GS}-6) \times 10$ . Další možností je užití jiných nomogramů, např. Partinových.

#### Brachyradioterapie

Samostatná brachyterapie (permanentní LDR brachyterapie, HDR brachyterapie) je vhodná u pacientů s nízkým rizikem.

Brachyterapie může být kombinována se zevní radioterapií a je indikována u nádorů T1b – T3b, jakéhokoliv Gleasonovo skóre,  $\text{PSA} < 100$  ng/ml, pokud je vyloučena diseminace do lymfatických uzlin a vzdálené metastázy (N0, M0).

#### Pooperační ozáření lůžka prostaty

Po radikální prostatektomii (pozitivní okraje resektátu, penetrace přes pouzdro pT3a, infiltrace semenných váčků pT3b, perzistující nenulové hodnoty PSA) bezprostřední pooperační ozáření lůžka nádoru (6 – 12 týdnů po operaci) zvyšuje lokální kontrolu a zlepšuje přežití bez biochemického relapsu, vliv na celkové přežití je diskutabilní.

Záchranná radioterapie po radikální prostatektomii je indikována při biochemickém relapsu/lokální recidivě. Kurativní potenciál záchranné radioterapie je tím vyšší, čím nižší je hodnota PSA v době zahájení ozařování (optimální výsledky při  $\text{PSA} \leq 0,5$  ng/ml).

#### Paliativní radioterapie

Je indikována u pacientů s metastatickým onemocněním a to jak systémovými metastázami (zejména kostní postižení) či individuálně u uzlinového postižení. Postup je individualizován.

Základem léčby pacientů ve IV. stadiu onemocnění je trvalá ablace androgenů (oboustranná orchiektomie nebo aplikace LHRH analog).

#### Ozáření prsních žláz

Indikací může být algický syndrom při hormonální léčbě nebo plánované podání estrogenů.

### 10.16.3.4 Strategie léčby podle stadií

#### Stadium I – III

##### Nízké riziko

Radikální prostatektomie, zevní radioterapie, brachyterapie; při očekávané délce života <10 let je preferováno aktivní sledování.

##### Střední riziko

Radikální prostatektomie, zevní radioterapie, zevní radioterapie v kombinaci s LDR/HDR brachyterapií; k radioterapii je možné připojit krátkodobou hormonální léčbu LHRH 4 – 6 měsíců. Při očekávané délce života <10 let lze uvažovat o aktivním sledování.

##### Vysoké riziko

Zevní radioterapie, zevní radioterapie v kombinaci s LDR/HDR brachyterapií, radikální prostatektomie u vybraných pacientů; k radioterapii je nezbytné připojit dlouhodobou (2 – 3 roky), případně krátkodobou (6 měsíců) hormonální léčbu LHRH.

U pacientů s rizikovými faktory po radikální prostatektomii (pT3a, pT3b, pozitivní okraj, detekovatelné PSA) je třeba uvážit pooperační radioterapii lůžka prostaty.

#### Stadium IV

T4 nebo N1 M0 – hormonální manipulace (orchiektomie nebo LHRH analog); uvážit zevní radioterapii u vybraných pacientů (dobrá odpověď na ablací androgenů, nižší věk, solitární nebo mikroskopické postižení uzlin).

Při průkazu vzdálené diseminace M1 – hormonální manipulace (orchiektomie nebo LHRH analog), hormonální manipulace druhé linie, chemoterapie u onemocnění rezistentního na kastraci, paliativní chirurgie, paliativní radioterapie, aplikace bisfosfonátů.

#### Kombinace radioterapie a hormonoterapie

##### Neoadjuvantní hormonoterapie

Neoadjuvantní hormonoterapii (LHRH analog ± antiandrogen) před kurativní radioterapií lze individuálně uvážit u pacientů se středním rizikem. U pacientů s vysokým rizikem prodlužuje neoadjuvantní hormonální léčba (6 měsíců) celkové přežití. Lze ji uvážit především u pacientů s GS < 8.

##### Adjuvantní hormonoterapie

Adjuvantní monoterapie antiandrogenem po RP ani po radioterapii není standardní léčbou. Adjuvantní hormonální terapie (LHRH 2 – 3 roky) je indikována v kombinaci s radioterapií u pacientů s vysokým rizikem (především při GS 8 – 10), protože prodlužuje celkové přežití. Vedle dlouhodobé léčby LHRH lze připustit i oboustrannou orchiektomii.

### **10.16.4 Ozařovací podmínky**

Ozařovací podmínky odpovídají standardu pro radikální radioterapii.

#### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální zevní radioterapii).

#### Zdroj záření

Zdrojem pro radioterapii je lineární urychlovač. V případě brachyterapie HDR či LDR zdroj záření.

#### Cílové objemy



Cílové objemy zakreslujeme pomocí aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (<http://www.srobf.cz/cz/RO/KarcinomProstaty/>).

Cílové objemy pro nízké riziko:

CTV tvoří pouze prostata.

Lem pro plánovací cílový objem (PTV) vychází z možností a klinické praxe pracoviště.

Cílové objemy pro střední riziko:

CTV zahrnuje prostatu a kaudálních 10 mm semenných váčků (baze).

Lem pro plánovací cílový objem (PTV) vychází z možností a klinické praxe pracoviště.

Cílové objemy pro vysoké a velmi vysoké riziko (a pro mikroskopické postižení uzlin pN1 a N1):

CTV zahrnuje prostatu a kaudálních 20 mm semenných váčků, při ozařování pánve zahrnuje CTV ilické uzliny.

Lem pro plánovací cílový objem (PTV) vychází z možností a klinické praxe pracoviště. Pokud se neprovádí IGRT s každodenní verifikací nastavení, nedoporučuje se používat PTV lem menší než 10 mm.

Poloha pacienta

supinační s použitím fixačních pomůcek

Ozařovací techniky

IMRT, konformní radioterapie, IGRT, stereotaktická radioterapie

### 10.16.5 Frakcionace a dávka zevní RT

Radikální radioterapie:

Při použití konvenční frakcionace (dávka na frakci 1,8 – 2,0 Gy, 1 frakce denně, 5 frakcí týdně) jsou typické dávky:

- nízké riziko: prostata, dávka 75,6 – 79 Gy,
- střední riziko: prostata, kaudálních 10 mm semenných váčků (baze), dávka 78 – 80 Gy,
- vysoké riziko: prostata, kaudálních 20 mm semenných váčků, dávka 78 – 80 Gy; pokud je prováděna radioterapie pánve, dávka na pánevní uzliny je 45 – 50 Gy,
- postižení lymfatických uzlin (pN1, N1): pánev 45 – 50 Gy +/- boost na prostatu.

Pooperační radioterapie po radikální prostatektomii

- Lůžko prostaty, dávka 66 Gy; pokud je prováděna radioterapie pánve (pN+), dávka na pánevní uzliny je 45 – 50 Gy.

Záchranná radioterapie po radikální prostatektomii

- Lůžko prostaty, dávka  $\geq 70$  Gy.

Alternativou konvenční frakcionace mohou být hypofrakcionační režimy. Dávky jsou kalkulovány dle LQ modelu.

Při použití kombinace zevní radioterapie a brachyterapie či simultánního integrovaného boostu na intraprostatickou lézi lze dosáhnout EQD2 > 80 Gy.

Obvyklá dávka pro LDR monoterapii se pohybuje kolem 145 Gy pro 125I a 125 Gy pro 103Pa.

Pro HDR brachyterapii v monoterapii se užívají různé frakcionační režimy (např. 2 x 13,5 Gy).

### 10.16.6 Kritické orgány a toleranční dávky

Rektum: V75 < 15%, V70 < 20%, V65 < 25%, V60 < 35%, V50 < 50%

Močový měchýř: Dmax < 65 Gy,

V80 < 15%, V75 < 25%, V70 < 35%, V65 < 50%

Dávkové zatížení hlavice femuru: hlavice femuru 52 Gy < 10% objemu.

### 10.16.7 Systémová léčba

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).



### 10.16.8 Sledování po léčbě

V prvních dvou letech jsou pacienti kontrolováni po třech měsících (PSA, klinický stav). Další roky po šesti měsících ve spolupráci s ošetřujícím urologickým pracovištěm. Akutní a chronické vedlejší účinky léčby jsou vyhodnocovány podle mezinárodně uznávaných stupnic, například podle EORTC-RTOG stupnice.

Rostoucí PSA po radioterapii (biochemický relaps) je definován jako vzestup PSA minimálně o 2 ng/ml nad nejnižší sledovanou hodnotu po léčbě.

Možností salvage terapie po radioterapii při lokální recidivě je observace, androgenní ablace, radikální prostatektomie či zařazení do klinických studií.

Hodnoty PSA po RP musí být do 8 týdnů od operace nedetekovatelné; biochemický relaps po RP je definován jako hodnota PSA větší než 0,2 ng/ml, případně i hodnoty nižší při jejich kontinuálním vzestupu.

## 10.17 RADIOTERAPIE NÁDORŮ CENTRÁLNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY

Primární nádory mozku vyrůstají z mozkové podpůrné tkáně (glie) nebo z okolních struktur (meningy, nervové pochvy). K nim lze dále přiřadit vzácně primárně v mozku se vyskytující germinom a lymfom. Sekundární nádory mozku vznikají metastázováním maligních nádorů z jiných oblastí, jejich incidence je až 10x vyšší než incidence primárních mozkových nádorů.

WHO klasifikace dělí nádory CNS do deseti skupin na základě histogenetického původu: nádory neuroepiteliální, nádory mozkomíšních nervů, nádory mening, lymfomy a nádory hemopoetické, germinální nádory, cysty a pseudotumorózní léze, nádory selární oblasti, nádory šířící se z okolí, metastatické a neklasifikovatelné nádory.

Léčba adenomů hypofýzy není součástí tohoto doporučení.

### 10.17.1 Klinická stadia onemocnění

TNM klasifikace se pro nádory CNS nepoužívá. Diagnóza by měla být histologicky ověřena.

### 10.17.2 Diagnostika

#### Obligatorní stagingová vyšetření

Magnetická rezonance (nejlépe rozšířené MR vyšetření), histologické vyšetření (výjimkou jsou ložiska, kde by biopsie hrozila závažnými komplikacemi, např. v oblasti mozkového kmene, a nález malignity na MR je jednoznačný), cytologické vyšetření mozkomíšního moku u nádorů s rizikem postižení (primitivní neuroektodermální tumor – PNET, pinealoblastom a germinální nádory, karcinomy choroidálního plexu, anaplastické ependymomy), MR páteřního kanálu – u nádorů s rizikem diseminace mozkomíšním mokem.

#### Fakultativní stagingová vyšetření

CT mozku, pozitronová emisní tomografie (PET s 11-C-methioninem nebo 18-F-thymidinem)

Nelze opomenout i pooperační kontrolní MR vyšetření lůžka tumoru u high grade gliomů ihned po operaci (do 48 – 72 hod.) z důvodu rozlišení event. zbytku nádoru od pooperačního edému.

### 10.17.3 Léčebná strategie

Chirurgická léčba je základním léčebným přístupem u většiny mozkových nádorů. Radikalita je rozhodujícím prognostickým faktorem. Parciální výkon má vždy horší léčebné výsledky. Histologické ověření nádoru, i při neradikálním výkonu, je pro další léčbu rozhodující. Při zjevné inoperabilitě je nutné zvážit provedení verifikační stereotaktické biopsie.

Radioterapie má v léčbě nádorů CNS stále nezastupitelnou roli. Zvláště po nekompletně provedených exstirpacích významně zlepšuje léčebné výsledky u vysoce maligních „high-grade“ astrocytomů a glioblastomů.

Vzhledem k biologickým vlastnostem některých tumorů (PNET, pinealoblastomy, germinální nádory) je dle stadia onemocnění indikované ozáření celé kraniospinální osy. Jen ve výjimečných případech lze onkologickou terapii (radioterapii, event. chemoterapii) indikovat u neověřených tumorů, např. při neúnosném riziku, plynoucím z punkce v oblasti mozkového kmene.

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění). Nízká propustnost hematoencefalické membrány však limituje použití cytostatik i při kombinované současně podávané konkomitantní chemoradioterapii.

U z hlediska rozsahu malých nádorů nebo pooperačních reziduí (o průměru 1 – 5 cm), především u vysoce diferencovaných histologických typů, je vhodné konzultovat stereotaktický radioterapeutický zákrok (jednorázový radiochirurgický zákrok nebo frakcionovanou stereotaktickou radioterapii).

#### 10.17.3.1 Specifika nádorů CNS dětského věku

Biologie buněk nádorů dětského věku je poněkud jiná než nádorů dospělého věku. Dětské nádory jsou více chemo- a radiosenzitivnější. U dětských pacientů je vyšší riziko diseminace po celé kraniospinální ose. Chronické změny po léčbě mají u dětí větší dopad na kvalitu dalšího života. Velmi závažným prognostickým faktorem u nádorů centrální nervové soustavy je věk dítěte – u mladších dětí jsou horší výsledky léčby a těžší ireparabilní komplikace po léčbě. Děti do tří let věku se zpravidla léčí

podle speciálních léčebných protokolů určených pro tuto věkovou kategorii nemocných. U dětí má léčba nádorů CNS zářením limitující hranice vzhledem k akutním a pozdním komplikacím. Především věk dítěte, resp. tolerance vyvíjejících se tkání mozku v prvních třech letech života, je nejdůležitějším faktorem omezujícím indikaci radioterapie. Při hraniční indikaci záření u dětí mezi 18. – 36. měsícem života je nutné snížit dávku záření přibližně o 8 – 10 Gy (asi o 10 %), event. raději radioterapii neindikovat. Kontraindikací ozáření mozku je věk do 18 měsíců života.

#### 10.17.4 Ozařovací podmínky

##### Plánování radioterapie

Ozařovací plán se připravuje v trojrozměrném plánovacím systému na podkladě obrazu z výpočetní tomografie (viz standard pro radikální radioterapii), výhodou je využití fúze obrazů MR/CT. K fixaci hlavy pacienta se standardně používají jednorázové speciální masky z termoplastického materiálu.

##### Zdroj záření

Zdrojem pro radioterapii je lineární urychlovač, pro paliativní radioterapii lze použít i kobaltový ozařovač. Pro stereotaktické ozáření lze užít gammanůž, kybernetický nůž nebo lineární urychlovač s možností stereotaktického ozáření. V individuálních případech lze zvážit ozáření protonovým zářením.

##### Cílové objemy

Uvedeny u jednotlivých histologických diagnóz

##### Poloha pacienta

Individuální v závislosti na typu a lokalizaci tumoru

##### Ozařovací techniky

IMRT, konformní radioterapie, IGRT, stereotaktická radioterapie

#### 10.17.5 Frakcionace a dávka záření

Uvedeny u jednotlivých histologických diagnóz

#### 10.17.6 Kritické orgány a toleranční dávky (pro frakcionaci 2Gy/den)

Mozek:  $D_{max} \leq 60$  Gy (< 3% symptomatické nekrózy),

$D_{max} \leq 72$  Gy (5% riziko symptomatické nekrózy),

$D_{max} \leq 90$  Gy (10% riziko symptomatické nekrózy)

Mozkový kmen: celý objem 54 Gy,

1 – 10cm<sup>3</sup> 59 Gy,

$D_{max} < 64$  Gy (< 5% riziko nekrózy nebo trvalé neuropatie)

Mícha:  $D_{max} < 50$  Gy (riziko myelopatie 0,2%)

Optický nerv/chiasma:  $D_{max} < 55$  Gy (riziko neuropatie <3%)

$D_{max} = 55 - 60$  Gy (3 – 7% riziko neuropatie)

Sítnice:  $D_{max} < 50$  Gy

Oční čočka:  $D_{max} < 7$  Gy

Cochlea:  $D_{max} \leq 45$  Gy

#### 10.17.7 Postupy u jednotlivých diagnóz

##### 10.17.7.1 Vysoce maligní high-grade gliomy

Mezi high-grade gliomy patří astrocytom G3 a astrocytom G4 – glioblastoma multiforme. Jedná se o vysoce maligní tumory s infiltrativním růstem.

##### Léčebná strategie

Léčba high-grade gliomů spočívá v kombinaci různých terapeutických modalit. Základní léčebnou metodou je neurochirurgický výkon. Nejlépe do 24 hodin po operaci by mělo být provedeno kontrolní MR k vyloučení rezidua, event. krvácení (CT).

Po histologické verifikaci high-grade gliomu je indikována radioterapie. Pooperační radioterapie prokázala výrazný přínos v celkovém přežití. Volí se standardní frakcionace 5 x 1,8 – 2,0 Gy/týden, celková dávka obvykle 60 Gy. V případě konkomitantní chemoradioterapie je ozařování provedeno

standardní frakcionací. Standardně lze zvolit i hypofrakcionační či akcelerované režimy u starších pacientů nebo pacientů v horším klinickém stavu. Celkový stav pacienta je takový, aby zajistil přiměřenou spolupráci na ozařovně. Kurativní radioterapii lze indikovat u inoperabilních nádorů, je však málo efektivní.

#### Cílové objemy

Cílové objemy se zakreslují pomocí aktuálních publikovaných konsenzuálních doporučení (NCCN, ESTRO, EORTC).

GTV je definován dle MRI zobrazení. CTV se získá expanzí GTV o 1 – 2,5 cm.

PTV zahrnuje CTV s bezpečnostním lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

#### Frakcionace a dávka záření

Pooperační a kurativní radioterapie nebo chemoradioterapie

Doporučená dávka je 59,4 Gy, resp. 60 Gy při frakcionaci a 1,8 – 2 Gy na frakci.

Paliativní radioterapie

Je indikována u pacientů se závažnými interkurentními chorobami, ve špatném celkovém stavu,  $KI < 60\%$ . U těchto pacientů se provádí radioterapie na oblast lůžka tumoru nebo vlastní nádor v akcelerovaném režimu – dávka a frakcionace je volena individuálně.

Plánovací cílový objem je obvykle určen objemem GTV a zpravidla lemem 1 – 2 cm.

#### Léčba recidiv

V případě recidivy je nutné konzultovat opakovaný chirurgický zákrok, při inoperabilitě se zvažuje paliativní radioterapie a paliativní chemoterapie.

Indikaci reiradiace je třeba individuálně a pečlivě zvážit. Důležité je, v jaké oblasti recidiva vznikla, jaký je celkový stav pacienta, jaká byla předchozí aplikovaná dávka a jakou dávku z předchozí radioterapie obdržela oblast mozku se současnou recidivou, kritické orgány a struktury. Dávka a frakcionace jsou voleny individuálně.

Z možností léčby zářením lze uvést: zevní standardní radioterapie, radiochirurgie, stereotaktická radioterapie, záchranná (salvage) chemoterapie.

#### Systémová léčba

U pacientů v dobrém celkovém stavu,  $KI \geq 70\%$ , po radikální nebo neradikální operaci a po bioptické verifikaci pro glioblastom multiforme lze zvážit indikaci konkomitantní chemoterapie s temozolomidem (TMZ).

Základní systémová léčba je doporučena standardy České onkologické společnosti (ČOS ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění).

#### 10.17.7.2 Gliomy s nízkou malignitou – Low-grade gliomy

Astrocytomy a oligodendrogliomy nízkého stupně malignity patří mezi pomalu rostoucí tumory. Přesto mohou difuzně infiltrovat okolní tkáň. Během jejich růstu často dochází k dediferenciaci na agresivnější formu. Low-grade astrocytomy z histologického pohledu tvoří značně rozsáhlou skupinu tumorů. Až 70 % z nich jsou tzv. difuzní astrocytomy (fibrilární, protoplazmatické, gemistocystické), které jsou špatně ohraničené, invazivní a často přecházejí do high-grade astrocytomů. Tato transformace trvá 5 – 10 let. Vzácnější je pak gliomatóza mozku, kdy nádorové buňky difuzně infiltrují obě hemisféry. U dětí se nejčastěji vyskytuje pilocytický astrocytom. Oligodendrogliomy tvoří méně než 15 % primárních mozkových nádorů.

#### Léčebná strategie

Nejdůležitější léčebnou metodou je kompletní chirurgická resekce. Po operaci následuje pooperační kontrolní CT či MR vyšetření. Pacienti bez rizikových faktorů mohou být jen sledováni. U pacientů s vysokým rizikem recidivy je indikována adjuvantní radioterapie a chemoterapie.

Po subtotální resekci s makroskopickým reziduálním nálezem a neurologické symptomatologii je indikováno ozáření lůžka tumoru včetně rezidua.

Doporučená dávka je 45 – 54 Gy, 5 x 1,8 Gy/týden.

#### Cílové objemy

GTV – je určen tumorem nebo reziduálním nálezem po operaci.

CTV – zahrnuje GTV a bezpečnostní lem 1 – 2 cm.

PTV zahrnuje CTV s bezpečnostním lemem, jehož velikost je stanovena protokolem pracoviště v závislosti na technickém vybavení.

#### Frakcionace a dávka záření

PTV: 45 – 54 Gy, 5 x 1,8 – 2 Gy/týden, celkovou dávku záření je nutno upravit s ohledem na velikost objemu PTV a dávky v kritických orgánech.

#### Léčba recidiv

V případě recidivy je nutné zvážit další léčebný přístup. V úvahu připadá chirurgický výkon, radioterapie nebo chemoterapie. Radioterapii (konformní či stereotaktickou) lze aplikovat v případě, že se jedná o inoperabilní recidivu nebo pacient nebyl dosud ozářen. Indikace reiradiace závisí na tom, v jaké oblasti se recidiva objevila, jaká byla předchozí dávka záření, jaký je celkový stav pacienta a jaké jsou technické možnosti reiradiace. Při reiradiaci je možné zvolit standardní zevní radioterapii nebo stereotaktickou radioterapii, ev. radiochirurgii. Dávka pak závisí na předchozí dávce a dávce, kterou obdržely rizikové orgány.

#### 10.17.7.3 Meningiomy

Meningiomy jsou pomalu rostoucí tumory mozku, tvořící až 20 % primárních mozkových nádorů. Meningiomy vyrůstají z mozkových plen a mohou mít benigní, semimaligní a maligní variantu. Cílem léčby je zamezení progresu nebo recidivy onemocnění s minimálním rizikem poléčebné morbidity. Ve většině případů je základní léčebnou modalitou chirurgická resekce.

Radiochirurgie (v menším počtu případů stereotaktická radioterapie) může být indikována v léčbě reziduálních tumorů, obtížně chirurgicky řešitelných tumorů. Pooperační ozáření je indikováno v případě subtotálně extirpovaných tumorů nebo při histologickém nálezu maligního meningiomu.

#### Možnosti radioterapie

Zevní frakcionovaná radioterapie (EBRT) je zatížena větším rizikem komplikací (poruchy kognitivních funkcí, zářením indukované tumory, insuficience hypofýzy aj.).

Limitace stereotaktické radiochirurgie (SRS) jsou dány velikostí léze a blízkostí kritických struktur (optické dráhy). Je indikována pro tumory menší 3 cm.

V případě stereotaktické radioterapie (SRT) jsou tato omezení zmírněna. SRT je vhodná pro inoperabilní tumory nebo tumory, jejichž resekce by byla zatížena vysokou morbiditou nebo mortalitou. Také se používá v pooperační léčbě neúplně resektovaných tumorů.

#### Indikace radioterapie

Indikaci radioterapie je vhodné zvážit zejména u inoperabilních nebo chirurgicky těžko řešitelných tumorů, parciálně resektovaných tumorů, recidivy; pooperační radioterapie po totální resekci se provádí u histologického nálezu maligního meningiomu a zvažuje se/provádí se u meningiomu atypického, zejména s rizikovými faktory (např. invaze, vysoký mitotický index...).

#### Stereotaktická radiochirurgie (SRS)

Indikace: meningiomy do velikosti průměru 3 cm, meningiomy v oblasti kavernózního sinu, meningiomy báze lební, recidivy meningiomů.

#### Stereotaktická radioterapie (SRT)

Indikace: větší tumory (4 – 5 cm) v blízkosti kritických struktur, nemožnost fixace v rámu, meningiomy v blízkosti zrakových drah (zrakové nervy, orbity, selární krajina) pro nižší riziko alterace zraku při frakcionovaném podání.

#### Frakcionovaná zevní radioterapie (EBRT)

Indikace: maligní rozsáhlé tumory, špatný stav pacienta, odmítnutí stereotaktických výkonů.

Dávka 50 – 60 Gy, vyšší celková dávka se zvažuje u maligních meningiomů.

Plánovací cílový objem (PTV): lůžko tumoru (nebo objem tumoru) podle předoperačního CT nebo MR vyšetření s bezpečnostním lemem 1,5 – 2 cm.

#### 10.17.7.4 PNET (primitivní neuroektodermální tumor, meduloblastom)

#### Léčebná strategie



Meduloblastom je typický a jeden z nejčastějších nádorů centrální nervové soustavy u nemocných dětského věku, tvoří 10–20 % všech mozkových nádorů. Podle klasifikace nádorů CNS je meduloblastom označován jako primitivní neuroektodermální tumor (PNET), ale při jeho lokalizaci v zadní jámě se stále užívá termín meduloblastom. Mezi všemi intrakraniálními nádory má meduloblastom největší tendenci k neuroaxiální diseminaci spinální cestou. Je však popsána i hematogenní diseminace do jater, kostí, kostní dřevě a lymfatických uzlin. K biologickým prediktivním faktorům se řadí přítomnost receptoru ErbB (ErbB2 a ErbB4), amplifikace c-myc onkogenu, mutace INI 1 (dle FISH) a exprese neutrophin receptor kinázy TrkC.

Léčba se určuje podle radikality chirurgického výkonu a případné diseminace. Základní metodou je chirurgický zákrok, doplněný radioterapií samotnou nebo v kombinaci s chemoterapií. Asi u 25 % nemocných je v pooperačním období ponechán ventrikuloperitoneální shunt. Radioterapie a chemoterapie jsou součástí léčebných protokolů, neboť se jedná o radio- a chemosenzitivní nádor. Jako dostačující se uvádí pooperačně aplikovaná dávka 54–55 Gy na oblast zadní jámy lební a 30–36 Gy na oblast kraniospinální osy standardní frakcionací. U níže rizikových PNET nádorů u dětí se dává přednost nižším dávkám záření na oblast kraniospinální osy (24 Gy). Vysokodávkovaná chemoterapie s transplantací kostní dřevě u PNET tumorů patří u dospělých pacientů mezi metody aplikované v rámci klinických studií, které mají za cíl zlepšení léčebných výsledků u těchto nádorů. Radioterapie u dětských pacientů je léčba vedená dle protokolů POG nebo SIOP ve spolupráci s pracovištěm dětské onkologie.

#### Rozdělení pacientů podle stupně rizika

Pacienti se dělí na skupinu s vysokým rizikem a skupinu se standardním rizikem. Existuje několik mírně odlišných klasifikací.

#### Cílové objemy

GTV	objem reziduálního tumoru nebo primární inoperabilní tumor,
CTV 1	GTV + mozek + mozkomíšní vak,
CTV 2	lůžko tumoru zadní jámy lební (anatomicky ohraničena tentoriem a mozkovými obaly),
CTV 3	reziduální tumor, makrokopická metastáza
PTV 1	kraniospinální osa, CTV1 + lem 0,3–0,5cm
PTV 2	CTV 2 + lem 0,3–0,5cm
PTV 3	objem tumoru či rezidua (GTV) s bezpečnostním lemem zpravidla 0,3–0,5cm

#### Frakcionace a dávka záření

PTV 1	18–24,3 Gy (standardní riziko), 30–39,6 Gy (vysoké riziko)
PTV 2	do celkové dávky 54–56 Gy (55,8 Gy)
PTV 3	do celkové dávky 60 Gy

#### 10.17.7.5 Ependymomy

#### Léčebná strategie

U dospělých je asi 1/3 ependymomů lokalizována infratentoriálně a 2/3 supratentoriálně, u dětí je tomu opačně. Celkem 90 % intrakraniálních ependymomů je umístěno v zadní jámě lební. Spinální ependymomy jsou nejčastěji lokalizovány v oblasti caudy equiny a fillum terminale (70 %). Metastázování se děje hlavně likvorovými cestami, hematogenní šíření je vzácné. Metodou první volby v léčbě ependymomů je chirurgický zákrok.

Pooperační radioterapie zlepšuje léčebné výsledky u anaplatických a subtotálně resekovaných ependymomů. Doporučuje se dávka 54–59,4 Gy. Kraniospinální ozáření je indikováno vždy při pozitivní cytologii mozkomíšního moku a při pozitivním MR nálezu při vyšetření páteřního kanálu. Na oblast míšního kanálu, s kaudální hranicí ozařovaného pole v úrovni těl obratlů S<sub>2-3</sub>, a objem celé mozkovny, se doporučuje aplikovat dávku 30–36 Gy.

Pooperační ozáření se doporučuje i u spinální formy ependymomu. U vysoce maligních forem lokalizovaných v oblasti krční a hrudní páteře se doporučuje individuálně zvážit profylaktické ozáření celé kraniospinální osy (30–36 Gy) a doozáření lůžka tumoru v rozsahu dvou obratlů nad a pod hranicemi nádoru do celkové dávky 45 Gy. U low-grade ependymomů se dává přednost lokalizované

Cílové objemy, frakcionace a dávka záření, technika radioterapie

Platí stejné zásady jako při ozařování pacientů s PNET tumory (meduloblastomy), v případech dětských pacientů je dávka a frakcionace záření a její technika určována léčebnými protokoly pro dětské onkologické pacienty.



## LITERATURA

- [1] ČESKÁ ONKOLOGICKÁ SPOLEČNOST ČLS JEP: Zásady cytostatické léčby maligních onkologických onemocnění. Praha, 2007.
- [2] GERBAULET, A., PÖTTER, R., MAZERON, JJ. et al. The GEC ESTRO Handbook of brachytherapy. Brussels, ESTRO, 2002, 678 s.
- [3] ICRU REPORT 38. Dose and volume specification for reporting intracavitary therapy in gynaecology. Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda, Maryland, 1985.
- [4] ICRU Report 50. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. International Commission for Radiation Units and Measurements. Bethesda, MD, 1993, 71 s.
- [5] ICRU Report 62. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy (Supplement to ICRU Report 50). International Commission for Radiation Units and Measurements, Bethesda, MD, 1999, 52 s.
- [6] PEREZ, CA., BRADY, LW, et al. Principles and practice of radiation oncology. 4<sup>th</sup> Ed., 2004; Lippincot Williams & Wilkins, Philadelphia, 2557 s.
- [7] ŠLAMPA, P. a kol.: Radiační onkologie v praxi. Druhé aktualizované vydání. MOÚ, Brno, 2006, 275 s.
- [8] ŠLAMPA, P., PETERA, J. a kol.: Radiační onkologie. Galén-Karolinum, 1. vydání, Praha, 2007, 457 s.
- [9] TNM KLASIFIKACE ZHOUBNÝCH NOVOTVARŮ. 6. vydání 2002, česká verze 2004, ÚZIS, Praha, 2004, 196 s.
- [10] Potřebný počet radiologických fyziků, radiologických techniků a dalších osob vyčleněných pro fyzikální zajištění a plánování radioterapie. Dostupné jako <http://www.csfm.cz/index.php?text=62>.
- [11] EFOMP Policy Statement No. 7: Criteria for the Staffing Levels in a Medical Physics Department. Sept. 1997 [Physica Medica XIII (1997) 187-194]. Dostupné též jako <http://www.efomp.org/policy/stafflev.pdf>.
- [12] JOINER M., KOGEL A.: Basic Clinical Radiobiology, 4th edition 2009.
- [13] NCCN clinical practice guidelines in oncology, version 2.2011.
- [14] ICRU Report 83. Prescribing Recording, and Reporting Proton-Beam Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT), International Commission for Radiation Units and Measurements, 2010.
- [15] PETER J. HOSKIN et. al. GEC/ESTRO recommendations on high dose rate afterloading brachytherapy for localised prostate cancer: An update. Radiotherapy and Oncology 107 (2013) 325–332.
- [16] KOVÁCS, G. et. al. GEC/ESTRO-EAU recommendations on temporary brachytherapy using stepping sources for localised prostate cancer. Radiotherapy and Oncology 74 (2005) 137–148.
- [17] ASH, D., FLYNN, A., BATTERMAN, J., et al. ESTRA/EAU Urological Brachytherapy Group; EORTC Radiotherapy Group. ESTRO/EAU/EORTC recommendations on permanent seed implantation for localized prostate cancer. Radiother Oncol 2000 Dec;57(3):315-21.
- [18] SETH A. ROSENTHAL et. al. AMERICAN SOCIETY FOR RADIATION ONCOLOGY (ASTRO) AND AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY (ACR) practice guideline for the transperineal permanent brachytherapy of prostate cancer. Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 79, No. 2, pp. 335–341, 2011.

### PŘÍLOHA 1: MINIMÁLNÍ POČTY PRACOVNÍKŮ PRO ZAJIŠTĚNÍ DOZIMETRICKÝCH A FYZIKÁLNĚ-TECHNICKÝCH ČINNOSTÍ

Minimální počty pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností (včetně plánování radioterapie) a minimální počty klinických radiologických fyziků

Tabulka je vytvořena pro dvě kategorie pracovníků: 1. Radiologické fyziky, radiologické techniky a radiologické asistenty, se specializací nebo bez specializace, kteří buď neprovádějí, nebo provádějí ZDS daného zdroje, a 2. Klimické radiologické fyziky, kteří buď neprovádějí, nebo provádějí ZDS daného zdroje.

Počty přístrojů/pacientů	Počet	Radiologický fyzik, technik, asistent		Pouze klinický radiologický fyzik	
		ZDS neprovádí	ZDS provádí	ZDS neprovádí	ZDS provádí
<b>Lineární urychlovače</b>					
údržba dozimetrických řetězců pro lineární urychlovače	1	0,246	0,300	0,104	0,157
fononové svazky na všech LU		0,021	0,021	0,021	0,021
elektronové svazky na všech LU		0,021	0,028	0,019	0,025
svazky ověřované pomocí in-vivo dozimetrie		0,011	0,026	0,019	0,023
MLC – pouze pro konformní radioterapii		0,106	0,101	0,011	0,011
MLC – pro konformní radioterapii a IMRT		0,111	0,107	0,052	0,054
portálové zobrazovače – pouze pro určení polohy pacienta		0,082	0,113	0,059	0,061
portálové zobrazovače – pro určení polohy pacienta a portálovou dozimetrii		0,081	0,083	0,037	0,037
kV zobrazovače		0,150	0,083	0,041	0,043
<b>Záznamové a verifikační systémy</b>		0,125	0,152	0,051	0,053
<b>Plánovací systémy</b>		0,125	0,125	0,060	0,060
svazky záření v plánovacím systému		0,186	0,186	0,090	0,090
<b>Konvenční simulátory</b>		0,005	0,005	0,005	0,005
CT – simulátory		0,161	0,187	0,061	0,085
Dostupné CT (pro CT na diagnostice)		0,163	0,195	0,060	0,087
<b>Kobalty</b>		0,006	0,006	0,002	0,002
<b>Terapeutické RTG</b>		0,188	0,218	0,064	0,093
		0,150	0,155	0,023	0,028

údržba dozimetrických řetězců pro terapeutické RTG	1	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
svazky na terapeutických RTG		0,008	0,009	0,008	0,009	0,009
<b>Brachyterapeutické přístroje</b>		0,532	0,532	0,532	0,532	0,532
speciální úkoly radiační ochrany týkající se brachyterapie	1	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
<b>Pacienti</b>						
<b>Teleterapie</b>						
stovek pacientů pro konformní radioterapii na LU nebo kobaltu		0,266	0,266	0,266	0,266	0,098
stovek pacientů pro konformní radioterapii + IGRT na LU		0,351	0,351	0,351	0,351	0,100
stovek pacientů pro IMRT + IGRT na LU		0,633	0,633	0,633	0,633	0,300
stovek pacientů s individuálními stínícími bloky, kompenzátory (včetně rtg pac.)		0,053	0,053	0,053	0,053	0,000
stovek pacientů s in-vivo dozimetrií		0,011	0,011	0,011	0,011	0,002
<b>Brachyterapie</b>						
stovek pacientů pro afterloading		0,505	0,505	0,505	0,505	0,173
stovek pacientů pro manuální techniku (seeds)		0,745	0,745	0,745	0,745	0,186
<b>Všobecné povinnosti</b>	1	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160

### Návod k výpočtu minimálního počtu pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností a minimálního počtu klinických radiologických fyziků:

1. Jednotlivé koeficienty kategorie, pro kterou se stanovuje počet pracovníků (se zohledněním, zda ZDS neprovádí, či provádí), je třeba násobit uvedeným počtem. Součet těchto součinů poté udává předběžný minimální počet pracovníků dané kategorie. Pokud je v kolonce počet uvedeno číslo 1, doporučujeme ponechat tuto hodnotu. Navýšit ji je možné pouze v případě, že se pracoviště dané činnosti věnuje nadstandardně.
2. Předběžný minimální počet pracovníků dané kategorie je dále třeba zvýšit o úvazek zajišťující provoz pracoviště, tak aby bylo pracovníkům oddělení umožněno účastnit se schůzí oddělení a celoživotního vzdělávání. Tento úvazek se vypočte tak, že se celkový počet pracovníků dané kategorie vynásobí koeficientem 0,088.
3. Takto nově spočtené počty pracovníků dané kategorie je třeba navýšit ještě o úvazek odpovídající počtu nově zaváděných technik. Tento úvazek se vypočte tak, že se celkový počet klinických radiologických fyziků vynásobí koeficientem 0,043 – tento koeficient odpovídá jedné nově zaváděné technice za rok, v případě vyššího počtu nově zaváděných technik je třeba tímto počtem koeficient násobit.
4. K takto spočtenému počtu pracovníků je třeba připočítat 0,5 úvazku osoby, která vykonává na pracovišti soustavný dohled nad dodržováním radiační ochrany, pokud soustavný dohled vykonává osoba kategorie, pro kterou se počet pracovníků počítá.
5. Pokud vyjde minimální počet klinických radiologických fyziků menší než 2, je nutné zohlednit požadavek na nepodkročitelný počet klinických radiologických fyziků, uvedený v jednotlivých kapitolách Personální a kvalifikační předpoklady.

6. Tímto způsobem se získá konečný minimální počet pracovníků dané kategorie, tj. konečný minimální počet pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností (radiologických fyziků, radiologických techniků a radiologických asistentů) a konečný minimální počet klinických radiologických fyziků pro radioterapii.
7. Při výpočtu nejsou uvažovány personální požadavky na zajištění (realizaci) celoživotního vzdělávání pracovníků, dalších forem vzdělávání a na výzkum.

**Poznámka:**

Takto získaný konečný minimální počet pracovníků odpovídá doporučenému počtu radiologických fyziků a techniků, uvedenému na webových stránkách ČSFM. Výpočet minimálního počtu pracovníků je možné provést pomocí aplikace na webových stránkách ČSFM, kde také lze provést výpočet i pro oblast radiodiagnostiky a nukleární medicíny.

Počty pracovníků pro zajištění dozimetrických a fyzikálně-technických činností zahrnují i počty klinických radiologických fyziků.

## S T A N D A R D Y Z D R A V O T N Í P É Č E

**„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>	204
Abstrakt	206
Zkratky	207
<b>Úvod</b>	209
<b>I. Obecná část – požadavky na radiologické standardy v diagnostické a terapeutické nukleární medicíně</b>	210
1. Způsobilost zdravotnického pracovníka a jiného odborného pracovníka	210
2. Personální zajištění a požadavky na způsobilost k výkonu povolání	210
3. Účel a definice radiologického standardu	210
4. Struktura NRS	210
5. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery) a nezobrazovací zařízení (detekční systémy s vyhodnocovacím zařízením – počítačem); kontrola kvality	211
6. Požadavky na radiofarmaka, kontrola kvality, diagnostické referenční úrovně a místní diagnostické referenční úrovně	216
7. Indikace a kontraindikace	216
8. Požadavky na přípravu pacienta, údaje potřebné k provedení vyšetření nebo léčby, preventivní opatření	217
9. Vlastní provedení metody	218
10. Hodnocení kvality výsledků vyšetření a léčby	218
11. Neshody	218
12. Záznamy	218
13. Způsob stanovení a hodnocení zátěže pacienta	219
14. Tabulky	220
15. Seznam použitých právních předpisů a literatury	222
<b>Příloha A. Obecný NRS pro zobrazovací metody nukleární medicíny</b>	225
<b>Příloha B. Obecný NRS pro terapii otevřenými zářiči</b>	230
<b>II. Speciální část</b>	
<b>NM/SC NRS pro zobrazovací metody nukleární medicíny</b>	
NM/SC/KARDV Kardiovaskulární systém	
1. NRS scintigrafie myokardu perfuzní	233
2. NRS radionuklidové rovnovážné ventrikulografie	237
3. NRS radionuklidové kardioangiografie (metoda prvního průtoku)	240
4. NRS radionuklidové flebografie	242
NM/SC/CNS Centrální nervový systém	
1. NRS pro SPECT mozku – vyšetření regionální mozkové perfuze	244
2. NRS pro SPECT zobrazení dopaminových transportérů ve striatu pomocí ligandů značených <sup>123</sup> I	246
3. NRS scintigrafie cerebrospinálních likvorových cest (cisternografie)	248
4. NRS pro scintigrafické stanovení mozkové smrti	250
NM/SC/PULM Scintigrafie plic	
1. NRS scintigrafie plic perfuzní	253
2. NRS scintigrafie plic ventilační	255
NM/SC/NEFROUR Nefrourologie	
1. NRS scintigrafie ledvin statická	257
2. NRS dynamické scintigrafie ledvin	259
3. NRS dynamické scintigrafie ledvin k detekci renovaskulární hypertenze	261
4. NRS dynamické scintigrafie ledvin diuretické	264
5. NRS přímé radionuklidové cystografie	266
6. NRS nepřímé radionuklidové cystografie	268
NM/SC/GIT Gastrointestinální trakt	
1. NRS scintigrafie jícnu a detekce gastroesofageálního refluxu	270
2. NRS scintigrafie evakuace žaludku	271



3. NRS scintigrafie ke stanovení lokalizace krváčení do trávicího traktu	273
4. NRS scintigrafie Meckelova divertiklu	275
5. NRS scintigrafie k detekci hemangiomu jater	277
6. NRS scintigrafie jater a sleziny	279
7. NRS dynamické hepatobiliární scintigrafie	281
<b>NM/SC/SKEL</b> Skelet a kostní dřeň	
1. NRS scintigrafie skeletu	283
2. NRS scintigrafie kostní dřene	286
<b>NM/SC/ENDOKR</b> Štítná žláza a příštítná tělíska	
1. NRS scintigrafie štítné žlázy	288
2. NRS celotělové scintigrafie <sup>131</sup> I u karcinomu štítné žlázy	290
3. NRS scintigrafie příštítných tělísek	292
<b>NM/SC/LYMFO</b> Lymfatický systém	
1. NRS lymfoscintigrafie	294
2. NRS scintigrafie sentinelových uzlin	296
3. NRS radionavigované biopsie	298
<b>NM/SC/TU</b> Onkologie (kromě PET)	
1. NRS scintigrafie [ <sup>111</sup> In]-pentetotidem	301
2. NRS scintigrafie [ <sup>123/131</sup> I]-MIBG	303
3. NRS scintigrafie nádorů [ <sup>99m</sup> Tc]-MIBI	305
<b>NM/SC/INFLAM</b> Záněty a infekce	
1. NRS detekce ložisek zánětu autologními leukocyty	307
2. NRS scintigrafie po podání antigranulocytárních monoklonálních protilátek	311
<b>NM/SC/Ga</b> Scintigrafie <sup>67</sup> Ga	
1. NRS scintigrafie <sup>67</sup> Ga	312
<b>NM/SC/PET</b> PET	
1. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDG PET/CT trupu	314
2. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDG PET/CT mozku	319
3. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDG PET myokardu	322
4. NRS [ <sup>18</sup> F]-FLT PET/CT mozku	324
5. NRS [ <sup>18</sup> F]-NaF PET/CT skeletu	327
6. NRS [ <sup>18</sup> F]-FCH PET/CT trupu	330
7. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDOPA PET/CT trupu	335
8. NRS [ <sup>18</sup> F]-FDG PET/MRI	340
9. NRS PET/MRI s užitím jiných radiofarmak než [ <sup>18</sup> F]-FDG	344
<b>NM/T NRS pro terapie otevřenými zářiči</b>	
<b>NM/T/I</b> Terapie <sup>131</sup> I	
1. NRS <sup>131</sup> I terapie benigních onemocnění štítné žlázy	349
2. NRS <sup>131</sup> I terapie diferencovaných karcinomů štítné žlázy	351
<b>NM/T/PAL</b> Paliativní terapie kostních metastáz	
1. NRS paliativní terapie kostních metastáz radionuklidu	353
<b>NM/T/SYNOV</b> Synoviortéza	
1. NRS radionuklidové synovektomie – synoviortézy	355
<b>NM/NONSC NRS pro nescintigrafické diagnostické metody</b>	
<b>NM/NONSC/AKU</b> Akumulační radiojodový test	
1. NRS radiojodového akumulčního testu	357
<b>NM/NONSC/RENFCE</b> Měření celkové ledvinné funkce	
1. NRS stanovení GF, ERPF měřením radioaktivity krevních vzorků	359
<b>NM/NONSC/HEMAT</b> Nescintigrafická hematologická radionuklidová měření	
1. NRS stanovení objemu cirkulujících erytrocytů a celé krve	360
2. NRS stanovení přežívání krevních elementů	362



## 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 nukleárně 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 povolené 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 povolené 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 druhového 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 možnostem 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 radionuklidu 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		Pacienti s hmotností ≥ 70 kg	
Hmotnost pacienta [kg]	Faktor F	Hmotnost pacienta [kg]	Faktor F
4	0,14	70	1
5	0,17	75	1,05
6	0,19	80	1,10
7	0,21	85	1,15
8	0,23	90	1,19
9	0,25	95	1,24
10	0,27	100	1,28
11	0,29	105	1,33
12	0,32	110	1,37
13	0,34	115	1,41
14	0,36	120	1,46
15	0,38	125	1,50
20	0,46	130	1,54
25	0,54	135	1,58
30	0,62	140	1,62
35	0,69	145	1,66
40	0,76	150	1,70
45	0,81	155	1,74
50	0,88	160	1,78
52 – 54	0,90	165	1,82
56 – 58	0,92	170	1,86
60 – 62	0,96	180	1,94
64 – 66	0,98	190	2,01
68	0,99	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 léčivy 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 radiačních 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/doporuzeni-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 akvizičních 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 popsáným 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 prověřit, 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 nímž byl pacient odeslán k vyšetření, případně uvedení diferenciatně 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 zhodnotil, 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 aplikaci 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 [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-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 [ $^{201}\text{Tl}$ ]-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 postižením 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. dvojsprodukt), je žádoucí dosáhnout hodnoty dvojsproduktu 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 dvojsproduktu 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 bočná 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 kardioangiografie (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]-tetrofosmin. 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, nahrávající 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.

Případné 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 [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-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 [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-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

- [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-HMPAO (hexamethyl propylen amino oxim) nestabilizovaný nebo stabilizovaný,
- [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-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 [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-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

Název standardu: **NRS pro SPECT zobrazení dopaminových transportérů ve striatu pomocí ligandů značených  $^{123}\text{I}$**

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 $^{99m}\text{Tc}$ 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 $^{81m}\text{Kr}$		
	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 $^{133}\text{Xe}$		
	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, šíři 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 nespoupracujícího 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 nevízkovou 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 rozdrcený 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 nevzorkovou 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 fotoník 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 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

přízpusobí 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 nevzorkovou 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 fotopík 140 keV, šíři 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 $^{99m}\text{Tc}$ 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 nepřímé 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

$^{99m}\text{Tc}$ -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 scintografií 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 stanoví 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 stanoví 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 nákyk 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 impulzů. 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]-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 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 fotopík 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 vyplavení 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 [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-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  $^{99m}\text{Tc}$  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 [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-TcO<sub>4</sub>). Při použití in vivo značení je vhodná premedikace 400 mg chloristanu p. o. minimálně 30 minut před podáním [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-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, šířka 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 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. 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]-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 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 erythrocyty 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 hyperbilirubiněmi 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 ejekční 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 [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-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, doporučovaná 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 ledvinných 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, šíři 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. Maticе 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. Maticе 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, maticе 64 × 64 nebo jemnější, 3 – 10 s/scintigram), *tkáňové fáze* (statický scintigram v období 3. až 5. minuty po i. v. aplikaci RF, maticе 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  $256 \times 256$ , 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  $360^\circ$ , matice  $64 \times 64$  a jemnější (optimální matice je  $128 \times 128$ ), 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  $256 \times 256$ , popř.  $128 \times 128$ .

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 [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-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 dřeně**

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 dřeně.



## 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 fotoník 140 keV, šíří 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).

$[^{99m}\text{Tc}]\text{-TcO}_4$  nebo  $^{123}\text{I}$  je podáván i. v.

$^{131}\text{I}$  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  $256 \times 256$  (nebo  $128 \times 128$ ) a zoom 2, malé zorné pole  $128 \times 128$  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  $256 \times 256$ , popřípadě  $128 \times 128$  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  $[^{99m}\text{Tc}]\text{-technecianu}$  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  $[^{99m}\text{Tc}]\text{-technecianu}$  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 $[^{99m}\text{Tc}]\text{-TcO}_4$		
	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 aktivity 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 přístítných 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.

Matic 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 –  $^{99m}\text{Tc}$ ]- $\text{TcO}_4$  (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  $^{99m}\text{Tc}$ ]- $\text{TcO}_4$  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 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 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 Lymfatický systém

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 přepočty 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 fotoník 140 keV, šířka 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 [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-nanokoloиду 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 přírodního 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 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 [ <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 vyšetřování 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 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 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 [ $^{123}\text{I}$ ]-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 [ $^{131}\text{I}$ ]-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 [ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ]-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  $^{131}\text{I}$ ) 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 [ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ]-MIBI nebo  $^{201}\text{Tl}$ . Nejčastěji jde o pacienty s diferencovaným karcinomem štítné žlázy při zvýšené hladině tyreoglobulinu a negativním nálezem při scintigrafii  $^{131}\text{I}$ , 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 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

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 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 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  $256 \times 256$  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  $256 \times 1024 \times 16$ . 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 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  $360^\circ$ , 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.

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 dřene.

#### 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 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 inzulínovou 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 vypnout (aplikace inzulínu 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 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 (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 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 hyperglykémie i. v. podáním krátkodobým inzulínem je pacientovi z bezpečnostních důvodů zavedena nitrožilní kanyla pro případ hypoglykémie. 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).

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 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. 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 expirací) 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 upgradingu 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 kanylka 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 [ $^{18}\text{F}$ ]-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 [ $^{18}\text{F}$ ]-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

$^{18}\text{F}$ FDG PET je tomografická zobrazovací technika, která využívá analog glukózy značený  $^{18}\text{F}$  k zobrazení relativního obratu 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 skenu 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 skenu 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 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.

#### 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 [ $^{18}\text{F}$ ]-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 [ $^{18}\text{F}$ ]-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, diferenciatní 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 připaženy, 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 podporný 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 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, 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 expiria) 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 otázky 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 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 (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-dihydroxyphenyla lanine – 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 trvající 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 (patologickeoanatomickeo) 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 kontra-indikací 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 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 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 ozáření (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 18F-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 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 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 i 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 tyroidektomie 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.

Variantní 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 pojistěnce, není-li tímto číslem rodné číslo pacienta, a kód zdravotní pojistovny; 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, případné 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), nespoupráce 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 scintigrafií 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 synovitisy 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, vilononodulární 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/, 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.

## 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 – akumulací 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 akumulací 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 přeměněním 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 $^{51}\text{Cr}$ -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

\* \* \*

Vydává: Ministerstvo zdravotnictví ČR – Redakce: Palackého nám. 4, 120 00 Praha 2-Nové Město, telefon: 224 972 672. – Administrace: písemné objednávky předplatného, změny adres a počtu odebíraných výtisků – SEVT, a. s., Pekařova 4, 181 06 Praha 8-Bohnice, telefon: 283 090 354, fax: 233 553 422, www.sevt.cz, e-mail: predplatne@sevt.cz. Objednávky v Slovenskej republike prijíma a distribuuje Magnet Press Slovakia, s. r. o., P. O. BOX 169, 830 00 Bratislava, tel./fax: 004212 44 45 45 59, 004212 44 45 46 28 – Předpokládané roční předplatné se stanovuje za dodávku kompletního ročníku a je od předplatitelů vybíráno formou záloh. – Vychází podle potřeby – Tiskne: SPRINT SERVIS, Lovosická, Praha 9.

**Distribuce:** předplatné, jednotlivé částky na objednávku i za hotové – SEVT, a. s., Pekařova 4, 181 06 Praha 8-Bohnice, telefon: 283 090 354, fax: 233 553 422; drobný prodej v prodejnách SEVT, a. s. – Brno, Česká 14, tel./fax: 542 233 962 – České Budějovice, Česká 3, tel./fax: 387 319 045 a ve vybraných knihkupectvích. **Distribuční podmínky předplatného:** jednotlivé částky jsou expedovány předplatitelům neprodleně po dodání z tiskárny. Objednávky nového předplatného jsou vyřizovány do 15 dnů a pravidelné dodávky jsou zahajovány od nejbližší částky po ověření úhrady předplatného nebo jeho zálohy. Částky vyšlé v době od zaevidování předplatného do jeho úhrady jsou doposílány jednorázově. Změny adres a počtu odebíraných výtisků jsou prováděny do 15 dnů. Lhůta pro uplatnění reklamací je stanovena na 15 dnů od data rozeslání, po této lhůtě jsou reklamace vyřizovány jako běžné objednávky za úhradu. V písemném styku vždy uvádějte IČ (právnícká osoba), rodné číslo bez lomítka (fyzická osoba) a kmenové číslo předplatitele. **Podávání novinových zásilek** povoleno ŘPP Praha č.j. 1172/93 ze dne 9. dubna 1993. Podávání novinových zásilek v Slovenskej republike povolené RPP Bratislava, pošta 12, č. j. 445/94 zo dňa 27. 12. 1994.

