

„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.....	3
2. ZKRATKY.....	3
3. OBECNÁ USTANOVENÍ.....	4
3.1 Personální zajištění a požadavky na kvalifikaci.....	4
3.2 Identifikace pracoviště.....	4
3.3 Klinická odpovědnost.....	4
4. POSTUP PŘI LO.....	5
4.1 Odůvodnění.....	5
4.2 Praktická část LO.....	9
4.3 Hodnocení kvality LO.....	10
4.4 Klinické hodnocení – diagnostický popis CT obrazů.....	11
4.5 Fyzikálně-technická část LO.....	11
4.6 Záznamy, dokumentace.....	11
4.7 Související dokumenty.....	12
5. STANDARDIZOVANÉ VÝKONY LO PRO VÝPOČETNÍ TOMOGRAFII.....	13
5.1 Obecná doporučení.....	13
5.2 CT protokoly pro dospělé.....	15
5.3 Pediatrické CT protokoly.....	39
6. PŘÍLOHY.....	46
6.1 Příloha 1: Radiační ochrana žen v reprodukčním věku.....	46
6.2 Příloha 2: Metodický list intravaskulárního podání kontrastních látek.....	49
6.3 Příloha 3: Orientační hodnoty pro intravenózní aplikaci kontrastní látky u CT vyšetření dětí.....	53
6.4 Příloha 4: Přehled typických hodnot $CTDI_{vol}$ pro jednotlivá CT vyšetření dospělých.....	54
6.5 Příloha 5: Přehled standardizovaných CT výkonů LO dle České radiologické klasifikace.....	55
6.6 Příloha 6: Požadavky na používání měřidel při lékařském ozáření podle atomového zákona a zákona o metrologii.....	57

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 _{vol}	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 přihlédne 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,
- nespoupráce 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 přidržit, 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: ≥ 15 cm

Zobrazení CTDI_{vol} 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/m²

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 nejnížší 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 sníženou 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 šíře 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:

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

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 _{vol} 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">• při centraci předklonit hlavu nebo sklopit gantry, tak aby primární svazek nezasahoval oči (oční čočky)• sklon rekonstruovaných transverzálních vrstev dle orbitomeatální linie, koronálních vrstev dle zadní hrany mozkového kmene• vrstvy rekonstruované kostním kernelem tl. 1 – 2 mm

5.2.2 CT skalní kosti

kód VZP – 89615

kód ČRK – 06. 02. 016, 06. 02. 017, 06. 02. 018

strategie vyšetření	<ul style="list-style-type: none">• standardně nativně• při potřebě hodnocení měkkých tkání s KL i. v. postupovat dle protokolu pro vyšetření hlavy a krku
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">• je vhodné provést rekonstrukci z hrubých dat na objem celé báze lebni a také na každou pyramidu zvlášť• v případě současné potřeby zobrazení měkkých tkání (nádorová onemocnění) lze vyšetření provést s kontrastní látkou: postupovat dle protokolu CT vyšetření hlavy a krku

5.2.3 CT vedlejších nosních dutin

kód VZP – 89615

kód ČRK – 06. 02. 006, 06. 02. 007, 06. 02. 008

strategie vyšetření	<ul style="list-style-type: none">• nativně• u pyogenních zánětů a nádorů provádět vyšetření s podáním KL i. v. a postupovat dle protokolu pro CT očních / obličejového skeletu
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
CTDI _{vol} 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">• primárně provádíme akvizici vždy vleže na zádech v transverzální rovině, s následným reformátováním dat do koronální roviny• pozn.: akvizice v koronální rovině (s maximálním záklonem hlavy vleže na břiše) nemá u helikálních skenerů opodstatnění, naopak zvyšuje přítomnost artefaktů ze stomatologických implantátů či výplní a zbytečně vystavuje oční čočky primárnímu svazku záření• v žádném případě nepoužívat pro zobrazení VDN protokol pro CT mozku: dávka na oční čočku je při něm mnohonásobně vyšší (!)

5.2.4 CT očnic, CT obličejového skeletu

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	očnice 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">• rekonstrukce minimálně v transverzální a koronální rovině• v žádném případě nepoužívat pro CT očnic / obličejového skeletu protokol pro CT mozku: mnohonásobně vyšší dávka na oční čočku (!)

5.2.5 CT hlavy a krku

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">• pokud to lze, nastavit hlavu do takové polohy, aby nedošlo k ozáření očních čoček• 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

5.2.6 CT C páteře

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 _{vol} 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">rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel transverzálně a sagitálněvyšetření s KL dle tohoto protokolu pouze u patologických procesů páteře a páteřního kanálu (v ostatních případech postupovat dle protokolu CT hlavy a krku)

5.2.7 CT Th páteř

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 _{vol} 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">rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel transverzálně a sagitálněvyšetření s KL dle tohoto protokolu pouze u patologických procesů páteře a páteřního kanálu (v ostatních případech postupovat dle protokolu CT hrudníku)

5.2.8 CT LS páteře

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 _{vol} 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">• rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel transverzálně a sagitálně• vyšetření s KL dle tohoto protokolu pouze u patologických procesů páteře a páteřního kanálu (v ostatních případech postupovat dle protokolu CT břicha a pánve)

5.2.9 CT angiografie mozkových a krčních tepen

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 _{vol} 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 mgI/ml); minim. 5 ml/s (300 mgI/ml)
zpoždění	arteriální fáze, nutná monitorace bolu KL
poznámka	<ul style="list-style-type: none">• hodnocení stenóz na TRA vrstvách a MPR v rovině tepny tl. ≤ 1 mm• vhodné doplnění tenkých (3 – 6mm) MIP rekonstrukcí v základních rovinách• volitelně celoobjemové MIP a VRT rekonstrukce

5.2.10 CT angiografie plicních tepen

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">• základní rekonstrukce TRA, volitelně MPR rekonstrukce COR• MIP rekonstrukce jsou pro průkaz malých embolů nevhodné (!)• měla by být současně již i kontrastní náplň v aortě

5.2.11 CT angiografie aorty

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">• volitelně doplnit o tenké (3 – 5mm) MIP či MPR rekonstrukce COR, SAG, případně v šikmé rovině rovnoběžné s aortálním obloukem• volitelně VRT rekonstrukce• u stentgraftů a podezření na aktivní krvácení doplnit o sken ve venózní fázi (doporučeno s redukovanou dávkou o 20 – 40 %)

5.2.12 CT skeletu ramen/pánve

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 _{vol} 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">• rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel alespoň transverzálně• 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• u velmi štíhlých dospělých a dětí je možno dávku významně snížit nastavením napětí na 100 kV (velmi štíhlí dospělí) nebo 80 kV (menší děti)

5.2.13 CT horních/dolních končetin

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)
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	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">• rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel alespoň transverzálně• tento protokol nepoužívat (!) pro CT ramen a pánve (nebezpečí nedostatečné expozice a vysokého šumu)

5.2.14 CT kloubů

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 břicho), 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 přihlédnutím k habitu nemocného)
CTDI _{vol} 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">• rekonstrukce v kostním kernelu ve třech rovinách, měkkotkáňový kernel alespoň transverzálně• tento protokol nepoužívat (!) pro CT ramen a pánve (nebezpečí nedostatečné expozice a vysokého šumu)• v případě potřeby i. v. aplikace KL (záněty, nádory) postupovat podle protokolu pro CT končetin

5.2.15 CT hrudníku

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 _{vol} 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">• u multidetektorových přístrojů (10 a více řad) vždy rekonstruovat HRCT vrstvy (tl. ≤ 1,5 mm)• pro detekci plicních uzlů jsou vhodné MIP vrstvy o tl. 10 – 15 mm• pokud to povaha nálezu umožňuje, používat pro kontrolní vyšetření nízkodávkové protokoly bez KL (100 – 120 kV, max. 50 mAs)• MPR v sagitální a koronální rovině v měkkotkáňovém i plicním kernelu

5.2.16 HRCT plic	
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

5.2.17 CT břicha, pánve, retroperitonea

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">• použít jen tolik fází, kolik je nezbytně nutných pro diagnostiku• nativní vyšetření a vylučovací fázi je žádoucí provést se sníženou dávkou• preferovaná je perorální příprava izodenzní KL• při CT enterografii se aplikuje až 2 l izodenzní KL (2,5% roztok manitolu nebo sorbitolu)• 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• při vyšetření samotné pánve může pacient mělce dýchat• MPR v koronální a sagitální rovině v měkkotkáňovém kernelu

5.2.18 CT trupu (hrudník, břicho, pánev)

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">• screening nebo kontroly uzlin lze provádět pouze nativně s nízkou dávkou• kraniokaudální směr skenování• MPR v měkkotkáňovém a plicním kernelu v sagitální a koronální rovině

5.2.19 CT k vyloučení urolitiázy

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
CTDIvol 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">• preferovaně nízkodávkové vyšetření• pro materiálovou analýzu konkrementů lze využít CT s duální energií záření• MPR v koronální a sagitální rovině

5.2.20 CT kolonografie

kód VZP – 89615	
kód ČRK – 06. 06. 005	
strategie vyšetření	nativně, virtuální endoskopie
příprava nemocného	vyprázdnění, označení stolice pozitivní KL, aplikace vzduchu nebo CO ₂ 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 _{vol} 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">• preferuje se nízkodávkové vyšetření• před skenováním v obou polohách ověřit kvalitu náplně střeva na topogramu• pro posouzení samotného tlustého střeva stačí nativní vyšetření• pouze v případě potřeby současného posouzení dalších břišních orgánů je vhodná aplikace KL (viz CT břicha, retroperitonea a pánve)• součástí vyšetření je virtuální endoskopie• MPR v koronální a sagitální rovině

5.2.21 CT k navigaci intervenčních výkonů

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">• preferuje se nízkodávkové vyšetření (cca 50% hodnota mAs oproti standardnímu zobrazení)• hodnotu mAs je třeba přizpůsobit vyšetřované oblasti• při skenování nezůstávat ve vyšetřovně, pokud to není nezbytně nutné, jinak je nutné používat ochranné pomůcky• nedávat ruce do primárního svazku, při manipulaci s nástroji během skenování používat prodlužovací nástavce• minimalizovat čas CT skiaskopie

5.2.22 CTA koronárních tepen

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	předozaďní
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">• pro hodnocení kalciového skóre se používá nativní nízkodávkové vyšetření• při vyšetření bypassů zahrnout oblast jejich odstupu• VRT rekonstrukce, MIP rekonstrukce, zakřivené MPR

5.2.23 CTA končetinových tepen

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">• pro hodnocení žil DKK a dolní duté žíly se používá venózní fáze se zpožděním až 180 s (preferenčně se sníženou dávkou)• VRT rekonstrukce, MIP rekonstrukce, zakřivené MPR

5.2.24 CT perfuze mozku

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)
CTDIvol 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">• u objemového vyšetření lze doplnit rekonstruované vrstvy šíře $\leq 1,5$ mm pro 4D rekonstrukci mozkových cév

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 očnice			
instrukce nemocnému	nehýbat se, malé děti dokonale fixovat proti pohybu			
rozsah vyšetření	báze lební až vrchol kalvy, neskenovat přes očnice			
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 _{vol} 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"> • topogram pro všechny věkové kategorie 80kV a 20mAs • rekonstrukce minimálně v transverzální a koronální rovině • v žádném případě nepoužívat pro CT očnic / obličejů protokol pro CT mozku: výrazně vzroste dávka na oční čočku (!) 			

5.3.2 Pediatrické CT obličej a krku

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	120
mAs doporučené (FBP)	90 – 150	50 – 90	70 – 140
CTDI _{vol} 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">• pokud nevyšetřujeme očníce, nastavíme hlavu do takové polohy, aby nedošlo k ozáření očních čoček• pro CT vyšetření VDN volíme nízkodávkové zobrazení při 80, max. 100 kV• rekonstrukce v měkkotkáňovém kernelu v axiální, sagitální a koronální rovině, volitelně rekonstrukce v kostním kernelu v axiální a ev. další rovině		

5.3.3 Pediatrické CT břicha, pánve, retroperitonea

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 _{vol} 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">• použít jen tolik fází, kolik je nezbytně nutných pro diagnostiku• nativní vyšetření a vylučovací fázi je žádoucí provést se sníženou dávkou• CT enterografii nahradit MR enterografií• při vyšetření samotné pánve může pacient mělce dýchat• MPR v koronální a sagitální rovině v měkkotkáňovém kernelu		

5.3.4 CT trupu u novorozenců

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 _{vol} 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">• použít jen tolik fází, kolik je nezbytně nutných pro diagnostiku

5.3.5 Pediatrické CT vyšetření traumat – hrudník, břicho, pánev

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 _{vol} 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						

5.3.6 Pediatrické CT hrudníku

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 _{vol} 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">• u multidetektorových přístrojů (10 a více řad) vždy rekonstruovat HRCT vrstvy (tl. ≤ 1,5 mm)• MPR v sagitální a koronální rovině v měkkotkáňovém i plicním kernelu			

5.3.7 Pediatrické HRCT plic

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 _{vol} 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 jódových 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 hydrataci!

Osoby s rizikem rozvoje KN:

- eGFR nižší než 60 ml/min/1,73 m² při intraarteriálním podání JKL,
- eGFR nižší než 45 ml/min/1,73 m³ 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 nefrotoxických 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 nízko-/izoosmolální JKL, preferenčně s nízkou viskozitou,
- lze zvážit podání nefroprotektivních látek (acetylcystein, infuze hydrogenuhličitanu sodného),
- u katetizačních výkonů zvážit podání alternativní KL (např. CO₂).

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 (CO_2).

Orientační výpočet maximální možné dávky JKL:

U nemocných s normální funkcí ledvin (hodnota eGFR > 60 ml/min/1,73 m^2 , 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:

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

V principu je tedy u osob s hodnotou eGFR nižší než 45 ml/min/1,73 m^2 (při intravenózním podání JKL) nebo u osob s hodnotou eGFR nižší než 60 ml/min/1,73 m^2 (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

Vyšetření	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 očnic	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 očnic nativně
89617	06. 02. 004	CT očnic s KL
89611	06. 02. 005	CT očnic 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 měřidla, 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 skiagrafičeských, 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).