

původní práce

Snížení radiační zátěže pomocí přídatné stříbrné filtrace při výpočetní tomografii hrudníku

The chest computed tomography – dose reducing using additional silver filtration

Leoš Ungermann^{1,2}, Veronika Kozáková¹, Bořivoj Korbel¹, Hana Malíková²

¹Radiodiagnostické oddělení Pardubická nemocnice, Nemocnice Pardubického kraje, a.s., Pardubice

²Klinika radiologie a nukleární medicíny 3. LF UK a FNKV, Praha

Hlavní stanovisko práce

Cílem práce bylo zjistit rozdíl radiační zátěže při vyšetření hrudníku výpočetním tomografem při použití stříbrné filtrace a bez ní. Efektivní dávka při použití stříbrné filtrace klesá přibližně o 80 % při zachování diagnostické kvality vyšetření. Protokol s použitím stříbrné filtrace a umělé inteligence tak může být běžným způsobem vyšetření při nativní výpočetní tomografii (CT) hrudníku jako další metoda pro snížení dávky záření. Již nyní lze použít stejný způsob akvizice obrazu i při dalších nativních CT vyšetřeních, např. screening karcinomu plic, nativní CT břicha z urologické indikace, ale i k vyloučení některých náhlých příhod břicha, vyšetření kostí a kloubů, páteře apod.

SOUHRN

Ungermann L, Kozáková V, Korbel B, Malíková H. Snížení radiační zátěže pomocí přídatné stříbrné filtrace při výpočetní tomografii hrudníku

Cíl: Cílem naší práce bylo zjistit stupeň snížení efektivní dávky záření při nativním zobrazení hrudníku na výpočetním tomografu za použití protokolu se stříbrnou filtrací a bez ní a také ověřit, bude-li zachována diagnostická kvalita vyšetření.

Metodika: Z pacientů, kteří podstoupili CT na našem pracovišti v letech 2023 a 2024, jsme vybrali ty, kteří měli nativní CT hrudníku a jejichž vyšetření jsme retrospektivně analyzovali. Pacienti byli rozděleni na dvě skupiny. První skupina byla vyšetřena se standardním protokolem bez použití přídatné filtrace a druhá skupina pacientů s použitím stříbrné filtrace. Radiační zátěž byla vypočítána na podkladě nastavených expozičních parametrů a hodnot dávkových parametrů exportovaných CT přístrojem vztažených na velikost pacienta.

Major statement

The aim of the work was to determine the difference in radiation exposure during chest computed tomography examination with and without silver filtration. The effective dose when using silver filtration decreases by approximately 80% while maintaining the diagnostic quality of the examination. The protocol using silver filtration and artificial intelligence can therefore be a common method of examination during native computed tomography (CT) of the chest as another method for reducing radiation dose. The same image acquisition method can already be used for other native CT examinations, e.g.: lung Ca screening, native CT of the abdomen for urological indications, but also to exclude some sudden abdominal events, examination of bones and joints, spine, etc.

SUMMARY

Ungermann L, Kozáková V, Korbel B, Malíková H. The chest computed tomography – dose reducing using additional silver filtration

Aim: The aim of our work was to determine the degree of reduction in effective radiation dose during native chest imaging on a computed tomography scanner using a protocol with and without silver filtration, and also to verify whether the diagnostic quality of the examination would be maintained.

Method: From the patients who underwent CT at our institution in 2023 and 2024, we selected those who had native CT of the chest and retrospectively analyzed their examinations. The patients were divided into two groups. The first group was examined with a standard protocol without the use of additional filtration and the second group of patients with the use of silver filtration. Radiation exposure was calculated based on the set exposure

Přijato: 31. 8. 2025

Korespondenční adresa:

MUDr. Leoš Ungermann, Ph.D., MBA
Radiodiagnostické oddělení Pardubická nemocnice
Nemocnice Pardubického kraje, a.s.
Kyjevská 44, 532 03 Pardubice
e-mail: leos.ungermann@nempk.cz

Konflikt zájmů: žádný

Diagnostickou kvalitu vyšetření pak nezávisle posuzovali dva zkušení radiologové věnující se diagnostice plicních chorob.

Výsledky: V obou skupinách bylo 108 pacientů. Vyšetření bylo v 60 % případů indikováno jako kontrolní a ve 40 % případů jako prvotní. Postižení plicního intersticia bylo kontrolováno či vyšetřováno ve 32 %, konsolidace či ložisko v 59 % a ostatní indikace zaujaly 9 % vyšetření. Medián efektivní dávky u pacientů s použitím běžného protokolu byl 5,86 mSv (2,20–14,07 mSv) s průměrem 6,34 mSv, u pacientů při použití stříbrné filtrace byl medián efektivní dávky 1,18 mSv (0,60–2,54 mSv) s průměrem 1,31 mSv. Obě skupiny pacientů měly porovnatelné fyzické parametry, kdy v první skupině byl průměrný BMI 28,4 a u skupiny druhé pak 28,2. V obou skupinách byl identický počet žen. Při hodnocení diagnostické kvality vyšetření nebylo ani jedno z vyšetření hodnoceno jako nedignostické.

Závěr: Výsledky prokázaly, že použití stříbrné filtrace při běžném vyšetření hrudníku na výpočetním tomografu snižuje radiační zátěž pro pacienty o 80 % při zachování diagnostické kvality vyšetření u všech pacientů.

Klíčová slova: radiace, dávka, stříbrná filtrace, nízkodávková výpočetní tomografie hrudníku.

parameters and the values of the dose parameters exported by the CT machine related to the patient's size. The diagnostic quality of the examination was then independently assessed by two experienced radiologists specializing in the diagnosis of lung diseases.

Results: There were 108 patients in both groups. The examination was indicated as a control in 60% of cases and as a primary in 40% of cases. Pulmonary interstitial involvement was controlled or examined in 32%, consolidation or lesion in 59% and other indications occupied 9%. The median of effective dose in patients using the conventional protocol was 5.86 mSv (2.20–14.07 mSv) with a mean of 6.34 mSv, in patients using silver filtration the median of effective dose was 1.18 mSv (0.60–2.54 mSv) with a mean of 1.31 mSv. Both groups of patients had comparable physical parameters, with the mean BMI in the first group being 28.4 and in the second group being 28.2. There was an identical number of women in both groups. When assessing the diagnostic quality of the examination, none of the examinations were assessed as non-diagnostic.

Conclusion: The results showed that the use of silver filtration during routine chest CT scans reduces radiation exposure for patients by 80% and maintains diagnostic quality in all patients.

Key words: radiation, dose, silver filtration, thorax low-dose computed tomography.

ÚVOD

Výpočetní tomografie je metodou, která je v oblasti hrudníku a zvláště pro zobrazení plicního intersticia metodou nenahraditelnou, jelikož žádná jiná metoda neumí ukázat takový detail zobrazení plicního parenchymu jako právě výpočetní tomografie ve formě CT s vysokým rozlišením (HRCT). Vyšetření hrudníku na výpočetním tomografu je po indikacích z oblasti hlavy a krku a břicha třetí nejčastější oblastí, která je vyšetřována. Na našem pracovišti tvoří v posledních deseti letech 18–30 % všech CT vyšetření, což odpovídá literatuře, kde je udáváno vyšetření hrudníku v podobných rozmezích, např. v Polsku v roce 2024 to bylo 22 % (1). Jelikož CT vyšetření tvoří významnou část kolektivní dávky, ale zároveň je metodou v některých indikacích stále nenahraditelnou, je snaha o snížení efektivní dávky během vyšetření. K tomu se stále používají klasické metody radiační ochrany. Z nich za nejdůležitější lze považovat optimalizaci expozičních parametrů v souladu s metodou ALARA

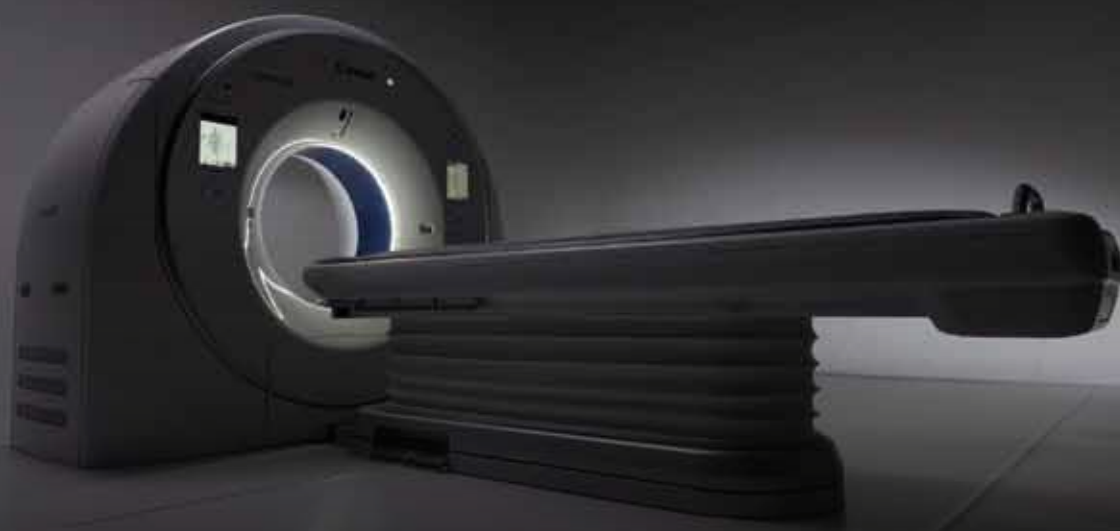
při použití expoziční automatiky, která parametry přizpůsobuje velikosti vyšetřovaného objektu. Za moderní metody snižování dávky lze pokládat dále technické zdokonalování detektorů a jednak způsob rekonstrukce obrazů, kde filtrovaná zpětná projekce byla v současné době nahrazena iterativním způsobem rekonstrukce, u kterého došlo k redukci dávky v závislosti na použitém typu a algoritmu o 40–80 % (2–4). V poslední dekádě se pak do popředí snižování dávky dostávají metody s použitím umělé inteligence, která jednak pomáhá optimalizovat expoziční parametry a jednak slouží při rekonstrukci obrazů, kdy její užití z obrazu odstraňuje efektivně šum a tím umožňuje další redukci dávky v řádech 44–83 % (5).

Jednou z dalších metod snižování dávky je použití přídatné filtrace primárního svazku záření, která se aplikuje nad rámec standardní, obvykle hliníkové, filtrace. Nyní jsou na trhu dostupné dva druhy přidaných filtrů: cínový a stříbrný, který jsme použili u pacientů v naší studii. Stříbrný filtr efektivně mění spektrum fotonů

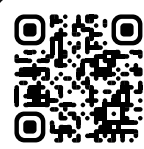
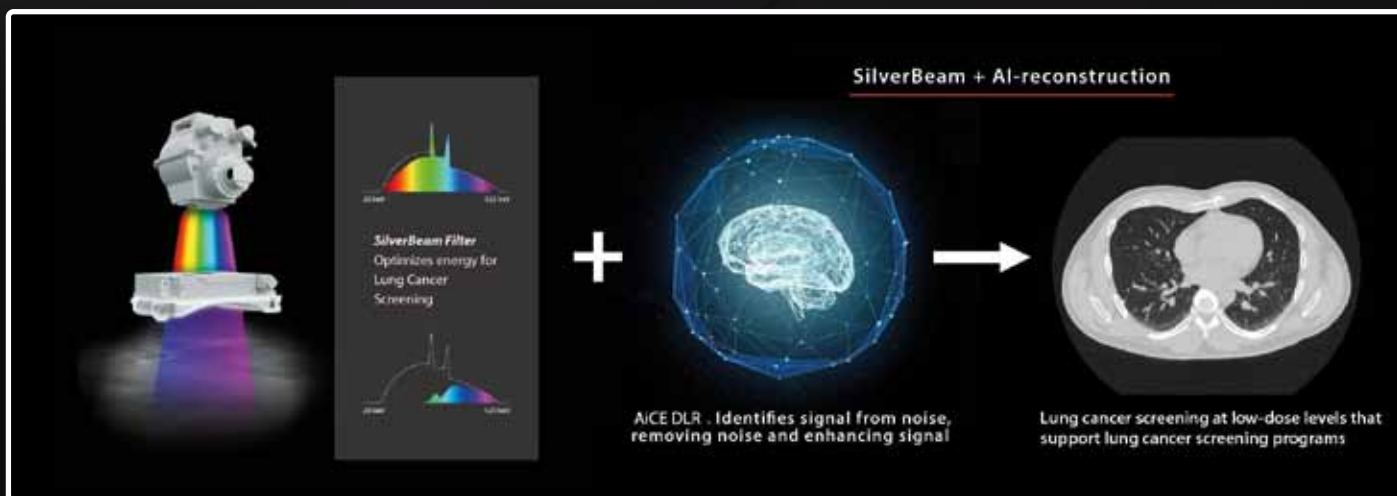
Made For life

Canon
CANON MEDICAL

FILTR SILVER BEAM



CT přístroje Aquilion ONE / INSIGHT Edition a Aquilion Serve SP jsou vybaveny filtrem SilverBeam – filtrem pro tvarování paprsku, který využívá vlastnosti stříbra zeslabujícího fotony k selektivnímu odstranění nízkenergetických fotonů z polychromatického rentgenového svazku. Energetické spektrum je tak optimalizované pro vysoce kontrastní CT aplikace. SilverBeam, navržený pro práci v kombinaci s algoritmem AiCE, poskytuje vysoce kvalitní, nízko šumové snímky ideální pro provádění vyšetření CT screeningu rakoviny plic, a to při dávce záření blízké se typickému rentgenovému vyšetření hrudníku.



Aquilion ONE
INSIGHT Edition





- 1 **Schéma redukce rentgenového spektra fotonů pomocí přídavné stříbrné filtrace:** nízkooenergetické fotony jsou filtrovány – vlevo na spektrálním grafu (se souhlasem CANON medical Europe; převzato z <https://eu.medical.canon/visions-magazine/visionsblog/v41-cteu230180-silverbeam-and-lungscreening>)

Scheme of reduction of X-ray photon spectrum using additional silver filtration: low-energy photons are filtered – left in the spectral graph (with permission of CANON medical Europe; taken from <https://eu.medical.canon/visions-magazine/visionsblog/v41-cteu230180-silverbeam-and-lungscreening>)

rentgenového záření, kdy nízkooenergetické fotony jsou ze spektra filtrovány. Po použití stříbrného filtru tak dojde k posunu spektra záření fotonů směrem k vysoceenergetickým (obr. 1), což vede k redukci sekundárního záření, které je odpovědné za vznik šumu v obraze a také za druhotné ozáření pacientů. Při použití stříbrného filtru dochází také k filtraci části fotonů, které jsou svojí energií „specifické“ pro jodovou kontrastní látku, proto jeho užití při kontrastním vyšetření není doporučováno. I když z naší praxe víme, že například pro vyšetření CT vylučovací urografií lze stříbrný filtr použít. Filtrace fotonů s nižším energetickým spektrem pomocí přídavné filtrace snižuje artefakty z utvrzení záření, což je výhodné zejména v oblasti ramen, a tedy použití tohoto filtru při vyšetření CT páteře je výhodou (6). Hlavní oblast doporučení pro užití stříbrné filtrace je však nativní vyšetření hrudníku, kostí a kloubů a z dalších nativních vyšetření např. CT břicha z indikací urologických apod.

METODIKA

Soubor pacientů

Do našeho souboru jsme zařadili pacienty, kteří měli provedeno nativní

vyšetření hrudníku v letech 2023 a 2024 na našem pracovišti na stejném výpočetním tomografu. Celkem tyto podmínky splnilo 585 pacientů. Následně byli ze souboru vyřazeni pacienti, u kterých nebyla chybou obsluhy přístroje vložena výška či váha do systému anebo byl protokol modifikován či použit u spojené akvizice s vyšetřením břicha, krku apod. Po této redukci soubor činil 385 vyšetřených pacientů.

Vyšetření

Všechna vyšetření proběhla na 320řádkovém výpočetním tomografu Aquilion One Prism (Canon, Japonsko). Napětí na rentgence bylo vždy nastaveno na 120 kV s modulovanou hodnotou proudu dle změřeného objemu a absorpce tkáně dle lokalizačních skenů a dle nastavení míry šumu pomocí standard deviation (SD), u vyšetření bez filtru 12,5, u vyšetření se stříbrným filtrem 25, pitch faktor u obou protokolů byl identický 0,813. U první skupiny pacientů bylo vyšetření bez použití stříbrného filtru, druhá skupina pacientů vyšetření podstoupila při použití stříbrného filtru a při zpracování obrazu s pomocí umělé inteligence. V první skupině bylo z našeho souboru 261 pacientů a ve druhé skupině 124 pacientů.

HODNOCENÍ

Výpočet dávky

Pro výpočet dávky byly použity parametry, které jsou exportovány CT přístrojem, jako je dávkový index $CTDI_{vol32}$ (v mGy pro fantom průměru 32 cm) a DLP (mGy × cm). Z hodnoty $CTDI_{vol32}$ a DLP byla vypočtena délka skenu a korelována s parametrem udávaným přístrojem. Aby výpočet efektivní dávky byl zpřesněn, byl použit výpočet tzv. SSDE (Size-Specific Dose Estimate) specifické dávky, která přepočítává hodnotu $CTDI_{vol32}$ na konkrétního pacienta podle jeho velikosti s pomocí konverzního faktoru (7). Velikost pacienta, jeho předozadní a boční rozměr, byla změřena na axiálním skenu, který byl ve středu skenovaného objemu. Následně byla výpočtem z hodnoty SSDE a délky skenu zpětně získána hodnota DLP_{SSDE} (= $SSDE \times$ délka skenu) a z ní za pomoci konverzního koeficientu pro ženy 0,0271 mSv/mGy × cm a pro muže 0,0243 mSv/mGy × cm zjištěna efektivní dávka (7).

Vzhledem k uvedenému, kdy dávka jednoznačně závisí na velikosti pacienta a použitý konverzní faktor je odlišný dle pohlaví, jsme přistoupili k umělé úpravě obou skupin vyšetřovaných tak, aby v obou skupinách byl stejný počet žen a průměrná tělesná konstituce (hodnoceno dle BMI) v obou skupinách byla srovnatelná. Na podkladě tohoto požadavku jsme počet jedinců v první i ve druhé skupině zredukovali na 108 v každé.

Hodnocení kvality zobrazení

Kvalitu zobrazení hodnotili nezávisle dva radiologové s více jak pětiletou zkušeností s CT diagnostikou, kdy hodnotili kvalitu obrazu ve třech stupních: 1. výborná – diagnostická, 2. mírně limitovaná – diagnostická, 3. nediodiagnostická.

VÝSLEDKY

Soubor pacientů byl složen ze 108 jedinců v každé skupině, v obou skupinách bylo zastoupeno 50 žen, průměrný věk pacientů činil v první skupině 65,1 let, ve druhé 67,3 let. BMI v obou skupinách bylo srovnatelné. Průměrné BMI všech jedinců v první skupině bylo 28,4 při mediánu 27,5 a ve druhé skupině 28,2

Tab. 1. Souhrn dávkových hodnot u skupiny pacientů vyšetřených bez použití stříbrné filtrace (skupina 1) a u pacientů s použitím stříbrné filtrace (skupina 2)

Table 1. Summary of dose values in the group of patients examined without silver filtration (group 1) and in patients with silver filtration (group 2)

	Skupina 1 (bez filtrace)		Skupina 2 (s SB filtrací)		Poměr mediánu sk2/sk1
	medián	průměr	medián	průměr	
CTDI _{vol32} (mGy)	5,050	5,955	1,000	1,204	0,198
SSDE (mGy)	6,031	6,597	1,172	1,323	0,194
effD (mSv)	4,657	5,498	0,998	1,144	0,214
effDSSDE (mSv)	5,863	6,339	1,183	1,315	0,202

Poslední sloupec tabulky vyjadřuje vzájemný poměr mediánu jednotlivých dávkových veličin u skupiny 2 oproti skupině 1. The last column of the table expresses the ratio of the median of individual dose values in group 2 compared to group 1.

CTDI_{vol32} = CT dávkový index pro fantom 32 cm/CT dose index for phantom 32 cm, SSDE = specifický dávkový index přepočten na velikost vyšetřovaného/specific dose index converted to the size of the examined subject, effD = efektivní dávka/effective dose, effDSSDE = efektivní dávka vztahovaná na SSDE/effective dose related to SSDE

při mediánu 27,3. Průměrné BMI u žen v první skupině bylo 27,0 při mediánu 26,3 a ve druhé skupině bylo průměrné BMI 27,0 při mediánu 25,9. U mužů hodnoty BMI byly následující: první skupina průměr 29,7 a medián 28,5, druhá skupina 29,3 a medián 28,2.

Vyšetření bylo v 60 % případů indikováno jako kontrolní a ve 40 % případů jako prvotní. Postižení plicního intersticia bylo kontrolováno či vyšetřováno ve 32 %, konsolidace či ložisko v 59 % a ostatní indikace zaujaly 9 % vyšetření.

Medián efektivní dávky při přepočtu s SSDE byl v první skupině bez použité

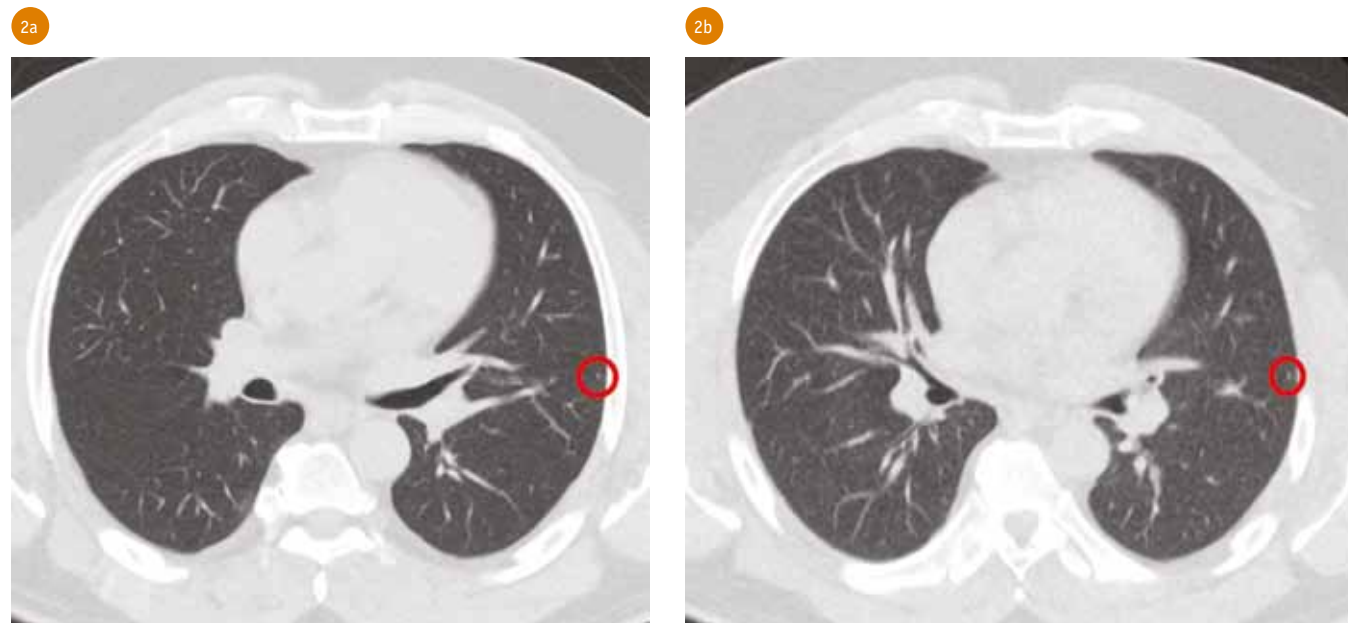
filtrace 5,86 mSv (průměr 6,34 mSv), ve druhé skupině s použitou filtrací pak medián 1,18 mSv (průměr 1,32 mSv). Medián CTDI_{vol32} byl ve skupině bez filtrace 5,05 mGy (průměr 5,96 mGy) a ve skupině s filtrací 1,00 mGy (průměr 1,20 mGy). Ostatní dávkové parametry jsou uvedeny v tabulce 1.

Výsledky hodnocení kvality zobrazení byly jednoznačné. U skupiny bez filtrace byla u tří pacientů (všichni BMI nad 40) kvalita zobrazení hodnocena druhým stupněm jako mírně limitovaná, ostatní vyšetření pak prvním stupněm výborné – diagnostické. U skupiny s použitím

filtrace bylo hodnoceno pouze jedno zobrazení druhým stupněm mírně limitované. U obou skupin tedy bylo dosaženo 100% diagnostické kvality zobrazení. U skupiny bez filtrace 94 % kvality výborné, u skupiny s filtrací bylo toto hodnocení v 98 % případů (obr. 2, 3).

DISKUSE

Studie v souladu s předpoklady a dříve publikovanými daty prokazuje významnou redukci dávky při použití protokolu s přidanou stříbrnou filtrací při nativním zobrazení hrudníku na výpočetním tomografu. Použití stříbrné filtrace s redukcí efektivní dávky o 80 % se tak v současné době stává další významnou možností jak ochránit pacienta při vyšetření proti účinku ionizujícího záření. Ilustrativním příkladem efektivního snižování dávky v čase jsou pacienti, kteří chodí na opakovaná CT vyšetření hrudníku z důvodu kontroly intersticiálních plicních procesů nebo onkologické léčby. Graf 1 dokumentuje případ pacienta s kontrolami plic na CT při léčbě high-grade myxofibrosarkomu. V grafu je zřetelný pokles indexu CTDI_{vol32} při



2 CT hrudníku: 3mm rekonstrukce v axiální rovině. Pacient pravidelně kontrolován na CT pro léčbu high-grade myxofibrosarkomu (stejný pacient, jehož hodnoty CTDI_{vol32} z opakovaných vyšetření jsou uvedeny v grafu 1). Na obou obrazech je vidět drobné subpleurální ložisko vlevo (označeno červeným kroužkem): (a) vyšetření z roku 2023 bez použití stříbrné filtrace CTDI_{vol32} = 10,8 mGy; (b) vyšetření z roku 2024 s použitím stříbrné filtrace CTDI_{vol32} = 2,48 mGy

Chest CT: 3mm reconstruction in the axial plane. Patient regularly monitored on CT for treatment of high-grade myxofibrosarcoma (same patient whose CTDI_{vol32} values from repeated examinations are shown in graph 1). A small subpleural lesion is visible in both images on the left (marked with a red circle): (a) examination from 2023 without the use of silver filtration CTDI_{vol32} = 10.8 mGy; (b) examination from 2024 with the use of silver filtration CTDI_{vol32} = 2.48 mGy

3a



3b



3 CT hrudníku: 0,5mm rekonstrukce HRCT v axiální rovině. Pacient dlouhodobě sledovaný s intersticiálním plicním procesem, diagnostikovaným jako nespecifická intersticiální pneumonie. Na obou vyšetřeních lze spolehlivě posoudit vzhled a rozsah postižení plicního intersticia: (a) vyšetření z roku 2023 bez použití stříbrné filtrace $CTDI_{vol32} = 10,9$ mGy; (b) vyšetření z roku 2025 při použití stříbrné filtrace $CTDI_{vol32} = 1,6$ mGy

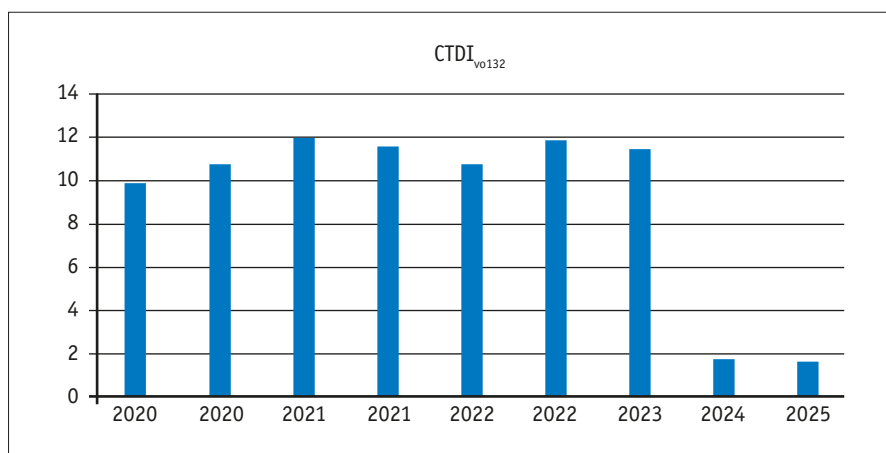
Chest CT: 0.5mm HRCT reconstruction in the axial plane. Patient with long-term follow-up with interstitial lung disease diagnosed as non-specific interstitial pneumonia. Both examinations reliably assess the appearance and extent of lung interstitial involvement: (a) examination from 2023 without silver filtration $CTDI_{vol32} = 10.9$ mGy; (b) examination from 2025 with silver filtration $CTDI_{vol32} = 1.6$ mGy

použití protokolu se stříbrnou filtrací na posledních kontrolách v roce 2024 a 2025.

Během designování naší studie se ukázalo, že je nutné při těchto vyšetřeních správně nastavit i parametry lokalizačních skenů, které současné výpočetní tomografy provádějí obvykle ve dvou rovinách na sobě kolmých. Pokud bychom ponechali původní nastavení jako u standardního protokolu, dávka, kterou by obdržel pacient během těchto

skenů, by tvořila 25–30 % celkové obdržené dávky při vyšetření s použitím stříbrné filtrace. Po upravení parametrů lokalizačních skenů došlo ke snížení této dávky na desetinu původní hodnoty. Proto jsme také ze skupin pacientů v naší studii vynechali pacienty s původním nastavením lokalizačních skenů, čímž jsme eliminovali vliv této dávky na celkovou hodnotu efektivní dávky, a porovnání odráží pouze dávku vlastního spirálního skenu.

Díky prokázané výrazné redukci radiační zátěže při zachování diagnostické kvality zobrazení jsme protokol z naší studie zavedli jako standardní pro nativní vyšetření hrudníku na našem pracovišti na přístroji Aquilion One Prism (Canon, Japonsko). Protokol se stříbrnou filtrací na našem pracovišti používáme také u pacientů, kteří přicházejí na vyšetření v rámci pilotního programu časného zachytu karcinomu plic. Protokol je nastavený podle doporučení v programu, které vyšlo ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR částka 3/2021, jako vyšetření nízkodávkové. Byly zde stanoveny hodnoty maximálních dávek hodnocených dle $CTDI_{vol32}$ pro skupiny pacientů dle jejich váhy: pacient s váhou pod 50 kg – $CTDI_{vol32}$ do 0,8 mGy; váha 50–80 kg – $CTDI_{vol32}$ do 1,6 mGy; váha nad 80 kg – $CTDI_{vol32}$ do 3,2 mGy; a vyšší $CTDI_{vol32}$ index u pacientů obézních a extrémně obézních (8). Na našem pracovišti u pacientů v tomto programu při vyšetření se stříbrnou filtrací hodnoty $CTDI_{vol32}$ ani zdaleka nedosahují požadovaných maximálních hodnot: u skupiny 50–80 kg je průměrná hodnota i medián 0,8 mGy, u kategorie nad 80 kg je průměrná hodnota i medián 1,4 mGy, což odpovídá 50%, resp. 44 % doporučených hodnot $CTDI_{vol32}$ (tab. 2). Pokud porovnáme



Graf 1. Vývoj indexu $CTDI_{vol32}$ při CT hrudníku u pacienta s pravidelnými kontrolami při léčbě high-grade myxofibrosarkomu

Graph 1. Development of $CTDI_{vol32}$ index during chest CT in a patient with regular check-ups during treatment of high-grade myxofibrosarcoma

Tab. 2. Porovnání hodnot indexu CTDI_{vol32} požadovaných Věstníkem Ministerstva zdravotnictví ČR pro pilotní program časného zachytu karcinomu plic (8) u pacientů vyšetřovaných v tomto programu na našem pracovišti a u pacientů ve studii

Table 2. Comparison of CTDI_{vol32} index values required by the Bulletin of the Ministry of Health for the pilot program of early detection of lung cancer (8) in patients examined in this program at our institution and in patients in the study

Váha pacienta	CTDI _{vol32} (mGy)				
	požadavek dle věstníku MZ	screening karcinomu plic		pacienti ve studii	
		průměr	medián	průměr	medián
do 50 kg	do 0,8	žádný pacient	žádný pacient		
50–80 kg	0,81–1,6	0,80	0,80	0,84	0,80
nad 80 kg	1,61–3,2	1,36	1,35	1,73	1,70
nad 80 kg + BMI nad 40	nad 3,2	2,38	2,40	2,65	2,65

CTDI_{vol32} = CT dávkový index pro fantom 32 cm/CT dose index for a 32 cm phantom

pacienty z naší studie, rozdělené do stejných hmotnostních kategorií dle doporučení, je patrné, že protokoly používané nyní na našem oddělení pro běžné nativní vyšetření hrudníku splňují parametry pilotního programu karcinomu plic: pacienti s váhou 50–80 kg průměr i medián CTDI_{vol32} 0,8 mGy, nad 80 kg průměr i medián CTDI_{vol32} 1,7 mGy (tab. 2). Z uvedeného vyplývá, že případnou další optimalizací vyšetřovacích protokolů by bylo možné efektivní dávku u screeningových vyšetření dále snížit pod 0,5 mSv u populace v rozmezí

50–80 kg tělesné hmotnosti, tak jako je uvedený příklad v literatuře u pacientů sledovaných s lymphangioleiomyomatózou, kde byla průměrná dávka 0,33 mSv při průměrném BMI 26,6 (9).

Z naší praxe a dle několika málo prací v literatuře je protokol s použitím stříbrné filtrace a rekonstrukce obrazu pomocí hlubokého učení umělé inteligence možné použít u nativních vyšetření v oblasti krční páteře, kde díky filtraci nízkenergetických fotonů, a tedy sekundárního záření, dochází k potlačení artefaktů z ramen. Dále již běžně

používáme tento protokol na vyšetření uropoetického aparátu při podezření na lithiázu, kde také dochází k signifikantní redukci dávky. Obdobně pak při nativních vyšetření břicha u akutních bolestí k vyloučení některých náhlých příhod břišních, kde lze dle literatury úspěšně použít nativní nízkodávkové vyšetření (10). Další oblastí je samozřejmě vyšetření kostí a kloubů, a to včetně indikace celotělového vyšetření při pátrání po ložiscích mnohočetného myelomu, i zde je doporučován nízkodávkový protokol (11).

ZÁVĚR

Použití přídatné stříbrné filtrace u nativního vyšetření hrudníku snižuje efektivní dávku oproti standardnímu vyšetření až o 80 %. Jako běžný protokol dokonce splňuje hodnoty ozáření doporučené jako maximální v protokolu pro screening karcinomu plic. Přídatnou stříbrnou filtraci lze v praxi využít s výhodou pro snížení dávky a pro redukci artefaktů prakticky u všech nativních CT vyšetření v oblasti hrudníku a dále např. v oblasti břicha, při vyšetření kostí a kloubů i krční páteře. ●

LITERATURA

1. Pankowski P, Wrzesień M. Analysis of the frequency and type of CT examinations performed in Poland in 2022. Polish Journal of Medical Physics and Engineering 2024; 30: 11–17.
2. Gervaise A, Osemont B, Lecocq S, et al. CT image quality improvement using Adaptive Iterative Dose Reduction with wide-volume acquisition on 320-detector CT. Eur Radiol. 2012; 22(2): 295–301.
3. Chen B, Ramirez Giraldo JC, Solomon J, et al. Evaluating iterative reconstruction performance in computed tomography. Med Phys. 2014; 41(12): 121913.
4. Samei E, Richard S. Assessment of the dose reduction potential of a model-based iterative reconstruction algorithm using a task-based performance metrology. Med Phys. 2015; 42(1): 314–323.
5. Brady SL. Implementation of AI image reconstruction in CT-how is it validated and what dose reductions can be achieved. Br J Radiol. 2023; 96(1150): 20220915.
6. Lee SM, Choo HJ, Lee SJ, et al. Cervical Spine CT Using Spectral Shaping: Can It Be a Solution to Overcome Artifacts in the Lower Cervical Spinal Region? Korean J Radiol. 2019; 20(3): 469–478.
7. Lee SK, Kim JS, Yoon SW, Kim JM. Development of CT Effective Dose Conversion Factors from Clinical CT Examinations in the Republic of Korea. Diagnostics (Basel) 2020; 10(9): 727.
8. Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky č.3/2021, vydáno 28.2.2021. Dostupné na: https://mzd.gov.cz/wp-content/uploads/2021/03/Vestnik-MZ_3-2021.pdf
9. Golbus AE, Steveson C, Schuzer JL, et al. Ultra-low dose chest CT with silver filter and deep learning reconstruction significantly reduces radiation dose and retains quantitative information in the investigation and monitoring of lymphangioleiomyomatosis (LAM). Eur Radiol. 2024; 34(9): 5613–5620.
10. Nicolan B, Greffier J, Dabli D, et al. Diagnostic performance of ultra-low dose versus standard dose CT for non-traumatic abdominal emergencies. Diagn Interv Imaging. 2021; 102(6): 379–387.
11. Koutoulidis V, Terpos E, Klapa I, et al. Whole-Body Low-Dose CT in Multiple Myeloma: Diagnostic Value of Appendicular Medullary Patterns of Attenuation. AJR Am J Roentgenol. 2021; 216(3): 742–751.