



FN MOTOL



KZM


OPTIMALIZACE RADIAČNÍ ZÁTĚŽE PŘI CT INTERVENČNÍCH VÝKONECH

Ing. Stanislav Kaczor
Ing. Kamila Kulhová
MUDr. Radek Pádr
prof. MUDr. Miloslav Roček, CSc.

Tel. linka: 224435029
Email: stanislav.kaczor@fnmotol.cz



Obsah:

- 1. Úvod
 - 2. Popis měření
 - 3. Porovnání dávek před optimalizací
 - 4. Popis optimalizace
 - 5. Výsledky
 - 6. Take-home points
- 

1. Úvod

- Intervenční výkony prováděné pod CT kontrolou jsou z hlediska radiační ochrany personálu velice důležité
- Při některých výkonech je nutné, aby lékař držel ruce přímo v primárním svazku záření (cílový objem výkonu blízko u kůže)

1. Úvod


- Pro kvantifikaci a analýzu radiační zátěže byla vybrána periradikulární terapie (PRT) pod CT kontrolou v okolí obratle L₅.
 - nejvyšší četnost z intervenčních výkonů pod CT kontrolou
 - intervenující umísťuje jehlu vždy do obdobné pozice
 - náročnost výkonů je většinou podobná
 - nejmenší rozptyl zkoumaných parametrů

1. Úvod

- Popis výkonu PRT:
 - lokalizační sken: poskytuje vstupní data pro automatickou modulaci proudu a přesnější zaměření plánovacího helikálního skenu
 - plánovací helikální sken: tvoří hlavní část radiační zátěže, lékař v ovladovně naplánuje postup výkonu
 - CT fluoroskopie (sekvenční skeny): lékař vstupuje do vyšetřovny k CT, pro navigaci instrumentu provede několik skenů (stojí u stolu CT).
 - ověřovací helikální sken: není vždy nutný, lékař odchází zpátky do stíněné ovladovny



2. Popis měření

- 2.1 Postup měření
 - 2.2 Veličiny
 - 2.3 Měřidla
- 

2.1 Postup měření

- Měření radiační zátěže personálu při intervenčních výkonech na CT
- Zavedení doporučení pro snížení radiační zátěže u intervenčních výkonů pod CT kontrolou
- Optimalizace expozičních parametrů intervenčních výkonů pod CT kontrolou
- Zjištění účinnosti doporučení a optimalizace expozičních parametrů

2.2 Veličiny

Byly měřeny následující veličiny u zákroků PRT (periradikulární terapie) v oblasti obratle L5:

- 1. Osobní dávkový ekvivalent $H_p(0,07)$ – ruce
 - kumulovaný dávkový ekvivalent (KDE) – nebylo možné zajistit ideální geometrii pro měření po celou dobu výkonu
- 2. Osobní dávkový ekvivalent $H_p(10)$ – hrudník

2.3 Měřidla

1. Osobní dávkový ekvivalent $H_p(0,07)$ s dozimetrem Unfors EDD-30

- Přímoodečítací elektronický dozimetr
- Izotropní úhlová odezva
- Malý polovodičový detektor
- Nastavení pro měření rukou, těla a očí
- Vhodný taky pro upozornění o překročení daného dávkového příkonu

2.3 Měřidla


- polovodičový detektor Unfors EDD-30



2.3 Měřidla

- 2. Osobní dávkový ekvivalent Hp(10):
 - měřen pomocí přímo odečítacího dozimetru DMC 2000 S





3 Porovnání radiační zátěže lékařů před optimalizací

3.1 Porovnání radiační zátěže lékařů na tělo

3.2 Porovnání radiační zátěže lékařů na ruce



3.1 Porovnání radiační zátěže lékařů na tělo

Průměrná hodnota $H_p(10)$ měřeného na hrudníku intervenujícího lékaře k množství použitého záření na pacienta

Průměr z $(H_p(10)/DLP)$ na základě 37 měření:

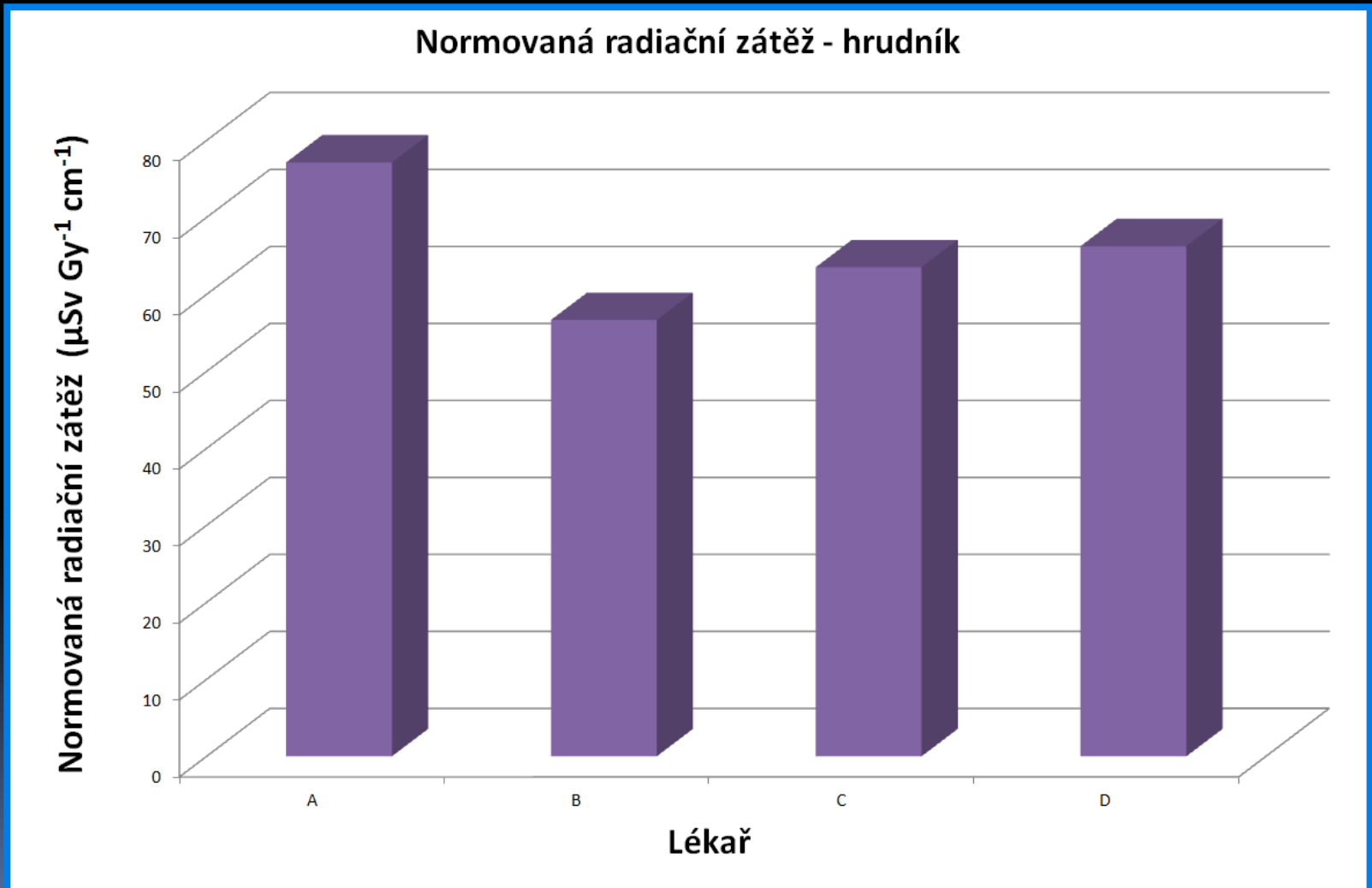
B: $57 \mu\text{Sv Gy}^{-1}\text{cm}^{-1}$ 10 měření

C: $64 \mu\text{Sv Gy}^{-1}\text{cm}^{-1}$ 10 měření

D: $66 \mu\text{Sv Gy}^{-1}\text{cm}^{-1}$ 10 měření

A: $77 \mu\text{Sv Gy}^{-1}\text{cm}^{-1}$ 7 měření

3.1 Porovnání radiační zátěže lékařů na tělo



3.2 Porovnání radiační zátěže lékařů na ruce

Průměrná hodnota KDE na ruce k množství použitého záření na pacienta

Průměr z ($100 * KDE / DLP$) na základě 37 měření:

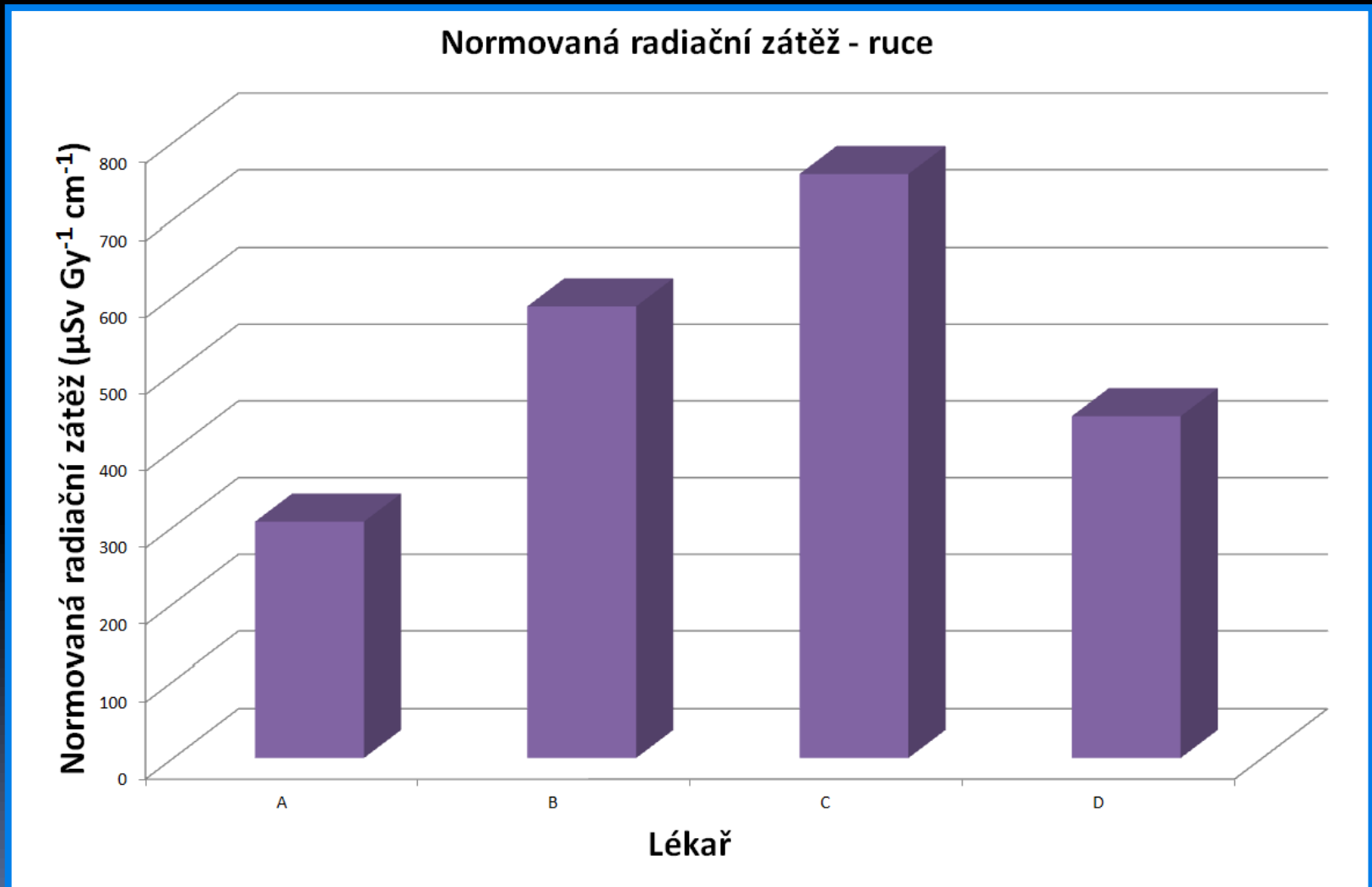
A: $31 \mu\text{Sv Gy}^{-1}\text{cm}^{-1}$ 7 měření

D: $44 \mu\text{Sv Gy}^{-1}\text{cm}^{-1}$ 10 měření

B: $58 \mu\text{Sv Gy}^{-1}\text{cm}^{-1}$ 10 měření

C: $76 \mu\text{Sv Gy}^{-1}\text{cm}^{-1}$ 10 měření

3.2 Porovnání radiační zátěže lékařů na ruce





4 Popis optimalizace

4.1 Použití SW ochrany

4.2 Pozice lékaře u intervenčních výkonů

4.3 Poloha rukou lékaře u intervenčních výkonů



4.4 Optimalizace expozičních parametrů

4.1 Použití SW ochrany

- Používat softwarovou ochranu na ruce
 - ujistit se o zapínání SW ochrany na pracovišti
- **Příklad z praxe:**
 - * Průměrný KDE na ruce naměřen u intervenčních výkonů je **41 μSv** . Při vypnuté SW ochraně, může být radiační zátěž na ruce až **čtyřnásobná!!!**
- Když má lékař ruce ve svazku
 - Zapnout sektor, ve kterém má lékař ruce
- Když lékař stojí u CT, ale nemusí držet instrument
 - Zapnout boční sektor dle pozice lékaře (rozptyl)

4.2 Pozice lékaře u intervenčních výkonů

- Radiační zátěž klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje.
 - Každý krok od CT dělá velký rozdíl v dávce na tělo a ruce.
- Pro snížení radiační zátěže je ideální použít **konstrukci CT** jako stínění pro nechráněné orgány jako **oči** a ruce.
- Před výkonem přizpůsobit pozici nožního ovladače tak, aby nutil lékaře přejít do ideální pozice (krytí CT konstrukcí + vzdálenost).

4.3 Poloha rukou lékaře u intervenčních výkonů

- Upozorňovat lékaře na zvýšenou pozornost
 - Radiační zátěž z rozptýleného záření je znatelně nižší než z přímého svazku. Malý moment v přímém svazku zvýší radiační zátěž na ruce několikasetnásobně.
 - **Příklad z praxe:**
 - * Výkon 1: $H_p(10) = 7 \mu\text{Sv}$, KDE na ruce **11 μSv**
 - * Výkon 2: $H_p(10) = 1 \mu\text{Sv}$, KDE na ruce **30 μSv**
 - * DLP u CT fluoroskopií bylo u těchto výkonů srovnatelné.
 - Radiační zátěž rukou výrazně závisí na použití **SW ochrany**, použití **OOP** a **správné pozice**.

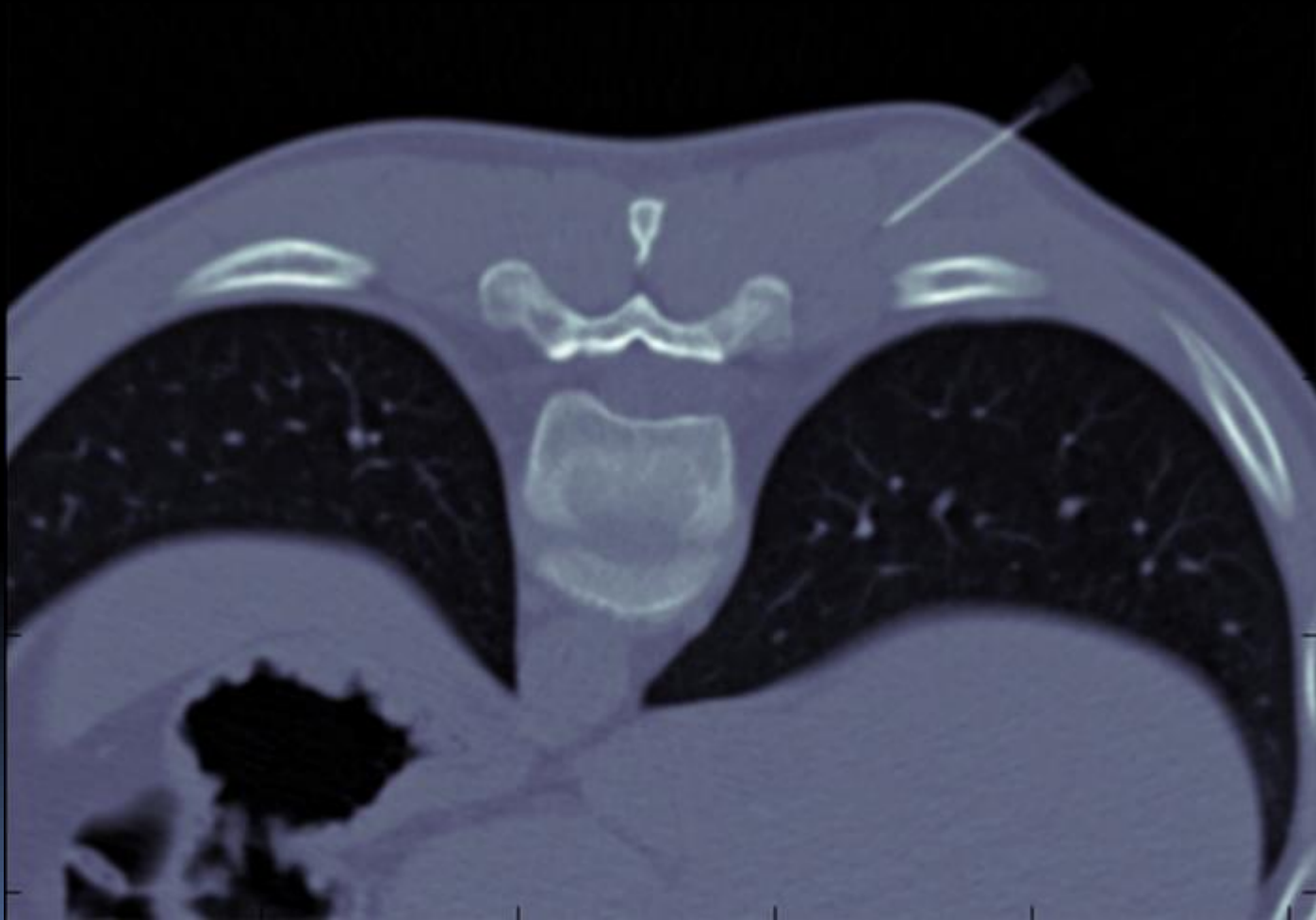
4.4 Optimalizace expozičních parametrů

- Pro snížení radiační zátěže personálu je možné snížit elektrické množství používané u CT fluoroskopie
 - U helikálních skenů se personál ve vyšetřovně nenachází

4.4 Optimalizace expozičních parametrů

- U výkonů PRT je cílový objem a instrument velice kontrastní.
- Je možné velmi razantně snížit vysoké přednastavené expoziční parametry
 - Radiační zátěž snižována pomocí snížení přednastaveného elektrického množství.
 - Při změně expozičního nastavení jsme vycházeli z dat uvedených v práci Lamba (4).

CT fluoroskopie 120 kV, 60 mAs



CT fluoroskopie 120 kV, 10 mAs



4.4 Optimalizace expozičních parametrů

- U hubených pacientů - dostatečné i nejnižší nastavitelné elektrické množství u CT fluoroskopie intervenčního výkonu PRT (8 mAs)
- Přednastavené hodnoty elektrického množství byly přednastaveny tak, aby je radiologický asistent musel adaptovat pouze pro objemnější pacienty

Tabulka expozičních parametrů

Výkon:	Přednastavené elektrické množství (mAs)	Upravené elektrické množství (mAs)
PRT v oblasti pánve	60	20
PRT v oblasti krku	60	10
Biopsie s nízkým kontrastem vyšetřované oblasti	50	30
Biopsie s vysokým kontrastem vyšetřované oblasti	50	10

4.4. Optimalizace expozičních parametrů

- Další možné metody snížení radiační zátěže:
 - Pro první hrubé uložení jehly je možné použít obrazovou informaci s nižší expozicí.
 - Pro finální adaptaci pozice jehly je nutné parametry nastavit na lepší kvalitu obrazu.

5. Výsledky

- Prezentování doporučení vhodných pracovních postupů pro intervenující lékaře:
 - průměrný KDE na **ruce** byl snížen o **32 %**
 - Průměrný Hp(10) na **hrudníku** se podařilo zredukovat o **50 %**
 - Výsledky byly stanoveny na základě **37** měření před prezentováním doporučení a **39** měření po prezentování doporučení

5. Výsledky

- Kombinovaný efekt aplikace doporučení spolu se změnou expozičních parametrů:
 - Snížení Hp(10) na **hrudníku** až o **76 %**
 - Snížení KDE na **rukou** až o **57 %**
 - Výsledky byly stanoveny na základě **37** měření před prezentováním doporučení a změnou expozičních parametrů a **10** měření po prezentování doporučení a změnou expozičních parametrů

6. Take-home points:

- Jestli se ve Vaší nemocnici provádějí intervenční výkony pod CT kontrolou, doporučujeme:
 1. Sledovat praxi intervenujících lékařů a navrhnout jim doporučení
 2. Pokusit se optimalizovat expoziční parametry
 3. Pravidelně vše opakovat

Použitá literatura:

- 1. *Rosalina instruments: Unfors EDD-30* [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <http://www.rosalina.in/radiation-protection-in-fluoroscopy.html>
- 2. *VF: DMC 2000 S* [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <http://www.vf.cz/data/files/b-08-a0004c-dmc2000-176.pdf>
- 3. *Radcal: 10X6-1800* [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <http://radcal.com/10x6-1800-radiation-protection-ion-chamber/>
- 4. Lamba, Ramit. Radiation dose optimization for CT-guided interventional procedures in the abdomen and pelvis. *Journal of the American College of Radiology*, 2014, 11.3: 279-284.