

SPECIÁLNÍ OCHRANNÉ POMŮCKY PRO INTERVENČNÍ RADIOLOGII – PRVNÍ ZKUŠENOSTI

SPECIAL PROTECTIVE EQUIPMENT FOR INTERVENTIONAL RADIOLOGY – FIRST EXPERIENCE

původní práce

Kateřina Daničková¹
Radek Pádr¹
Dáša Chmelová²
Miloslav Roček¹

¹Klinika zobrazovacích metod FN
Motol, Praha

²PTÚ FN Motol, Praha

Přijato: 14. 4. 2015.

Korespondenční adresa:

Ing. Kateřina Daničková
Klinika zobrazovacích metod
FN Motol
V Úvalu 84, 154 00 Praha 5
e-mail: katerina.danicikova@fnmotol.cz

SOUHRN

Daničková K, Pádr R, Chmelová D, Roček M. Speciální ochranné pomůcky pro intervenční radiologii – první zkušenosti

Cíl: Výkony intervenční radiologie patří ve spektru radiologických metod k dávkově nejnáročnějším. Pro snížení radiační zátěže jsou na trhu k dispozici i speciální pomůcky pro další snížení dávek, zejména na ruce. Jsou to jednorázové sterilní roušky, které se přikládají na pacienta a slouží jako ochrana před rozptýleným zářením z pacienta nebo sterilní ochranné rukavice určené přímo pro intervenujícího radiologa. Publikované klinické studie slibují významnou dávkovou úsporu (90%). Cílem pilotní studie bylo ověřit skutečnou účinnost těchto typů ochranných pomůcek v podmínkách klinické praxe.

Metodika: Do prvotní studie byly zařazeny tři prováděné druhy intervenčních výkonů. Při probíhající vyšetření byla měřena kumulativní dávka na ruce (fyzikální veličina Hp (0,07)) za celý výkon a následně normalizována celkovým skiaskopickým časem daného výkonu. K měření byl použit přímo odečítající dozimetr Unfors EDD 30. Do studie bylo pro každý typ vyšetření zařazeno 20 pacientů a následně rozděleno do podskupin podle typu použité ochranné pomůcky.

Výsledky: Z naměřených dat je patrné, že nejúčinnější ochrannou pomůckou pro sledované typy výkonů je jednoznačně rouška (snížení až o 85–89 %). Rukavice dávku radiologa snižují o 44–68 %.

Závěr: Oba typy ochranných pomůcek mají velký potenciál pro snižování radiační zátěže rukou intervenčních radiologů. K tomuto účelu je ale nutné jejich správné použití a úzká spolupráce radiologa a radiologického asistenta.

SUMMARY

Daničková K, Pádr R, Chmelová D, Roček M. Special protective equipment for interventional radiology – first experience

Aim: Interventional radiology is in the spectra of radiological procedures the most challenging from the radiation protection view. Among standard protective equipment, there are tools available for reducing dose impact on radiologist's hands – sterile disposable pads to be placed on the patient to shield the scattered radiation coming from the patient or protective gloves for the interventionalist. Published clinical trials promise significant dose savings (90%). The aim of our pilot study was to verify the true effectiveness of these types of protective equipment under clinical practice.

Methods: The initial study was carried out for three types of interventional procedures. Cumulative dose (physical quantity Hp (0.07)) for the whole procedure was subsequently normalized by total fluoroscopy time of the procedure. For dose measurements direct dosimeter Unfors EDD 30 was used. Our study was included 20 patients for each type of procedure. Obtained data were divided into subgroups according to the type of protective equipment used.

Results: The results are provided for better clarity in graphs. Data show that the most effective protective equipment for the monitored types of procedures is pad (reduction of up to 85–89%). Gloves have reduced the dose to radiologist's hands by 44–68%.

Conclusion: Both types of protective devices have great potential for reducing radiation dose on fingers, but only when properly used. For this purpose, close cooperation

Konflikt zájmů: žádný.

Klíčová slova: intervenční radiologie, radiační ochrana, dávkový ekvivalent, ochranná rouška, ochranné rukavice.

among interventional radiologists and radiographers is essential.

Key words: interventional radiology, radiation protection, dose equivalent, protective pads, protective gloves.

ÚVOD

Výkony v intervenční radiologii patří k dávkově nejnáročnějším, a to jak z hlediska pacienta, tak i radiologa (1). Ten musí často během vyšetření stát v nejméně vhodném místě z hlediska radiační ochrany a často se nevyhne ani přítomnosti prstů v primárním svazku.

Dle vyhlášky o radiační ochraně (2) má držitel povolení pro nakládání se ZIZ povinnost vybavit radiační pracovníky osobními ochrannými pomůckami, aby zbytečně nedocházelo k překračování limitů na osobních dozimetrech. Standardní ochranné pomůcky jako zástěra, nákrčník a brýle s Pb ekvivalentem, olovnatá guma okolo stolu nebo stahovací štít s Pb ekvivalentem však primárně nechrání ruce intervenčního lékaře.

Pro snížení ozáření ruky jsou nyní na trhu k dispozici jednorázové sterilní ochranné chirurgické rukavice a roušky. Ochranné rukavice jsou určeny pro intervenujícího radiologa, ochranná rouška se přikládá na pacienta s cílem nikoliv chránit pacienta, ale odstínit rozptýlené záření z vyšetřované oblasti, které je hlavním zdrojem ozáření radiologa. Oba typy pomůcek jsou bezolovnaté, založené na bázi bismutu.

Na naší klinice byly použity stínící roušky RADPAD® (WIT, USA) (obr. 1) a ochranné chirurgické rukavice (International Biomedical, USA) (obr. 2). Stínící roušky jsou k dispozici v různých provedeních pro různé typy intervenčních výkonů, výrobce bohužel neuvádí jejich stínící ekvivalent (mm Pb). Použité ochranné rukavice mají tloušťku 0,18 mm

a stínící ekvivalent 0,05 mm Pb pro kvalitu rentgenového svazku RQR 6 IEC 61267.

Podle dosud publikovaných klinických studií (3–6) mají tyto nové typy pomůcek snižovat radiační zátěž rukou o více než 90%. Cílem pilotní studie bylo ověřit účinnost těchto typů ochranných pomůcek v podmínkách klinické praxe.

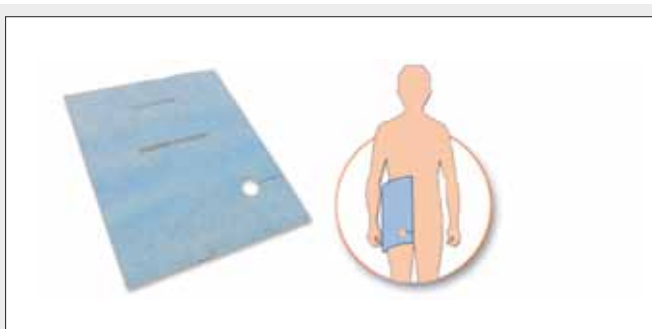
METODIKA

Do prvotní studie byly zařazeny tři prováděné druhy intervenčních výkonů – fistulografie A/V shuntu, biliární intervence (BI) a PTA dolních končetin. Kritériem výběru byla jednak vysoká radiační zátěž rukou intervenčního radiologa (fistulografie, biliární intervence) a četnosti vyšetření (PTA dolních končetin). Všechna měření byla provedena na jednom angiografickém sále vybaveným přístrojem Toshiba Infinix (INF X-8000V) VF-i SP s digitálním receptorem obrazu (flat panel).

Pro každý typ vyšetření byla měřena kumulativní dávka na ruku radiologa pomocí polovodičové sondy přímo odečítajícího dozimetru Unfors EDD 30 (obr. 3A). Dozimetr se sondou je kalibrován ve veličině osobní dávkový ekvivalent v hloubce $d = 0,07$ mm (Hp (0,07)), která je ekvivalentní dávce na ruce monitorované obvykle prstovým dozimetrem. EDD



▲ Obr. 1



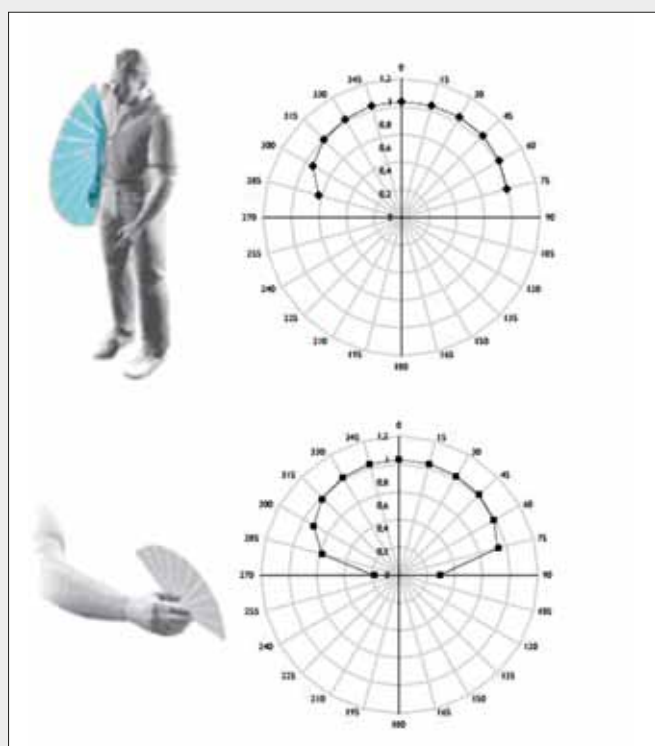
▲ Obr. 2

Obr. 1. Jednorázová sterilní chirurgická rukavice s Pb ekvivalentem (<http://www.int-bio.com/radiation-attenuating-surgical-gloves.php>)
Fig. 1. Disposable sterile surgical gloves with Pb equivalent (<http://www.int-bio.com/radiation-attenuating-surgical-gloves.php>)

Obr. 2. Jednorázová sterilní stínící rouška na bázi bismutu (www.radpad.com)
Fig. 2. Disposable sterile shielding drapes based on bismuth (www.radpad.com)



▲ Obr. 3A



▲ Obr. 3B

Obr. 3. A – přímo odečítací elektronický dozimetr Unfors EDD 30; B – úhlová závislost odezvy dozimetru (<http://www2.unfors.se/products.php?prodkey=55&catid=9>)

Fig. 3. A – direct electronic dosimeter Unfors EDD 30; B – angular dependence of the response of the dosimeter (<http://www2.unfors.se/products.php?prodkey=55&catid=9>)

Tab. 1a. Počet měření pro PTC a fistulografi

Table 1a. The number of measurements for BI and fistulography

Použitá pomůcka	Počet měření
bez ochrany	5
rukavice	5
rouška	5
rukavice + rouška	

Tab. 1b. Počet měření pro PTA dolních končetin

Table 1b. The number of measurements for lower limbs PTA

Použitá pomůcka	Počet měření
bez ochrany	10
rouška	10

30 má izotropní úhlovou odezvu, jak při umístění na referenčním místě na těle nebo ruce (obr. 3B).

Sonda byla během vyšetření přilepena na dorzální straně levé ruky intervenujícího lékaře. Z důvodu různé délky výkonů byla naměřená dávka normalizována vydělením celkovým skiaskopickým časem daného výkonu.

Měření kumulativní Hp (0,07) bylo provedeno u 20 pacientů pro každý typ vyšetření a následně rozděleno do skupin podle typu použité ochranné pomůcky (tab. 1a,b).

VÝSLEDKY

U každého typu intervenčního výkonu byla sledována nejen normalizovaná dávka na ruce lékaře, ale i průměrný skiaskopický čas daného výkonu a index tělesné hmotnosti (BMI) pacienta. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 2–4.

Ze získaných výsledků byl následně vypočten pro každý sledovaný parametr aritmetický průměr. Průměrné hodnoty jsou pro přehlednost seřazeny do grafů (graf 1, 2, 3).

DISKUSE

Porovnáme-li procentuálně hodnoty dávek na ruce lékařů mezi sebou dle typu použité pomůcky, dojdeme k překvapivým výsledkům (tab. 5).

Z tabulky 5 jasně vyplývá, že nejúčinnější ochrannou pomůckou pro sledované typy výkonů je jednoznačně použití ochranné roušky. RTG protektivní chirurgické rukavice dávku radiologa rovněž významně snižují, nicméně už s nižším efektem. Získaná data také ukazují, že současné použití roušky a rukavice stínící účinek samotné roušky významně nezvyší.

Nutnou podmínkou pro efektivní účinnost je správné použití ochranné pomůcky – její správné napolohování a současné ovládání expoziční automatiky angiografického přístroje (AEC). Za standardních podmínek je AEC vždy zapnutá, a pokud se ochranná pomůcka dostane do primárního svaz-

Tab. 2. Získaná data z měření v závislosti na typu použité ochranné pomůcky při BI
 Table 2. Data for Biliary intervention with different protective tools used

	Sex	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	BMI	„Kumulovaná dávka na ruce lékaře (μSv)“	Maximální příkon na ruce lékaře (μSv/h)	Kumula-tivní KAP (cGy · cm ²)	Skia čas (min)	Normalizova-vaná dávka na ruce (μSv/min)	Poznámka
1	M	59	172	19,9	15,63	1709	842	3,8	4,11	rouška + rukavice
2	F	57	170	19,7	27	1188	1207	6,5	4,15	rouška + rukavice
3	F	–	–	–	8,96	1984	679,4	3,2	2,80	rouška + rukavice
4	F	72	168	25,5	6,219	1800	69,99	0,8	7,77	rouška + rukavice
5	M	92	181	28,1	14,21	1206	1014	3,7	3,84	rouška + rukavice
průměr		70,0	172,8	23,3	14,4	1577,4	762,5	3,6	4,00	rouška + rukavice
6	F	70	170	24,2	204,5	504,3	785,05	5,4	37,87	
7	F	90	170	31,1	271	654	437,61	2	135,50	
8	F	78	160	30,5	152,7	1080	832,8	1,1	138,82	
9	F	78	160	30,5	260	720	1158	2,5	104,00	
10	M	53	170	18,3	25,76	1980	108,57	1,3	19,82	
průměr		73,8	166,0	26,9	182,8	987,7	664,4	2,5	74,31	
11	F	95,5	165	35,1	39,21	1876	1382	6,4	6,13	rouška
12	M	75	172	25,4	83,69	2942	1864	8,2	10,21	rouška
13	F	80	183	23,9	81,6	3075	1787	7,9	10,33	rouška
14	F	65	168	23,0	55	2845	1423	7,2	7,64	rouška
15	F	70	170	24,2	83,69	3012	1800	11,5	7,28	rouška
průměr		77,1	171,6	26,3	68,6	2750,0	1651,2	8,2	8,33	rouška
16	F	80	170	27,7	44,67	2188	719,07	4,1	10,90	rukavice
17	M	75	180	23,1	511,2	10220	3994,7	7,8	65,54	rukavice
18	M	68	180	21,0	60,54	2220	636,1	6,9	8,77	rukavice
19	F	63	170	21,8	172	3965	860,47	12,1	14,21	rukavice
20	F	90	170	31,1	44,67	2188	719,07	4,1	10,90	rukavice
průměr		75,2	174,0	25,0	166,6	4156,2	1385,9	7,0	23,80	rukavice

Tab. 3. Získaná data z měření v závislosti na typu použité ochranné pomůcky při fistulografii
 Table 3. Data for fistulography with different protective tools used

	Sex	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	BMI	„Kumulovaná dávka na ruce lékaře (μSv)“	Maximální příkon na ruce lékaře (μSv/h)	Kumula-tivní KAP (cGy · cm ²)	Skia čas (min)	Normalizova-vaná dávka na ruce (μSv/min)	Poznámka
1	F	61	157	24,7	1,64	556	60,4	6,5	0,3	rouška + rukavice
2	F	65	168	23,0	5,3	630	540	6,6	0,8	rouška + rukavice
3	F	74	179	23,1	4,3	580	450	3,2	1,3	rouška + rukavice
4	F	85	170	29,4	10,69	410	325	6,8	1,6	rouška + rukavice
5	M	76	179	23,7	2,4	560	457	2,2	1,1	rouška + rukavice
průměr		72,2	170,6	24,8	4,9	547,2	366,5	5,1	0,96	rouška + rukavice
6	F	70	170	24,2	204,5	504,3	785,05	5,4	37,9	
7	F	90	170	31,1	271	654	437,61	4,4	61,6	
8	F	78	160	30,5	152,7	1080	832,8	5,3	28,8	
9	F	78	160	30,5	260	720	1158	4,4	59,1	
10	M	85	173	28,4	198	785	1023	4,3	46,0	
průměr		80,2	166,6	28,9	217,2	748,7	847,3	4,8	45,64	
11	M	87	181	26,6	5,5	339	73,69	6	0,9	rouška
12	F	85	168	30,1	62,79	3733	579	3,7	17,0	rouška
13	F	75	170	26,0	41,3	2022	620	6,3	6,56	rouška
14	F	66	168	23,4	22,8	1800	401	4,1	5,56	rouška
15	F	74	156	30,4	35,7	3050	668	3,9	9,15	rouška
průměr		77,4	168,6	27,3	33,6	2188,8	468,3	4,8	7,00	rouška
16	F	80	170	27,7	44,67	2188	719,07	4,1	10,9	rukavice
17	M	75	180	23,1	511,2	10220	3994,7	7,8	65,5	rukavice
18	M	68	180	21,0	60,54	2220	636,1	6,9	8,8	rukavice
19	F	63	170	21,8	172	3965	860,47	12,1	14,2	rukavice
20	F	75	175	24,5	204	2563	769	7,6	26,84	rukavice
průměr		72,2	175,0	23,6	198,5	4231,2	1395,9	7,7	25,78	rukavice

Tab. 4. Získaná data z měření v závislosti na typu použité ochranné pomůcky při PTA dolních končetin

Table 4. Data for lower limbs PTA with different protective tools used

	Sex	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	BMI	„Kumulovaná dávka na ruce lékaře (μSv)“	Maximální příkon na ruce lékaře (μSv/h)	Kumulativní KAP (cGy . cm ²)	Skia čas (min)	Normalizovaná dávka na ruce (μSv/min)	Poznámka
1	F	85	168	30,1	32,32	2683	887,26	3,9	8,3	rouška
2	M	86	168	30,5	4,129	679,8	733,12	4,1	1,0	rouška
3	F	53	145	25,2	160,1		10793	18,3	8,7	rouška
4	M	101	188	28,6	128	–	8228,28	21,3	6,0	rouška
5	M	–	–	–	9,67	1313	1363	27,9	0,35	rouška
6	F	68	164	25,3	16,6	2926	1299	7,5	2,21	rouška
7	M	85	170	29,4	9,75	4609	1030,55	10,1	0,97	rouška
8	F	90	174	29,7	12,3	2036	1408	8,6	1,4	rouška
9	M	76	181	23,2	9,6	3059	986	5,6	1,7	rouška
10	F	84	169	29,4	7,9	2555	1125	5,3	1,5	rouška
průměr		80,9	169,7	27,9	39,0	2482,6	2785,3	11,3	3,2	rouška
11	M	96	183	28,66612918	39,86	175,1	4149,9	14,2	2,8	
12	M	82	185	23,95909423	22,9	173,6	583,4	9,9	2,3	
13	M	74	162	28,1969212	72	178,2	1720	28,1	2,6	
14	F	59	164	21,93634741	19,49	2462	825,69	3,3	5,9	
15	M	104	181	31,74506273	26,32	5782	2030,2	3,8	6,9	
16	F	45	158	18,02595738	50		957,7	13,7	3,6	
17	M	100	180	30,86419753	122,4	4491	4491	40,3	3,0	
18	M	108	174	35,67181926	27,75	5720	2200,9	6,7	4,1	
19	F	62	170	21,4532872	224	2994	7821,9	8,6	26,0	
20	F	75	170	26,0	89	2540		9,3	9,57	
průměr		80,5	172,7	26,6	69,4	2724,0	2753,4	13,8	6,7	

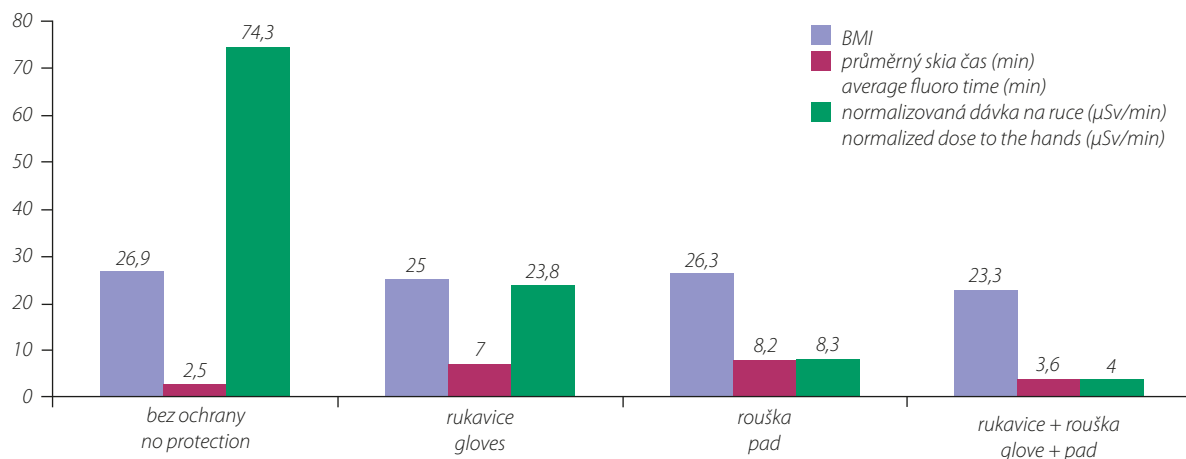
Tab. 5. Dávková úspora pro jednotlivé typy intervenčních výkonů podle použité ochranné pomůcky

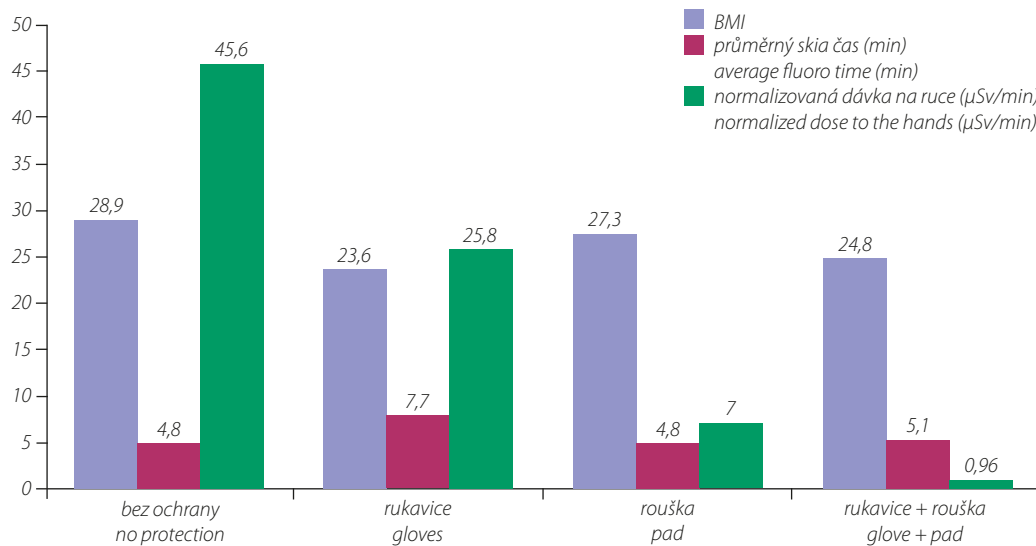
Table 5. Dose savings in interventional procedures with different protective tools used

Výkon	Ochranná pomůcka		
	rukavice	rouška	rukavice + rouška
fistulografie	–44%	–85%	–98%
PTC	–68%	–89%	–95%
PTA dolních končetin	–	–52%	–

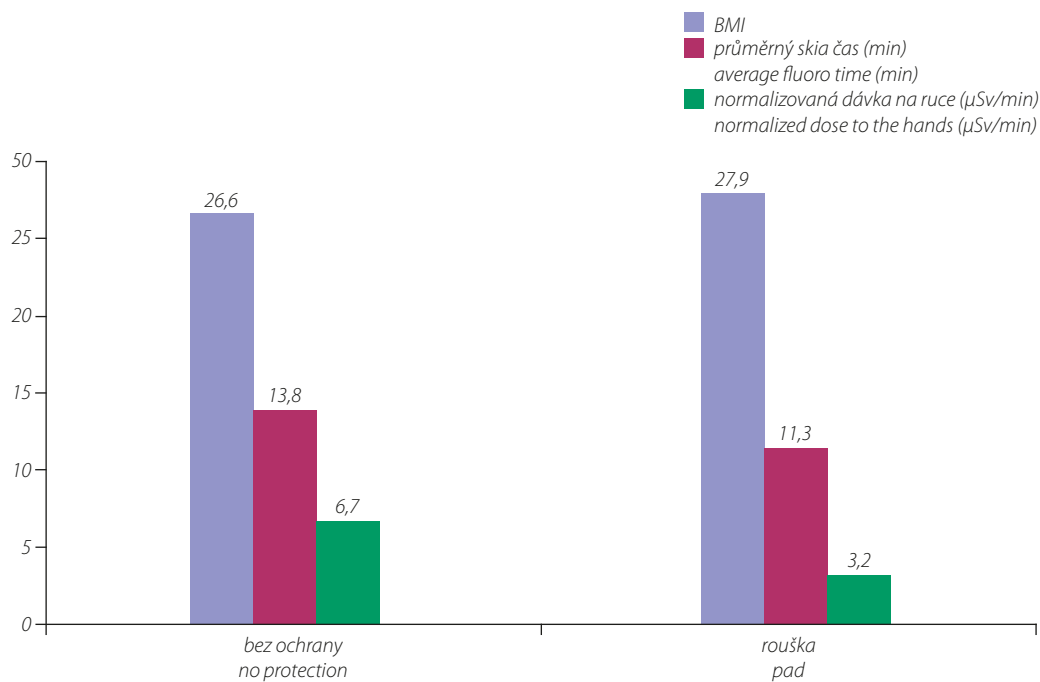
ku, přístroj automaticky zvýší kermový příkon a dávka pro pacienta i lékaře se zvedne. Situace je prezentována v grafu 4 pro případ rukavic.

Pokud tedy mají být ochranné pomůcky v primárním svazku, je pro jejich vysokou účinností nutné zahájit vyšetření bez použití ochranných pomůcek, vyčkat na ustálení expozičních hodnot, následně AEC vypnout a teprve pak pomůcku použít. Přístroj už bude dále pracovat v manuálním režimu a přítom-

Graf 1. Porovnání průměrných hodnot pro BI
Graph 1. Average values for Biliary intervention



Graf 2. Porovnání průměrných hodnot pro fistulografii
Graph 2. Average values for fistulography



Graf 3. Porovnání průměrných hodnot pro PTA DK
Graph 3. Average values for lower limbs PTA

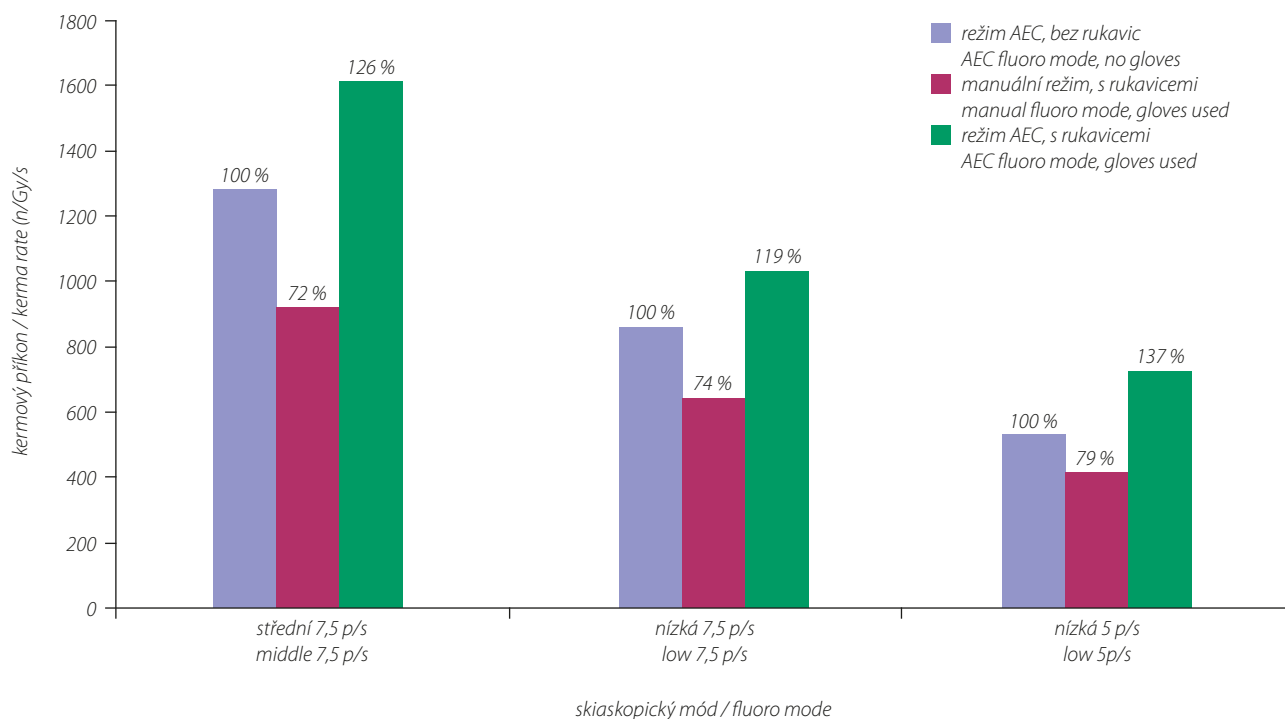
nost ochranné pomůcky nijak neovlivní expoziční parametry. Pro dodržení tohoto postupu je klíčová spolupráce intervenčního radiologa a radiologického asistenta.

Ochranné rukavice sice částečně omezují citlivost, ale u sledovaných typů výkonů (např. fistulografie nebo BI) nepředstavuje tento fakt zásadní problém a lékař si po krátkém zapracování na omezení snadno zvykne. Práce s novými typy osobních ochranných pomůcek se u všech intervenčních radiologů na pracovišti setkala s kladnou odezvou.

ZÁVĚR

Ukázalo se, že správné použití ochranných pomůcek má velký potenciál pro snížení ozáření ruky intervenujícího lékaře (až 89 %). Oba typy ochranných pomůcek při správném použití významně snižují radiační zátěž ruky intervenčních radiologů. Jejich používání tak může pomoci k oddálení překročení vyšetřovací úrovně na prstovém dozimetru (150 mSv/rok), v krajním případě i limitu 500 mSv/rok.

Naše pilotní studie je v dobré shodě se závěry předcházejících publikovaných výsledků, i když ty se zabývaly jinými typy intervenčních výkonů. Získané prvotní pozitivní výsledky nás motivují k dalšímu pokračování na širším spektru pacientů.



Graf 4. **Relativní zvýšení/snížení dávky na ruce intervenčního radiologa při použití rukavic v různých skiaskopických režimech.** Data byla získána vlastním měřením na fantomu.

Graph 4. **Relative dose increase/decrease on the interventional radiologist's hands when using protective gloves under various fluoroscopic modes.** Data were obtained on own phantom measurements.

LITERATURA

1. Radiation protection of patients, <http://rpop.iaea.org>
2. Vyhláška č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/7_307_2002_Sb.pdf
3. **Sergio Dromi MD, et al.** Heavy Metal Pad Shielding during Fluoroscopic Interventions, by Journal of Vascular and Interventional Radiology 2006; 17: 1201–1207.
4. **Hartwell GD, Goode AR, Spinosa DJ, Angle JE, Matsumoto AH.** The Value of Composite Protective Shields in Exposure Reduction during Interventional Procedures. SIR 30th Annual Scientific Meeting Abstract No 64, April 2 2005.
5. **Jung CH, Ryu JS, Baek SW, Oh JH, Woo NS, Kim HK, et al.** Radiation exposure of the hand and chest during C-arm fluoroscopy-guided procedures. Korean J Pain 2013; 26: 51–56.
6. **Vehmas T.** Finger doses during interventional radiology: the value of flexible protective gloves. Department of Diagnostic Radiology, Helsinki University Central Hospital, Finland; (Impact Factor: 1.96). 06/1991; 154(5): 555–559. DOI: 10.1055/s-2008-1033184