

Edyta Owsiak¹
Renata Kopeć²
Maciej Budzanowski²
Maria A. Staniszewska³

NARAŻENIE ZAWODOWE PODCZAS PROCEDUR ORTOPEDYCZNYCH WYKONYWANYCH POD KONTROLĄ FLUOROSKOPII RENTGENOWSKIEJ

OCCUPATIONAL EXPOSURE IN ORTHOPEDIC PROCEDURES
UNDER FLUOROSCOPIC CONTROL

¹Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Wojskowej Akademii Medycznej – Centralny Szpital Weteranów / University Clinical Hospital Military Memorial Medical Academy – Central Veterans' Hospital, Łódź, Poland
Klinika Ortopedii, Traumatologii i Rehabilitacji Pourazowej / Clinic of Orthopedy, Traumatology and Traumatic Rehabilitation

²Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk / The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, Kraków, Poland
Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej / Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry

³Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland
Wydział Nauk Biomedycznych i Kształcenia Podyplomowego, Zakład Medycznych Technik Obrazowania / Faculty of Biomedical Sciences and Postgraduate Education, Department of Medical Imaging Techniques

STRESZCZENIE

Wstęp: Radiologia interwencyjna jest dziedziną, w której najczęściej są odnotowywane wysokie dawki promieniowania zarówno u personelu medycznego, jak i pacjentów. Procedury zabiegowe z użyciem promieniowania rentgenowskiego (rtg.) są wykorzystywane w wielu specjalnościach medycznych. Praca dotyczy narażenia członków zespołów wykonujących zabiegi ortopedyczne pod kontrolą fluoroskopii rentgenowskiej. **Materiał i metody:** Przeprowadzono pomiary dawek otrzymywanych przez członków zespołów podczas zabiegów osteosyntezy kości kończyn, wykonywanych w 3 łódzkich szpitalach. Przy użyciu dawkomierzy termoluminescencyjnych mierzono równoważniki dawek: Hp(3) dla soczewek oczu, Hp(0,07) dla skóry dłoni, Hp(10) na poziomie szyi bez osłony (tj. kołnierza) oraz Hp(10) dla całego ciała na przedniej powierzchni tułowia (mierzony pod fartuchem ochronnym na poziomie klatki piersiowej). **Wyniki:** Ogółem wykonano pomiary dawek otrzymanych podczas 95 zabiegów przez członków zespołów zabiegowych pełniących funkcję lekarza operatora, lekarza asystującego i pielęgniarki instrumentującej. Najwyższe wartości dawek otrzymał lekarz operator, dla którego dawka dla oczu w przeliczeniu na 1 zabieg nie przekraczała 0,1 mSv, najwyższa zarejestrowana dawka na ręce – 1,6 mSv, a najwyższa zarejestrowana dawka efektywna – 0,02 mSv. **Wnioski:** Na podstawie zgromadzonych wyników pomiarów oraz ich porównania z danymi z piśmiennictwa można stwierdzić, że uzyskane wyniki mieszczą się w zakresie danych opublikowanych (dla procedur nienaczyniowych), co świadczy o tym, że praktyka postępowania w monitorowanych łódzkich szpitalach nie odbiegała od rutyny postępowania w innych placówkach (także zagranicznych). Wyniki pomiarów potwierdziły adekwatność dozymetrii termoluminescencyjnej do oceny narażenia w radiologii zabiegowej oraz konieczność stosowania przez ten personel co najmniej 2 dawkomierzy. Med. Pr. 2017;68(2):221–227

Słowa kluczowe: ekspozycja zawodowa, radiologia zabiegowa, dawki, ortopedia, fluoroskopia, dozymetria termoluminescencyjna

ABSTRACT

Background: In interventional radiology the highest radiation doses are usually recorded for both the medical staff and the patients. Interventional procedures with X-rays are implemented in a number of medical specializations. This paper concerns the exposure of interventional teams performing orthopedic procedures under X-rays control. **Material and Methods:** Doses for interventional teams were measured in the 3 Łódź hospitals. Thermoluminescent dosimeters were applied to measure the following dose equivalents: Hp(3) for eye lens, Hp(0.07) for palm skin, Hp(10) at the level of the neck without a protective shield (i.e., collar) and Hp(10) for the whole body on the front surface of the trunk (measured under the protective apron at the level of the chest). **Results:** Doses for the operator who performs surgery, assisting physicians and scrub nurse were measured during 95 procedures. The highest doses were received by the operator the dose for eyes per 1 procedure did not exceed 0.1 mSv, the highest dose for hands was 1.6 mSv and the highest recorded effective dose was 0.02 mSv. **Conclusions:** On the basis of the results of measurements and their comparison with the values reported in the literature it may be concluded that the obtained results fall within the published reference range (for non-vascular procedures). This proves the compatibility of practice in the monitored Łódź hospitals with routine methodology applied in other interventional departments. The measurement results confirm that the usage of thermoluminescent dosimetry is fully adequate for the evaluation of exposure in interventional radiology and that the usage of at least 2 dosimeters for that staff is necessary. Med Pr 2017;68(2):221–227

Key words: occupational exposure, interventional radiology, doses, orthopedy, fluoroscopy, thermoluminescent dosimetry

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Maria A. Staniszevska, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Wydział Nauk Biomedycznych i Kształcenia Podyplomowego, Zakład Medycznych Technik Obrazowania, ul. Lindleya 6, 90-131 Łódź, e-mail: maria.staniszevska@umed.lodz.pl
Nadesłano: 4 listopada 2015, zatwierdzono: 28 czerwca 2016

WSTĘP

Wykorzystanie promieniowania jonizującego w celach medycznych jest głównym źródłem narażenia radiacyjnego populacji większości krajów technologicznie rozwiniętych. Liczba i powszechna dostępność urządzeń emitujących promieniowanie rtg. powoduje, że właśnie procedury z wykorzystaniem promieniowania rtg. są podstawowym źródłem narażenia pacjentów, a część procedur stanowi istotne również źródło narażenia zawodowego. Dotyczy to procedur określanych wspólną nazwą radiologia interwencyjna (interventional radiology – IR), które łączy to, że są wykonywane pod kontrolą promieniowania rtg. umożliwiające obserwowanie efektów czynności terapeutycznych w czasie rzeczywistym. Oznacza to konieczność przebywania w pobliżu źródła promieniowania rtg. zespołu uczestniczącego w zabiegu. W konsekwencji personel medyczny w radiologii interwencyjnej jest grupą zawodową otrzymującą najwyższe dawki promieniowania wśród ogółu osób zawodowo narażonych na promieniowanie rtg. pochodzące od źródeł medycznych [1–3].

Na ten problem wiele lat temu zwróciły uwagę międzynarodowe gremia specjalistów w dziedzinie ochrony radiologicznej – NCRP (National Council on Radiation Protection & Measurements – Narodowa Rada Ochrony Radiologicznej i Pomiarów) i ICRP (International Commission on Radiological Protection – Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej). Organizacje te zalecają, żeby osoby wykonujące procedury radiologii interwencyjnej były wyposażone w co najmniej 2 dozymetry indywidualne, z których 1 jest umieszczony na poziomie klatki piersiowej pod fartuchem ochronnym, natomiast 2. może znajdować się w pobliżu oczu lub na dłoni [4,5]. Zalecenie używania dodatkowego dawkomierza umieszczonego na dłoni przez personel medyczny wykonujący procedury radiologii zabiegowej zostało wprowadzone do polskich przepisów prawnych w 2006 r. [6].

Procedury radiologii interwencyjnej można podzielić na naczyniowe i pozostałe (nienaczyniowe). Największe narażenie może występować w naczyniowych procedurach IR: kardiologicznych, neurochirurgicznych, dotyczących jamy brzusznej czy naczyń obwodowych.

Zdecydowanie niższy jest poziom narażenia (zarówno personelu, jak i pacjenta) w pozostałych procedurach (tj. nienaczyniowych). Wynika to ze sposobu wykorzystywania promieniowania rtg. W procedurach nienaczyniowych fluoroskopia jest używana zdecydowanie krócej, ponieważ służy głównie do wizualnej kontroli efektów działania (w odróżnieniu od naczyniowych procedur interwencyjnych, gdzie przebieg zabiegu jest właściwie permanentnie monitorowany).

W ortopedii fluoroskopia rentgenowska jest wykorzystywana do kontroli rekonstrukcji chirurgicznych, są to procedury nienaczyniowe. Nie zwalnia to jednak od monitorowania poziomu narażenia radiacyjnego w zabiegach ortopedycznych, ponieważ są one wykonywane w warunkach spełniających wymagania chirurgii, lecz niedostosowanych do wykorzystywania promieniowania jonizującego.

Celem niniejszej pracy była ocena poziomu narażenia zawodowego na promieniowanie rtg. członków zespołów wykonujących zabiegi ortopedyczne polegające na zespalaniu kości kończyn pod kontrolą fluoroskopii rentgenowskiej.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem analizy były dawki otrzymywane przez członków zespołów wykonujących zabiegi ortopedyczne polegające na zespalaniu kości kończyn (tj. osteosyn-tezy). Pomiarów dawek prowadzono od sierpnia 2012 r. do kwietnia 2015 r. na blokach operacyjnych 3 łódzkich szpitali:

- Oddziału Chirurgii Urazowo-Ortopedycznej Miejskiego Centrum Medycznego im. dr. Karola Jonschera w Łodzi,
- Oddziału Chirurgii Urazowo-Ortopedycznej i Nowotworów Narządu Ruchu Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego im. M. Kopernika w Łodzi,
- Kliniki Ortopedii z Oddziałem Rehabilitacji Po-urazowej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego im. Wojskowej Akademii Medycznej – Centralnego Szpitala Weteranów w Łodzi (USK-WAM).

Zabiegi ortopedyczne będące przedmiotem badań były przeprowadzane na salach operacyjnych i wykonywane przez 3-osobowe zespoły złożone z lekarza

operatora, lekarza asystującego i pielęgniarki instrumentującej. Z zalecanych środków ochrony personel uczestniczący w monitorowanych zabiegach używał jedynie fartuchów i kołnierzy z gumy ołowiowej.

Badania przeprowadzone w ramach niniejszej pracy polegały na pomiarach dawek otrzymywanych przez osoby pełniące określone funkcje w zespole operacyjnym (tj. lekarza operatora, lekarza asystującego, pielęgniarki instrumentującej). Pomiary prowadzono podczas serii kilkunastu zabiegów w celu zminimalizowania zmienności statystycznej dawek rejestrowanych podczas pojedynczego zabiegu. Ponadto w każdym ośrodku przeprowadzono 2 serie pomiarów, co pozwoliło zaobserwować większą liczbę zespołów przy pracy.

Dawki mierzono przy użyciu zestawu 4 indywidualnych dawkomierzy zawierających dozymetry termoluminescencyjne, w które był wyposażony każdy z 3 członków zespołu zabiegowego.

Rejestrowano następujące równoważniki dawek:

- Hp(3) – określający dawkę równoważną dla soczewek oczu,
- Hp(0,07) – określający dawkę równoważną dla skóry dłoni,
- Hp(10) – określający dawkę równoważną dla całego ciała na poziomie szyi bez osłony,
- Hp(10) – określający dawkę dla całego ciała na przedniej powierzchni tułowia (mierzony pod fartuchem ochronnym na poziomie klatki piersiowej) i traktowany jako wartość dawki efektywnej.

Odczyty dawkomierzy wykonała Sekcja Pomiarów Dawek Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej (LADIS) Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie (akredytacja Polskiego Centrum Akredytacji nr AB 1317 z 15 lutego 2012 r.).

WYNIKI

W tabelach 1–3. przedstawiono odczytane z dawkomierzy przypisanych do poszczególnych funkcji wartości będące sumą dawek ze wszystkich zabiegów danej serii wraz z niepewnością pomiaru określoną zgodnie z przewodnikiem „Wyrażanie niepewności pomiaru przy wzorcowaniu”, wydanym przez Główny Urząd Miar [7]. Wartości podane w tabelach stanowią niepewności rozszerzone przy poziomie ufności ok. 95% i współczynnika rozszerzenia $k = 2$.

Na podstawie danych przedstawionych w tabelach 1–3. obliczono średnie wartości dawek w przeliczeniu na 1 zabieg. Przedstawiono je w tabeli 4.

OMÓWIENIE

Zgromadzone wyniki pomiarów potwierdziły ogólną prawidłowość, że osobą najbardziej narażoną na otrzymanie znaczących dawek promieniowania, także podczas zabiegów ortopedycznych, jest lekarz operator. Do oceny poziomu tego narażenia – na podstawie danych

Tabela 1. Wartości dawek promieniowania otrzymane przez członków zespołu zabiegowego wykonujących zabiegi ortopedyczne pod kontrolą fluoroskopii rentgenowskiej w Miejskim Centrum Medycznym im. dr. Karola Jonschera w Łodzi
Table 1. Radiation doses received by the operational team members who perform orthopedic procedures under fluoroscopy control in the Dr Karol Jonscher Municipal Medical Centre

Nr serii Series No.	Zabiegi w serii Procedures in the series [n]	Funkcja podczas zabiegów Function during the procedures	Sumaryczna dawka Summarized dose [mSv] (M±SD)			
			efektywna (tułów) effective (trunk)	równoważna equivalent		
				oczy eyes	szyja neck	skóra dłoni hand skin
1	13	lekarz operator / operator	0,26±0,04	0,44±0,03	0,35±0,05	2,32±0,13
		lekarz asystujący / assisting physician	0,10±0,04	0,30±0,02	0,18±0,04	1,86±0,11
		pielęgniarka instrumentująca / scrub nurse	×	0,10±0,02	0,10±0,03	0,10±0,02
2	15	lekarz operator / operator	0,18±0,03	0,73±0,04	0,60±0,08	7,92±0,44
		lekarz asystujący / assisting physician	0,15±0,03	0,63±0,04	0,39±0,04	7,74±0,43
		pielęgniarka instrumentująca / scrub nurse	×	0,24±0,02	0,11±0,03	0,68±0,05

M – średnia / mean, SD – odchylenie standardowe / standard deviation.

× – wartości dawki znajdujące się poniżej granicy niepewności pomiaru / dose values lower than the uncertainty of measurement.

Tabela 2. Wartości dawek promieniowania otrzymane przez członków zespołu zabiegowego wykonujących zabiegi ortopedyczne pod kontrolą fluoroskopii rentgenowskiej w Wojewódzkim Szpitalu Specjalistycznym im. M. Kopernika w Łodzi
Table 2. Radiation doses received by the operational team members who perform orthopedic procedures under fluoroscopy control in the Mikołaj Kopernik Regional Specialistic Hospital

Nr serii Series No.	Zabiegi w serii Procedures in the series [n]	Funkcja podczas zabiegów Function during the procedures	Sumaryczna dawka Summarized dose [mSv] (M±SD)			
			efektywna (tułów) effective (trunk)	równoważna equivalent		
				oczy eyes	szyja neck	skóra dłoni hand skin
1	18	lekarz operator / operator	×	0,55±0,03	0,26±0,05	17,16±0,94
		lekarz asystujący / assisting physician	×	0,21±0,02	0,10±0,03	1,03±0,06
		pielęgniarka instrumentująca / scrub nurse	×	0,26±0,02	0,10±0,03	0,81±0,05
2	15	lekarz operator / operator	0,10±0,03	0,42±0,03	0,10±0,03	5,17±0,28
		lekarz asystujący / assisting physician	×	0,10±0,02	×	3,34±0,18
		pielęgniarka instrumentująca / scrub nurse	×	×	0,10±0,03	1,31±0,07

Skróty jak w tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.

Tabela 3. Wartości dawek promieniowania otrzymane przez członków zespołu zabiegowego wykonujących zabiegi ortopedyczne pod kontrolą fluoroskopii rentgenowskiej w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym im. Wojskowej Akademii Medycznej
Table 3. Radiation doses received by the operational team members who perform orthopedic procedures under fluoroscopy control in the University Clinical Hospital Military Memorial Medical Academy – Central Veterans' Hospital

Nr serii Series No.	Zabiegi w serii Procedures in the series [n]	Funkcja podczas zabiegów Function during the procedures	Sumaryczna dawka Summarized dose [mSv] (M±SD)			
			efektywna (tułów) effective (trunk)	równoważna equivalent		
				oczy eyes	szyja neck	skóra dłoni hand skin
1	16	lekarz operator / operator	0,21±0,04	0,98±0,05	0,84±0,13	24,09±1,32
		lekarz asystujący / assisting physician	0,14±0,04	0,78±0,05	0,68±0,11	15,07±0,83
		pielęgniarka instrumentująca / scrub nurse	×	0,24±0,03	0,20±0,04	0,45±0,03
2	18	lekarz operator / operator	0,58±0,10	1,51±0,08	1,25±0,21	30,43±1,67
		lekarz asystujący / assisting physician	0,19±0,03	1,26±0,08	0,71±0,11	22,98±1,26
		pielęgniarka instrumentująca / scrub nurse	×	0,26±0,04	×	0,17±0,04

Skróty jak w tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.

z piśmiennictwa – zestawiono dawki otrzymywane przez lekarzy wykonujących różnego rodzaju procedury radiologii zabiegowej (naczyniowe i nienaczyniowe) i porównano je z wynikami własnymi dotyczącymi procedur ortopedycznych wykonywanych w łódzkich szpitalach. Zestawienie danych przedstawiono w tabeli 5.

Dane zamieszczone w tabeli 5. wskazują na znaczne zróżnicowanie dawek otrzymywanych przez personel zabiegowy podczas różnego rodzaju procedur z zakre-

su radiologii interwencyjnej. Z zasady wyższe są dawki otrzymywane podczas procedur polegających na interwencji przez drogi naczyniowe. Dotyczy to dawek efektywnych i dawek na soczewki oczu, natomiast dawki na skórę rąk bywają wyższe w procedurach nienaczyniowych (jest to widoczne zwłaszcza w procedurach neurochirurgicznych – patrz tab. 5).

Dawki otrzymywane przez operatorów w procedurach ortopedycznych są mniejsze, choć także mocno

Tabela 4. Średnie wartości dawek promieniowania otrzymane przez członków zespołów wykonujących zabiegi ortopedyczne pod kontrolą fluoroskopii rentgenowskiej w przeliczeniu na 1 zabieg w analizowanych szpitalach
Table 4. Mean radiation dose values received by the operational team members who perform orthopedic procedures under fluoroscopy control per procedure in the analyzed hospitals

Szpital Hospital	Funkcja podczas zabiegów Function during the procedures	Dawka Dose [mSv] (M±SD)			
		efektywna (tułów) effective (trunk)	równoważna equivalent		
			oczy eyes	szyja neck	skóra dłoni hand skin
Miejskie Centrum Medyczne im. dr. Karola Jonschera w Łodzi / Dr Karol Jonscher Municipal Medical Centre	lekarz operator / operator	0,019±0,003	0,042±0,003	0,034±0,003	0,366±0,020
	lekarz asystujący / assisting physician	0,009±0,003	0,033±0,002	0,071±0,011	0,343±0,020
	pielęgniarka instrumentująca / scrub nurse	< 0,001 ndo.	0,012±0,002	0,008±0,002	0,029±0,004
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. M. Kopernika w Łodzi / / Mikołaj Kopernik Regional Specialistic Hospital	lekarz operator / operator	0,003±0,001	0,029±0,002	0,011±0,003	0,677±0,037
	lekarz asystujący / assisting physician	< 0,001 ndo.	0,009±0,005	0,006±0,002	0,132±0,007
	pielęgniarka instrumentująca / scrub nurse	< 0,001 ndo.	0,011±0,001	0,006±0,002	0,064±0,004
Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Wojskowej Akademii Medycznej / University Clinical Hospital Military Memorial Medical Academy – Central Veterans' Hospital	lekarz operator / operator	0,023±0,004	0,073±0,004	0,061±0,010	1,604±0,088
	lekarz asystujący / assisting physician	0,010±0,002	0,060±0,004	0,041±0,006	1,119±0,062
	pielęgniarka instrumentująca / scrub nurse	< 0,001 ndo.	0,015±0,002	0,009±0,002	0,018±0,003

M – średnia / mean, SD – odchylenie standardowe / standard deviation.
 ndo. – nie do oceny / non evaluable.

Tabela 5. Dawki promieniowania otrzymywane przez lekarzy operatorów wykonujących różnego rodzaju procedury radiologii zabiegowej
Table 5. Radiation doses received by operators performing interventional radiology procedures of different types

Procedura Procedure	Dawka w przeliczeniu na 1 zabieg Dose per 1 procedure [mSv]			Piśmiennictwo References
	oczy eyes	ręce hand	efektywna effective	
Procedury naczyniowe / Vascular procedures				
przeżylna implantacja zastawki aortalnej / transcatheter aortic valve implantations (TAVI)	0,11	1,90	0,03	Sauren i wsp. [8]
zabiegi chirurgii wewnątrznaczyniowej / endovascular procedures	0,19	0,99	0,20	Ho i wsp. [9]
cewnikowanie serca / cardiac catheterization procedures	0,90	1,3	–	Kim i wsp. [10]
Procedury nienaczyniowe – urologiczne i neurochirurgiczne / Nonvascular procedures – urology and neurosurgery				
przeżylna nefrolitotomia / percutaneous nephrolithotomy (PCNL)	0,18	4,36	–	Ritter i wsp. [11]
	–	0,28	–	Kumari i wsp. [12]
ureterorenoskopia / ureteroscopy (URS)	0,10	0,15	–	Ritter i wsp. [11]
	0,13	–	–	Taylor i wsp. [13]
kyfoplastyka złamań kręgow / kyphoplasty for vertebral fractures	0,27	1,74	0,25	Mroz i wsp. [14]
	0,23	2,0–4,8	–	Von Wrangel i wsp. [15]

Tabela 5. Dawki promieniowania otrzymywane przez lekarzy operatorów wykonujących różnego rodzaju procedury radiologii zabiegowej – cd.**Table 5.** Radiation doses received by operators performing interventional radiology procedures of different types – cont.

Procedura Procedure	Dawka w przeliczeniu na 1 zabieg Dose per 1 procedure [mSv]			Piśmiennictwo References
	oczy eyes	ręce hand	efektywna effective	
Procedury nienaczyniowe – ortopedyczne / Nonvascular procedures – orthopedy				
gwoździowanie śródszpikowe złamań kości piszczelowej / intramedullary nailing procedures of the tibia	–	–	0,035	Kirousis i wsp. [16]
gwoździowanie śródszpikowe złamań kości udowej / femoral interlocking nailing	0,09	0,27	–	Muzaffar i wsp. [17]
gwoździowanie śródszpikowe złamań kości udowej i piszczelowej / intramedullary nailing of femoral and tibial fractures	–	1,27	–	Müller i wsp. [18]
osteotomia okołopanewkowa / periacetabular osteotomy (PAO)	0,009	0,045	–	Mechlenburg i wsp. [19]
przejskórna osteosynteza kości nadgarstka i śródreżca / percutaneous wiring of wrist and hand procedures	–	0,80	–	Bahari i wsp. [20]
osteosynteza złamań kości kończyn / osteosynthesis for limb fractures				badania własne / our own study
zakres zarejestrowanych wartości / range of recorded values	0,029–0,073	0,366–1,604	0,003–0,023	
średnia ważona / weighted mean*	0,048	0,867	0,014	

* Obliczona na podstawie wyników dla wszystkich monitorowanych zabiegów w 3 analizowanych szpitalach / Calculated on the basis of all the results for all the monitored procedures in the 3 analyzed hospitals.

zróznicowane (tab. 5). Składa się na to wiele czynników niepodlegających kontroli (metoda pracy operatora, wybór trybu pracy aparatu rtg., stopień zagęszczenia sprzętów w sali operacyjnej), a wręcz niemożliwych do kategoryzacji (doświadczenie zawodowe operatora, anatomiczne/kliniczne utrudnienia w wykonaniu zabiegu).

Na podstawie zestawienia w tabeli 5. można stwierdzić, że wyniki własne mieszczą się w zakresie opublikowanych danych (dla procedur nienaczyniowych), co świadczy o tym, że praktyka postępowania w monitorowanych łódzkich szpitalach nie odbiegała od rutyny postępowania w innych placówkach (także zagranicznych).

WNIOSKI

Na podstawie zgromadzonych wyników pomiarów oraz ich porównania z danymi z piśmiennictwa można stwierdzić, że:

1. Do monitorowania narażenia zawodowego personelu wykonującego zabiegi radiologii interwencyjnej niezbędne – w świetle Dyrektywy Unii Europejskiej [21] – jest używanie dodatkowego (trzeciego) dozymetru, który mierzyłby dawkę na soczew-

ki oczu (używanie 2 dozymetrów przez tę grupę zawodową jest wymogiem prawnym). Umożliwi to pełniejsze monitorowanie rzeczywistego obrazu narażenia tej grupy zawodowej.

2. Optymalną metodą monitorowania narażenia personelu wykonującego zabiegi ortopedyczne pod kontrolą promieniowania rtg. jest dozymetria termoluminescencyjna, która jako jedyna metoda umożliwi kontrolę dawek na soczewki oczu i skórę dłoni.
3. Wyniki własne mieszczą się w zakresie danych opublikowanych (dla procedur nienaczyniowych), co świadczy o tym, że praktyka postępowania w monitorowanych łódzkich szpitalach nie odbiegała od rutyny postępowania w innych placówkach (także zagranicznych).

PIŚMIENNICTWO

1. Vano E., Gonzales L., Guibelalde E., Fernandez J.M., Ten J.I.: Radiation exposure to medical staff in interventional and cardiac radiology. Br. J. Radiol. 1998;71:954–960, <https://doi.org/10.1259/bjr.71.849.10195011>
2. Vano E., Gonzalez L., Fernandez J.M., Alfonso F., Macaya C.: Occupational radiation doses in interventional cardiol-

- ogy: A 15-year follow-up. *Br. J. Radiol.* 2006;79:383–388, <https://doi.org/10.1259/bjr/26829723>
3. Staniszevska M.A., Jankowski J.: Narażenie personelu podczas zabiegów radiologii interwencyjnej. *Med. Pr.* 2000;51(6):563–571
 4. Rosenstein M., Brateman F.L., Claycamp G.H., Poston W.J. Sr, Yoder C.R., Reece D.W. i wsp.: Report No. 122 – Use of personal monitors to estimate effective dose equivalents and effective dose to workers for external exposure to low-LET radiation. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda 1995
 5. International Commission on Radiological Protection: Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. *Ann. ICRP* 2000;30(2)
 6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków pracy z urządzeniami radiologicznymi. *DzU z 2006 r. nr 180, poz. 1325*
 7. Główny Urząd Miar: Wyrażanie niepewności pomiaru przy wzorcowaniu. Urząd, Warszawa 2001
 8. Sauren L.D., van Garsse L., van Ommen V., Kemerink G.J.: Occupational radiation dose during transcatheter aortic valve implantation. *Cathet. Cardiovasc. Intervent.* 2011;78(5):770–776, <https://doi.org/10.1002/ccd.23116>
 9. Ho P., Cheng S.W., Wu P.M., Ting A.C., Poon J.T., Cheng C.K. i wsp.: Ionizing radiation absorption of vascular surgeons during endovascular procedures. *J. Vasc. Surg.* 2007;46(3):455–459, <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2007.04.034>
 10. Kim K.P., Miller D.L., Balter S., Kleinerman R.A., Linnet M.S., Kwon D. i wsp.: Occupational radiation doses to operators performing cardiac catheterization procedures. *Health Phys.* 2008;94(3):11–27, <https://doi.org/10.1097/01.HP.0000290614.76386.35>
 11. Ritter M., Krombach P., Martinschek A., Siegel F.P., Schmitt M., Weiss C. i wsp.: Radiation exposure during endourologic procedures using over-the-table fluoroscopy sources. *J. Endourol.* 2012;26(1):47–51, <https://doi.org/10.1089/end.2011.0333>
 12. Kumari G., Kumari P., Wadhwa P., Aron M., Gupta N.P., Dogra P.N.: Radiation exposure to the patient and operating room personnel during percutaneous nephrolithotomy. *Int. Urol. Nephrol.* 2006;38(2):207–210, <https://doi.org/10.1007/s11255-005-4972-9>
 13. Taylor E.R., Kramer B., Frye T.P., Wang S., Schwartz B.F., Köhler T.S.: Ocular radiation exposure in modern urological practice. *J. Urol.* 2013;190(1):139–143, <https://doi.org/10.1016/j.juro.2013.01.081>
 14. Mroz T.E., Yamashita T., Davros W.J., Lieberman I.H.: Radiation exposure to the surgeon and the patient during kyphoplasty. *J. Spinal. Disord. Tech.* 2008;21(2):96–100, <https://doi.org/10.1097/BSD.0b013e31805fe9e1>
 15. Von Wrangel A., Cederblad A., Rodriguez-Catarino M.: Fluoroscopically guided percutaneous vertebroplasty: Assessment of radiation doses and implementation of procedural routines to reduce operator exposure. *Acta Radiol.* 2009;50(5):490–496, <https://doi.org/10.1080/02841850902855391>
 16. Kirousis G., Delis H., Megas P., Lambiris E., Panayiotakis G.: Dosimetry during intramedullary nailing of the tibia. *Acta Orthop.* 2009;80(5):568–572, <https://doi.org/10.3109/17453670903350057>
 17. Muzaffar T.S., Imran Y., Iskandar M.A., Zakaria A.: Radiation exposure to the surgeon during femoral interlocking nailing under fluoroscopic imaging. *Med. J. Malaysia* 2005;60 Suppl C:26–29
 18. Müller L.P., Suffner J., Wenda K., Mohr W., Rommens P.M.: Radiation exposure to the hands and the thyroid of the surgeon during intramedullary nailing. *Injury* 1998;29(6):461–468, [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(98\)00088-6](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(98)00088-6)
 19. Mechlenburg I., Daugaard H., Soballe K.: Radiation exposure to the orthopaedic surgeon during periacetabular osteotomy. *Int. Orthop.* 2009;33:1747–1751, <https://doi.org/10.1007/s00264-008-0681-1>
 20. Bahari S., Morris S., Broe D., Taylor C., Lenehan B., McElwain J.: Radiation exposure of the hands and thyroid gland during percutaneous wiring of wrist and hand procedures. *Acta Orthop. Belg.* 2006;72(2):194–198
 21. Dyrektywa Rady 2013/59/Euratom z dnia 5 grudnia 2013 r. ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego oraz uchylająca dyrektywy 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom i 2003/122/Euratom. *DzU UE z 2014 r., L 13*