PRACE ORYGINALNE

Piel. Zdr. Publ. 2016, **6**, 1, 29–38
DOI: 10.17219/pzp/61707
© Copyright by Wroclaw Medical University
ISSN 2082-9876

Agnieszka Turczyńska[1, A–C], Piotr Kułak[2, C–E], Elżbieta Gościk[2, E–F], Elżbieta Krajewska-Kułak[3, A, E, F]

Ochrona radiologiczna z punktu widzenia pacjentów Zakładu Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku

Radiation Protection from the Point of View of Patients of the Radiology Department at the University Clinical Hospital in Białystok

[1] Absolwentka kierunku elektroradiologia, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Białystok
[2] Zakład Radiologii Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Białystok
[3] Zakład Zintegrowanej Opieki Medycznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Białystok

A – koncepcja i projekt badania; **B** – gromadzenie i/lub zestawianie danych; **C** – analiza i interpretacja danych; **D** – napisanie artykułu; **E** – krytyczne zrecenzowanie artykułu; **F** – zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Streszczenie

Wprowadzenie. Promieniowanie jonizujące wywiera wpływ na wszystkie organizmy żywe.
Cel pracy. Ocena wiedzy na temat bezpieczeństwa podczas wykonywania badań radiologicznych z punktu widzenia pacjentów.
Materiał i metody. Badanie przeprowadzono w grupie 110 pacjentów Zakładu Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku z użyciem autorskiego kwestionariusza ankiety (30 pytań).
Wyniki. 95% ankietowanych uważało, że promieniowanie jonizujące jest szkodliwe, 81% wiedziało, jakie są tego skutki, a 60% znało pojęcie ochrony radiologicznej. Wiedzę tę badani najczęściej nabywali w szkole/uczelni (31%). Zdaniem 93% personel powinien przestrzegać zasad ochrony radiologicznej. W opinii 77% ankietowanych personel zastosował ochronę radiologiczną wobec siebie, a zdaniem 91% także wobec pacjenta. 45% pacjentów stwierdziło, że nie zostało poinformowanych przed badaniem o jakichkolwiek skutkach promieniowania. 52% badanych uważało, że każdy pacjent może mieć wykonane badanie z użyciem promieniowania.
Wnioski. Pacjenci mieli świadomość, że personel medyczny jest narażony na działanie promieniowania, zauważali potrzebę stosowania ochrony radiologicznej nie tylko wobec pacjentów, ale także pracowników zakładu rentgenodiagnostycznego, ale rzadko dopominali się o nią podczas badań. Zdecydowana większość ankietowanych uważała, że promieniowanie jonizujące jest szkodliwe, znała główne skutki promieniowania, a za najlepszą metodę zmniejszenia narażenia na nie uznano ochronę wrażliwych narządów lub części ciała. Respondenci byli przekonani, że pacjent zgłaszający się na badanie ma prawo do informacji o wielkości narażenia i ryzyku związanym z wykonywanym badaniem. Większość z nich twierdziła jednak, że nie byli informowani przed badaniem o jakichkolwiek skutkach promieniowania. Pacjenci polepszenie ochrony radiologicznej pacjenta widzieli w większym rozpropagowaniu problemu za pomocą ulotek i plakatów w poczekalni oraz zwielokrotnieniu częstości udzielanych informacji przez personel przed badaniem (**Piel. Zdr. Publ. 2016, 6, 1, 29–38**).

Słowa kluczowe: pacjenci, personel, ochrona radiologiczna.

Abstract

Background. Ionizing radiation has an effect on all living organisms.
Objectives. The aim of this study is to assess the knowledge on safety by performing radiological surveys in the perception of patients.
Material and Methods. The study was conducted in a group of 110 patients (Clinical Hospital, Department of Radiology, Medical University of Bialystok). The authors used the original questionnaire (30 questions).

Results. Ninety five percent of respondents thought that ionizing radiation is harmful, 81% knew its consequences, and 60% knew the concept of radiological protection. Respondents most often learned this in schools and universities (31%). According to 93% of respondents, staff should follow the principles of radiation protection. Seventy seven percent of respondents applied radiation protection for staff and 91% for a patient. Forty five percent of patients reported they had not been informed before testing about any radiation side effects. Fifty two percent of respondents felt that tests with radiation could be performed on each patient.
Conclusions. Patients were well aware that medical personnel are exposed to radiation. They reported the need for radiological protection not only for patients but also for employees of the radiology department. The vast majority of respondents knew that ionizing radiation is harmful. Patients saw the improvement in the radiological protection because the public was informed about the problem by means of placing leaflets and posters in waiting rooms (**Piel. Zdr. Publ. 2016, 6, 1, 29–38**).

Key words: patients, medical staff, radiological pretection.

Promienie rentgenowskie zostały odkryte w 1895 r. [1] przez Wilhelma Conrada Roentgena, co przyczyniło się m.in. do rozwoju badań medycznych oraz umożliwiło szeroką i wysokospecjalistyczną diagnostykę radiologiczną.

Wiadomo [1, 2], że promieniowanie jonizujące wywiera wpływ na wszystkie organizmy żywe, w szczególności na człowieka, a skutki i następstwa jego działania zależą od rodzaju promieniowania, wielkości dawki, jego natężenia, czasu ekspozycji, naświetlania na ludzki organizm, rodzaju narządów napromienianych i cech biologicznych charakteryzujących daną jednostkę żywą. Należy pamiętać, że wielkość zmian biologicznych zależy także od cech organizmu, który jest poddawany naświetlaniu [1–3].

Wśród osób narażonych na działanie promieniowania jonizującego zastosowanego ze względów medycznych można wyróżnić następujące grupy [4]: personel medyczny (osoby narażone zawodowo), pacjentów (ludzie poddani badaniom lekarskim), osoby stanowiące część nadzoru medycznego oraz osoby poddane kontrolnym badaniom okresowym lub kontroli wynikającej z przepisów administracyjnych.

W związku z powyższym bardzo ważna jest ochrona radiologiczna polegająca przede wszystkim na zapobieganiu narażenia pacjentów i personelu medycznego na promieniowanie jonizujące lub na ograniczeniu skutków takiego narażenia do minimum. Świadczenia zdrowotne, tj. np. badania rentgenodiagnostyczne, badania diagnostyczne i leczenie z wykorzystaniem produktów radiofarmaceutycznych oraz zabiegów z zakresu radiologii zabiegowej a związane z narażeniem na promieniowanie jonizujące, powinny odbywać się na podstawie udokumentowanych roboczych medycznych procedur radiologicznych. Nie można przy tym zapominać, że powinno się wykonywać wyłącznie takie procedury medyczne, które są prawnie dopuszczone do stosowania, a dawki promieniowania otrzymywane przez pacjentów muszą być utrzymywane na bezpiecznych poziomach. Osoby wykonujące procedury radiologiczne powinny mieć specjalistyczną wiedzę i odpowiednie uprawnienia z zakresu ochrony radiologicznej pacjenta. Należy także pamiętać, że pacjent ma prawo do informacji o wielkości narażenia i ryzyku związanym z wykonywanym badaniem.

Celem badań była ocena bezpieczeństwa pacjenta i personelu podczas wykonywania badań radiologicznych z punktu widzenia pacjentów Zakładu Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku.

Uzyskane wyniki pozwoliły na stwierdzenie, czy pacjenci czują się bezpieczni podczas wykonywania badań radiologicznych i czy mają podstawową wiedzę na temat ochrony radiologicznej.

Analizę danych przeprowadzono na podstawie kwestionariusza ankietowego, a otrzymane dane opracowano za pomocą programu Microsoft Excel 2003.

Materiał i metody

Na prowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku R-I-002/175/2014.

Badanie przeprowadzono w grupie 110 losowo wybranych pacjentów Zakładu Radiologii Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku, mających skierowanie na badanie radiologiczne. Rozdano ogółem 110 ankiet i tyle samo otrzymano zwrotnie.

W badaniu zastosowano metodę sondażu diagnostycznego z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza ankietowego złożonego z 30 pytań podzielonych na III części:

– I część – 6 pytań o płeć, wiek, wykształcenie, miejsce zamieszkania, wykonywany zawód, rodzaj wykonywanej pracy;

– II część – 12 pytań dotyczących znajomości pojęcia i środków ochrony radiologicznej, wiedzy o szkodliwości i skutkach działania promieniowania rentgenowskiego, stosowania przez personel wobec siebie i pacjenta ochrony radiologicznej i jej rodzaju, preferencji najlepszej metody postępowania mającej na celu zmniejszenie narażenia pacjen-

tów na promieniowanie oraz tego, czy w miejscu wykonywania badania (zakładzie/pracowni radiologicznej) były umieszczone znaki ostrzegawcze oraz tablice informujące o zagrożeniu, jakie stwarza promieniowanie;

– III część – 12 pytań o częstość korzystania z badań radiologicznych, rodzaju tych badań, przekonania, czy pacjent ma prawo do informacji o wielkości narażenia i ryzyku związanym z wykonywanym badaniem, czy ankietowani zostali poinformowani o skutkach napromieniania, czy podczas badania personel zastosował właściwą ochronę radiologiczną (wg opinii respondentów), czy stosowanie ochrony radiologicznej jest konieczne, czy kiedykolwiek dopominali się podczas badań o zastosowanie ochrony przez personel, czy według nich każdy pacjent może mieć wykonane badanie z użyciem promieniowania rentgenowskiego, czy badanie radiologiczne można wykonać u kobiety w ciąży, kobiety karmiącej dzieci i co pacjenci poprawiliby w stosowaniu ochrony radiologicznej pacjenta.

W analizie statystycznej zależności między wykształceniem a deklaracją znajomości pojęcia ochrony radiologicznej oraz szkodliwości promieni jonizujących zastosowano test korelacji Speermana.

Wyniki

Badaniem objęto 53,6% kobiet i 46,4% mężczyzn. Przedział wiekowy pacjentów wynosił 19–78 lat, a średnia wieku – 35,5 ± 13,9 roku. Ankietowanych podzielono na 6 grup wiekowych:

– 19–28 lat – 46,4%,
– 29–38 lat – 17,3%,
– 39–48 lat – 17,3%,
– 49–58 lat – 6,7%,
– 59–68 lat – 5,1%
– 69–78 lat – 3%.

Ponad połowa badanych miała wykształcenie wyższe (52,7%). Drugą liczną grupę stanowiły osoby z wykształceniem zawodowym (20%). Pozostali ankietowani mieli wykształcenie średnie (15,4%), podstawowe (7,3%) lub policealne (5,5%). Najliczniej były reprezentowane osoby młode uczące się lub studiujące (28,2%), a następne pracujące fizycznie i umysłowo (po 25,5%), pracujące w gospodarstwie rolnym (10%) oraz bezrobotni (5%). Zdecydowana większość (57%) zamieszkiwała miasto powyżej 10 tys. mieszkańców. Mniej liczne grupy mieszkały natomiast w małych miastach (28%) lub na wsi (15%).

Druga część ankiety dotyczyła sprawdzenia konkretnej wiedzy pacjentów na temat ochrony radiologicznej i promieniowania jonizującego.

Znaczna większość ankietowanych (60%) znała pojęcie ochrony radiologicznej. O tym, że nie ma takiej wiedzy było przekonanych 21% pacjentów, a 16% nie potrafiło udzielić jednoznacznej odpowiedzi.

Powyższy wynik przełożył się na kolejne pytanie, w którym 84% pacjentów potwierdziło słuszność zdania, że „Ochrona radiologiczna jest to zespół przedsięwzięć organizacyjnych oraz rozwiązań technicznych, mający na celu zminimalizowanie zagrożeń związanych z oddziaływaniem promieniowania jonizującego na organizm człowieka", podającego poprawną definicję ochrony radiologicznej. Pozostali ankietowani (16%) nie mogli jednoznacznie stwierdzić słuszności tej definicji. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w znajomości poprawnej definicji ochrony radiologicznej a wykształceniem badanych ($R = -0{,}077$; $p = 0{,}422$).

Zdecydowana większość, bo aż 95% ankietowanych, było przekonanych, że promieniowanie jonizujące jest szkodliwe. Zaledwie 6 osób (5% badanych) nie podzielało tego zdania, przyznając się, że tego nie wiedzą. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w przekonaniu o szkodliwości promieniowania jonizującego a wykształceniem badanych ($R = 0{,}167$; $p = 0{,}080$).

O szkodliwych skutkach działania promieniowania jonizującego badani najczęściej dowiadywali się w szkole/uczelni (31%). Dla 19% osób źródłem informacji był personel pracowni radiologicznych, 16% – rodzina, 11% – Internet, a dla 4% inni pacjenci. Najrzadziej wiedzę pozyskiwano z radia (1%), prasy i telewizji (po 2%).

W kolejnym pytaniu ankietowani mieli za zadanie zaznaczyć, co według nich zalicza się do środków ochrony przed promieniowaniem. Mogli wybrać maksymalnie 3 odpowiedzi spośród 6 zaproponowanych. Najczęściej (47,3%) badani preferowali wszystkie wymienione 6 rodzajów środków ochrony radiologicznej. Najrzadziej wskazywali „skrócony czas badania" (7,3%). Tabela 1 przedstawia zbiorcze zestawienie odpowiedzi wraz z udziałem odsetkowym wybranych opcji.

Następnie ankietowanych poproszono o wskazanie podstawowych negatywnych skutków działania promieniowania jonizującego. Ponad połowa badanych (55%) zaznaczyła wszystkie odpowiedzi, w tym najczęściej (32%) nowotwory, a najrzadziej czasową lub trwałą bezpłodność (3%). Zestawienie udzielanych odpowiedzi o skutkach promieniowania jonizującego zawiera tabela 2.

Kolejne 3 pytania dotyczyły stosowania ochrony radiologicznej.

W pierwszym z nich badani mieli stwierdzić, czy personel powinien stosować ochronę radiologiczną własnej osoby. W tej kwestii 93% badanych odpowiedziało „tak", a jedynie 7% „nie".

Badani w większości uważali (93%), że personel powinien przestrzegać zasad ochrony radiolo-

Tabela 1. Analiza wyboru środków ochrony radiologicznej

Table 1. Analysis of the choice of radiological protection measures

Środki ochrony radiologicznej	Pacjenci (n = 110)	
	liczebność	częstość (%)
Fartuch ochronny	51	46,4
Odpowiednie warunki techniczne	27	25,5
Ścianki ochronne w gabinecie	10	9,1
Właściwe ustawienie pacjenta do badania	11	10,0
Skrócony czas badania	8	7,3
Wszystkie powyższe	52	47,3

Tabela 2. Analiza odpowiedzi o skutkach promieniowania jonizującego

Table 2. Analysis of answers with regard to the effects of ionizing radiation

Skutki promieniowania jonizującego	Pacjenci (n = 110)	
	liczebność	częstość (%)
Uszkodzenie DNA	5	5
Nowotwory	35	32
Rumień skóry, zaćma	6	6
Czasowa lub trwała bezpłodność	3	3
Wszystkie powyższe	61	55

gicznej, 4% twierdziło przeciwnie, a 3% nie miało zdania.

Respondenci udzielając odpowiedzi na kolejne pytania, mieli za zadanie obserwować postępowanie personelu pracowni rentgenowskiej i stwierdzić, czy stosuje ochronę radiologiczną wobec siebie i wobec pacjenta. O tym, że personel zastosował ochronę radiologiczną wobec siebie było przekonanych 77% badanych, a wobec pacjenta – 91%. Łącznie 9% badanych twierdziło, że personel nie stosuje żadnej ochrony ani dla pacjentów (2%), ani dla siebie (7%). 7% osób miało problem z odpowiedzią na pytanie o zastosowanie przez personel ochrony radiologicznej wobec pacjentów i 16% wobec siebie.

Według badanych najlepszą metodą postępowania, mającą na celu zmniejszenie narażenia na promieniowanie jonizujące, jest ochrona wrażliwych narządów lub części ciała (47%). Dość często (37%) respondenci zwracali także uwagę na stosowanie i przestrzeganie zasad ochrony radiologicznej. Tyle samo ankietowanych uważało, że wszystkie wymienione metody powodują zmniejszenie narażenia (38%). Pozostałe dane obrazuje tabela 3.

Następnie pacjentów poproszono o udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy pracownia radiologiczna, w której wykonywali badanie była oznaczona znakami ostrzegawczymi oraz tablicami informacyjnymi zwracającymi uwagę na zagrożenie promieniowaniem. Większość ankietowanych (99%) odpowiedziała pozytywnie, a tylko jedna osoba nie potrafiła jednoznacznie odpowiedzieć na powyższe pytanie.

Kolejna III część ankiety dotyczyła informacji na temat częstości i rodzaju badań rentgenowskich, na które pacjenci mieli skierowanie.

Ankietowanych zapytano, jak często korzystają i wykonują badania obrazowe wykorzystujące promieniowanie rentgenowskie. Większość pacjentów zgłaszających się ze skierowaniem na badanie określiła, że bardzo rzadko (46,4%) lub rzadko (30%), a tylko 8,1% potwierdziło, że często. Wcześniej (do chwili obecnego badania) nie korzystało z takiej usługi medycznej 15,5% badanych.

Najczęstszym badaniem, na które zgłaszali się pacjenci były zdjęcia rentgenowskie klatki piersiowej (31,8%) oraz zdjęcia kończyny dolnej i miednicy – po 21,8%, a następnie kręgosłupa i kończyny

Tabela 3. Analiza metod zmniejszających ryzyko narażenia na promieniowanie

Table 3. The analysis of methods reducing the risk of exposure to radiation

Metody zmniejszające narażenie na promieniowanie	Pacjenci (n = 110)	
	liczebność	częstość (%)
Ograniczenie zbędnych badań do minimum	15	14
Wykorzystywanie wyników wcześniejszych badań	3	3
Większa świadomość pacjenta o szkodliwości promieniowania	31	28
Ochrona wrażliwych narządów lub części ciała	52	47
Stosowanie i przestrzeganie zasad ochrony radiologicznej	41	37
Skrócenie czasu badania	17	16
Wszystkie powyższe	42	38

Tabela 4. Analiza udzielonych odpowiedzi na pytania związane z wykorzystywaniem promieniowania rentgenowskiego w badaniach diagnostycznych

Table 4. Analysis of responses to questions related to the use of X-ray in diagnostic tests

Grupa badanych	Liczba udzielonych odpowiedzi			
	tak	nie	nie wiem	tak, tylko w stanie zagrożenia życia
Każdy pacjent	57 (52%)	41 (37%)	12 (11%)	–
Kobieta w ciąży	10 (9%)	4 (4%)	10 (9%)	86 (78%)
Kobieta karmiąca	37 (34%)	47 (43%)	26 (23%)	–
Dzieci w każdym wieku	83 (75%)	10 (9%)	17 (16%)	–

górnej – po 17,3%. Najmniej pacjentów wykonywało zdjęcia rentgenowskie w obszarze głowy (11,8%).

Ankietowani jednogłośnie (100%) zaznaczyli, że pacjent zgłaszający się na badanie ma prawo do informacji o wielkości narażenia i ryzyku związanym z wykonywanym badaniem. Niepokojące jest jednak, że aż 45% pacjentów stwierdziło, że nie zostało poinformowanych przed badaniem o jakichkolwiek skutkach promieniowania. 35% przyznało, że zawsze mieli zastosowane środki ochrony radiologicznej przez personel, a 20% ankietowych nie miało zdania na ten temat.

Po zakończonym obecnym badaniu zdaniem zdecydowanej większości (89%) personel zastosował wobec siebie właściwą ochronę radiologiczną. Pozostała część ankietowanych (10%) nie miała na ten temat zdania lub odpowiedziała negatywnie (1%).

W kolejnym etapie badania ankietowani zostali poproszeni o udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy stosowanie ochrony podczas badania jest konieczne. 97% pacjentów odpowiedziało twierdząco, a tylko 3% odmiennie.

Następnie zapytano pacjentów, czy sami dopominają się o zastosowanie ochrony radiologicznej podczas badań w pracowni rentgenowskiej. 53% osób odpowiedziało pozytywnie, ale aż 47% pacjentów nie poprosiło o ochronę radiologiczną.

Respondenci w dalszej kolejności udzielali odpowiedzi na pytania związane z wykorzystywaniem promieniowania rentgenowskiego w badaniach diagnostycznych. 52% badanych uważało, że każdy pacjent może mieć wykonane badanie z użyciem promieniowania, nieco mniej, bo 37%, nie zgadzało się z tym, a 11% nie miało zdania na ten temat.

Pacjenci zapytani o wykonywanie badań z zastosowaniem promieniowania u kobiet w ciąży w znacznej większości odpowiedzieli, że mogą być wykonywane, ale tylko w stanie zagrożenia życia (78%). 43% ankietowanych wskazywało, że w przypadku kobiety karmiącej nie powinno się przeprowadzać takiego badania, ale jednocześnie 37% ankietowanych uznało, że nie ma do tego przeszkód. Zdecydowana większość (75%) respondentów sądziła, że dziecku w każdym wieku można wykonać badania radiologiczne. Pozostałe wyniki obrazuje tabela 4.

Ostatnie pytanie w III części ankiety dotyczyło tego, co ankietowani zmieniliby lub poprawili w stosowaniu ochrony radiologicznej wobec pacjenta i informowaniu go na ten temat. Najczęściej (54%) badani proponowali dodatkowe ulotki, plakaty w poczekalni. Pozostali wskazali informację udzielaną przez personel przed badaniem (29%), wywieszenie informacji na drzwiach gabinetu (10%), a zdaniem 7% nie powinno się nic robić.

Omówienie

Promieniowanie jonizujące od początków istnienia planety Ziemia towarzyszy człowiekowi w każdej chwili jego życia, co powoduje, że nieustannie oddziałuje na nasze ciało [5]. Dawka promieniowania, jaką otrzymuje ludzki organizm pochodzi głównie z promieniowania naturalnego, zwanego promieniowaniem tła (ze skorupy ziemskiej i kosmosu) [5]. Szacuje się, że sztuczna promieniotwórczość odpowiada za ok. 26% promieniowania na Ziemi, ale rocznie ciało przeciętnego Polaka otrzymuje średnią dawkę skuteczną ok. 3,5 mSv (milisiwerta), co jednak jest zróżnicowane w zależności od lokalizacji na terenie Polski [5]. Niestety, coraz większy odsetek dawki promieniowania, które jest pochłaniane przez ludzkie organizmy, pochodzi ze źródeł medycznych, głównie tomografii komputerowej (TK) [6]. Warto przy tym pamiętać, że TK klatki piersiowej jest związane z pochłonięciem dawki 3 mSv, czyli równoważnej rocznemu promieniowaniu naturalnemu [6].

Według raportu nt. „Rynek diagnostyki obrazowej w Polsce 2012, prognozy rozwoju na lata 2012–2014" szacuje się, że rynek sprzętu do diagnostyki obrazowej będzie większy w porównaniu z rynkiem sprzętu medycznego, co jest związane z wciąż relatywnie niskim nasyceniem aparaturą obrazową, a także zwiększającą się w procesie leczenia rolą nowoczesnych form diagnostyki [7].

Staniszewska i Papierz dokonali ogólnokrajowego przeglądu medycznych zastosowań promieniowania X w Polsce [8]. Dane dotyczące liczby i struktury badań rentgenowskich zebrano z ponad 3000 pracowni RTG, sal zabiegowych oraz gabinetów stomatologicznych objętych systemem dozymetrii przez Zakład Ochrony Radiologicznej Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi. Autorzy stwierdzili, że w Polsce w okresie 20 lat na skutek zmian organizacyjnych w służbie zdrowia zmienił się profil badań wykonywanych w pracowniach rentgenowskich, ale nadal dominują badania konwencjonalne, głównie zdjęcia klatki piersiowej, kręgosłupa i kończyn [8]. Zwiększyła się liczba procedur specjalistycznych, w tym dotyczących tomografii komputerowej (prawie 30-krotnie w porównaniu z 1986 r.) i radiologii interwencyjnej. Dane Państwowej Inspekcji Sanitarnej poświadczają, że pracę związaną z diagnostyką rezonansem magnetycznym (RM) wykonuje w Polsce ok. 700–1000 pracowników, w tym elektroradiolodzy, pielęgniarki, anestezjolodzy i sprzątacze [9]. Zespół 1–4 pracowników, elektroradiologów oraz pielęgniarek wykonuje w ciągu całego dnia pracy 10–30 badań pacjentów, głównie są to badania głowy, kręgosłupa szyjnego, tułowia i stawów kończyn [9].

W badaniu autorów niniejszej pracy większość pacjentów (46,4%) zgłaszających się ze skierowaniem na badanie określiła, że bardzo rzadko korzystała z badań rentgenowskich, a najczęstszym wykonywanym badaniem były zdjęcia rentgenowskie klatki piersiowej (31,8%) oraz zdjęcia kończyny dolnej (21,8%).

W literaturze przedmiotu podkreśla się, że promieniowanie jonizujące jest szkodliwe i niesie za sobą skutki zarówno w żywym organizmie, jak i otaczającym go środowisku [1–3, 10–14]. U osób narażonych na promieniowanie jonizujące mogą wystąpić negatywne skutki zdrowotne (m.in. oparzenia, zaćma, wypadanie włosów, uszkodzenia układów limfatycznego i krwionośnego) przy przekroczeniu określonego, wysokiego poziomu przyjętej dawki [15]. Skutki oddziaływania silnego pola magnetostatycznego na stan zdrowia są jeszcze mało poznane, dlatego trudno jest je porównać z oddziaływaniem pola elektromagnetycznego częstotliwości przemysłowej lub radiofalowej [16]. Nadal jednak istnieją kontrowersje, co do odległych skutków zdrowotnych oddziaływania pola elektromagnetycznego na pracowników, takie jak działanie kancerogenne, zwiększone zagrożenie chorobami neurodegeneratywnymi (głównie *amyotrophic lateral sclerosis* – ALS, czyli stwardnienie zanikowe boczne i choroba Alzheimera) [9]. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem – IARC natomiast (*International Agency for Research on Cancer*), za Karpowicz [17], sklasyfikowała pola magnetyczne małej częstotliwości (*extremely low frequency* – ELF) oraz pola częstotliwości radiowych w grupie 2B jako czynniki możliwie kancerogenne dla ludzi. Badania przeprowadzone w latach 2008–2010 przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy wykazały, że w pracowniach radiologicznych ok. 10% wszystkich urządzeń stanowią skanery rezonansu magnetycznego (S-RM) o indukcji B_0 równej 3T, a ok. 50% S-RM z magnesami o indukcji B_0 równej 1,5T [9]. Elektroradiolog podczas badania jednego pacjenta rutynowo przebywa w strefie silnego pola magnetostatycznego, w otoczeniu magnesu, przez ok. 1,5–7 min, a narażenie pielęgniarki podającej kontrast trwa 1,5–3 min, ale podczas badań pacjentów wymagających większej uwagi czas ten może być znacznie dłuższy [9].

Zdecydowana większość (95%) osób ankietowanych w badaniu autorów niniejszego artykułu uważała, że promieniowanie jonizujące jest szkodliwe, a 55% z nich jako skutki promieniowania wskazało: uszkodzenie DNA, nowotwory, rumień skóry, zaćmę, czasową lub trwałą bezpłodność.

Wiele podejmowanych w piśmiennictwie fachowym tematów dotyczy ochrony radiologicznej pacjenta oraz personelu medycznego wykonującego badania. Zwraca się w nich uwagę, że zwiększenie świadomości i wiedzy ludności na temat szkodliwości i skutków promieniowania jonizującego przyczyni się do poprawy stanu zdrowia człowieka, a także zmniejszy ryzyko narażenia na występowanie skutków popromiennych [5, 18–24].

W niniejszym badaniu 60% pacjentów znało pojęcie ochrony radiologicznej i 97% z nich było przekonanych, że stosowanie jej podczas badania jest konieczne. Definicję ochrony radiologicznej podaną przez Międzynarodową Komisję Ochrony Radiologicznej znało 84% obecnie badanych pacjentów [23].

Warto wspomnieć, że dobrze poinformowany pacjent, mający podstawową wiedzę, będzie mógł lepiej zadbać o swój stan zdrowia, a także uniknąć występowania chorób związanych ze skutkami popromiennymi. Wyróżnia się wiele rodzajów środków ochrony radiologicznej, należy jednak pamiętać, że do ochrony pacjenta zalicza się nie tylko ochrona indywidualna (fartuchy, osłony), ale także wykorzystywanie wcześniejszych wyników badań radiologicznych.

Respondenci najczęściej (47,3%) preferowali wszystkie (czyli 6) wymienione rodzaje środków ochrony radiologicznej, takie jak: fartuch ochronny, odpowiednie warunki techniczne, ścianki ochronne w gabinecie czy też właściwe ustawienie pacjenta do badania.

Dużą rolę w ochronie radiologicznej odgrywają ustawy i rozporządzenia Ministra Zdrowia, któ-

re w bardzo konkretny i wyraźny sposób ustalają normy i przepisy, które muszą być przestrzegane podczas wykonywania wszelkich badań diagnostycznych wykorzystujących promieniowanie jonizujące.

Według 47% badanych w niniejszej pracy respondentów najlepszą metodą postępowania mającą na celu zmniejszenie narażenia na promieniowanie jonizujące jest ochrona wrażliwych narządów lub części ciała, a najmniej przydatną wykorzystywanie wyników wcześniejszych badań (3% badanych).

Podstawą wszelkich procedur ochrony radiologicznej są ustawa Prawo atomowe i akty wykonawcze do niej, przepisy międzynarodowe z zakresu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, w tym przepisy Unii Europejskiej [20–22]. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej wszyscy pracownicy realizujący procedury z zakresu rentgenodiagnostyki, radiologii zabiegowej, medycyny nuklearnej i radioterapii są zobowiązani do odbywania szkoleń oraz posiadania podstawowej wiedzy na temat ochrony radiologicznej pacjenta [24]. Według danych Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi, Instytutu Fizyki Jądrowej w Krakowie oraz Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie polski personel medyczny, który pracuje w narażeniu na promieniowanie jonizujące, przeciętnie otrzymywał dawki skuteczne indywidualne na całe ciało wynoszące 0,1–0,25 mSv na kwartał, czyli rocznie średnią dawkę 0,4–1 mSv [15, 25, 26]. Badania dozymetryczne prowadzone [27] wśród personelu pracowni radiologii zabiegowej wykazały, że operator to osoba, która jest najbardziej narażona w zespole zabiegowym na promieniowanie jonizujące.

W literaturze przedmiotu zwraca się uwagę, że w badaniach prowadzonych w Skandynawii i Francji stwierdzono korelację między występowaniem zaćmy a pracą związaną z narażeniem na promieniowanie jonizujące [28–30]. Badania amerykańskie Doody et al. dotyczące ryzyka wystąpienia raka piersi u kobiet zatrudnionych w placówkach, gdzie istnieje ryzyko narażenia na promieniowanie, wykazały, że rak piersi jest skorelowany z okresem zatrudnienia [31]. Większość przypadków zachorowań na raka dotyczyła pracownic zatrudnionych przed 1940 r., co sugeruje, że przyczyną tego może być mniej restrykcyjny (w tamtych latach) system ochrony radiologicznej w latach wcześniejszych. Badania Siemińskiego [32] przeprowadzone w grupie 14 tys. pracowników laboratoriów jądrowych w Oak Ridge National Laboratory w Stanach Zjednoczonych wykazały, że na każde pochłonięte 10 mSv promieniowania przez osoby po 45 r.ż. po 10 latach ekspozycji następuje 5% zwiększenie zachorowań na wszelkie rodzaje nowotworów, a po 20 latach – 7,3%. U osób eksponowanych na promieniowanie przed 45 r.ż. po 10 latach ekspozycji stwierdzono zmniejszenie liczby zgonów o 0,7%, a po 20 latach zwiększenie ich liczby o 0,24% [32].

Jedną z najnowocześniejszych technik obrazowej diagnostyki medycznej jest wykorzystanie zjawiska rezonansu magnetycznego (w tzw. skanerach rezonansu magnetycznego – S-RM (*magnetic resonance imaging scanners* – MRI scanners) [9]. Pola magnetostatyczne są zwykle wytwarzane nieprzerwanie, czyli 24 godziny na dobę, przez elektromagnesy nadprzewodzące i oddziałują zarówno na pacjenta, jak i na osoby im asystujące oraz inne wykonujące różnorodne czynności administracyjno-techniczne, np. sprzątanie.

Analiza prezentowanych badań wykazała, że pacjenci mają świadomość tego, że personel medyczny także jest narażony na działanie promieniowania i zauważają potrzebę stosowania ochrony radiologicznej również dla pracowników zakładu rentgenodiagnostycznego oraz potrafią wskazać, że taką ochronę personel stosuje dla siebie.

Nie podlega wątpliwości, że osoby wykonujące procedury radiologiczne powinny mieć specjalistyczną wiedzę i odpowiednie uprawnienia z zakresu ochrony radiologicznej pacjenta. Należy mieć także na uwadze, że pacjent ma prawo do informacji o wielkości narażenia i ryzyku związanym z wykonywanym badaniem.

W opinii 93% badanych personel powinien stosować ochronę radiologiczną odnośnie do własnej osoby. 77% pacjentów było przekonanych, że personel po wykonanym badaniu, po wyjściu z pracowni radiologicznej zastosował ochronę radiologiczną wobec siebie, 91% uważało, że wobec nich, jako pacjentów, a 89% ankietowanych stwierdziło, że była to ochrona właściwa.

Szczególną uwagę trzeba poświęcić młodym osobom w wieku rozrodczym oraz kobietom w ciąży, a stosowanie i przestrzeganie zasad ochrony radiologicznej pozwoli uniknąć lub załagodzić skutki szkodliwości promieniowania dla płodu.

W niniejszym badaniu 37% pacjentów uważało, że nie każdy może mieć wykonane badanie z użyciem promieniowania.

Największe ryzyko związane z występowaniem i działaniem promieniowania jonizującego pojawia się w pierwszym trymestrze ciąży, gdyż wtedy następuje organogeneza, czyli tworzenie się narządów wewnętrznych płodu, a więc zachodzi bardzo wiele procesów warunkujących dalszy rozwój dziecka [24]. Podczas narażenia na duże

dawki promieniowania kobiety ciężarnej dochodzi przede wszystkim do uszkodzenia centralnego układu nerwowego u dziecka, co może grozić poronieniem bądź komplikacjami w dalszym przebiegu ciąży i aby uniknąć ewentualnego niebezpieczeństwa naświetlenia dziecka, podstawą jest tzw. „zasada 10 dni" [24]. Polega ona na tym, że badania radiologiczne powinny być wykonywane u kobiet miesiączkujących jedynie w pierwszych 10 dniach cyklu menstruacyjnego. Pacjentki będące w ciąży są zobligowane do powiadomienia lekarza lub pracownika wykonującego badanie o swoim stanie przed wykonaniem badania rentgenowskiego [28]. Także matki karmiące piersią powinny unikać zwiększonej ekspozycji na szkodliwe działanie promieniowania. Personel medyczny powinien zadbać o przestrzeganie przepisów i norm dotyczących ochrony kobiet ciężarnych, a wykonywanie badań rentgenodiagnostycznych u kobiet w ciąży ograniczyć do niezbędnych przypadków, jeżeli nie mogą być one wykonane po porodzie [24].

Pacjenci biorący udział w niniejszym badaniu zapytani o wykonywanie badań z zastosowaniem promieniowania u kobiet w ciąży w znacznej większości (78%) odpowiedzieli, że można je wykonać, ale tylko w stanie zagrożenia życia. 43% badanych twierdziło, że nie powinno się przeprowadzać badania radiologicznego wśród kobiet karmiących.

Według Pruszyńskiego [1] ochrona radiologiczna u dzieci ma bardzo szczególne znaczenie, ponieważ długi okres oczekiwanego dalszego przeżycia dziecka po narażeniu na promieniowanie jest czasem, kiedy może dochodzić do kumulacji dawek promieniowania. Oznacza to w rzeczywistości większe ryzyko wystąpienia późnych skutków niepożądanych i większe ryzyko zgonu dziecka. W związku z tym podejście całego personelu medycznego powinno uwzględniać następujące aspekty: stopień dojrzałości dziecka, współpracę z rodzicami, opiekunami dziecka i specyfikę badań rentgenowskich [1].

Uważa się, że najmniejsze dawki promieniowania są związane z klasycznymi badaniami radiologicznymi, a w przeliczeniu na 5-letnie dziecko dawka promieniowania pochłoniętego w mSv wynosi 0,02 mSv – w przypadku zdjęcia RTG klatki piersiowej, 0,05 mSv przy zdjęciu RTG jamy brzusznej i 0,33 mSv przy radiologicznej cystografii mikcyjnej z podglądem fluoroskopią [11]. W przypadku badań TK promieniowanie jest wielokrotnie większe i przy TK klatki piersiowej wynosi 3 mSv, co jest odpowiednikiem dawki ze 150 zdjęć klatki piersiowej, przy TK głowy – 4 mSv (odpowiednik dawki z 200 zdjęć klatki piersiowej), a przy TK jamy brzusznej – 5 mSv (odpowiednik dawki z 250 zdjęć klatki piersiowej). Badanie FDG PET[3] (*during radiotherapy replace post-therapy*) wiąże się z dawką 15,3 mSv, czyli odpowiednikiem dawki 765 zdjęć klatki piersiowej [11].

Zdecydowana większość (75%) obecnie ankietowanych sądziła, że dziecku w każdym wieku można wykonać badania radiologiczne.

Bardzo ważnym ogniwem decydującym o skuteczności ochrony pacjenta przed promieniowaniem jonizującym jest odpowiednia wiedza i doświadczenie nie tylko pacjentów lub ich opiekunów, ale przede wszystkim techników elektroradiologii oraz zaangażowanie lekarza radiologa przez sprawowanie nadzoru nad całością tych zagadnień.

Ankietowani w niniejszym badaniu jednogłośnie twierdzili, że pacjent zgłaszający się na badanie ma prawo do informacji o wielkości narażenia i ryzyku związanym z wykonywanym badaniem, ale jednocześnie 45% pacjentów stwierdziło, że nie zostało poinformowanych przed badaniem o jakichkolwiek skutkach promieniowania.

Według Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej w pracowniach rentgenowskich powinien być stosowany System Zarządzania Jakością [23]. Taki nadzór powinien obejmować m.in.: procesy zarządcze, nadzorowanie środowiska w zakresie sanitarno-epidemiologicznym, pozyskiwanie i obsługę pacjentów, komunikację z pacjentem, świadczenie usług medycznych, realizację usług diagnostycznych, utrzymanie sprawności aparatury medycznej oraz doskonalenie usług i procesów diagnostycznych.

99% badanych twierdziło, że pracownia radiologiczna, w której wykonywali badanie była oznaczona znakami ostrzegawczymi oraz tablicami informacyjnymi mówiącymi o zagrożeniu promieniowaniem.

Międzynarodowe Stowarzyszenie Ochrony Radiologicznej (*International Radiation Protection Associacion* – IRPA), za Golnik [33], wystąpiło z inicjatywą rozpowszechnienia pojęcia „kultura ochrony radiologicznej", pod którym rozumie się „sposób, w jaki ochrona radiologiczna jest regulowana, zarządzana, wykonywana, kultywowana i postrzegana w miejscach pracy, medycynie i życiu codziennym i odzwierciedla nastawienie, wierzenia, zrozumienie, cele i wartości wspólne, uznawane przez pracowników, lekarzy, inspektorów i ogół społeczeństwa, w odniesieniu do ochrony radiologicznej". Z kulturą ochrony radiologicznej wiążą się także ogólne zasady bezpieczeństwa, według których ludzie wykonują „właściwe rzeczy we właściwym czasie i z właściwym nastawieniem" oraz „sposób, w jaki postępujemy, kiedy nikt nie patrzy" [33].

W literaturze przedmiotu [33] podkreśla się, że podobnie jak inne zjawiska kulturowe, także wiedza na temat ochrony radiologicznej i świadomość społeczna ewoluuje w czasie. Opiera się

początkowo na instynkcie samozachowawczym oraz podstawowych zasadach sprzyjających unikaniu poważnych zagrożeń dzięki wprowadzeniu zewnętrznych systemów nadzoru i kontroli oraz świadomej samokontroli i optymalizacji własnego postępowania w warunkach narażenia na promieniowanie do systemów zapewnienia bezpieczeństwa, obejmujących świadome działanie na rzecz własnego bezpieczeństwa, ale również współpracowników, pacjentów i populacji [33].

Zdaniem 53% badanych pacjenci sami dopominają się o zastosowanie ochrony radiologicznej podczas badań w pracowni rentgenowskiej.

Niestety, uważa się, że poziom wiedzy o wpływie niewielkich dawek promieniowania na organizm ludzki jest nadal dość ograniczony, a przecież już przy minimalnej ilości przyjętej dawki promieniowania, mimo zastosowania środków ochrony pracowników, mogą wystąpić tzw. stochastyczne skutki promieniowania [15].

Badani w niniejszej pracy pacjenci najczęściej o skutkach promieniowania dowiadywali się w szkole/uczelni (31%), a personel pracowni radiologicznej był źródłem informacji tylko dla 18% badanych.

Przestrzeganie i stosowanie Systemu Jakości Zarządzania powoduje stałe doskonalenie jakości świadczonych usług medycznych oraz sprawne funkcjonowanie placówki dzięki: analizie potrzeb i oczekiwań pacjentów, doskonaleniu przejrzystości procedur medycznych i organizacyjnych, pogłębieniu świadomości personelu, jego odpowiedzialności za jakość usług medycznych i bezpieczne warunki pracy, stałemu rozwijaniu, modernizowaniu bazy diagnostyczno-terapeutycznej, optymalizacji wykorzystania posiadanych zasobów, zapobieganiu niekorzystnym sytuacjom i wykreowaniu pozytywnego wizerunku placówki. Należy pamiętać, że lekarz wykonujący badania medyczne związane z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego ponosi odpowiednią do wykonanych czynności odpowiedzialność kliniczną, dotyczącą zarówno uzasadnienia ekspozycji, jak i optymalizacji ochrony przed promieniowaniem, klinicznej oceny wyniku, przekazywania informacji lub dokumentacji radiologicznej innym lekarzom, udzielania informacji pacjentom i ich rodzinom, współpracy z innymi specjalistami.

Największa liczba ankietowanych w niniejszej pracy polepszyłaby ochronę radiologiczną pacjenta i informowanie o szkodliwości promieniowania przez wprowadzenie więcej ulotek i plakatów w poczekalni (54%) oraz zwielokrotnienie częstości udzielanych informacji przez personel przed badaniem. Mimo że pacjenci wiedzieli, że stosowanie ochrony radiologicznej jest konieczne, to połowa badanych nie dopominała się o nią podczas badań.

Podsumowaniem pracy mogą być wytyczne opracowane przez IRPA, które zalecają nadanie przejrzystości najważniejszym zasadom ochrony radiologicznej (naukowym i moralnym), zachowanie dziedzictwa ochrony radiologicznej i zapewnienie jego przekazania następnym pokoleniom specjalistów, rozbudzanie poczucia odpowiedzialności wśród lekarzy, pracowników technicznych, kadry zarządzającej i władz, zapewnienie jakości i skuteczności ochrony radiologicznej, działanie na rzecz zwiększenia bezpieczeństwa ludności oraz rozpowszechnianie wiedzy na temat ryzyka związanego z ochroną radiologiczną [33].

Wnioski

Pacjenci mieli świadomość, że personel medyczny jest narażony na działanie promieniowania, zauważali potrzebę stosowania ochrony radiologicznej nie tylko wobec pacjentów, ale także pracowników zakładu rentgenodiagnostycznego, często jednak nie dopominali się o nią podczas badań.

Zdecydowana większość ankietowanych uważała, że promieniowanie jonizujące jest szkodliwe, znała główne skutki promieniowania, a za najlepszą metodę zmniejszenia narażenia na nie uznano ochronę wrażliwych narządów lub części ciała.

Respondenci byli przekonani, że pacjent zgłaszający się na badanie ma prawo do informacji o wielkości narażenia i ryzyku związanym z wykonywanym badaniem, ale większość z nich twierdziła, że nie byli informowani przed badaniem o jakichkolwiek skutkach promieniowania.

Pacjenci polepszenie ochrony radiologicznej pacjenta widzieli w większym rozpropagowaniu problemu za pomocą ulotek i plakatów w poczekalniach oraz zwielokrotnieniu częstości udzielanych informacji przez personel przed badaniem.

Uzyskane wyniki ewidentnie wskazują na celowość zintensyfikowania działań mających na celu informowanie pacjentów w pracowniach radiologicznych o bezpieczeństwie wykonywanych badań i szkodliwości promieniowania jonizującego.

Piśmiennictwo

[1] **Pruszyński B.:** Radiologia. Diagnostyka obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badań. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2000.

[2] **Emilianowicz J., Kocur J.:** Podstawy radiobiologii i ochrony radiologicznej: oddziaływanie fal elektromagnetycznych wysokiej częstotliwości na organizmy żywe. Cz. 2. Wojskowa Akademia Medyczna, Łódź 1996.

[3] **Sąsiadek M.:** Radiografia. Podręcznik dla techników elektroradiologii. Urban & Partner, Warszawa 2011.
[4] **Filipiak B., Mlicki K., Haratym Z.:** Czy narażenie wewnętrzne personelu medycznego powinno być monitorowane? Współcz. Onkol. 1999, 6, 259–261.
[5] **Jaworowski Z.:** Beneficial radiation. Wiad. Chem. 1996, 50, 759–878.
[6] **Brody A.S., Frush D.P., Huda W., Brent R.L.:** Radiation risk to children from computed tomography. Pediatrics 2007, 120, 677–682.
[7] Raport firmy PMR: Rynek diagnostyki obrazowej w Polsce 2012, prognozy rozwoju na lata 2012–2014, http://www.synektik.pl/relacje_inwestorskie/spolka/rynek/(data dostępu: 28.07.2015).
[8] **Staniszewska M.A., Papierz S.:** Diagnostyczne badania rentgenowskie w 2004 r. w Polsce w kontekście narażenia populacji – ocena struktury i trendów. Med. Pr. 2006, 57, 251–256.
[9] **Karpowicz J., Gryz K., Politański P., Zmyślony M.:** Narażenie na pole magnetostatyczne i zagrożenia zdrowia przy obsłudze skanerów rezonansu magnetycznego. Med. Prac. 2011, 62, 309–321.
[10] **Jaracz P.:** Promieniowanie jonizujące w środowisku. Uniwersytet Warszawski, Warszawa 2006.
[11] **Broda R., Hryniewicz Z.A.:** Człowiek i promieniowanie jonizujące. PWN, Warszawa 2001.
[12] **Schillaci M.E.:** Radiation and risk: a hard look at the data. Los Alamos Science 1995, 23, 91–115.
[13] **Skłodowska A., Gostkowska B.:** Promieniowanie jonizujące a człowiek i środowisko. Wyd. Nauk. Scholar: Biuro Handlowe Polon, Warszawa 1994.
[14] **Pruszyński B., Walecki J.:** Leksykon radiologii i diagnostyki obrazowej. ZamKor, Kraków 2003.
[15] **Kraska A., Bilski B.:** Narażenie pracowników ochrony zdrowia na promieniowanie jonizujące a hipoteza hormezy radiacyjnej. Med. Pr. 2012, 63, 371–376.
[16] **Karpowicz J., Gryz K.:** Ekspozycja pracowników obsługujących tomografy rezonansu magnetycznego w aspekcie narażenia zawodowego i bezpieczeństwa pracy. Inż. Biomed. Acta Biooptica Inf. Med. 2008, 14, 326–330.
[17] **Karpowicz J., Gryz K.:** Ekspozymetryczny profil narażenia zawodowego na pole magnetostatyczne przy tomografie rezonansu magnetycznego 1,5 T. Inż. Biomed. Acta Biooptica Inf. Med. 2010, 16, 261–264.
[18] **Pachocki K.A.:** Promieniowanie jonizujące. [W:] Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne. Red.: Augustyńska D., Pośniak M. CIOP-PIB, Warszawa 2003, 264–284.
[19] **Pachocki K.A.:** Promieniowanie jonizujące. [W:] Ocena Ryzyka Zawodowego. Podstawy Metodyczne. Seria Zarządzanie Bezpieczeństwem i Higieną Pracy. Red.: Zawieski W. CIOP-PIB, Warszawa 2004, 232–152.
[20] International Commission On Radiological Protection, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Ann. ICRP 21 1–3, Pergamon Press, Oxford and New York 1991.
[21] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. z 2005 r. Nr 20, poz. 168 z 3 lutego 2005).
[22] International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna 1996.
[23] **Gorczyca R., Wiśniewski K., Pochocki K., Różycki Z.:** Ochrona radiologiczna w pracowni rentgenowskiej. Vademecum inspektora ochrony radiologicznej. EX-POLON, Warszawa 1997.
[24] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz.U. 2011 nr 51 poz. 265).
[25] **Papierz S., Kacprzyk J., Kamiński Z., Zmyślony M.:** Ocena narażenia zawodowego na promieniowanie rentgenowskie i gamma w Polsce w roku 2010. Med. Pr. 2011, 62, 579–582.
[26] **Budzanowski M., Kopeć R., Woźniak A.:** Raport z pomiarów dawek otrzymywanych przez pracowników zatrudnionych w narażeniu na promieniowanie jonizujące w medycynie. IFJ PAN, Kraków 2008.
[27] **Staniszewska M.A., Jankowski J.:** Narażenie personelu podczas zabiegów radiologii interwencyjnej. Med. Pr. 2000, 6, 563–571.
[28] **Mrena S., Kivela T., Kurttio P., Auvinen A.:** Lens opacities among physicians occupationally exposed to ionizing radiation – a pilot study in Finland. Scand. J. Work Environ. Health. 2011, 37, 237–243.
[29] **Chodick G., Bekiroglu N., Hauptmann M., Alexander B.H., Freedman D.M., Doody M.M., Cheung L.C., Simon S.L., Weinstock R.M., Bouville A., Sigurdson A.J.:** Risk of cataract after exposure to low doses of ionizing radiation: a 20-year prospective cohort study among US radiologic technologists. Am. J. Epidemiol. 2008, 168, 620–631.
[30] **Jacob S., Michel M., Spaulding C., Boveda S., Bar O., Brézin A.P., Streho M., Maccia C., Scanff P., Laurier D., Bernier M.O.:** Occupational cataracts and lens opacities in interventional cardiology (O'CLOC study): are X-Ray involved? BMC Public Health 2010, 10, 537.
[31] **Doody M.M., Freedman D.M., Alexander B.H., Hauptmann M., Miller J.S., Rao R.S., Mabuchi K., Ron E., Sigurdson A.J., Linet M.S.:** Breast cancer incidence in U.S. radiologic technologist. Am. Cancer Soc. 2006, 10, 2702–2715.
[32] **Siemiński M.:** Środowiskowe zagrożenia zdrowia. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007.
[33] **Golnik N., Tulik P.:** IRPA initiative on radiation protection culture. Pol. J. Med. Phys. Eng. 2011, 17, 1–12.

Adres do korespondencji:
Elżbieta Krajewska-Kułak
Zakład Zintegrowanej Opieki Medycznej
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku
e-mail: elzbieta.krajewska@wp.pl

Konflikt interesów: nie występuje

Praca wpłynęła do Redakcji: 30.07.2015 r.
Po recenzji: 9.12.2015 r.
Zaakceptowano do druku: 7.02.2016 r.

Received: 30.07.2015
Revised: 9.12.2015
Accepted: 7.02.2016