

Sylwia Papierz, Janusz Kacprzyk
Zbigniew Kamiński, Małgorzata Adamowicz
Marek Zmysłony

OCENA NARAŻENIA ZAWODOWEGO NA PROMIENIOWANIE RENTGENOWSKIE I GAMMA W POLSCE W ROKU 2010

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO X AND GAMMA RAYS IN POLAND IN 2010

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź
Zakład Ochrony Radiologicznej

STRESZCZENIE

Wstęp: W pracy przedstawiono wyniki pomiarów dawek promieniowania jonizującego u osób zawodowo narażonych na promieniowanie rentgenowskie (X) i gamma (γ) w Polsce w 2010 r., przeprowadzonych przez Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi. **Materiał i metody:** Pomiary indywidualnego równoważnika dawki Hp(10) (dawka na całe ciało) wykonywano techniką dozymetru filmowego, natomiast pomiary indywidualnego równoważnika dawki Hp(0,07) (dawka na dłoń) techniką dawkomierza termoluminescencyjnego, zgodnie z procedurami badawczymi akredytowanymi przez PCA (nr akredytacji AB 327). Pomiary wykonywane były w cyklach dwumiesięcznych w przypadku pomiarów dawek na całe ciało oraz odpowiednio jednomiesięcznych lub dwumiesięcznych w przypadku dawek na dłoń. **Wyniki:** W 2010 r. Instytut Medycyny Pracy w Łodzi objął pomiarami dawek na całe ciało ponad 27 tys. osób zatrudnionych w 3808 zakładach, natomiast pomiarami dawek na dłoń — ponad 1,8 tys. osób w 152 zakładach. Średnia roczna dawka Hp(10) była równa 0,5 mSv (roczny limit dawki dla Hp(10) wynosi 20 mSv), natomiast dla Hp(0,07) wynosiła 5,6 mSv (roczny limit dawki dla Hp(0,07) to 500 mSv). **Wnioski:** W roku 2010 nie odnotowano żadnego przypadku przekroczenia rocznego limitu zarówno dla indywidualnego równoważnika dawki Hp(10), jak i Hp(0,07), co potwierdza zadowalający stan ochrony radiologicznej osób zawodowo narażonych na promieniowanie X i γ w Polsce. Med. Pr. 2011;62(6):579–582

Słowa kluczowe: promieniowanie fotonowe, indywidualny równoważnik dawki, dozymetr filmowy, detektor termoluminescencyjny

ABSTRACT

Background: The paper presents the results of the measurements of ionizing radiation doses received by people occupationally exposed to X and γ rays in Poland 2010 provided by the Nofer Institute of Occupational Medicine in Łódź. **Materials and methods:** The personal dose equivalent Hp(10) measurements were performed using the film method while the Hp(0.07) measurements using ring dosimeters with TL detectors according to the accreditation procedures (No. AB327). The measurements were carried out over two-month periods for Hp(10) and over one- or two-month periods for Hp(0.07). **Results:** In 2010 the Nofer Institute of Occupational Medicine in Lodz covered more than 27,000 workers with individual whole body dosimetry Hp(10) in 3808 laboratories and 1800 workers with hands dosimetry Hp(0.07) in 152 laboratories. Mean annual dose Hp(10) was 0.5 mSv (annual limit for Hp(10) equals 20mSv), whereas for Hp(0.07) was 5.6 mSv (annual limit for Hp(0.07) equals 500 mSv). **Conclusions:** In 2010, doses higher than the annual limit for both Hp(10) and Hp(0.07) were not recorded. The collected data confirm that the radiation protection of people occupationally exposed to X and γ rays is satisfactory in Poland. Med Pr 2011;62(6):579–582

Key words: photon radiation, personal dose equivalent, film dosimetry, thermoluminescence detectors

Adres autorów: Zakład Ochrony Radiologicznej, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera,
ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź; e-mail: spapierz@imp.lodz.pl
Nadesłano: 14 października 2011
Zatwierdzono: 27 października 2011

WSTĘP

Promieniowanie jonizujące jest powszechnie znanym szkodliwym czynnikiem, zwłaszcza rakotwórczym, o udowodnionym negatywnym działaniu na organizm

człowieka. Najliczniejszą grupę osób zawodowo narażonych na działanie promieniowania ze źródeł sztucznych stanowią osoby narażone na promieniowanie rentgenowskie (X). Zgodnie z obowiązującą Ustawą z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (1) ocenę



narażenia pracowników wykonuje się na podstawie kontrolnych pomiarów dawek indywidualnych lub pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy. W celu dostosowania sposobu oceny zagrożenia pracowników w jednostkach organizacyjnych do jego spodziewanego poziomu w ww. ustawie wprowadzono dwie kategorie pracowników:

- kategoria A — obejmuje pracowników, którzy mogą być narażeni na dawkę skuteczną przekraczającą 6 mSv w ciągu roku lub na dawkę równoważną przekraczającą 1/3 wartości dawek granicznych dla soczewek oczu, skóry i kończyn;
- kategoria B — obejmuje pracowników, którzy mogą być narażeni na dawkę skuteczną przekraczającą 1 mSv w ciągu roku lub na dawkę równoważną równą jednej dwudziestej wartości dawek granicznych dla soczewek oczu, skóry i kończyn.

Dziedzinami medycyny, w których wykorzystywane jest promieniowanie X i γ , są radiologia zabiegowa i medycyna nuklearna. Spośród wszystkich badań radiologicznych badania z zakresu radiologii zabiegowej — ze względu na m.in. długi czas emisji promieniowania X, wysoką liczbę archiwizowanych obrazów oraz stopień zróżnicowania — są potencjalnie źródłem najwyższych dawek, na które narażony jest personel medyczny. W tym przypadku podstawą prawną indywidualnej kontroli dawek otrzymywanych przez organ krytyczny, jakim jest skóra rąk osób wykonujących procedury z zakresu radiologii zabiegowej, jest rozporządzenie dotyczące warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (2).

Podstawowym elementem systemu ochrony radiologicznej osób zawodowo narażonych na promieniowanie jonizujące jest wdrożony system limitacji dawek granicznych promieniowania jonizującego (3). Oceny zgodności z limitami rozmiarów narażenia na nie przez pracowników dokonuje się dla każdego roku kalendarzowego.

W Polsce od 1966 r. ocenę narażenia osób zawodowo narażonych na promieniowanie rentgenowskie przeprowadza Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi (IMP) na podstawie pomiarów indywidualnych równoważnika dawki Hp(10) wykonywanych metodą fotometryczną oraz, od roku 2002, na podstawie pomiarów dawki równoważnej na dłonie Hp(0,07) wykonywanych dawkomierzami termoluminescencyjnymi. Pomiary wykonywano w cyklach dwumiesięcznych dla dawki Hp(10) oraz jednomiesięcznych lub dwumiesięcznych dla Hp(0,07).

MATERIAŁ I METODY

W metodzie pomiaru indywidualnego równoważnika dawki Hp(10) wykorzystuje się zjawisko zaczernienia filmu fotograficznego przez przechodzące promieniowanie jonizujące. W dozymetrach IMP stosowany jest materiał detekcyjny typu FOMA PFM (prod. FOMA, Republika Czeska). Wielkość otrzymanego w wyniku ekspozycji zaczernienia filmu zależy m.in. od dawki pochłoniętej przez emulsję fotograficzną oraz energii padającego promieniowania. Materiał detekcyjny, tj. błonę dozymetryczną, umieszcza się w specjalnych kasetach dozymetrycznych wyposażonych w układ filtrów, dzięki którym analiza zaczernień pozwala na rozróżnienie energii padającego promieniowania, a także dodatkowo na odróżnienie ekspozycji jednorazowych od długotrwałych. Po zakończonej ekspozycji filmy poddawane są obróbce fotochemicznej, a następnie przeprowadzana jest densytometryczna analiza zaczernienia. Na podstawie tych pomiarów przy użyciu akredytowanej metody Dreslera (4) wyznaczana jest dawka otrzymana przez osobę noszącą dozymetr. Pomiary dawek w zakresie 0,1–1000 mSv na całe ciało są wykonywane w cyklach dwumiesięcznych dla energii w zakresie 24–662 keV.

Ponadto u osób zawodowo narażonych na działanie promieniowania X lub γ , oprócz obligatoryjnych pomiarów dawek indywidualnych na całe ciało, w wybranych zakładach radiologii interwencyjnej wykonuje się pomiary dawek równoważnych na ręce Hp(0,07). Wspomniane pomiary są przeprowadzane z wykorzystaniem dawkomierzy w kształcie pierścionka z umieszczonymi wewnątrz detektorami termoluminescencyjnymi typu MTS-N (prod. TLD Poland, Kraków). W dozymetrii termoluminescencyjnej wykorzystuje się zdolność pewnych materiałów do emisji światła w następstwie zmian strukturalnych wywołanych działaniem wspomnianego promieniowania. Badania dawek na dłonie są wykonywane w cyklach jednomiesięcznych lub dwumiesięcznych w zakresie energetycznym 24–1250 keV dla zakresu dawek 0,05–5000 mSv. Dozymetry noszone są w sposób ciągły podczas przeprowadzania procedur medycznych.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zakład Ochrony Radiologicznej IMP w Łodzi posiada największą bazę danych rocznych dawek u osób zawodowo narażonych na promieniowanie rentgenowskie



w Polsce. W 2010 roku łącznie dozymetrią indywidualną objętych było ponad 27 tys. osób zawodowo narażonych na nie w 3808 laboratoriach i zakładach pracy. Zgromadzone w bazie danych wyniki poddano analizie pod względem typu zakładu pracy osób objętych kontrolą. Wyniki zaprezentowane w tabeli 1. po-

kazują, że zdecydowana większość narażonych osób (89,4%) to pracownicy służby zdrowia.

Z kolei w tabeli 2. przedstawiono (z dokładnością do 0,01%) podział procentowy indywidualnych równoważników dawek Hp(10) oraz ich wartości średnie, a także maksymalne roczne dawki dla wskazanych typów za-

Tabela 1. Zawodowe narażenie na promieniowanie X i γ w zakładach i laboratoriach w roku 2010

Table 1. The respondents occupationally exposed to X and γ radiation and institutions of their employment

Typ zakładu Type of institution	Badani Respondents		Zakłady Institutions	
	n	%	n	%
Służba zdrowia / Health care	24 173	89,4	3 302	86,7
Wojewódzkie stacje sanitarno-epidemiologiczne / Sanitary inspectorate agencies	133	0,5	21	0,6
Szkoły medyczne / Medical schools	395	1,5	13	0,3
Zakłady przemysłowe / Industry	978	3,6	153	4,0
Placówki naukowo-badawcze / Science	490	1,8	103	2,7
Zakłady techniki medycznej / Medical technical service	107	0,4	23	0,6
Inne / Other sectors	763	2,8	193	5,1
Razem / Total	27 039	100,0	3 808	100,0

Tabela 2. Indywidualne równoważniki dawek Hp(10) w populacji osób zawodowo narażonych na promieniowanie rentgenowskie i γ w 2010 r. w różnych typach zakładów

Table 2. Classification by the type of institution and personal dose equivalent Hp(10) in the population exposed to radiation X and γ in 2010

Typ zakładu Type of institution	Średnia dawka Mean dose [mSv]	Maksymalna dawka Maximum dose [mSv]	Roczna dawka Annual dose [mSv]						
			0–1	1–2	2–6	6–15	15–20	20–50	> 50
			narażeni na poszczególne dawki exposed population [%]						
Służba zdrowia / Health care	0,50	17,9	99,28	0,31	0,34	0,05	0,02	0,00	0,00
Wojewódzkie stacje sanitarno-epidemiologiczne / / Sanitary inspectorate agencies	0,47	0,70	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Szkoły medyczne / Medical schools	0,25	0,50	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zakłady przemysłowe / Industry	0,55	15,50	98,47	0,82	0,61	0,00	0,10	0,00	0,00
Placówki naukowo-badawcze / Science	0,45	0,60	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zakłady techniki medycznej / Medical technical service	0,47	3,00	98,14	0,93	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne / Other sectors	0,45	9,70	99,74	0,13	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
Razem / Total	0,50	17,90	99,29	0,31	0,33	0,05	0,02	0,00	0,00



Tabela 3. Rozkład indywidualnych równoważników dawek Hp(0,07) w populacji pracowników służby zdrowia zawodowo narażonych na promieniowanie X i γ w 2010 r.

Table 3. Distribution of individual dose equivalent Hp(0.07) in health care workers occupationally exposed to X and γ radiation in 2010

Średnia dawka Mean dose [mSv]	Dawka Dose [mSv]						
	0–1	1–10	10–20	20–50	50–100	100–200	200–500
	narażeni na poszczególne dawki exposed population [%]						
5,6	78,9	15,7	1,7	2,1	0,5	0,6	0,5
							0,0

kładów pracy. Można zauważyć, że średni indywidualny równoważnik dawki w populacji osób zawodowo narażonych na promieniowanie X i γ , objętych pomiarami przez Zakład Ochrony Radiologicznej IMP, w roku 2010 wynosił 0,50 mSv. W porównaniu z rokiem 2008 (średnia roczna dawka na całe ciało: 0,48 mSv) i 2009 (średnia roczna dawka na całe ciało: 0,50 mSv) średnie parametry narażenia populacji zawodowo narażonej na promieniowanie X w roku 2010 nie uległy istotnym zmianom. Ponadto otrzymane wyniki wskazują, że ponad 99% rocznych dawek nie przekracza wartości 1 mSv, a około 95% osób objętych dozymetrią otrzymało dawkę poniżej poziomu czułości metody. Należy podkreślić, że dla analizowanych wyników pomiarów dla dawek poniżej czułości metody pomiarowej, tj. 0,1 mSv, przyjęto wartość równą 0,1 mSv. Oznacza to, że oszacowany poziom narażenia może być zawyżony. W 2010 roku nie zarejestrowano przekroczenia limitu dawki rocznej Hp(10) (tj. 20 mSv).

Dozymetrią indywidualną na dłoń w 2010 roku objętych było natomiast 1845 osób w łącznie 152 zakładach służby zdrowia, tj. szpitalach, zakładach opieki zdrowotnej i instytutach. W tabeli 3. przedstawiono procentowy rozkład dawek równoważnych dla dłoni u osób objętych wspomnianymi pomiarami. W roku 2010 średnia dawka równoważna dla dłoni osób zawodowo narażonych na promieniowanie X i γ , objętych pomiarami przez Instytut Medycyny Pracy, wynosiła 5,6 mSv. Około 16% badanej populacji otrzymało dawki z przedziału 1–10 mSv. Najwyższa zarejestrowana dawka roczna wynosiła 384 mSv. W 2010 roku nie zarejestrowano przekroczenia limitu dawki rocznej Hp(0,07) dla dłoni (tj. 500 mSv).

WNIOSKI

W roku 2010 nie odnotowano żadnego przypadku przekroczenia rocznego limitu ani dla indywidualnego równoważnika dawki Hp(10), ani Hp(0,07), co potwierdza zadowalający stan ochrony radiologicznej osób zawodowo narażonych na promieniowanie X i γ w Polsce. Z przeprowadzonej analizy danych wynika, że ponad 99% rocznych indywidualnych równoważników dawek Hp(10) nie przekracza nawet równowartości 0,05 rocznego limitu, tj. 1 mSv. Z kolei w przypadku rocznego indywidualnego równoważnika dawki Hp(0,07) odsetek dawek nieprzekraczających 0,1 rocznego limitu, tj. 50 mSv, jest również na poziomie zbliżonym do 99%.

PIŚMIENNICTWO

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. Tekst jednolity: DzU z 2007 r. nr 42, poz. 276 z późn. zm.
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi. DzU z 2006 r. nr 180, poz. 1325
3. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego. DzU z 2005 r. nr 20, poz. 168
4. Kluszczyński D., Kamiński Z., Jankowski J., Kacprzyk J., Bednarek A.: Film badges for personal dosimetry of roentgen radiation. Int. J. Occup. Med. Environ. Health 2000;13(3):195–203
5. Jankowski J., Kacprzyk J., Tybor-Czerwińska M., Kamiński Z.: Ocena narażenia zawodowego na promieniowanie fotonowe w Polsce w roku 2006. Med. Pr. 2007; 58(4):287–290

