

PRACE ORYGINALNE

Urszula Wilczyńska

Neonila Szeszenia-Dąbrowska

CHOROBY ZAWODOWE SPOWODOWANE DZIAŁANIEM PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO W POLSCE W LATACH 1971–2006

OCCUPATIONAL DISEASES CAUSED BY IONIZING RADIATION IN POLAND, 1971–2006

Zakład Epidemiologii Środowiskowej

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź

STRESZCZENIE

Wstęp: Spektrum chorób wywołanych promieniowaniem jonizującym dotyczy narządu wzroku, skóry, układu krwiotwórczego, obejmuje złożone patologie określane mianem zespołów popromiennych oraz różne nowotwory złośliwe. Celem pracy jest przedstawienie danych o występowaniu chorób zawodowych, w których jako czynnik przyczynowy podane było promieniowanie jonizujące. **Materiał i metody:** Podstawą analizy były dane z „Kart stwierdzenia choroby zawodowej” za lata 1971–2006, znajdujących się w Centralnym Rejestrze Chorób Zawodowych. Częstość orzekania choroby zawodowej, za której przyczynę uznano promieniowanie jonizujące przedstawiono w liczbach bezwzględnych i współczynnikach zapadalności na 100 tys. zatrudnionych. W analizie uwzględniono jednostki chorobowe, płeć, wiek, okres narażenia oraz dział gospodarki narodowej. **Wyniki:** Jako spowodowane promieniowaniem jonizującym orzeczono 599 chorób (0,2% wszystkich chorób zawodowych). Roczne współczynniki zapadalności na 100 tys. zatrudnionych zamykały się w przedziale 0,0–0,7. Najliczniejszą grupą zawodową byli pracownicy górnictwa (51,9%), ochrony zdrowia (34,3%) i budownictwa (6,4%). Ponad połowę patologii stanowiły nowotwory złośliwe, w analizowanym materiale odnotowano 28 różnych umiejscowień. Najczęstszymi były płuca (59,2%), skóra (10,0%) i układ krwiotwórczy (8,7%). Prawie wszystkie (99,3%) choroby w górnictwie były nowotworami złośliwymi. W ochronie zdrowia częściej występowały choroby nienowotworowe, a najczęściej stwierdzaną z nich była zaćma popromienna. **Wnioski:** Wiele zgłoszonych umiejscowień nowotworów budzi kontrowersje w kontekście związku przyczynowo-skutkowego z ekspozycją na promieniowanie jonizujące, a także braki w ocenie wielkości narażenia. W ostatnich latach w ochronie zdrowia rak popromienny nie występuje, co przemawia za skutecznością prowadzonego od lat nadzoru nad ekspozycją zawodową. Szczególny problem stanowiły ujawniane po latach skutki ekspozycji na promieniowanie jonizujące w nieistniejącej już kopalni uranu. Były to orzekane do 2003 r. nowotwory złośliwe wśród osób dokumentujących pracę w tej kopalni w latach powojennych. Med. Pr. 2008;59(1):1–8

Słowa kluczowe: choroby zawodowe, promieniowanie jonizujące, nowotwory złośliwe

ABSTRACT

Background: The whole spectrum of disorders of the hematopoietic tissue, eye and skin induced by ionizing radiation covers complex pathologies termed as a postirradiation syndrome, as well as various malignancies. The aim of this work is to present the data on incidence of occupational diseases with ionizing radiation as a causative agent. **Materials and Methods:** The work is based on the data compiled from “Occupational Diseases Reporting Forms” for the years 1971–2006 collected in the Central Register of Occupational Diseases. The incidence of certified occupational diseases with ionizing radiation as a causative agent is expressed in absolute numbers and the rate per 100 000 employees. The data comprise information on disease entities, gender, age, exposure duration and the branch of national economy. **Results:** In total, 599 diseases (0.2% of all occupational diseases) were diagnosed as those induced by ionizing radiation. Annual incidence rates per 100 000 employees fell within the range of 0.0–0.7. Miners formed the major (51.9%) occupational group affected by ionizing radiation. They were followed by health care (34.3%) and construction (6.4%) workers. Cancers made over 50% of pathologies located at 28 sites. These included cancers of lung (59.2%), skin (10.0%) and hematopoietic tissue (8.7%). Almost all (99.35) diseases recorded in the mining industry were cancers. Non-cancer diseases were more frequent in health care workers, among them postradiation cataract occupied the first place. **Conclusions:** A great deal of reported cancer sites give rise to controversy in terms of the cause-effect association with ionizing radiation exposure and also due to incomplete data on exposure level. Postradiation cancers among health care workers have not been registered over recent years, which means that occupational exposure surveillance carried out for many years proves to be effective. Distant effects of exposure to ionizing radiation, revealed in workers of no longer existing uranium mine, appeared to be a particular problem. These were cancers certified up to the year 2003 in persons with documented employment in that mine during the post-war period. Med Pr 2008;59(1):1–8

Key words: occupational diseases, ionizing radiation, malignant neoplasm

Adres autorek: św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: chozaw@imp.lodz.pl

Nadesłano: 7 stycznia 2008

Zatwierdzono: 8 lutego 2008

* Praca wykonana w ramach zadania finansowanego z dotacji na działalność statutową nr IMP.10.4 pt. „Tworzenie bazy danych Centralnego Rejestru Chorób Zawodowych (badanie ciągłe)”. Kierownik zadania: prof. dr hab. med. N. Szeszenia-Dąbrowska.

WSTĘP

Ekspozycja zawodowa na promieniowanie jonizujące może pochodzić ze źródeł sztucznych i naturalnych. Narażenie na promienie ze źródeł sztucznych dotyczy głównie personelu medycznego obsługującego rentgenowską aparaturę diagnostyczną (np. tomografy komputerowe, mammografy) oraz zatrudnionego przy diagnostyce i terapii z użyciem radioizotopów. Sztuczne źródła promieniowania są także zagrożeniem dla osób kontrolujących jakość materiałów w hutnictwie, metalurgii, lotnictwie i budownictwie przy użyciu aparatów zwanych defektoskopami. Wśród potencjalnie narażonych wymienia się też pracowników przemysłu ceramicznego, zbrojeniowego, spożywczego, elektrowni atomowych, wytwórni lamp rentgenowskich i aparatury medycznej, załogi okrętów o napędzie atomowym, a także specjalistów badających dzieła sztuki i kamienie szlachetne. Na promieniowanie ze źródeł naturalnych są narażeni górnicy uranu i innych minerałów, jeśli w kopalni występuje duże stężenie radonu (1).

Spektrum zmian chorobowych wywołanych promieniowaniem jonizującym dotyczy narządu wzroku, skóry, układu krwiotwórczego, obejmuje złożone patologie określane mianem zespołów popromiennych oraz nowotwory złośliwe o różnych umiejscowieniach. Najważniejszymi nowotworami popromiennymi są białaczki (z wyjątkiem przewlekłej białaczki limfatycznej) oraz kostniakomięsak, nowotwory tarczycy, piersi, płuca, skóry, żołądka, przetyku, wątroby, okrężnicy i jajnika (2).

Trudności diagnostyczne przy ustalaniu związku choroby z narażeniem zawodowym wynikają z braku klinicznych różnic np. między zaćmą lub nowotworem popromiennym a analogicznymi schorzeniami występującymi spontanicznie. Przy orzekaniu zawodowego tła patologii decydująca jest wiedza lekarza na temat pochłoniętej przez pacjenta dawki promieniowania i prawdopodobieństwa wywołania przez nią zaobserwowanych zmian. W przypadku chorób nowotworowych ważny jest okres utajenia. Dla większości nowotworów wynosi on co najmniej 10 lat, w przypadku białaczek co najmniej 3 lata (1–4).

Choroby wywołane działaniem promieniowania jonizującego znajdowały się we wszystkich wykazach chorób zawodowych obowiązujących w Polsce, poczynając od opublikowanego w roku 1928 (5). W aktualnym wykazie (6) z 2002 r. stanowią pozycję nr 16, w skład której wchodzi: (a) ostra choroba popromienna uogólniona po napromieniowaniu całego ciała lub przeważającej jego części, (b) ostra choroba popromienna o charakterze zmian zapalnych lub zapalno-martwiczych skóry i tkanki

podskórnej, (c) przewlekłe popromienne zapalenie skóry, (d) przewlekłe uszkodzenie szpiku kostnego, (e) zaćma popromienna, oraz (f) nowotwory złośliwe z prawdopodobieństwem indukcji przekraczającym 10%.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie danych o częstości występowania chorób zawodowych, w których jako czynnik przyczynowy podane było promieniowanie jonizujące.

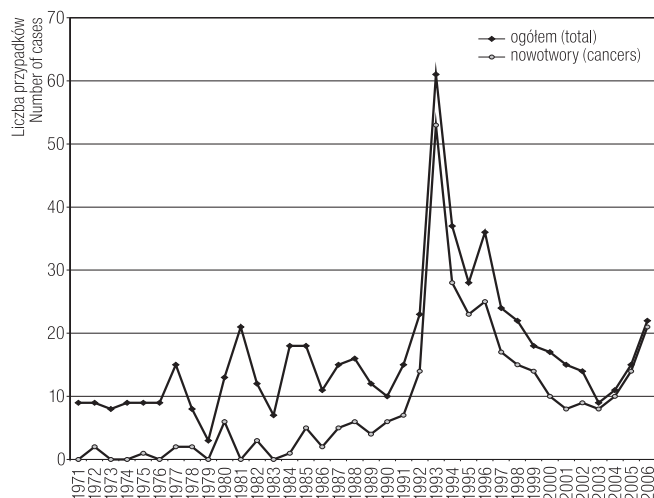
MATERIAŁ I METODY

Podstawą analizy były dane zgromadzone w banku danych o chorobach zawodowych — prowadzonym w Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi od początku lat siedemdziesiątych XX w. — który od 1999 r. funkcjonuje jako Centralny Rejestr Chorób Zawodowych (5). W Rejestrze zgromadzone są wszystkie przypadki chorób zawodowych zgłaszane obowiązkowo przez terenowe stacje sanitarno-epidemiologiczne z całego kraju (6). Dokumentem źródłowym jest „Karta stwierdzenia choroby zawodowej”. W miarę jej modyfikacji i doskonalenia techniki obliczeniowej zwiększał się nieco zakres wprowadzanych do zbioru danych (np. w początkowych latach nie uwzględniano informacji o płci). Obecnie dla każdego przypadku wprowadzane są cechy personalne osoby, u której orzeczono chorobę zawodową, miejsce zatrudnienia, czynnik przyczynowy choroby, okres narażenia, nazwa jednostki chorobowej i data jej stwierdzenia.

W pracy zawarto dane o liczbie przypadków chorób zawodowych przypisanych działaniu promieniowania jonizującego oraz o zapadalności mierzonej liczbą przypadków na 100 tys. zatrudnionych. Uwzględniono rozpoznanie będące podstawą stwierdzenia choroby zawodowej, miejsce zatrudnienia pacjenta klasyfikowane według Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD) (7), okres narażenia i wiek w chwili stwierdzenia choroby. Do opisu tych ostatnich cech użyto średniej arytmetycznej, mediany i odchylenia standardowego. Porównania ich przeciętnego poziomu w analizowanych grupach przeprowadzono za pomocą testu *t* dla dwóch średnich.

WYNIKI

W okresie 1971–2006 orzeczono 599 przypadków patologii, w których jako czynnik przyczynowy podano promieniowanie jonizujące. Liczba ta stanowi 0,2% wszystkich chorób zawodowych (5). W poszczególnych latach zgłaszano od 3 (w 1979 r.) do 61 (w 1993 r.) przypadków



Ryc. 1. Choroby zawodowe wywołane działaniem promieniowania jonizującego w latach 1971–2006.

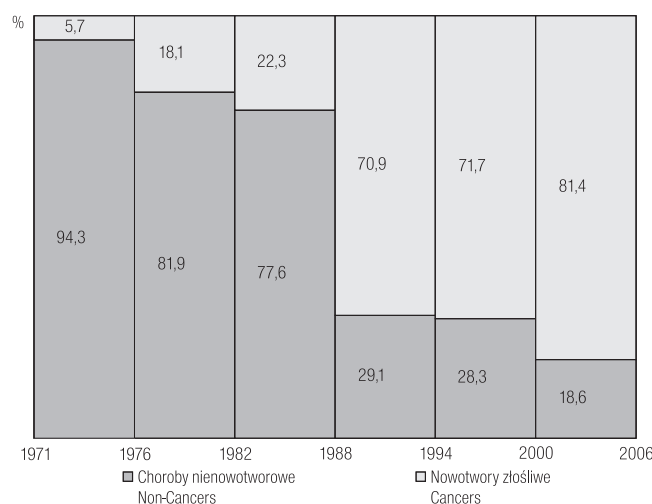
Fig. 1. Occupational diseases caused by ionizing radiation in 1971–2006.

omawianych schorzeń, a średnio w ciągu roku — 16,6 (ryc. 1). Udział chorób uznanych za spowodowane promieniowaniem jonizującym w poszczególnych latach zamykał się w przedziale od 0,0% (w 1979 r.) do 0,7% (w 2006 r.) Skrajne wartości współczynnika zapadalności wynosiły 0,0 (w 1979 r.) i 0,7 (w 1993 r.) przypadków na 100 tys. zatrudnionych. Większość rozpoznań chorób zawodowych orzeczonych jako wywołane promieniowaniem jonizującym dotyczy mężczyzn (tj. 72,7%).

Jeśli stwierdzenia, które wpłynęły w okresie stosowania w statystyce obecnej klasyfikacji działalności (PKD), tj. w latach 1994–2006, pogrupujemy według rodzajów działalności, to okazuje się, że 51,9% przypadków pochodzi z górnictwa, 34,3% z ochrony zdrowia, a 6,4% z budownictwa. Inne rodzaje działalności reprezentowane były najwyżej przez kilka stwierdzeń (tab. 1). W przypadku górnictwa największa liczba przypadków (45,3%) zalicza się do klasy „górnictwo rud uranu i toru”. Są to

Tabela 1. Choroby zawodowe wywołane działaniem promieniowania jonizującego wg Polskiej Klasyfikacji Działalności. Polska 1994–2006
Table 1. Occupational diseases caused by ionizing radiation by NACE. Poland, 1994–2006

Działalność (dział lub klasa) Activity (division or class)	Liczba przypadków / Number of cases		%
	ogółem total	w tym nienowotwory of which non-cancers	
Wydobywanie węgla kamiennego i brykietowanie (1010) Mining and agglomeration of hard coal	42	–	15,7
Górnictwo rud uranu i toru (12) Mining of uranium and thorium ores	63	1	23,5
Górnictwo rud metali (13) Mining of metal ores	14	–	5,2
Pozostałe górnictwo (14) Other mining and quarrying	20	–	7,5
Produkcja wyrobów z pozostałych surowców niemetalicznych (26) Manufacture of other non-metallic mineral products	1	–	0,4
Produkcja metalowych wyrobów gotowych z wyłączeniem maszyn i urządzeń (28) Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment	1	–	0,4
Produkcja maszyn i urządzeń (29) Manufacture of machinery and equipment	6	1	2,2
Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych (33) Manufacture of medical, precision and optical instruments	2	1	0,7
Produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep (34) Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers	1	–	0,4
Budownictwo (45) Construction	17	1	6,4
Działalność wspomagająca transport (63) Supporting and auxiliary transport activities	2	–	0,7
Działalność badawczo-rozwojowa (73) Research and development	3	2	1,1
Edukacja (80) Education	4	3	1,5
Ochrona zdrowia i pomoc społeczna (85) Health and social work	92	57	34,3
Ogółem Total	268	66	100,0



Ryc. 2. Udział schorzeń nienowotworowych i nowotworów złośliwych w ogólnej liczbie chorób zawodowych spowodowanych promieniowaniem jonizującym w okresach sześcioletnich w latach 1971–2006.

Fig. 2. Proportion of cancers and non-cancers in occupational diseases caused by ionizing radiation in the six-year periods in 1971–2006.

choroby stwierdzone u byłych pracowników kopalni uranu w Kowarach, zlikwidowanej w latach pięćdziesiątych XX w.

Jak wynika z ryciny 1. i tabeli 1., ponad połowę patologii orzeczonych jako powstałe w następstwie narażenia na promieniowanie jonizujące stanowią nowotwory złośliwe. W początkowych latach nowotwory pojawiały się raczej rzadko, dopiero od 1984 r. corocznie notuje się od kilku do nawet kilkudziesięciu przypadków. Trudno jest wyciągać ogólne wnioski o proporcjach chorób nowotworowych w poszczególnych latach, gdyż przy stosunkowo małej liczbie przypadków parametr ten wykazuje duże wahania i jest niemiernodajny. Jeśli jednak okres 1971–2006 podzielimy na segmenty, np. 6 sześciolatk, to widać, że udział chorób nowotworowych orzeczonych jako wywołane promieniowaniem jonizującym systematycznie rośnie (ryc. 2).

Od 2003 r. jako skutek promieniowania jonizującego stwierdzane są niemal wyłącznie nowotwory złośliwe. Przewaga tej patologii jest szczególnie widoczna w roku 2006, kiedy to z 22 przypadków schorzeń uznanych za powstałe w następstwie ekspozycji zawodowej na promieniowanie tylko jeden nie był nowotworem.

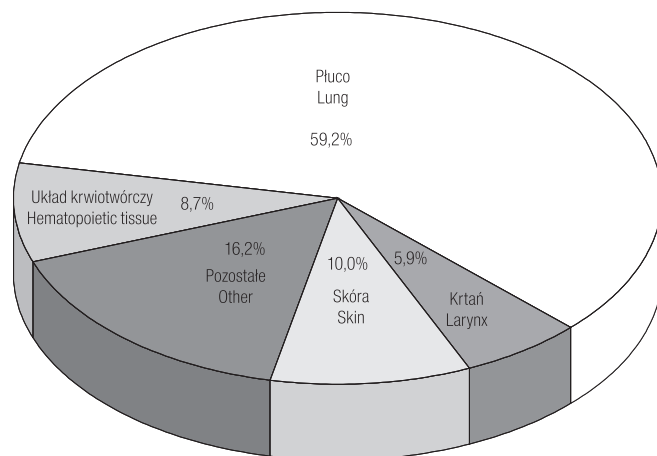
Nowotwory złośliwe wywołane promieniowaniem jonizującym

Najczęstszymi umiejscowieniami nowotworów złośliwych są płuca (59,2%), skóra (10,0%), układ krwiotwórczy (8,7%) i krtań (5,9%). Poza nimi odnotowano po kilka przypadków nowotworów śródpiersia, mózgu,

oka, tarczycy, kości, nerki, pęcherza moczowego, języka, nosa, nosogardła, ślinianki, wargi, jelit, pęcherzyka żółciowego, przełyku, trzustki, wątroby, żołądka, gruczołu piersiowego, jajnika, szyjki macicy, gruczołu krokowego, jądra i prącia (ryc. 3). Warto dodać, że o ile rak płuca stanowił u mężczyzn 65,9% wszystkich nowotworów, o tyle u kobiet odnotowano tylko jeden przypadek na ogólną liczbę 34. Wiele z przytoczonych umiejscowień nowotworów złośliwych orzeczonych jako skutek narażenia na promieniowanie jonizujące jest kontrowersyjne zarówno ze względu na brak wystarczających dowodów zależności przyczynowo-skutkowej, jak i braki w ocenie wielkości narażenia.

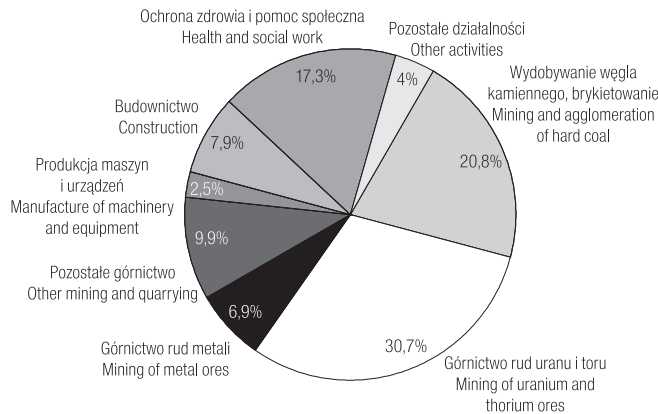
Najwięcej, aż 53 przypadki, nowotworów popromiennych orzeczono w roku 1993, z tego 46 u byłych pracowników kopalni uranu w Kowarach. W sumie w całym omawianym okresie chorobę zawodową w postaci nowotworu spowodowanego ekspozycją na radon orzeczono u 117 pracowników wspomnianej kopalni. W większości był to rak płuca (68,4%) i rak krtani (8,5%). Nowotwory złośliwe układu krwiotwórczego i skóry stanowiły po 2,6%.

Podobnie jak we wszystkich chorobach zawodowych spowodowanych promieniowaniem jonizującym, także w nowotworach złośliwych najczęściej stwierdzeń odnotowanych w okresie 1994–2006 dotyczyło pracowników górnictwa (wg PKD — sekcja C), przy czym najczęściej z nich zatrudnionych było w kopalni uranu i w kopalniach węgla kamiennego (ryc. 4). Następnymi liczebnie grupami byli pracownicy ochrony zdrowia i pomocy społecznej (17,3%), budownictwa (7,9%) oraz zatrudnieni przy produkcji maszyn i urządzeń (2,5%).



Ryc. 3. Nowotwory złośliwe spowodowane ekspozycją zawodową na promieniowanie jonizujące wg umiejscowienia. Polska 1971–2006.

Fig. 3. Occupational cancers caused by ionizing radiation by sites. Poland, 1971–2006.



Ryc. 4. Nowotwory złośliwe spowodowane ekspozycją zawodową na promieniowanie jonizujące wg rodzajów działalności. Polska 1994–2006.

Fig. 4. Occupational cancers caused by ionizing radiation, by types of economic activities. Poland, 1994–2006.

Z innych działów PKD pochodziły pojedyncze przypadki nowotworów.

W latach 1971–2006 raka zawodowego wywołanego działaniem promieniowania jonizującego orzeczo u 89 pracowników ochrony zdrowia. Wśród nich było 43 techników rtg., 39 lekarzy i 3 pielęgniarki. Najczęściej stwierdzano nowotwory skóry (30 przypadków, w tym 1 czerniak złośliwy), nowotwory układu limfatycznego i krwiotwórczego (23 przypadki, w tym 12 białaczki szpikowej) i raka gruczołu piersiowego (12 przypadków, w tym 1 u mężczyzny).

Choroby nienowotworowe spowodowane promieniowaniem jonizującym

W Centralnym Rejestrze Chorób Zawodowych znajdują się informacje o 278 przypadkach schorzeń nienowotworowych, w których jako czynnik przyczynowy podano promieniowanie jonizujące. W ostatnich latach zgłaszane są pojedyncze przypadki tych chorób (ryc. 1).

Szczegółowe dane za lata 1989–2006 wskazują, że wśród 101 przypadków najczęściej zanotowano zaćmę (70,3%). Choroby układu krwiotwórczego stanowiły 16,8%, a choroby skóry 12,9%.

W okresie prowadzenia statystyki według obowiązującego obecnie wykazu chorób zawodowych, tj. w latach 2003–2006, stwierdzono 57 przypadków schorzeń spowodowanych promieniowaniem, z czego 54 u mężczyzn. Z wymienionych w wykazie sześciu podgrup patologii zgłoszono tylko trzy i były to: 53 przypadki nowotworów złośliwych, 3 przypadki zaćmy popromiennej i 1 przypadek przewlekłego uszkodzenia szpiku kostnego.

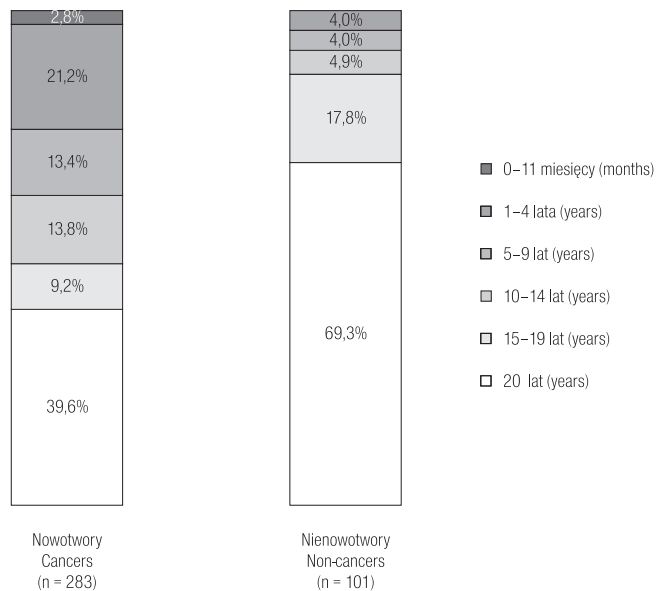
Zestawienie przypadków według rodzajów działalności (tab. 1) pokazuje, że choroby nienowotworowe

będące skutkiem ekspozycji na promieniowanie jonizujące rozpoznawane są głównie wśród pracowników ochrony zdrowia (57 przypadków spośród 66).

Czas trwania narażenia i wiek osób ze stwierdzoną chorobą zawodową

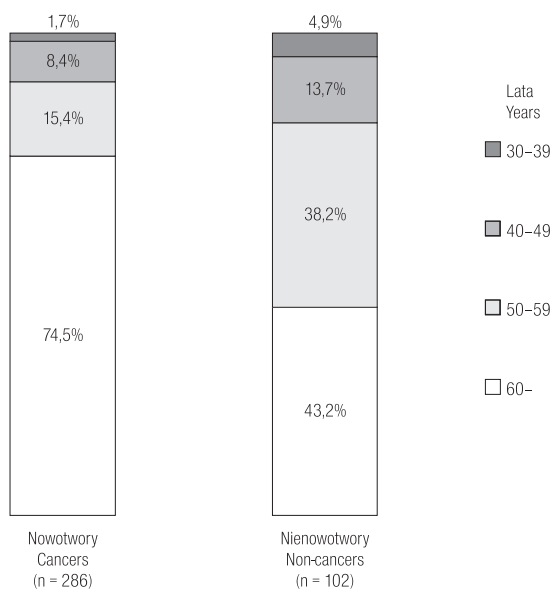
Czas trwania narażenia na promieniowanie jonizujące, które uznane zostało za przyczynę choroby zawodowej w większości przypadków odnotowanych w latach 1989–2006 (58,8%) przekraczało 15 lat, ale widoczna jest pod tym względem różnica między chorymi ze stwierdzonym nowotworem a innymi chorobami (ryc. 5). Średni okres ekspozycji osób chorych na nowotwór wynosił około 15 lat ($\bar{x} \pm s = 14,8 \pm 9,4$; mediana = 14,7). W przypadkach chorób nienowotworowych narażenie trwało około 22 lata ($\bar{x} \pm s = 21,5 \pm 6,1$; mediana = 22,9). Omawiane grupy zawodowe różniły się pod względem długości trwania narażenia w stopniu istotnym ($t = 6,71$, l. st. swobody = 386, $p < 0,05$).

Średni wiek w chwili orzeczenia nowotworu pochodzenia zawodowego wynosił ponad 61 lat ($\bar{x} \pm s = 61,3 \pm 7,1$; mediana = 63,3), a w chwili stwierdzenia innej choroby spowodowanej promieniowaniem jonizującym był w przybliżeniu o 5 lat niższy ($\bar{x} \pm s = 55,9 \pm 7,5$; mediana = 58,3). Różnica ta była istotna statystycznie ($t = 6,50$, l. st. swobody = 386, $p < 0,05$) (ryc. 6).



Ryc. 5. Struktura przypadków nowotworowych i nienowotworowych chorób zawodowych spowodowanych promieniowaniem jonizującym wg okresu narażenia. Polska 1989–2006.

Fig. 5. Occupational cancers and other occupational diseases caused by ionizing radiation according to exposure duration. Poland 1989–2006.



Ryc. 6. Struktura przypadków nowotworowych i nienowotworowych chorób zawodowych spowodowanych promieniowaniem jonizującym wg wieku w chwili orzeczenia. Polska 1989–2006.

Fig. 6. Occupational cancers and other occupational diseases caused by ionizing radiation by the age at the diagnosis. Poland, 1989–2006.

Jak już wspomniano, ważnym kryterium przy orzekaniu o związku przyczynowym rozpoznanej choroby nowotworowej z zawodową ekspozycją na promieniowanie jonizujące jest wielkość pochłoniętej dawki promieniowania. W karcie stwierdzenia choroby zawodowej nie ma niestety takiej informacji, a jedynym pośrednim wskaźnikiem narażenia jest jego czas trwania. Na poziom ekspozycji może wskazywać również miejsce zatrudnienia. Zestawione w tabeli 2. informacje o długości okresu narażenia dla trzech najliczniejszych grup wśród osób ze stwierdzonym nowotworem popromiennym pokazują, że najkrócej narażeni byli górnicy kopalni uranu (średnio 7,9 lat), a najdłużej pracownicy ochrony zdrowia (24,8 lata). Podobny obraz dają średnie okresy narażenia obliczone dla czterech najczęstszych umiejscowień nowotworów: płuca (kopalnia uranu — 7,4 lat, inne kopalnie — 20,4, ochrona zdrowia — 21,7), krtani (kopalnia uranu — 7,8, inne kopalnie — 20,6), układu krwiotwórczego (kopalnia uranu — 8,7, ochrona zdrowia — 19,5), skóry (kopalnia uranu — 3,0, ochrona zdrowia — 28,2), chociaż niektóre kategorie są mało liczne albo nawet nie odnotowano w nich żadnego przypadku. Nawet w niejednorodnej,

Tabela 2. Czas trwania ekspozycji zawodowej na promieniowanie jonizujące i wiek w chwili stwierdzenia nowotworu pochodzenia zawodowego wg miejsca pracy i umiejscowienia nowotworu

Table 2. Duration of occupational exposure to ionizing radiation and the age at the diagnosis occupational cancer by workplaces and cancer sites

Umiejscowienie nowotworu Cancer site		Czas trwania narażenia Duration of exposure			Wiek w chwili stwierdzenia choroby zawodowej Age at the diagnosis of occupational disease		
		kopalnia uranu uranium mine	inne kopalnie other mines	ochrona zdrowia health care	kopalnia uranu uranium mine	inne kopalnie other mines	ochrona zdrowia health care
Płuco Lung	n	78	95	4	80	96	5
	$\bar{x} \pm s$	7,4±5,7	20,4±7,6	21,7±5,8	66,8±6,1	63,5±8,9	52,6±11,5
	min.–maks.	0,5–24	4–40	12–26	51–84	41–81	34–64
Krtani Larynx	n	10	9	0	10	9	0
	$\bar{x} \pm s$	7,8±6,7	20,6±6,0		70,3±7,5	61,4±10,4	
	min.–maks.	1,5–23	14–28		60–88	48–22	
Układ krwiotwórczy Hematopoietic tissue	n	3	1	21	3	1	21
	$\bar{x} \pm s$	8,7±11,1	19	19,5±9,9	63,7±5,2	60	52,3±11,9
	min.–maks.	1–24		4–36	60–71		27–70
Skóra Skin	n	3	0	26	3	0	30
	$\bar{x} \pm s$	3,0±1,2		28,2±10,1	71,7±2,0		61,0±13,4
	min.–maks.	1–4		12–47	69–74		30–86
Pozostałe Other	n	21	5	29	21	5	32
	$\bar{x} \pm s$	10,7±7,4	19,8±5,1	26,1±7,9	70,8±7,7	56,2±6,6	53,2±9,0
	min.–maks.	2–27	14–28	9–37	50–83	50–68	35–70
Ogółem Total	n	115	110	80	117	111	88
	$\bar{x} \pm s$	7,9±6,4	20,4±7,3	24,8±9,8	67,8±6,7	63,0±9,0	55,6±12,2
	min.–maks.	0,5–27	4–40	4–47	50–88	41–82	27–86

Tabela 3. Wyniki testu t dla dwóch średnich porównującego czas trwania narażenia i wiek w chwili stwierdzenia nowotworu spowodowanego promieniowaniem jonizującym**Table 3.** T-test for exposure duration and the age at the diagnosis of occupational cancer caused by ionizing radiation in two groups of workers

Nowotwory Cancers		Kopalnia uranu vs inne kopalnie Uranium mine vs. other mines		Kopalnia uranu vs ochrona zdrowia Uranium mine vs. health care		Inne kopalnie vs ochrona zdrowia Other mines vs. health care	
		czas narażenia exposure duration	wiek age	czas narażenia exposure duration	wiek age	czas narażenia exposure duration	wiek age
Płuca Lung	t	12,49	2,81	4,89	4,77	0,34	2,63
	stopnie swobody degrees of freedom	171	174	80	83	97	99
	p	< 0,001	< 0,01	< 0,001	< 0,001	> 0,05	< 0,01
Krtani Larynx	t	4,37	2,16	x	x	x	x
	stopnie swobody degrees of freedom	17	17				
	p	< 0,001	> 0,05				
Układu krwiotwórczego Hematopoietic tissue	t			1,75	1,61		
	stopnie swobody degrees of freedom	x	x	22	22	x	x
	p			> 0,05	> 0,05		
Skóry Skin	t			4,25	1,36		
	stopnie swobody degrees of freedom	x	x	27	31	x	x
	p			< 0,001	> 0,05		
Ogółem Total	t	13,67	4,58	14,57	9,14	3,55	4,92
	stopnie swobody degrees of freedom	223	226	193	203	188	197
	p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

z natury rzeczy, grupie pozostałych nowotworów utrzymuje się wspomniana relacja.

Jeśli spojrzeć się na zgromadzone dane (tab. 2) pod kątem wieku w chwili stwierdzenia nowotworu popromiennego, widać, że najstarsi byli górnicy kopalni uranu (średnia 67,8 lat), a najmłodsi pracownicy ochrony zdrowia (55,6 lat). Analogiczna relacja dotyczy także raka płuca (kopalnia uranu — 66,8, inne kopalnie — 63,5, ochrona zdrowia — 52,6), raka krtani (kopalnia uranu — 70,3, inne kopalnie — 61,4), nowotworów układu krwiotwórczego (kopalnia uranu — 63,7, ochrona zdrowia — 52,3), nowotworów skóry (kopalnia uranu — 71,7, ochrona zdrowia — 61,0), a także wszystkich pozostałych nowotworów łącznie.

Wyniki porównań średnich wartości omawianych cech dla różnych umiejscowień nowotworów i miejsc pracy zawiera (tab. 3).

Okres narażenia poprzedzający wystąpienie nowotworu, w tym raka płuca i raka krtani, był u górników kopalni uranu niższy niż u innych górników, ale górnicy uranu byli w chwili orzeczenia choroby zawodowej znacznie starsi od pozostałych górników. W obu przypadkach różnice były istotnie statystyczne.

Z porównania zatrudnionych w kopalni uranu i pracowników ochrony zdrowia wynika, że u tych

pierwszych stwierdzano nowotwór złośliwy po istotnie krótszym okresie narażenia. Jednocześnie odnotować należy, że osoby te były istotnie starsze w momencie stwierdzenia u nich nowotworu zawodowego spowodowanego promieniowaniem jonizującym.

Okres narażenia w przypadku nowotworów złośliwych ogółem był u górników pozostałych kopalń istotnie krótszy, a wiek w chwili ich stwierdzenia istotnie późniejszy niż u pracowników ochrony zdrowia. Także raka płuca u górników orzekano w późniejszym wieku niż u pracowników ochrony zdrowia.

PODSUMOWANIE

Choroby orzekane jako spowodowane promieniowaniem jonizującym należą do stosunkowo rzadko stwierdzanych chorób zawodowych. Świadczy o tym zarówno ich udział w ogólnej liczbie patologii zawodowych nieprzekraczający rocznie 0,7%, jak i współczynnik zapadalności wynoszący maksymalnie 0,7 przypadków na 100 tys. zatrudnionych. Dla porównania wartość współczynnika zapadalności na choroby zawodowe ogółem wynosiła w tym samym roku 32,8.

Większość chorób zawodowych, w przypadku których orzecznym czynnikiem przyczynowym

było promieniowanie jonizujące dotyczy mężczyzn. W ostatnim 30-leciu ich udział w tej grupie patologii wynosił 72,7%.

Promieniowanie jonizujące jest podawane jako czynnik przyczynowy patologii zawodowych głównie w dwóch grupach zatrudnionych: w górnictwie (51,9% przypadków) i w ochronie zdrowia (34,3%). Prawie wszystkie (99,3%) przypadki w górnictwie były nowotworami złośliwymi, głównie płuca. W ochronie zdrowia częściej stwierdzane były choroby nienowotworowe (62,0%).

Uwagę zwraca zmieniająca się z biegiem lat struktura orzekania problemów zdrowotnych związanych z zawodową ekspozycją na promieniowanie jonizujące. Dawniej były to na ogół choroby nienowotworowe, później przybywało stopniowo nowotworów złośliwych, aż poczynając od 1992 r. do chwili obecnej corocznie stanowią one większość. W efekcie w całym okresie 1971–2006 udział nowotworów jest przeważający.

Jedną z przyczyn takiej sytuacji jest niewątpliwie długi okres latencji nowotworów popromiennych (2). W wielu przypadkach choroba pojawia się po długim czasie od zaprzestania pracy w narażeniu. Ewidentnym przykładem są rozpoznania raka zawodowego u górników kopalni rud uranu w Kowarach. Kopalnia została zlikwidowana w latach pięćdziesiątych XX w., a ostatnie, jak do tej pory, stwierdzenia raka płuca u jej byłych pracowników wydano w roku 2003. Udział nowotworów tej grupy zawodowej stanowi 20% wszystkich chorób zawodowych spowodowanych promieniowaniem jonizującym. Oczywisty jest fakt rozstrzygnięcia na korzyść pacjenta wszelkich kwestii związanych z narażeniem i pojawieniem się w tej grupie nowotworów złośliwych, w szczególności raka płuca. Nie pozostało to bez wpływu na stwierdzoną w analizie charakterystykę górników rud uranu, a konkretnie stosunkowo krótki okres ekspozycji uznanej za przyczynę wystąpienia nowotworu.

Świadczyć to może również o intensywności ekspozycji, która niewątpliwie była tu większa niż w grupie pracowników ochrony zdrowia.

Nie jest zaskakujące, że u górników uranu zawodowe pochodzenie nowotworu orzekano w najstarszym wieku. U byłych pracowników kopalni w Kowarach było niemal regułą, że starania o uznanie zaawansowanej choroby nowotworowej za zawodową wszczynane były dopiero w latach dziewięćdziesiątych XX w. W znacznym stopniu związane to było z nagłośnieniem w tym okresie w mediach historii cierpiących z powodu raka mężczyzn, którzy w latach powojennych byli przymusowymi robotnikami zakładu R-1, tj. kopalni rudy

uranowej. Wiadomości te uświadomiły innym osobom znajdującym się w podobnej sytuacji, że mogą dochodzić swoich praw.

Warto dodać, że w ostatnich latach nowotwory złośliwe wywołane promieniowaniem jonizującym dotyczą niemal wyłącznie górników (4). Można przypuszczać, że obecny brak przypadków raka popromiennego u pracowników ochrony zdrowia nie jest tylko zjawiskiem losowym, ale świadczy o skuteczności prowadzonego od lat nadzoru nad ekspozycją zawodową (3,8).

Z oszacowań ryzyka dla zdrowia spowodowanego zawodową ekspozycją na promieniowanie jonizujące, opartych na opiniach ekspertów z 14 krajów europejskich, wynika, że aktualnie największe zagrożenie stwarzają coraz liczniejsze niezabezpieczone lub niezidentyfikowane sztuczne źródła promieniowania (używane np. w handlu złodem) (9).

PIŚMIENNICTWO

1. Marek K., Kłopotowski J.S.: Zmiany chorobowe wywołane promieniowaniem jonizującym i elektromagnetycznym niejonizującym. W: Marek K. [red.]: Choroby zawodowe. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001
2. Jankowski J.: Problemy oceny ryzyka raka zawodowego u osób ekspozowanych na promieniowanie jonizujące. *Med. Pr.* 1996;47(6):615–627
3. Kluszczyński D., Jankowski J.: Problemy zawodowej ekspozycji na promieniowanie rentgenowskie. *Med. Pr.* 1998;49(2):157–165
4. Chruścielewski W., Liniecki J., Jankowski J.: Problemy oceny narażenia górników na radon w Polsce w świetle zaleceń organizacji międzynarodowych i dyrektywy Unii Europejskiej. *Med. Pr.* 1999;50(2):143–161
5. Szeszenia-Dąbrowska N., Wilczyńska U.: Choroby zawodowe w Polsce. Statystyka i epidemiologia. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2007
6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczególnych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzenia chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach. *DzU* z 2002 r. nr 132, poz. 1115
7. Polska Klasyfikacja Działalności. Załącznik do rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 20 stycznia 2004 r. w sprawie PKD (zał. do nr. 33, poz. 289 z 2 marca 2004 r.). Kancelaria Rady Ministrów, Warszawa 2004
8. 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
9. European Agency for Safety and Health at Work: Risk Observatory Expert Forecast on Emerging Physical Risks Related to Occupational Safety and Health. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 2005