

Agnieszka Anna Domańska¹

Małgorzata Bieńkiewicz²

Jerzy Olszewski³

OCENA NARAŻENIA NA PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE TECHNIKÓW OBSŁUGUJĄCYCH GAMMAKAMERY

EVALUATION OF EXPOSURE TO IONIZING RADIATION AMONG GAMMA CAMERA OPERATORS

¹ Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland
Wydział Nauk Biomedycznych i Kształcenia Podyplomowego / Department of Biomedical Sciences and Postgraduate Education

² Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland
Zakład Kontroli Jakości i Ochrony Radiologicznej / Department of Quality Control and Radiological Health

³ Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Zakład Ochrony Radiologicznej / Department of Radiological Protection

STRESZCZENIE

Wstęp: Ochrona personelu placówki medycyny nuklearnej przed zagrożeniami wynikającymi ze stosowania promieniowania jonizującego jest istotnym aspektem ochrony radiologicznej osób fizycznych. Celem pracy była ocena narażenia zawodowego techników elektroradiologii wykonujących badania scyntygraficzne w Zakładzie Medycyny Nuklearnej Centralnego Szpitala Klinicznego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, gdzie rocznie przeprowadzanych jest kilka tysięcy różnego rodzaju radioizotopowych badań diagnostycznych. **Materiał i metody:** W badanej placówce diagnostycznej zatrudnionych jest 10 techników (2013 r.), których narażenie podlega stałej kontroli za pomocą dozymetrii indywidualnej. Zebrano archiwalne dane dotyczące kwartalnych odczytów z dozymetrów na przestrzeni lat 2001–2010 i przeanalizowano dawki kwartalne wyrażone, jako równoważniki dawki Hp(10). Wyznaczono również dawki roczne oraz 5-letnie, odnosząc wyniki do obecnie obowiązujących norm prawnych. Dla wybranego okresu jednego roku zebrano również dane dotyczące liczby i rodzaju realizowanych w tym czasie badań, aby ocenić, czy istnieje zależność między łączną aktywnością radiofarmaceutyków podaną w tym czasie pacjentom a dawkami zarejestrowanymi u techników wykonujących te badania. **Wyniki:** W badanym 10-letnim okresie działalności placówki, najwyższa zarejestrowana u technika dawka roczna wynosiła 2 mSv, a najwyższa sumaryczna dawka 5-letnia – 7,1 mSv, co nie przekraczało 10% wartości granicznych dawki rocznej (20 mSv) i 5-letniej (100 mSv). Zaobserwowano dodatnią zależność liniową między wartościami kwartalnych dawek otrzymanych przez techników a łączną aktywnością radiofarmaceutyków podanych w tym okresie pacjentom. **Wnioski:** Przy zachowaniu zasad ochrony radiologicznej oraz warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dawki otrzymywane przez techników wykonujących badania scyntygraficzne są niskie, co potwierdza zaliczenie tej grupy zawodowej do pracowników kategorii B. Med. Pr. 2013;64(4):503–506

Słowa kluczowe: promieniowanie jonizujące, medycyna nuklearna, dozymetria, dawka graniczna, ochrona radiologiczna, personel medyczny

ABSTRACT

Background: Protection of nuclear medicine unit employees from hazards of the ionizing radiation is a crucial issue of radiation protection services. We aimed to assess the severity of the occupational radiation exposure of technicians performing scintigraphic examinations at the Nuclear Medicine Department, Central Teaching Hospital of Medical University in Łódź, where thousands of different diagnostic procedures are performed yearly. **Materials and Methods:** In 2013 the studied diagnostic unit has employed 10 technicians, whose exposure is permanently monitored by individual dosimetry. We analyzed retrospective data of quarterly doses in terms of Hp(10) dose equivalents over the years 2001–2010. Also annual and five-year doses were determined to relate the results to current regulations. Moreover, for a selected period of one year, we collected data on the total activity of radiopharmaceuticals used for diagnostics, to analyze potential relationship with doses recorded in technicians performing the examinations. **Results:** In a 10-year period under study, the highest annual dose recorded in a technician was 2 mSv, which represented 10% of the annual dose limit of 20 mSv. The highest total dose for a 5-year period was 7.1 mSv, less than 10% of a 5-year dose limit for occupational exposure. Positive linear correlation was observed between total activity of radiopharmaceuticals used for diagnostics in the period of three months and respective quarterly doses received by technicians performing examinations. **Conclusions:** Doses received by nuclear medicine technicians performing diagnostic procedures in compliance with principles of radiation protection are low, which is confirmed by recognizing the technicians of this unit as B category employees. Med Pr 2013;64(4):503–506

Key words: ionizing radiation, nuclear medicine, dosimetry, dose limit, radiation protection, medical staff

Autor do korespondencji / Corresponding author: Jerzy Olszewski, Zakład Ochrony Radiologicznej,
Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: jolsz@imp.lodz.pl
Nadesłano: 25 czerwca 2013, zatwierdzono: 23 lipca 2013

WSTĘP

Medycyna nuklearna to dziedzina wykorzystująca promieniowanie jonizujące w diagnostyce i terapii wielu schorzeń. Ochrona personelu placówki medycyny nuklearnej przed zagrożeniami wynikającymi ze stosowania promieniowania jonizującego jest istotnym aspektem ochrony radiologicznej osób fizycznych. Przestrzeganie w placówce medycznej zasad ochrony radiologicznej i warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego powinno gwarantować poziom narażenia personelu nieprzekraczający wartości ustawowych dawek granicznych. Jedną z najbardziej narażonych grup zawodowych, oprócz radiofarmaceutów i pielęgniarek, są technicy elektroradiologii realizujący techniczną część scyntygraficznego badania diagnostycznego.

Źródłem narażenia dla technika są pacjenci, którym odpowiednio wcześniej podawany jest radiofarmaceutyk, o aktywności dostosowanej do masy ciała pacjenta i stosowanej procedury. Technik przebywa w bliskim kontakcie z pacjentem od momentu wprowadzenia go do pomieszczenia gammakamery do czasu zakończenia procedury badania, która w zależności od rodzaju badania może trwać od kilku do kilkudziesięciu minut. W tym czasie do obowiązków technika należy poinformowanie pacjenta o przebiegu badania, pomoc w prawidłowym ułożeniu się na leżance i ustabilizowanie jego pozycji odpowiednimi podpórkami lub paskami, przeprowadzenie akwizycji obrazów zgodnie z instrukcją dla danego typu badania, wstępna ocena jakości technicznej zarejestrowanego badania, asekurowanie pacjenta w czasie wstawiania z leżanki i udzielenie mu niezbędnych wyjaśnień dotyczących czasu i sposobu oczekiwania na wynik oraz zasad zachowania się po badaniu.

Dostępne dla technika sposoby ochrony radiologicznej sprowadzają się do ogólnie stosowanych zasad optymalizacji czasu ekspozycji (przebywania z pacjentem), zachowania największej odległości, ale bezpiecznej dla pacjenta, oraz stosowania odpowiednich osłon. Czas ekspozycji jest uzależniony od zastosowanej procedury badania, więc technik, do którego obowiązków należy opieka i nadzór nad pacjentem w czasie trwania całego badania, nie ma z reguły wpływu na jego długość. Dwa pozostałe czynniki zależą natomiast w sposób istotny od nawyków i organizacji pracy. Ważne jest, aby stanowisko operatorskie technika było zlokalizowane w części pomieszczenia maksymalnie odległej od leżanki gammakamery i jeżeli oddziela je od gammakamery dodatkowa osłona (np. ze szkła ołowianego), to czas, kiedy

nie jest konieczna bezpośrednia opieka nad pacjentem, technik powinien spędzać za tą osłoną.

Celem pracy była ocena stopnia narażenia techników na przykładzie wybranej placówki medycyny nuklearnej – Zakładu Medycyny Nuklearnej Centralnego Szpitala Klinicznego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi (ZMN CSK UM). W Zakładzie, wyposażonym w jedną gammakamerę planarną i 3 gammakamery rotacyjne, wykonuje się corocznie kilka tysięcy badań diagnostycznych, z użyciem różnych radiofarmaceutyków, znakowanych w większości (97% wszystkich badań) technetem ^{99m}Tc , otrzymywanym z generatora molibdeno-technetowego $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ (1,2).

W placówce zatrudnionych jest obecnie 10 (2013 r.) techników, których narażenie podlega systematycznej kontroli dozymetrycznej, z której dane – zebrane z 10-letniego okresu – wykorzystano w niniejszej pracy do oceny średnich dawek rocznych.

MATERIAŁ I METODY

Wykorzystano dane retrospektywne dotyczące odczytów z dawkomierzy indywidualnych 10 techników zatrudnionych w badanej placówce w latach 2001–2010.

Do roku 2002 pomiary były wykonywane metodą błon dozymetrycznych, których odczyt był prowadzony przez Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie (CLOR). Laboratorium nie podawało dawek niższych niż 0,5 mSv (3). Od 2003 r. dozymetria oparta na metodzie termoluminescencji prowadzona jest przez Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie (IFJ), który nie podaje dawek niższych niż 0,1 mSv (4).

Dla wybranego okresu (jeden rok – 2008) pracy placówki zebrano również informacje dotyczące aktywności wszystkich radiofarmaceutyków, przygotowywanych w tym czasie dla pacjentów – w celu oceny charakteru zależności między zastosowaną do badań aktywnością a zarejestrowaną u techników dawką Hp(10).

WYNIKI

W latach 2001–2010 dla 10 (łącznie) zatrudnionych techników zebrano w sumie 348 odczytów indywidualnych dawek kwartalnych, wyrażonych jako równoważnik dawki Hp(10).

Otrzymane dane podzielono na 2 okresy: lata 2001–2003 oraz 2004–2010, ze względu na zmianę sposobu rejestracji dawek. Do I kwartału 2003 r. nie odnotowywano dawek mniejszych niż 0,5 mSv, jednak w pracy przyjęto, że dawki będące w rzeczywistości mniejsze

niż 0,5 mSv są równe tej wartości (równe dolnej granicy czułości błony). W okresie tym wykonano 80 pomiarów dawek indywidualnych u 9 zatrudnionych w tym czasie techników. Dawka wyższa niż 0,5 mSv wystąpiła tylko jeden raz i wynosiła 0,7 mSv. Ta najwyższa zarejestrowana w tym czasie dawka kwartalna stanowiła zaledwie 14% z 5 mSv (1/4 dawki granicznej rocznej). W latach 2003–2010 (od II kwartału 2003 r.) wykonano 268 pomiarów indywidualnych dawek kwartalnych u 9 zatrudnionych w tym okresie techników. W pracy przyjęto że dawki mniejsze niż 0,1 mSv (poniżej progu czułości) są równe tej wartości. Tylko 21% wyników było wyższych od 0,1 mSv, ale jednocześnie nie większych niż 0,2 mSv.

Średnie dawki kwartalne zsumowano do dawek rocznych, aby odnieść wyniki do dawek granicznych określonych normami prawnymi. Najwyższa dawka roczna wynosi 2 mSv, co stanowi 10% rocznej dawki granicznej. Najczęściej raportowaną wartością dawki rocznej było 0,4 mSv (24 razy), stanowiące jedynie 2% rocznej dawki granicznej dla narażenia zawodowego.

Otrzymane wyniki przedstawiono na rycinie 1. Należy podkreślić, że obserwowany w 2003 r. spadek rej-

strowanych dawek wynika ze zmiany typu stosowanego detektora (5-krotne obniżenie progu czułości).

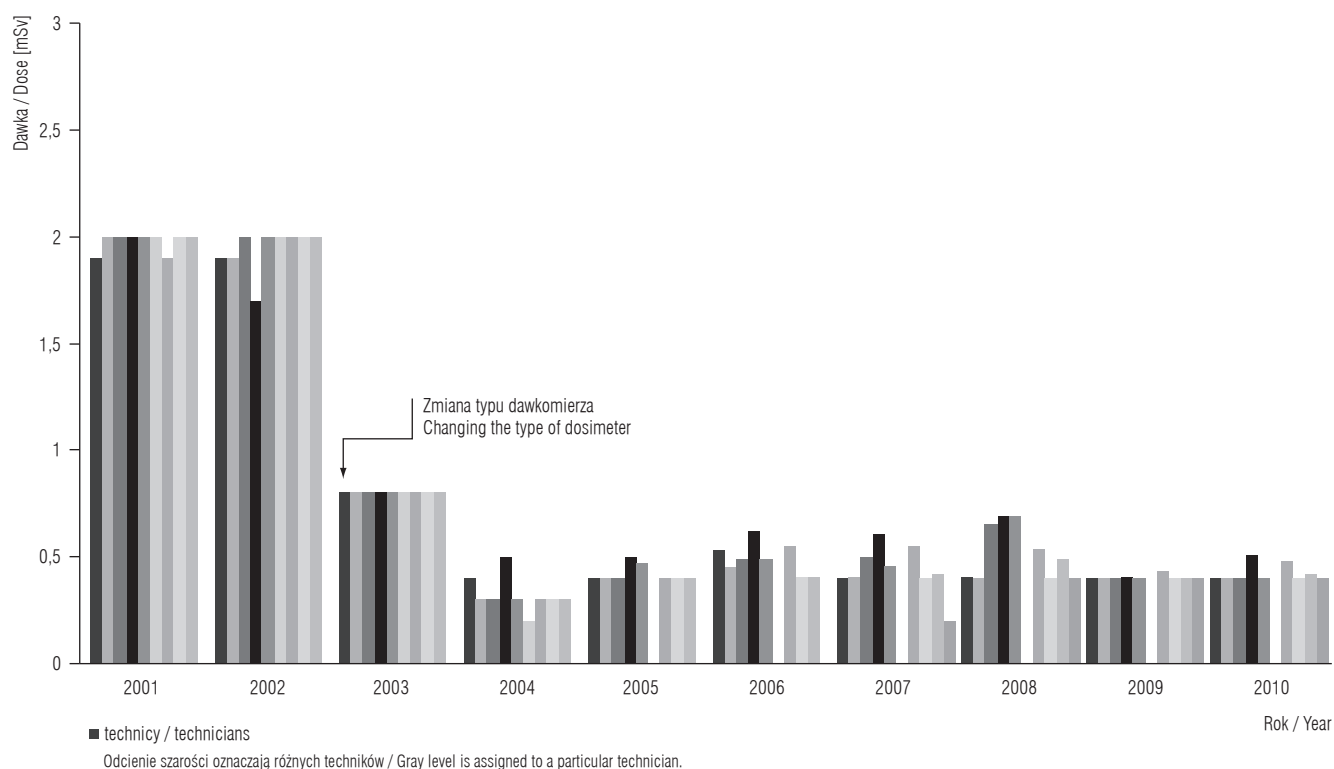
W celu dalszej analizy narażenia obliczono również sumaryczne dawki 5-letnie.

W latach 2001–2005 łączne dawki 5-letnie zawierały się w zakresie 5,4–7,1 mSv. Średnia dawka za 5 lat, wynosząca 5,7 mSv, stanowiła 5,7% dawki granicznej 5-letniej, a najwyższa dawka – 7,1 mSv – zaledwie 7,1% wartości granicznej.

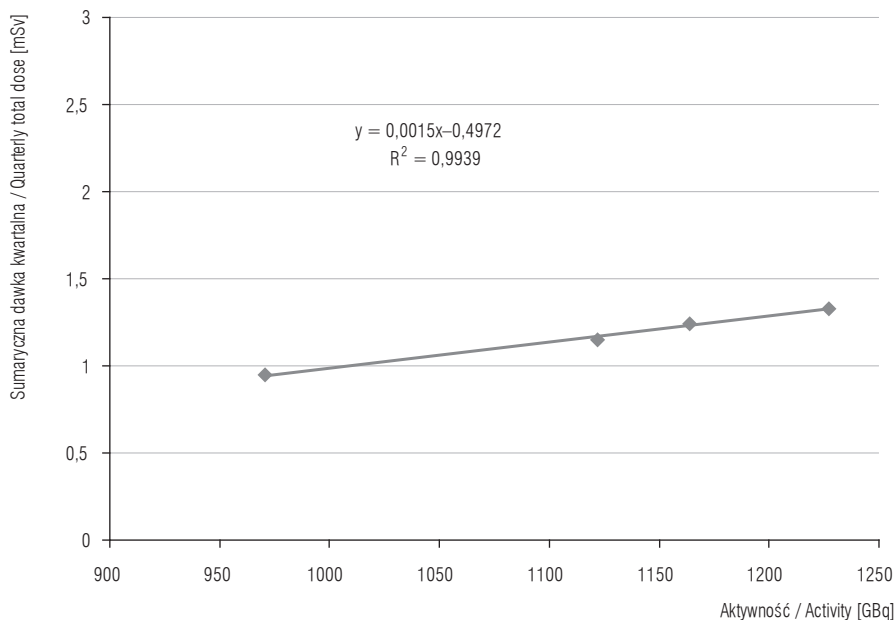
Dawki 5-letnie z lat 2006–2010 zawierały się w przedziale 2,0–2,8 mSv (2,8% dawki granicznej 5-letniej). Średnia dawka 5-letnia w tym okresie równa 2,2 mSv stanowiła 2,2% dawki granicznej 5-letniej.

Pogłębioną analizę narażenia pracowników przeprowadzono dla danych z roku 2008, w którym zarejestrowano nieco wyższe niż w pozostałych latach dawki kwartalne. W okresie tego roku wykonano około 8 tys. badań izotopowych, wykorzystując izotopy o łącznej aktywności 4,48 TBq.

Stwierdzono występowanie zależności między sumaryczną dawką kwartalną otrzymaną przez wszystkich techników a łączną kwartalną aktywnością wykorzystaną do badań pacjentów – dawka ta rosła wraz



Ryc. 1. Średnie dawki roczne otrzymane przez techników placówki medycyny nuklearnej w latach 2001–2010
Fig. 1. Mean annual doses received by the technicians over the years 2001–2010



Ryc. 2. Zależność między łączną aktywnością radiofarmaceutyków użytych do badań w kolejnym kwartale 2008 r. a sumaryczną wartością dawek kwartalnych otrzymanych przez techników

Fig. 2. Relationship between the total activity of radiopharmaceuticals used for diagnostic examinations in a consecutive quarter of 2008 and the summary value of quarterly doses received by the technicians

ze zwiększającą się aktywnością, a zaobserwowana zależność miała charakter liniowy.

Na rycinie 2. przedstawiono zależność między sumaryczną dawką kwartalną otrzymaną przez techników a łączną aktywnością radiofarmaceutyków podanych pacjentom w danym kwartale (ryc. 2). W roku 2008 w jednostce zatrudnionych było 9 techników.

WNIOSKI

Dawki roczne otrzymywane przez techników, oszacowane na przykładzie wybranej placówki medycyny nuklearnej, pozostają na bardzo niskim poziomie, co potwierdza słuszność zaliczenia pracowników tej grupy zawodowej do kategorii B narażenia personelu. Także dawki zsumowane do okresów 5-letnich pozostają na poziomie dużo niższym od wartości granicznych dla narażenia zawodowego.

PIŚMIENNICTWO

1. Olszewski J.: Ocena dawki na soczewki oczu u pracowników zatrudnionych w Zakładach Medycyny Nuklearnej. Sprawozdanie z tematu IMP 16.2. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2010
2. Jankowski J., Olszewski J., Kluska J.: Distribution of equivalent doses to skin of the hands of nuclear medicine personnel. *Radiat. Prot. Dosim.* 2003;106:177–180
3. Olszewski J.: Analiza narażenia radiacyjnego pracowników Zakładu Medycyny Nuklearnej w latach 1993–1997. VI Zjazd Polskiego Towarzystwa Medycyny Nuklearnej, 23–25 września 1998 r. Łódź. *Probl. Med. Nukl.* 1998;12(2):116
4. Budzanowski M.: Dokąd zmierza dozymetria termoluminescencyjna? Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Seminarium, XII 2005 [cytowany 21 czerwca 2013]. Adres: <http://dawki.ifj.edu.pl/wia/dozymetria.pdf>