

mgr inż. MONIKA SERGOT  
 Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania  
 Kontakt: monika.sergot@miserwis-rtg.pl  
 DOI: 10.5604/01.3001.0009.9598

# Niezgodności z wymogami ochrony radiologicznej

## występujące w rentgenodiagnostyce oraz propozycje ich usunięcia

Fot. cucurudza/Bigstockphoto



W artykule zaprezentowano podstawową problematykę z zakresu ochrony radiologicznej. Została również przeanalizowana aktualna sytuacja dotycząca niezgodności występujących podczas organizacji bezpieczeństwa pracy przy promieniowaniu rentgenowskim. Celem artykułu było opracowanie rozwiązania występujących niezgodności. Aby osiągnąć przedstawiony cel zaproponowano zmiany, które mogą mieć istotny wpływ na poprawę poziomu bezpieczeństwa pracowników na wybranym stanowisku oraz pacjentów. Dokonano analizy literatury z zakresu negatywnego oddziaływania promieniowania rentgenowskiego na organizm człowieka. Podzielono także istniejące środki ochrony ze względu na ostonę dla pacjenta i pracownika oraz ogół ludności. Wykonano badania w 33 jednostkach ochrony zdrowia w celu weryfikacji stosowanej ochrony radiologicznej i niezgodności z nią związanych.

*Słowa kluczowe: ochrona radiologiczna, promieniowanie jonizujące, rentgenodiagnostyka, bezpieczeństwo rtg*

### Radiodiagnostics and inconsistencies with the requirements of radiological protection along with propositions for their elimination

This article discusses some basic issues in radiological protection. It also analyzes problems in occupational safety related to X-rays. To solve those problems, it was necessary to introduce several changes, which could significantly improve the level of safety of workers at selected workstations and patients. This article presents an analysis of the literature on the negative impact X-rays have on the human body, rays and a classification of existing safety measures according to whether they protect patients, personnel or the general population. To verify inconsistencies with the requirements of radiological protection, measurements were conducted at 33 health care facilities.

*Keywords: radiological protection, ionizing radiation, X-ray diagnostics, X-ray safety*

### Wstęp

Promieniowanie dociera do człowieka z wody i powietrza, a nawet w wyniku rozpadu radionuklidów zawartych w żywności. Dodatkowe obciążanie organizmu wytwarzanym przez ludzi promieniowaniem jest jednak zjawiskiem względnie nowym. Najczęściej występującym na świecie rodzajem promieniowania jest promieniowanie rentgenowskie, stosowane w medycynie [1]. Powoduje ono uszkodzenia tkanek, podobne do skutków ekspozycji ciała człowieka na niektóre związki chemiczne, ale inaczej niż w innych przypadkach nie ma tutaj „dolnej granicy”, poniżej której dawka byłaby nieszkodliwa. Nawet jedna komórka zmieniona przez promieniowanie może powodować potencjalnie poważne skutki zdrowotne, co często może oznaczać zachorowanie na raka.

Może to również oznaczać, że osobie, która była ekspozycja na promienie rentgenowskie, pomimo tego, że sama pozostanie zdrowa, dzieci urodzą się chore lub z wadami wrodzonymi, bądź odziedziczają zwiększone ryzyko zachorowania na nowotwory. Szczególnie wrażliwy na naświetlanie jest embrión, dlatego unika się wykonywania zdjęć rentgenowskich kobietom w ciąży, jeśli mogą zostać odłożone na później (po urodzeniu dziecka). Jeśli jednak dochodzi do zagrożenia życia kobiety ciężarnej, wykonuje się zdjęcie rentgenowskie przy wykorzystaniu oston oraz takim doborze parametrów, aby ograniczyć otrzymaną dawkę.

W celu ograniczenia ryzyka występowania skutków napromieniowania osób postronnych, kobiet w ciąży, pacjentów i personelu placówek medycznych, należy stosować środki tzw. ochrony radiologicznej. Są one regulowane przepisami prawnymi, w których na kierowników jednostek ochrony zdrowia posiadających aparat rentgenowski nałożono obowiązek zorganizowania odpowiedniej ochrony przed promieniowaniem przezeń emitowanym.

W artykule przyporządkowano środki opiswanej ochrony do osób, które mają

chronić (personel/pacjent). Następnie przeanalizowano niezgodności występujące przy ich stosowaniu. W tym celu przebadano 33 jednostki ochrony zdrowia. Ponieważ stwierdzono występowanie nieprawidłowości, zaproponowano ich rozwiązanie, korzystając z wiedzy i doświadczenia autorki artykułu w pracy inspektora ochrony radiologicznej.

### Biologiczne działanie promieniowania rentgenowskiego

Na wiedzę w tym zakresie złożyły się informacje o losach ofiar bomb atomowych, a także osób napromieniowanych w wyniku awarii reaktorów jądrowych, wyniki kontroli osób, które przy pracy są stale lub okresowo narażone na promieniowanie rentgenowskie oraz wyniki badań na zwierzętach. W tabeli 1. podano prognozowane biologiczne skutki po jednorazowym napromienieniu całego ciała człowieka w zależności od wielkości przyjętej dawki. Mogą się one ujawnić w krótkim czasie po napromienieniu (skutki wczesne) lub po kilku miesiącach czy nawet latach (skutki późne), [2].

Promieniowanie w dużych jednorazowych dawkach może także spowodować u człowieka zmiany w kolejnych pokoleniach – w następstwie mutacji genów, w których zakodowane są indywidualne cechy organizmu. Przy niedużych dawkach promieniowania wczesne symptomy mogą nie zostać zauważone (co nie znaczy, że ich nie ma), a jednocześnie nie można wykluczyć prawdopodobieństwa wystąpienia również skutków późnych, nazywanych również stochastycznymi (przypadkowymi) [2].

Tabela 1. Przewidywane skutki biologiczne po jednorazowym napromienieniu całego ciała człowieka [5]

Table 1. Predicted biological effects after a single irradiation of the whole human body [5]

Dawka, Sv*	Skutki
0,25	Brak objawów klinicznych
0,50	Brak objawów klinicznych; okresowe zmiany w obrazie krwi; bardzo małe prawdopodobieństwo skutków późnych
1 ÷ 2	Niewielkie objawy kliniczne; zmiany w obrazie krwi, utrata włosów po ok. 2 tygodniach; częste skutki późne, dawka śmiertelna dla ok. 25% napromieniowanych osób
3 ÷ 5	Ciężkie objawy kliniczne z pełnym rozwojem choroby popromiennej; dawka śmiertelna dla 50% napromieniowanych osób
5 ÷ 7	Przeżywa do 20% osób, śmierć w ciągu kilkunastu do kilkudziesięciu dni
10 ÷ 30	Śmierć w ciągu kilku do kilkunastu dni
50	Śmierć w ciągu kilkunastu godzin do 3 dni

\* Sievert [Sv] – podstawowa jednostka dawki skutecznej, obrazującej narażenie na promieniowanie rentgenowskie całego ciała człowieka.

Czas oddziaływania	Skutki oddziaływania	Rodzaj oddziaływania
100 lat	nowotwór skutki dziedziczne powstawanie wad rozwojowych	skutki medyczne
1 rok	promowanie/utrwalanie powielanie „uszkodzonych” komórek	
1 dzień	mutacje, transformacje, aberracje	biologiczna odpowiedź
1 godzina	śmierć komórki, utrwalenie uszkodzeń	
1 sekunda	procesy naprawcze	oddziaływania fizyko-chemiczne
1 milisekunda	przerwanie DNA, główne uszkodzenia	
10 <sup>-8</sup> ms	początkowe przerwania DNA, dyfuzja, chemiczne reakcje	oddziaływania chemiczne
10 <sup>-9</sup> ms	radioliza	
10 <sup>-12</sup> ms	początkowe ślady cząsteczek, wchłonięcie, jonizacja	
10 <sup>-15</sup> ms	wchłonięcie energii	

Rys. Fazy oddziaływania promieniowania rentgenowskiego z materią żywą [2]

Fig. Phases of ionizing radiation with living matter [2]

### Oddziaływanie promieniowania rentgenowskiego

Pomimo napromieniowania, organizm człowieka, może naprawić jego skutki, a stopień ich usunięcia zależy od częstotliwości i czasu trwania naświetlania. Promieniowanie pierwotne niesie ze sobą mniejsze skutki zdrowotne niż skoncentrowane, ponieważ organizm człowieka otrzymuje mniejszą dawkę podczas badania. Ryzyko związane z badaniami rentgenowskimi związane jest ze skutkami deterministycznymi<sup>1</sup> i stochastycznymi<sup>2</sup> [1]:

- niebezpieczeństwo powstania nowotworów – dotyczące całego ciała
- niebezpieczeństwo związane z uszkodzeniami układu genetycznego (DNA).

Na rysunku wyróżniono w skali czasu kilka faz, w trakcie których następują po sobie popromienne skutki wraz z rodzajem oddziaływania promieniowania rentgenowskiego na organizm żywy. Pierwszą zmianą w materiale biologicznym jest wchłonięcie przez żywą tkankę energii promieniowania, która powo-

duje jonizację albo wzbudzenie cząsteczek i atomów, a te wyzwalają następnie łańcuch wtórnych reakcji biologicznych [3].

Zakres zmian zachodzących w uszkodzonym DNA zależy od [4,5]:

- wielkości dawki promieniowania
- typu promieniowania oraz jego energii
- okoliczności napromieniowania, tj. masy i szybkości dawkowania napromieniowanego człowieka

• czułości tkanek na napromieniowanie; do najbardziej promienioczułych zalicza się tkankę krwiotwórczą, tkankę limfatyczną i komórki rozrodcze, a także błonę śluzową jelit i soczewkę oka.

W związku z różnorodnym oddziaływaniem promieniowania rentgenowskiego na organizm człowieka trudno jest określić dawkę, przy której następują konkretne skutki biologiczne. Można jedynie przewidywać skutki przy zakresach dawek, którym poddano organizm człowieka.

### Bezpieczeństwo w narażeniu na promieniowanie rtg

Różnorodność jednostek ochrony zdrowia użytkujących aparat rentgenowski nie powoduje dużych różnic w stosowanych zabezpieczeniach przed promieniowaniem rtg. Działania, których celem jest ograniczenie

<sup>1</sup> Skutki deterministyczne (niestochastyczne), czyli takie, których zarówno częstość, jak i stopień ciężkości ulegają wzrostowi wraz z dawką promieniowania; można określić dla nich dawkę progową. Należą do nich np. wszystkie dobrze znane powikłania w radioterapii [3].

<sup>2</sup> Skutki stochastyczne, czyli te, których częstość występowania ulega jedynie zwiększeniu wraz ze wzrostem dawki. Są to zjawiska probabilistyczne; nie istnieje dla nich dawka progowa. Należą do nich np. nowotwory złośliwe [3].

Tabela 2. Środki ochrony przed promieniowaniem

Table 2. Safety measures against radiation

Techniczne środki ochrony przed promieniowaniem stosowane przez pracownika	Techniczne środki ochrony przed promieniowaniem stosowane dla pacjenta oraz ogółu ludności
Krótszy czas napromieniowania – wiązka rozproszona	Krótszy czas napromieniowania – wiązka pierwotna
Kolimacja* wiązki, (która jest możliwa wyłącznie w aparacie ogólnodiagnostycznym) – wiązka rozproszona	Kolimacja wiązki (która jest możliwa wyłącznie w aparacie ogólnodiagnostycznym) – wiązka pierwotna
Akustyczna sygnalizacja włączenia źródła oraz akustyczna sygnalizacja wyzwalanej ekspozycji – informuje o poprawnym uruchomieniu aparatu rtg oraz jego prawidłowym działaniu	Akustyczna sygnalizacja wyzwalanej ekspozycji – informuje o prawidłowym działaniu aparatu rtg
Świetlna sygnalizacja włączenia aparatu rentgenowskiego – informuje o poprawnym uruchomieniu aparatu rtg	Świetlna sygnalizacja włączenia aparatu rentgenowskiego – informuje o zakazie wchodzenia do pracowni bez wezwania
Wykonywanie testów: 1) akceptacyjnych urządzenia rtg (przy montażu aparatu) – pewność co do sprawności aparatu rtg i właściwego montażu 2) specjalistycznych urządzenia rtg (co 12 miesięcy lub co 24 miesiące w przypadku aparatów do zdjęć wewnątrzustnych) – pewność co do sprawności aparatu rtg i jego właściwej eksploatacji 3) podstawowych urządzenia rtg (zgodna z wymogami prawa) – pewność co do prawidłowej pracy aparatu rtg	Wykonywanie testów: 1) akceptacyjnych urządzenia rtg (przy montażu aparatu) – pewność co do sprawności aparatu rtg 2) specjalistycznych urządzenia rtg (co 12 miesięcy lub co 24 miesiące w przypadku aparatów do zdjęć wewnątrzustnych) – pewność co do sprawności aparatu rtg i jego bezpiecznego stosowania 3) podstawowych urządzenia rtg (co miesiąc) – pewność co do sprawności aparatu rtg i jego bezpiecznego stosowania
Stała osłona (np. szkło ochronne z ołowiu, drzwi z blachą ołowianą, parawan z ołowiem, cegła pełna, barytobeton)	Stosowanie fartuchów ołowianych i osłon
Odpowiednia wielkość pomieszczenia (powierzchnia i wysokość) – zapewnienie odpowiedniej odległości zmniejsza przyjętą dawkę rozproszoną	Odpowiednia wentylacja pomieszczenia, w którym znajduje się urządzenie rtg lub w ciemni – powietrze jest cyklicznie oczyszczane
Organizacyjne środki ochrony przed promieniowaniem stosowane przez pracownika	Organizacyjne środki ochrony przed promieniowaniem stosowane dla pacjenta oraz ogółu ludności
Możliwie jak największa odległość od źródła promieniowania – przebywanie w sterowni	Możliwie jak największa odległość od źródła promieniowania – ale niezbędna do wykonania badania
Kontrolowanie jednostki organizacyjnej przez Wojewódzką Stację Sanitarно-Epidemiologiczną (WSSE), nie rzadziej niż co 4 lata oraz bieżący nadzór Inspektora Ochrony Radiologicznej (IOR) – pewność co do poprawnie eksploatowanego sprzętu	Kontrolowanie jednostki organizacyjnej przez WSSE, nie rzadziej niż co 4 lata oraz nadzór IOR (na bieżąco) – pewność co do sprawności aparatu rtg i wykonywania badań zgodnie z przepisami prawnymi
Badanie pracowników zatrudnionych przy promieniowaniu rentgenowskim przez lekarza medycyny pracy, który stwierdza, czy dany pracownik nie ma przeciwwskazań do pracy z promieniowaniem rentgenowskim	Unikanie wykonywania zdjęć kobietom w ciąży, jeśli mogą zostać odłożone na później (po urodzeniu dziecka). Gdy istnieje zagrożenie życia kobiety ciężarnej, przy wykonywaniu zdjęcia rtg stosuje się osłony oraz tak dobiera parametry ekspozycji, aby ograniczyć otrzymaną dawkę**
Szkolenie pracowników z ochrony radiologicznej przez IOR (raz na rok) – pewność co do posiadanej wiedzy	Szkolenie pracowników z ochrony radiologicznej przez IOR (raz na rok) – pewność sprawowanego nadzoru
Ukończenie przez pracowników szkolenia z ochrony radiologicznej pacjenta i uzyskanie certyfikatu po zdaniu egzaminu (co 5 lat) – pewność poprawnego ułożenia pacjenta i zastosowanie odpowiedniej ochrony	Ukończenie przez pracowników szkolenia z ochrony radiologicznej pacjenta i uzyskanie certyfikatu po zdaniu egzaminu (co 5 lat) – pewność co do poprawnego wykonania badania
Praktyczne użytkowanie instrukcji ochrony radiologicznej – zapewnienie niezbędnych informacji na miejscu	Praktyczne użytkowanie instrukcji ochrony radiologicznej – pewność co do właściwie przeprowadzonego badania rtg
Ulokowanie źródła promieniowania rtg w pomieszczeniu zgodnie z wymaganiami: zapewnienie swobodnego dostępu do pacjenta z co najmniej dwóch stron; odległość ogniska lampy od najbliższej ściany wynosi co najmniej 1,5 m przy pionowym kierunku wiązki promieniowania; wiązka pierwotna nie jest kierowana w stronę sterowni i drzwi (dwóch ostatnich wymagań nie stosuje się w przypadku ambulansów, mammografów, aparatów do zdjęć wewnątrzustnych i do densytometrii kości)	Oznakowanie drzwi znakiem ostrzegawczym – informacja o zakazie wchodzenia do pracowni bez wezwania

Źródło: oprac. własne na podst. [6-10]

\* Kolimacja – ustawiony przez operatora aparatu rtg obszar promieniowania.

\*\* Zakaz wykonywania zdjęć rentgenowskich kobietom w ciąży wynika z ograniczenia dawki 1 mSv/rok, jaką może otrzymać płód. Wyjątkiem są sytuacje zagrożenia życia lub zdrowia matki.

Tabela 3. Niezgodności występujące przy organizacji środków ochrony przed promieniowaniem rentgenowskim związane z narażeniem personelu

Table 3. Inconsistencies in the organization of safety measures against X-ray radiation related to personnel

Niezgodność	Przyczyna niezgodności	Propozycja rozwiązania niezgodności
Niestosowanie dozymetrów	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapominanie o założeniu dozymetru</li> <li>Wyniesienie dozymetru z miejsca pracy</li> <li>Lekceważenie obowiązku przez pracownika</li> <li>Ulokowanie dozymetru w nieodpowiednim miejscu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pozostawienie dozymetru przypiętego do fartucha, który jest zakładany przed pracą</li> <li>Pozostawienie notatki przypominającej, o niewyноszeniu dozymetru</li> <li>Zaprezentowanie skutków promieniowania rtg i braku reakcji na czas</li> <li>Przeszkolenie pracownika z umieszczania dozymetru w odpowiednim miejscu</li> </ul>
Nieaktualne badania (lub ich brak) pracowników zatrudnionych przy promieniowaniu rentgenowskim, wykonane przez lekarza medycyny pracy, który stwierdza brak u pracownika przeciwwskazań do pracy z promieniowaniem rentgenowskim	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapominanie o konieczności aktualizacji badań</li> <li>Lekceważenie obowiązku przez pracowników</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ustawienie przypomnienia o konieczności aktualizacji badań w urządzeniu mobilnym</li> <li>Uświadczenie pracowników o grożących karach finansowych</li> </ul>

Źródło: oprac. własne

Tabela 4. Niezgodności występujące przy organizacji środków ochrony przed promieniowaniem rentgenowskim związane z narażeniem pacjentów

Table 4. Inconsistencies in the organization of safety measures against X-ray radiation related to patients

Niezgodność	Przyczyna niezgodności	Propozycja rozwiązania niezgodności
Powtarzanie zdjęcia rtg spowodowane niewłaściwym ustawieniem pacjenta lub złym doбором parametrów	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lekceważenie obowiązku przez pracownika</li> <li>Niskie kompetencje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zaprezentowanie pracownikowi skutków niepotrzebnego napromieniowania pacjenta</li> <li>Sfinansowanie dodatkowego szkolenia</li> </ul>
Niewłaściwa kolimacja wiązki	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lekceważenie obowiązku przez pracownika</li> <li>Niesprawny aparat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zaprezentowanie pracownikowi skutków dodatkowego napromieniowania pacjenta</li> <li>Powiadomienie serwisu o niesprawnym aparacie i wstrzymanie pracy do czasu naprawy</li> </ul>
Niewłaściwa świetlna sygnalizacja włączenia aparatu rentgenowskiego	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niesprawna lampa ostrzegawcza</li> <li>Zamazany napis na lampie ostrzegawczej</li> <li>Lekceważenie ze strony pacjentów sygnalizacji świetlnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Powiadomienie serwisu o niesprawnej lampie ostrzegawczej i zastosowanie zamiennie tabliczki</li> <li>Wymiana lampy ostrzegawczej</li> <li>Informowanie pacjentów o skutkach lekceważenia lampy ostrzegawczej</li> </ul>
Wykonywanie zdjęć rtg kobietom w ciąży	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brak potwierdzenia na piśmie, przez badaną kobietę, że nie jest w ciąży</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zamieszczenie dodatkowego pytania w karcie pacjenta: czy kobieta jest w ciąży? – i obowiązek udzielenia odpowiedzi</li> </ul>
Niestosowanie fartuchów ołowianych i osłon	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapominanie o obowiązku stosowania fartuchów i osłon</li> <li>Nieposiadanie odpowiednich fartuchów ochronnych i/ lub osłon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uświadomienie pracowników o grożących karach finansowych i pociągnięcie ich do odpowiedzialności</li> <li>Zakup dodatkowych fartuchów po konsultacji z IOR</li> </ul>
Brak oznaczenia drzwi znakami ostrzegawczymi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lekceważenie oznakowania drzwi przez pacjentów</li> <li>Lekceważenie obowiązku oznakowania drzwi przez personel techniczny placówki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informowanie pacjenta o konsekwencjach niepotrzebnego napromieniowania</li> <li>Zakup i montaż oznakowania</li> </ul>

Źródło: oprac. własne

Tabela 5. Niezgodności występujące przy organizacji środków ochrony przed promieniowaniem rentgenowskim związane z narażeniem personelu i pacjentów

Table 5. Inconsistencies in the organization of safety measures against X-ray radiation related to personnel and patients

Niezgodność	Przyczyna niezgodności	Propozycja rozwiązania niezgodności
Niewłaściwa akustyczna sygnalizacja włączenia źródła	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niesprawny aparat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Powiadomienie serwisu o niesprawnym aparacie i wstrzymanie pracy do czasu naprawy</li> </ul>
Nieodpowiednia odległość od źródła promieniowania	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lekceważenie obowiązku utrzymywania odległości ze strony pracownika</li> <li>Niewiedza pracownika nt. odpowiedniej odległości od źródła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zaprezentowanie pracownikowi skutków niepotrzebnego napromieniowania</li> <li>Przeszkolenie pracownika nt. odpowiedniej odległości, którą należy utrzymywać od źródła</li> </ul>
Nieprzygotowanie do kontroli jednostki organizacyjnej przez Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną (WSSE), nie rzadziej niż co 4 lata i/ lub brak nadzoru Inspektora Ochrony Radiologicznej (na bieżąco)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lekceważenie obowiązku przez Inspektora Ochrony Radiologicznej (IOR)</li> <li>Niewiedza IOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zmiana IOR</li> <li>Obciążenie kosztami IOR przez właściciela jednostki</li> <li>Uczestniczenie w dodatkowych konferencjach i spotkaniach branżowych przez IOR</li> </ul>
Nie przeszkolenie pracowników placówki medycznej z zakresu ochrony radiologicznej przez IOR (raz na rok)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lekceważenie obowiązku przejścia szkolenia przez pracownika</li> <li>Brak czasu IOR na przeszkolenie pracowników lub zapominanie o tym obowiązku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interwencja kierownika jednostki organizacyjnej, kary finansowe lub zwolnienie IOR</li> <li>Dopasowanie się IOR do czasu pracownika</li> <li>Ustawienie przypomnienia w urządzeniu mobilnym o konieczności: zorganizowania szkolenia (po stronie IOR)/ uczestniczenia w szkoleniu (po stronie pracownika)</li> </ul>
Nieaktualne szkolenie (lub ich brak) z ochrony radiologicznej pacjenta i nie uzyskanie certyfikatu po zdaniu egzaminu (konieczne raz na maksymalnie 5 lat)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lekceważenie obowiązku przez pracownika</li> <li>Brak czasu IOR na przeszkolenie pracowników lub zapominanie o tym obowiązku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interwencja kierownika jednostki organizacyjnej, kary finansowe lub zwolnienie IOR</li> <li>Dopasowanie się IOR do czasu pracownika</li> <li>Ustawienie przypomnienia w urządzeniu mobilnym o konieczności: zorganizowania szkolenia (po stronie IOR)/ uczestniczenia w szkoleniu (po stronie pracownika)</li> </ul>
Niewykonanie testów akceptacyjnych urządzenia rtg (przy montażu aparatu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapominanie o konieczności przeprowadzenia testów zarówno przez właściciela urządzenia, jak i serwisanta lub nie znajdowanie na to czasu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kontrola WSSE i kary finansowe dla właściciela urządzenia</li> </ul>
Brak aktualnych testów specjalistycznych urządzenia rtg (przeprowadzanych co 12 lub 24 miesiące w przypadku aparatów do zdjęć wewnątrzustnych)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapominanie o konieczności przeprowadzenia testów</li> <li>Niechęć do ponoszenia dodatkowych kosztów, związanych z koniecznością przeprowadzeniem testów, przez właściciela urządzenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ustawienie przypomnienia w urządzeniu mobilnym lub przypomnienie przez IOR</li> <li>Uświadomienie o grożących karach finansowych</li> </ul>
Niewykonywanie testów podstawowych urządzenia rtg (co miesiąc)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niechęć do ponoszenia dodatkowych kosztów, związanych z koniecznością przeprowadzeniem testów, przez właściciela urządzenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uświadomienie o grożących karach finansowych</li> </ul>
Niekorzystanie z instrukcji ochrony radiologicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lekceważenie obowiązku przez pracownika</li> <li>Zapominanie o obowiązku zapoznania się z treścią instrukcji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uświadomienie pracownika o korzyściach związanych z korzystaniem z instrukcji</li> <li>Przypominanie na corocznych szkoleniach o konieczności znajomości treści instrukcji</li> </ul>
Brak lub niestosowanie stałej osłony zgodnie z projektem osłon stałych	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lekceważenie obowiązku przez pracownika</li> <li>Brak osłony na miejscu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zaprezentowanie pracownikowi skutków niepotrzebnego napromieniowania</li> <li>Zakup niezbędnej osłony lub montaż na stałe (jeśli montaż jest niemożliwy, pociągnięcie pracownika do odpowiedzialności za jej niestosowanie)</li> </ul>
Niewłaściwe ułożenie źródła promieniowania rentgenowskiego w pomieszczeniu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zamontowanie urządzenia niezgodnie z wytycznymi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demontaż aparatu i montaż zgodnie z wytycznymi</li> </ul>
Niewłaściwa wielkość pomieszczenia (powierzchnia i wysokość)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Za małe pomieszczenie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Złożenie pisma do WSSE z prośbą o dopuszczenie mniejszego pomieszczenia</li> <li>Zmiana pomieszczenia</li> <li>Powiększenie pomieszczenia (jeśli istnieje taka możliwość)</li> </ul>
Niewłaściwa wentylacja pomieszczenia, w którym znajduje się urządzenie rtg	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brak systemu wentylacji</li> <li>Niesprawny system wentylacyjny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalacja wentylacji</li> <li>Wezwanie serwisu i naprawa wentylacji</li> </ul>

Źródło: oprac. własne

dawkę promieniowania przyjmowanej przez człowieka, podzielono na środki ochrony przed promieniowaniem stosowane przez pracowników oraz dla pacjentów (i ogółu ludności). Do każdego z nich przyporządkowano działania uniwersalne w odniesieniu do każdego typu jednostki ochrony zdrowia.

W tabeli 2. przedstawiono środki ochrony przed promieniowaniem z podziałem na stosowane przez pracownika i pacjenta oraz ogół ludności, a także na techniczne (górną część tabeli) i organizacyjne (dolną część tabeli). Regularne przeprowadzanie testów aparatury rtg przez użytkowników (operatorów aparatów rtg), daje gwarancję, że sprzęt jest w pełni sprawny, a co za tym idzie, emitowana dawka promieniowania pozostanie pod kontrolą. Także szkolenia, w których uczestniczą pracownicy, nie stanowią wyłącznie o bezpieczeństwie personelu, ale zdobyta wiedza praktycznie przekłada się na postępowanie z pacjentem w aspekcie jego ochrony podczas wykonywanego badania rentgenowskiego.

Środków technicznych, służących ochronie człowieka przed napromieniowaniem, jest mniej niż organizacyjnych, mimo że materialne osłony mogą dawać poczucie większego bezpieczeństwa. Jest to jednak mylące, ponieważ wszystkie zabezpieczenia przed promieniowaniem rentgenowskim są równie ważne i skuteczne, np. bez wykonywanych testów eksploatacyjnych nie mamy pewności co do sprawności urządzenia, natomiast bez stosowania fartucha ołowianego rośnie prawdopodobieństwo wystąpienia negatywnych skutków napromieniowania pacjenta.

Należy również pamiętać, że bez zastosowania środków ochrony przed promieniowaniem rentgenowskim pracownia rentgenowska nie uzyska zezwolenia na stosowanie aparatu rtg.

## Wyniki badań własnych

Jednostki ochrony zdrowia (publiczne i prywatne), które chcą stosować aparat rentgenowski, muszą spełnić wszystkie wymienione w tabeli 2. środki ochrony radiologicznej, jednak – jak pokazują wyniki przeprowadzonych przez autorkę artykułu badań – już w pierwszych miesiącach po rozpoczęciu takiej działalności zaczynają pojawiać się problemy z wymaganą prawem ochroną radiologiczną. W celu ich zidentyfikowania przeanalizowano 33 jednostki ochrony zdrowia znajdujących się w województwie wielkopolskim. Przy ich doborze nie kierowano się ich wielkością ani tym, czy wcześniej były zgłaszane jakiegokolwiek zastrzeżenia związane z ochroną radiologiczną. Autorka artykułu mogła w nich z bliska zaobserwować zachowania pracowników, stosowanie ochrony radiologicznej i problemów z nią związanych.

Największą grupę w badaniu stanowiły gabinety stomatologiczne (69,7%). Pozostałe jednostki, które badano to: przychodnie (18,2%), kliniki (6,1%) i szpitale (6,1%). Najwięcej nieprawidłowości, związanych ze stosowaniem ochrony radiologicznej, zaobserwowano wśród lekarzy stomatologii. Wynika to najczęściej z faktu, że wykonywane zdjęcia rtg w placówce stomatologicznej jest usługą poboczną w stosunku do głównej działalności, czyli usług stomatologicznych. Przy średnim zatrudnieniu stomatologów 1 lub 2 osoby w gabinecie, trudność jednoczesnego prowadzenia głównej działalności oraz organizacji ochrony radiologicznej jest bardzo duża.

## Analiza niezgodności w organizacji ochrony radiologicznej

Pomimo regulacji prawnych w zakresie ochrony radiologicznej wiele osób nie radzi sobie z jej organizacją. Zmieniające się przepisy powodują, że pracownicy narażeni zawodowo na promieniowanie rentgenowskie nie nadążają za wprowadzonymi wymaganiami. W tab. 3.-5. zaprezentowano stwierdzone w trakcie badań niezgodności przy organizacji ochrony radiologicznej, przyczyny ich występowania oraz propozycje ich rozwiązania. Działania zaradcze zostały tak skonstruowane, aby niosły za sobą jak najmniejsze nakłady finansowe.

Najczęściej pojawiającymi się niezgodnościami przy organizacji bezpieczeństwa jest lekceważenie obowiązków ze strony pracownika lub wręcz zapomnienie o nich oraz ewentualna niechęć pracodawcy do ponoszenia dodatkowych kosztów, związanych np. z koniecznością atestowania urządzeń.

Zapominanie o różnego rodzaju obowiązkach przez pracowników, a także przez ich przełożonych, można wyeliminować w bardzo prosty sposób, np. poprzez ustawienie przypomnień o obowiązkowych działaniach w urządzeniach mobilnych, które w odpowiednim momencie zasygnalizują zbliżający się termin.

Lekceważenie obowiązków ze strony pracownika jest jednak poważniejszym problemem. Zazwyczaj można je ograniczyć (lub wręcz wyeliminować) przeprowadzając szkolenia. Jeśli jednak nie daje to efektów, należy zaostrzyć procedury postępowania, np. poprzez pociągnięcie osób niedopełniających obowiązków do odpowiedzialności finansowej.

## Podsumowanie

Obecnie, chociaż ludzkość ma już duży zasób wiedzy na temat skutków promieniowania rentgenowskiego, to występujące skutki stochastyczne nie pozwalają określić uśrednionej dawki progowej promieniowania, o którym mowa w artykule. Bez względu zatem

na rodzaj wykonywanego badania rtg należy stosować opisane w artykule środki ochrony radiologicznej.

Obserwacje przeprowadzone w ciągu 2 lat w 33 jednostkach ochrony zdrowia wykazały wiele niezgodności w przestrzeganiu przepisów w zakresie ich stosowania. Pojawiające się nieprawidłowości w różnych typach jednostek ochrony zdrowia powtarzają się, co jest spowodowane w znacznej większości czynnikiem ludzkim. Zapominanie, chęć uniknięcia dodatkowych kosztów, nieświadomość – to tylko niektóre z nich. Na pierwszy rzut oka wydają się nieistotne, jednak częstotliwość ich występowania powoduje, że nabierają większej wagi i wymagają działań korygujących. Znamiennym przykładem niestosowania bezpiecznej odległości operatora aparatu rtg lub innych pracowników od źródła promieniowania jest sytuacja w gabinecie stomatologicznym, gdy stomatolog wykonuje zdjęcie rtg, a w tym samym czasie i w tym samym pomieszczeniu jego asystent/ka przeprowadza segregację dokumentacji, zupełnie lekceważąc wykonywane zdjęcie rtg. Wynika to zazwyczaj z niewiedzy asystenta/ki, ale również z braku wiedzy i świadomości stomatologa. Takie przykłady można mnożyć.

Proponowane rozwiązania są adekwatne do napotkanych sytuacji – warto je wdrożyć w swojej pracowni. Przy ich projektowaniu starano się obniżyć koszty wdrożenia do minimum. Dzięki temu zaproponowane rozwiązania mogą zostać zastosowane w każdej jednostce ochrony zdrowia.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Corazza V., Daimler R., Ernst A., Federspiel K., Herbst V., Langbein K., Martin H.P., Weiss H. *Podręczna encyklopedia zdrowia*. Zysk i S-ka, Poznań 2002
- [2] Gostkowska B., Lebecka J. *Ochrona radiologiczna* [w:] D. Koradecka (red.) *Bezpieczeństwo pracy i ergonomia*, tom 1. CIOP, Warszawa 1997
- [3] Pachocki K. *Promieniowanie jonizujące – działanie promieniowania jonizującego na organizm ludzki*. Państwowy Zakład Higieny – Instytut Naukowo-Badawczy, <http://www.ciop.pl> [dostęp: 11.05.2016]
- [4] Szumiel I. *Dlaczego komórki różnią się promieniorazliwością?* [w:] „Postępy Techniki Jądrowej”, z. 4. Polskie Towarzystwo Nukleonowe, Warszawa 2007
- [5] Rączkowski B. *BHP w praktyce*. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2012
- [6] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi Dz.U. 2006 Nr 180 poz. 1325
- [7] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej Dz.U. 2013, poz.1015 z późn. zm.
- [8] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego Dz.U. 2005 Nr 20, poz. 168
- [9] Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. Dz.U. 2014, poz.1512 z późn. zm.
- [10] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy Dz.U. 2004 Nr 180, poz. 1860