

Maria A. Staniszevska

Sylvia Papier

DIAGNOSTYCZNE BADANIA RENTGENOWSKIE W 2004 R. W POLSCE W KONTEKŚCIE NARAŻENIA POPULACJI – OCENA STRUKTURY I TRENDÓW

DIAGNOSTIC X-RAY EXAMINATIONS IN POLAND IN 2004 IN VIEW OF THE POPULATION EXPOSURE :
THE ASSESSMENT OF STRUCTURE AND TRENDS

Z Zakładu Ochrony Radiologicznej

Instytutu Medycyny Pracy im. prof. dra med. J. Nofera w Łodzi

STRESZCZENIE

Wstęp. W niniejszej pracy referowane są wyniki ogólnokrajowego przeglądu medycznych zastosowań promieniowania X w 2004 r. w Polsce. **Materiał i metody.** Dane na temat liczby i struktury badań rentgenowskich (rtg) zostały zebrane metodą ankietową i pochodziły z większości placówek w Polsce wykonujących procedury medyczne z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego, które objęte są systemem dozimetrii prowadzonym przez Zakład Ochrony Radiologicznej IMP w Łodzi. **Wyniki.** Stwierdzono, iż w 2004 r. przeprowadzono w Polsce 32,4 mln procedur z wykorzystaniem promieniowania X, tj. 830 procedur w przeliczeniu na 1000 mieszkańców (w tej liczbie 65 procedur specjalistycznych oraz 61 zdjęć stomatologicznych). Wykonano je w ponad 3000 pracowni rtg, sal zabiegowych oraz gabinetów stomatologicznych. Ponad połowę pacjentów stanowiły kobiety (53%). W strukturze wieku dominowali pacjenci dorośli w wieku 40–60 lat. **Wnioski.** W wyniku zmian organizacyjnych w służbie zdrowia zmienił się profil badań wykonywanych w pracowniach rentgenowskich. Nadal jednak większość jest wykonywanych badań konwencjonalnych, wśród których najczęstsze są zdjęcia klatki piersiowej, kręgosłupa i kończyn. Zmniejszyła się liczba zdjęć stawów biodrowych u dzieci i niemowląt, a małoobrazkowe badania klatki piersiowej zostały praktycznie wyeliminowane z praktyki diagnostycznej. Stwierdzono istotny wzrost liczby procedur specjalistycznych, który doprowadził do wyrównania wskaźników częstości tych procedur w Polsce i w innych krajach europejskich. Med. Pr., 2006;57(3):251–256

Słowa kluczowe: procedury rentgenodiagnostyczne, liczba i rodzaje, pacjenci, struktura wieku

ABSTRACT

Introduction: The paper presents the results of the Polish national survey of medical x-ray examinations performed in 2004. **Materials and Methods:** A questionnaire was used to collect the data on the number and types of x-ray examinations. The data covered most of x-ray laboratories in Poland, being under the dosimetric surveillance performed by the Radiation Protection Department at the Nofer Institute of Occupational Medicine in Łódź. **Results:** The number of x-ray procedures in Poland in the year 2004 accounted for 32.4 million examinations, i.e. 830 procedures per 1000 inhabitants; the latter figure includes 65 specialist procedures and 61 dental examinations per 1000 of inhabitants, each. They were performed in over 3000 x-ray laboratories, including operational theatres and dental units. The majority of patients were at the age of 40–60 years and women made over 50% of all those examined. **Conclusions.** Owing to the modification of the health care organisation, the profile of examinations performed in x-ray laboratories has changed. Nevertheless, conventional x-ray examinations are still in a majority, among which radiographies of chest, spine and limbs are most frequently performed. It should be emphasised that the number of the hip joint radiographies in infants and small children have decreased and practically photofluorographic examinations have been eliminated from the diagnostic practice. The number of specialist procedures has evidently increased, and thus the frequency of these procedures in Poland and other European countries is comparable. Med Pr 2006;57(3):251–6

Key words: x-ray diagnostic procedures, number and types of x-ray examinations, patients, age structure

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

Nadesłano: 18.04.2006

Zatwierdzono: 4.05.2006

WSTĘP

Medyczne zastosowania promieniowania X są najbardziej znaczącym spośród sztucznych źródeł promieniowania jonizującego dla populacji większości krajów, w tym także dla polskiej populacji. Dane na temat liczby i rodzajów procedur medycznych, podczas których jest wykorzystywane promieniowanie X w połączeniu z danymi o strukturze wieku i płci pacjentów poddawanych tym procedurom – stanowią podstawę i punkt wyjścia

dla oceny znaczenia tego źródła promieniowania dla sytuacji zdrowotnej populacji. Dlatego też tego rodzaju informacje są gromadzone okresowo w licznych krajach i publikowane m.in. przez Naukowy Komitet ONZ ds. Efektów Promieniowania Jonizującego (UNSCEAR).

Celem pracy było przeprowadzenie ogólnokrajowego przeglądu medycznych zastosowań promieniowania X w 2004 r. w Polsce z określeniem liczby i struktury



wykonywanych procedur oraz porównanie uzyskanych danych z wynikami dwóch poprzednich przeglądów, które dotyczyły lat 1986 i 1995 i przeprowadzone były wg takiego samego schematu metodycznego (1,2).

MATERIAŁ I METODY

Zebranie danych na temat liczby i struktury badań rentgenowskich (rtg) przeprowadzono metodą ankietową. W tym celu do zdecydowanej większości placówek w Polsce, wykonujących procedury medyczne z wykorzystaniem promieniowania rtg, rozesłano ankietę, w której proszono o wpisanie – wg podanego schematu – danych o wszystkich badaniach i/lub zabiegach wykonanych w pięciu wybranych dniach 2004 r. (adresy pracowni rtg zaczerpnięto z bazy danych Pracowni Nażenia Zawodowego Zakładu Ochrony Radiologicznej IMP w Łodzi). Dni ankietowania wybrano w taki sposób, aby uwzględnić:

- ewentualną odmienność profilu badań rtg, wykonywanych w poszczególnych dniach tygodnia, jaki mógł być stosowany w części analizowanych placówek oraz

- sezonową zmienność liczby wykonywanych badań w poszczególnych miesiącach roku.

Przyjęcie za podstawę 5 spośród 257 dni roboczych w 2004 roku było równoznaczne z wyznaczeniem staty-

stycznej losowej. Ponieważ liczba i rodzaj badań, wykonywanych w różnych pracowniach w Polsce w dowolnie wybranych dniach, nie są wzajemnie zależne, to zgodnie z definicją można uznać zbiór danych ankietowych za statystyczną próbę prostą, tj. próbę o elementach nie skorelowanych między sobą. Sprawdzone, iż liczebność tak dobranej próby losowej jest wystarczająca do wnioskowania na poziomie ufności 0,95.

Dla potrzeb archiwizacji danych ankietowych poszczególnym rodzajom procedur rentgenodiagnostycznych nadano kody literowo-cyfrowe. Ogółem wyodrębniono 72 rodzaje badań, w tym:

- 30 rodzajów badań nazwanych konwencjonalnymi (w tej liczbie znalazła się też mammografia, densytometria kostna i pantomografia), oraz

- 42 rodzaje procedur specjalistycznych, z uwzględnieniem procedur radiologii interwencyjnej i procedur tomograficznych.

Uwzględniając różnorodność profili działalności poszczególnych jednostek organizacyjnych, określanych ogólnym mianem „pracowni rtg” – wyodrębniono 5 rodzajów placówek, nazwanych umownie: ogólnymi, specjalistycznymi, radiologii interwencyjnej, pediatricznymi i stomatologicznymi. Charakterystykę wyodrębnionych rodzajów pracowni przedstawiono w tabeli 1 (w poprzednich przeglądach wyodrębniano aż 15

Tabela 1. Charakterystyka wyodrębnionych rodzajów pracowni rtg i częstość zwrotów ankiet

Table 1. Types of x-ray laboratories specified in the questionnaire and the percentage of returned responses

Rodzaj pracowni rtg Type of x-ray laboratory	Zakres działalności Field of activity	Ogółem w kraju In general in the country		Procent odesłanych odpowiedzi na ankietę Percentage of returned responses
		liczba Number	procent Percentage	
Ogólne Basic	Pracownie wykonujące wyłącznie podstawowe badania rentgenodiagnostyczne (łącznie z mammografią i densytometrią kostną) Laboratories performing only basic x-ray examinations (including mammography and bone dosimetry)	1620	53	64
Specjalistyczne Specialised	Pracownie o szerokim spektrum badań rtg (łącznie z badaniami angiograficznymi i tomografią komputerową) Laboratories with wide spectrum of x-ray examinations (including angiography and computed tomography)	210	7	49
Radiologii interwencyjnej Interventional radiology	Pracownie radiologii interwencyjnej (naczyniowej i endoskopowej) oraz sale operacyjne, w których wykonuje się zabiegi pod kontrolą promieniowania X Laboratories of interventional radiology (angiographic and endoscopic) and operating rooms where the x-ray guided operations are performed	280	9	39
Pediatryczne Pediatrics	Pracownie rtg w szpitalach i przychodniach dla dzieci i młodzieży oraz pracownie w ośrodkach ginekologiczno-położniczych X-ray laboratories in hospitals and clinics dedicated for children and teenagers as well as x-ray rooms in gynaecological or maternity clinics	65	2	47
Stomatologiczne Dental	Poradnie i gabinety stomatologiczne Dental consulting units and rooms	900	29	38
Ogółem Total		3075	100	53



typów pracowni, co zdecydowanie nie miało uzasadnienia w obecnej sytuacji).

Wprowadzoną w ten sposób klasyfikację pracowni wykorzystano podczas ekstrapolacji, niezbędnej dla wnioskowania o aktywności wszystkich pracowni rtg na podstawie danych jedynie z tych placówek, które odpowiedziały na ankietę.

Udział poszczególnych typów pracowni w ogólnej ich liczbie oraz częstość zwrotów ankiet przedstawiono również w tabeli 1.

WYNIKI

Przedmiotem oceny były procedury wykonane przy zastosowaniu promieniowania X, wykonane w 2004 r. w Polsce. Na podstawie danych zebranych metodą an-

kietową określono liczbę i rodzaj procedur wykonanych w analizowanym roku oraz to, jaka była struktura wieku badanych osób.

Liczba procedur z wykorzystaniem promieniowania X, zarejestrowanych w Polsce wynosi 32,4 mln, tj. o 4,8 mln więcej niż w 1995 r.

Procedury te były wykonywane w 3075 pracowniach rtg, salach zabiegowych oraz gabinetach stomatologicznych.

Szczegółowe zestawienie wyników, odnośnie liczby procedur poszczególnych rodzajów, przedstawiono w tabeli 2.

W 2004 r. było wykonanych 830 procedur rentgenowskich (w przeliczeniu na 1000 mieszkańców), w tej liczbie 65 procedur specjalistycznych (w przeliczeniu na 1000 mieszkańców) oraz 61 zdjęć stomatologicznych

Tabela 2. Liczba procedur wykonanych przy użyciu promieniowania X w 2004 r. w Polsce

Table 2. Number of x-ray procedures in Poland, 2004

A. BADANIA KONWENCJONALNE A. CONVENTIONAL EXAMINATIONS

Rodzaj procedury Type of examination	Roczna liczba w tysiącach Annual number in thousands	Procent liczby ogółem Percentage of the total number
Zdjęcia głowy Head radiographies	1670	5,6
Zdjęcia klatki piersiowej – w tym badania małoobrazkowe Chest radiographies, including – photofluorography	10 470 105	35,0 0,4
Zdjęcia kręgosłupa oraz miednicy i stawów biodrowych – w tym zdjęcia kręgosłupa Radiographies of spine, pelvis and hip-joint, including – spine radiographies	6 640 4 780	22,2 16,0
Zdjęcia kończyn (górnych i dolnych) Limbs radiographies (upper and lower)	5 980	20,0
Badania jamy brzusznej i układu trawiennego – w tym fluoroskopia Abdomen and gastrointestinal tract examinations, including – fluoroscopy	500 140	1,8 0,5
Badania układu moczowo-płciowego – w tym cystografia Genitourinary system examinations, including – cystographies	150 23	0,5 <0,1
Mammografia Mammography	1 200	4,0
Densytometria kostna Bone densitometry	150	0,5
Zdjęcia stomatologiczne – w tym pantomografia Dental examinations, including – pantomography	3 380 250	11,3 0,8
Razem Total	29 900	100

B. PROCEDURY SPECJALISTYCZNE B. SPECIALISTIC PROCEDURES

Rodzaj procedury Type of the procedure	Roczna liczba w tysiącach Annual number in thousands	Procent liczby ogółem Percentage of the total number
Procedury naczyniowe – w tym kardiologiczne Vascular procedures, including – cardiological procedures	1 150 970	46 39
Procedury endoskopowe, kontrola zabiegów ortopedycznych i litotrypsji Endoscopic procedures, x-ray guided orthopedic and lithotripsy operations	275	11
Procedury tomografii komputerowej – w tym dotyczące głowy Computed tomography procedures, including – head procedures	1 075 570	43 23
Razem Total	2 500	100



(łącznie z pantomografią, także w przeliczeniu na 1000 mieszkańców).

W ogólnej liczbie pacjentów poddanych procedurom rentgenodiagnostycznym nieco ponad połowę stanowiły kobiety (53%).

W strukturze wieku dominowali pacjenci dorośli w wieku 40–60 lat; wyjątek stanowi badanie układu moczowego, w którym ok. 20% pacjentów stanowią dzieci w wieku poniżej 15 lat, oraz zdjęcia kręgosłupa także często wykonywane u młodzieży (10–19 lat).

Dane o liczbie i strukturze badań rtg, uzyskane za stosowaną tu metodą ankietową, mogą być obarczone pewnym błędem, którego źródłami są:

■ wnioskowanie o okresie całego roku na podstawie danych z jednego – przeciętnego – tygodnia roboczego (tj. 5 dni wskazanych w treści ankiety) (Δ_1),

■ wnioskowanie o aktywności wszystkich pracowników rtg na podstawie danych jedynie z tych placówek, które odpowiedziały na ankietę (Δ_2).

Tabela 3. Zestawienie danych o częstości procedur rentgenodiagnostycznych w Polsce w latach 1986, 1995 i 2004

Table 3. Frequency of x-ray diagnostic procedures in Poland in 1986, 1995 and 2004

Rodzaj procedury Type of procedure	1986		1995		2004	
	roczna liczba w tysiącach Annual number in thousands	procent liczby ogółem Percentage of the total number	roczna liczba w tysiącach Annual number in thousands	procent liczby ogółem Percentage of the total number	roczna liczba w tysiącach Annual number in thousands	procent liczby ogółem Percentage of the total number
Zdjęcia głowy Head radiography	1 620	7,6	1 770	6,4	1 670	5,2
Zdjęcia klatki piersiowej – pełnoformatowe Chest radiography	4 870	22,8	5 760	20,9	10 365	32,0
Zdjęcia klatki piersiowej – małoobrazkowe Chest photofluorography	5 860	27,5	6 990	25,3	105	0,3
Zdjęcia kręgosłupa Spine radiography	2 540	11,9	3 620	13,1	4 780	14,7
Zdjęcia stawów biodrowych i miednicy Pelvis and hip joints radiography	450	2,1	580	2,1	1 860	5,6
Zdjęcia kończyn Limbs radiography	2 975	13,9	4 150	15,0	5 980	18,4
Badania jamy brzusznej i układu trawiennego – w tym z fluoroskopią Abdomen and gastrointestinal tract examinations, including – fluoroscopy	1 300 450	6,2 2,1	910 490	3,3 1,8	500 140	1,5 0,4
Badania układu moczowo-płciowego Genitourinary system examinations	340	1,6	300	1,1	150	0,5
Zdjęcia stomatologiczne – w tym pantomografia Dental radiography, in which – pantomography	1 200 n.d.	5,6	2 840 n.d.	10,3	3 380 250	10,4 0,8
Densytometria kostna Bone densitometry	–	–	37	0,1	150	0,5
Mammografia Mammography	–	–	280 (400)*	1,0	1 200	3,7
Tomografia komputerowa Computed tomography	38	0,2	170 (500)**	0,6	1 075	3,3
Procedury naczyniowe i radiologia interwencyjna Vascular procedures and interventional radiology	84	0,4	142	0,5	1 425	4,4
Liczba ogółem Total	21 400	100	27 600	100	32 400	100

* W nawiasie podano dane z 2000 r.;
The 2000 data in parenthesis;

** W nawiasie podano dane z 1999 r.
The 1999 data in parenthesis;

n.d. – brak danych.
no data.



Tabela 4. Procentowy udział podstawowych rodzajów badań rtg w ogólnej liczbie badań wykonywanych w krajach Wspólnoty Europejskiej w latach 1991–1996 (1–10)

Table 4. The percentage of basic x-ray procedures in general number of examinations performed in the years 1991–1996 in EC countries (1–10)

Kraj Country	Zdjęcia klatki piersiowej Chest radiography	Zdjęcia kręgosłupa Spine radiography	Zdjęcia kończyn Limbs radiographies	Badania jamy brzuszej i przewodu pokarmowego Abdomen and gastrointestinal tract examinations
Czechy Czech Republic	16	17	26	4,3
Finlandia Finland	34	6	–	2,2
Niemcy Germany	21	12	24	3,9
Holandia The Netherlands	20	7	11	4,8
Szwecja Sweden	24	6	24	4,3
Wielka Brytania Great Britain	29	8	30	6,4
Polska –1995 Poland –1995	23	15	17	3,7
Polska –2004 Poland – 2004	35	22	20	1,8

Tabela 5. Roczna liczba procedur rentgenodiagnostycznych w przeliczeniu na 1000 mieszkańców w krajach Wspólnoty Europejskiej w latach 1991–1996 (1–4,7)

Table 5. Annual number of x-ray diagnostic procedures per 1000 inhabitants in EC countries in the year 1991–1996 (1–4,7)

Kraj Country	Liczba badań w przeliczeniu na 1000 mieszkańców Total number per 1000 inhabitants		
	ogółem Total	mammografia Mammography	tomografia komputerowa Computed tomography
Czechy Czech Republic	883	12	34
Finlandia Finland	704	34	25
Niemcy Germany	1254	68	64
Holandia The Netherlands	600	47	32
Szwecja Sweden	568	80	39
Wielka Brytania Great Britain	489	27	21
Polska –1995 Poland – 1995	715	7	4
Polska – 2004 Poland – 2004	830	31	28

Niepewność oszacowania, przeprowadzonego zastosowaną metodą jest określona wzorem:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}.$$

Niepewność przedstawionych wyników dotyczących z 2004 r. wynosi $\Delta = 14\%$ (przy czym składowa związana z odsetkiem zwrotu ankiet $\Delta_2 = 12\%$) i nie różni się znacząco od poziomu w poprzednich dwóch przeglądach (10–12%).

OMÓWIENIE

Wyniki relacjonowanego w niniejszej pracy przeglądu aktywności w zakresie rentgenodiagnostyki w Polsce porównano z wynikami dwóch poprzednich przeglądów, które były przeprowadzone według analogicznego schematu metodologicznego. Rezultat porównania przedstawiono w tabeli 3. Zamieszczone tam dane umożliwiają przeanalizowanie trendów w ilościowej charakterystyce procedur rentgenodiagnostycznych wykonywanych w Polsce w blisko 20-letnim okresie. Analiza ta wskazuje na szereg różnic, z których najistotniejszymi są:

- a) w odniesieniu do badań konwencjonalnych:
 - ograniczenie ogólnej liczby badań klatki piersiowej, a co ważniejsze, radykalne zmniejszenie liczby badań małoobrazkowych do znikomego odsetka ogólnej liczby badań rtg,
 - systematyczny wzrost liczby zdjęć kręgosłupa (także u młodzieży),
 - systematyczne zmniejszanie się liczby badań jamy brzusznej (w tym także wysokodawkowych procedur fluoroskopowych),
 - znaczny wzrost liczby badań stomatologicznych,
 - mammografia stała się relatywnie często wykonywanym badaniem rutynowym,
- b) w odniesieniu do procedur specjalistycznych:
 - ogromny wzrost liczby procedur tomografii komputerowej (prawie 30-krotny w porównaniu do 1986 r.),
 - podobnie duże zwiększenie liczby procedur radiologii interwencyjnej (najczęściej połączonych ze specjalistycznymi badaniami diagnostycznymi).

Zaobserwowane zwiększenie ogólnej liczby procedur rentgenodiagnostycznych, wykonanych w 2004 r. o 4,8 mln w porównaniu do wyników przeglądu dotyczącego 1995 r. mieści się w granicach błędu zastosowanej metody oceny: $32,4 \pm 4,5$ mln w 2004 r. wobec $27,6 \pm 2,8$ mln w 1995 r.

Na podkreślenie zasługuje fakt, iż o ile struktura procedur rentgenodiagnostycznych w okresie 1986–1995 r. nie zmieniła się zasadniczo, to struktura ba-



dań w 2004 r. wyraźnie odróżnia się udziałem procedur wysokospecjalistycznych i jest zdecydowanie bliższe schematom obserwowanym w innych krajach Wspólnoty Europejskiej. Dokumentują to dane przedstawione w tabelach 4 i 5.

Na zakończenie analizy trendów ilościowych w procedurach rentgenodiagnostycznych w Polsce należy także podkreślić zmiany w strukturze organizacyjnej pracowni rtg, tj.:

- znaczny wzrost liczby pracowni rtg, zwłaszcza gabinetów stomatologicznych,
- likwidacja pracowni badań małoobrazkowych klatki piersiowej,
- likwidacja licznych dawniej pracowni rtg w ZOZach przemysłowych,
- powstanie licznych pracowni prywatnych, często funkcjonujących przy prywatnych klinikach specjalistycznych, w których jednak profil badań jest dość zawężony (nie odbiega on znacząco od pracowni uspołeczniowanych zakwalifikowanych tu jako „ogólne”). Wyjątkiem są prywatne kliniki chirurgiczne, w których aparaty rtg używane są do kontroli zabiegów – najczęściej ortopedycznych.

WNIOSKI

Przedstawione wyniki przeglądu rentgenodiagnostyki w Polsce upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

- 1) nastąpiły ewidentne zmiany w strukturach administracyjnych służby zdrowia, które pociągnęły za sobą zmiany w poziomie aktywności pracowni rtg oraz profilu wykonywanych badań,
- 2) w strukturze wykonywanych badań nadal zdecydowaną większość stanowią badania konwencjonalne, wśród których dominują zdjęcia klatki piersiowej, kręgosłupa i kończyn,

3) zaniechano praktycznie wykonywania zdjęć stawów biodrowych u niemowląt oraz zdjęć małoobrazkowych klatki piersiowej u dorosłych, które to badania przyczyniały się do znacznego narażenia pacjentów,

4) stwierdzono istotny wzrost procedur specjalistycznych, który doprowadził do wyrównania wskaźników częstości tych procedur w Polsce i w innych krajach europejskich.

PIŚMIENNICTWO

1. Staniszevska M.A.: Diagnostic X-ray examinations in Poland in 1986-frequency and type. *Health Phys.*, 1993;64(6):591–593
2. Staniszevska M.A., Jankowski J.: An Update of the Frequency and Type of Diagnostic x-ray Examinations in Poland. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*, 1999;12(2):127–134
3. UNSCEAR 2000 Report. United Nations, New York 2000
4. Zoetelief J., Geleijns J., Kicken P.J.H., Thijssen M.A.D., van Unnik J.G.: Diagnostic reference levels derived from recent surveys on patient dose for various types of radiological examination in the Netherlands. *Radiat. Prot. Dosim.*, 1998;80(1–3):109–114
5. Tanner R.K., Wall B.F., Shrimpton P.C., Hart D., Bungay D.R.: Frequency of medical and dental x-ray examinations in the UK-1987/98. NRPB-R320. National Radiological Protection Board, Chilton 2000
6. Olerud H.M., Saxebøl G.: Diagnostic radiology in Norway from 1983 to 1993- examination frequency and collective effective dose to patients. *Radiat. Prot. Dosim.*, 1997;74(4):247–260
7. Rannikko S., Karila K.T.K., Toivonen M.: Patient and population doses of x-ray diagnostics in Finland. STUK-A144. Radiation and Nuclear Safety Authority, Helsinki 1997
8. Suleiman O.H., Conway B.J., Quinn P., Antonsen R.G., Rueter F.G., Slayton R.J. i wsp.: Nationwidesurvey of fluoroscopy: radiation dose and image quality. *Radiology*, 1997;203:471–476
9. Huda W., Gkanatsios N.A.: Effective dose and energy imparted in radiology. *Med. Phys.*, 1997;28(4):1311–1316
10. Hart D., Hillier M.C., Wall B.F., Shrimpton P.C., Bungay D.: Doses to patients from medical x-ray examinations in the UK-1995 review. NRPB-R289. National Radiological Protection Board, Chilton 1997

