

HOSPITAL AND CLINIC SURVEY ESTIMATES OF MEDICAL X-RAY
EXPOSURES IN HIROSHIMA AND NAGASAKI
PART 2. TECHNICAL EXPOSURE FACTORS

広島・長崎市の病・医院調査による医療用X線検査頻度の推定
第2部 X線検査の技術条件

SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. 安徳重敏

MASAHARU HOSHI, Ph.D. 星正治

SHOZO SAWADA, Ph.D. 澤田昭三

WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.



RADIATION EFFECTS RESEARCH FOUNDATION

財団法人 放射線影響研究所

A Cooperative Japan - United States Research Organization

日米共同研究機関

ACKNOWLEDGMENT

謝 辞

The authors greatly appreciate the technical assistance of Messrs. Masayoshi Mizuno and Shoji Nishio and the assistance of Mr. Hisao Katagami in the statistical analyses. We are indebted to Mmes. Grace Masumoto and Setsuko Nakamura for their assistance in preparing the manuscript.

水野正義氏及び西尾正二氏の技術的協力に対し、また片上久夫氏の統計解析上の協力に対して謝意を表す。また、原稿作成に協力された舛本幸江氏及び中村節子氏にもお礼を述べたい。

RERF TECHNICAL REPORT SERIES

放射線影響研究報告書集

The RERF Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, and advisory groups. The Technical Report Series is not intended to supplant regular journal publication.

放射線影響研究報告書は、日米専門職員、顧問、諮問機関の要求に応えるための日英両語による公式報告記録である。業績報告書は通例の誌上発表論文に代わるものではない。

The Radiation Effects Research Foundation (formerly ABCC) was established in April 1975 as a private nonprofit Japanese Foundation, supported equally by the Government of Japan through the Ministry of Health and Welfare, and the Government of the United States through the National Academy of Sciences under contract with the Department of Energy.

放射線影響研究所(元ABCC)は、昭和50年4月1日に公益法人として発足したもので、その経費は日米両政府の平等分担により、日本は厚生省の補助金、米国はエネルギー省との契約に基づく米国学士院の補助金とをもって運営されている。

HOSPITAL AND CLINIC SURVEY ESTIMATES OF MEDICAL X-RAY
EXPOSURES IN HIROSHIMA AND NAGASAKI
PART 2. TECHNICAL EXPOSURE FACTORS

広島・長崎市の病・医院調査による医療用X線検査頻度の推定
第2部 X線検査の技術条件

SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. (安徳重敏)*; MASAHARU HOSHI, Ph.D. (星正治)†;
SHOZO SAWADA, Ph.D. (澤田昭三)**; WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.

Division of Radiology, Department of Clinical Studies

臨床研究部放射線科

SUMMARY

The technical factors used during radiological examinations performed in Hiroshima and Nagasaki medical institutions were analyzed. The most frequently performed examination was chest radiography, followed by upper GI series. More than half the radiographic exposures were from upper GI series due to the many spot films made during fluoroscopy.

Comparison of the present survey results with those of a previous one showed that relatively high kVp, low mAs and mA, and smaller field sizes are now more widely used. Though there have been decreases in fluoroscopy times and tube currents over the past 10 years, the numbers of spot films used have increased. Based on these technical factors, tables of organ doses from fluoroscopic examinations were compiled.

INTRODUCTION

The continuing studies by ABCC/RERF for late effects of ionizing radiation from the atomic bombs have included numerous assessments of doses which survivors and comparison subjects have received during medical and dental X-ray examinations.¹⁻⁸

During two-week periods in 1974, the records of medical X-ray examinations conducted in Hiroshima and Nagasaki medical institutions

要約

広島・長崎両市の医療機関で実施されたX線検査の技術条件を解析した。最も頻度の高い検査は胸部X線検査で、次いで上部胃腸管検査であった。透視中に数多くの狙撃撮影が行われるため、X線撮影の半数以上は上部胃腸管検査によるものであった。

前回の調査結果と今回の調査結果を比較して、今回は、比較的高いkVp, 低いmAs及びmA, そして更に狭い照射野がより多く使われていることがわかった。過去10年間に透視時間は短縮し、管電流は低くなっているが、狙撃撮影の枚数は増加している。これらの技術条件に基づいて透視検査による臓器線量の表を作成した。

緒言

原爆放射線の後影響に関するABCC/放射研の継続調査では、被爆者及びその対照者が、医療用及び歯科用X線検査中に受けた線量に関する多くの評価を行っている。¹⁻⁸

1974年の2週間について、広島・長崎の医療機関で行われた医療X線検査の記録を調査し、検査頻度と検査の種類を検討し、それによって対象者の報告した

*RERF Consultant and Department of Experimental Radiology, Faculty of Medicine, Kyushu University
放射研顧問及び九州大学医学部放射線基礎医学教室

**RERF Consultant and Department of Radiation Biology, Research Institute for Nuclear Medicine and Biology, Hiroshima University
放射研顧問及び広島大学原爆放射線医学研究所障害基礎研究部門

†RERF Part-time Professional Staff and Department of Radiation Biology, Research Institute for Nuclear Medicine and Biology, Hiroshima University
放射研非常勤研究員及び広島大学原爆放射線医学研究所障害基礎研究部門

were reviewed to confirm that exposures reported by the subjects were actually made, to ascertain the technical exposure factors used, and to estimate the doses incurred — by examination frequency and type. The frequencies of radiological examinations among RERF and the general populations have already been reported.⁹

The present investigation consisted of an analysis of the technical factors used to perform phantom dosimetry for estimating doses received by the subjects of that study⁹ and the preparation of tables of doses to assign to RERF subjects.

MATERIALS AND METHODS

The subjects and medical institutions surveyed, the area involved, and the methodology used, have been described in detail.⁹ All large hospitals (18 in Hiroshima and 13 in Nagasaki) and a 40% random sample of all relatively small institutions (180 in Hiroshima and 113 in Nagasaki) were selected from rosters of hospitals and clinics which were using X-ray apparatus as of 31 December 1970. Consequently, 138 Hiroshima and 97 Nagasaki institutions were included in the present study. Records of all X-ray examinations conducted at each institution during a two-week period in 1974 were collected. The technical data were transcribed onto forms and were subsequently stored on computer tapes.

The radiological examinations conducted were categorized as 1) plain radiography, 2) tomography, 3) tomography with contrast media, 4) fluoroscopy, 5) fluoroscopy with contrast media, and 6) radiography with contrast media; each category for 63 body sites, by age, sex, and city.

In the study by Sawada et al,⁹ analysis included radiological examinations for patients over 30 years of age, since no A-bomb survivors were less than that age. The technical factors were analyzed by age in 1974 from 0-2, 3-7, 8-15, and 16 years of age and over, because the type and frequency of examination, body site, etc., varied by age and RERF sample, but the technical factors of examination did not vary appreciably by age for those 16 years or older.

RESULTS

The numbers of examinations performed by sex, age, and city are shown in Tables 1a and 1b.⁹

撮影が実際に行われているかどうかを確認し、使用した技術条件も確認して、受けた線量を推定した。放影研及び一般の調査集団におけるX線検査の頻度は既に報告されている。⁹

今回の調査では、本調査シリーズ⁹の対象者が受けた線量を推定するためのファントムによる線量測定に使用する技術条件の解析をし、放影研対象者に適用するための線量表の作成をした。

材料及び方法

調査した対象者及び医療機関、調査区域、並びに使用した方法については、別に報告されている。⁹ 1970年12月31日現在X線装置を使用している病・医院名簿から、すべての大病院（広島18、長崎13）と、比較的小規模な医療機関の40%任意抽出群（広島180機関、長崎113機関）とを選んだ。したがって、本調査では広島138、長崎97の医療機関を対象とした。1974年の2週間に各医療機関で行われたすべてのX線検査の記録を収集した。技術データを書式に転写し、次いでコンピューター・テープに収録した。

実施されたX線検査を1)通常X線撮影、2)断層撮影、3)造影剤を用いた断層撮影、4)透視、5)造影剤を用いた透視、及び6)造影剤を用いたX線撮影の各区分に類別し、その区分を63の部位につき、年齢、性、及び都市別に分類した。

澤田ら⁹の調査では、30歳未満の原爆被爆者はいなかったもので30歳以上の患者のX線検査について解析が行われた。検査の種類及び頻度、部位などは年齢別及び放影研調査集団別に異なったが、検査の技術条件は、16歳以上の対象者については年齢別にあまり変わらなかったもので、1974年の年齢を、0—2歳、3—7歳、8—15歳、及び16歳以上の各年齢に分け技術条件の解析を行った。

結 果

実施検査数の性、年齢、及び都市別分布を表1 a及び1 bに示した。⁹

TABLE 1a NUMBER OF EXAMINATIONS BY SEX AND AGE, HIROSHIMA
表1a 検査数, 性別及び年齢別, 広島

Body site	Male				Female				Total			
	Age				Age				Age			
	0-2	3-7	8-15	16+	0-2	3-7	8-15	16+	0-2	3-7	8-15	16+
Head, Neck	18	29	65	317	20	21	38	272	38	50	103	589
Spine	1	6	19	963	2	3	25	721	3	9	44	1684
Pelvis	1	3	-	66	2	-	2	131	3	3	2	197
Upper Extremity	18	37	67	379	19	22	43	226	37	59	110	605
Lower Extremity	46	47	58	464	122	96	62	451	168	143	120	915
Thorax	1	1	1	88	1	-	2	100	2	1	3	188
Chest	168	176	131	3252	159	158	127	1982	327	334	258	5234
Abdomen	12	16	15	909	5	9	16	721	17	25	31	1630
Upper GI series	1	1	7	1492	3	-	3	917	4	1	10	2409
Whole Body	8	3	1	27	6	-	-	19	14	3	1	46
Total	274	319	364	7957	339	309	318	5540	613	628	682	13497

TABLE 1b NUMBER OF EXAMINATIONS BY SEX AND AGE, NAGASAKI
表1b 検査数, 性別及び年齢別, 長崎

Body site	Male				Female				Total			
	Age				Age				Age			
	0-2	3-7	8-15	16+	0-2	3-7	8-15	16+	0-2	3-7	8-15	16+
Head, Neck	14	21	32	191	13	16	16	170	27	37	48	361
Spine	1	2	11	451	2	3	4	410	3	5	15	861
Pelvis	1	1	1	36	-	1	1	62	1	2	2	98
Upper Extremity	8	33	53	226	11	19	26	142	19	52	79	368
Lower Extremity	26	30	57	333	85	23	33	269	111	53	90	602
Thorax	1	-	-	52	-	-	-	46	1	-	-	98
Chest	66	52	71	1765	48	50	52	1510	114	102	123	3275
Abdomen	7	7	5	536	9	4	7	459	16	11	12	995
Upper GI series	-	1	3	417	-	-	4	249	-	1	7	666
Whole Body	-	2	-	2	1	-	1	5	1	2	1	7
Total	124	149	233	4009	169	116	144	3322	293	265	377	7331

The numbers of exposures by age and city are shown in Table 2. Among the total 85,729 exposures, 94% were for persons 16 years of age or older.

表2は年齢及び都市別の照射件数を示したものである。合計85,729回の照射数のうち、94%は16歳以上の対象者に関するものであった。

TABLE 2 RADIOLOGICAL EXPOSURES BY AGE AND CITY
表2 X線撮影数, 年齢別及び都市別

Age	Hiroshima		Nagasaki		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
0-2	995	1.16	505	0.59	1500	1.75
3-7	971	1.13	672	0.78	1643	1.92
8-15	1458	1.70	791	0.92	2249	2.62
16+	54779	63.90	25487	29.73	80266	93.63
Unknown	49	0.06	22	0.03	71	0.08
Total	58252	67.95	27477	32.05	85729	100

The numbers of exposures per examination, by type of institution, are shown in Table 3. In both cities, chest radiography was the type of examination most frequently performed, followed by upper GI series, and spine radiography. More than half of the radiographic exposures were from upper GI series, a reflection of much spot filming during fluoroscopy. In general, the numbers of exposures at relatively large institutions exceeded those at smaller ones.

医療機関の種類別の検査当たり照射数を表3に示す。両市とも、最も頻度の高い検査は胸部X線検査で、次いで上部胃腸管X線検査及び脊髄X線検査であった。X線撮影の半数以上は上部胃腸管X線検査によるものであり、これは透視中に数多くの狙撃撮影が行われたことを示す。一般に、比較的大規模な医療機関における検査当たりの照射数は小規模な医療機関のそれを上回っていた。

Technical exposure factors of posteroanterior (PA) chest radiography and upper GI series were studied because of their relatively high frequencies. These data were compared with those of a 1964-65 survey¹⁰ in which both of these types of examinations were analyzed.

背腹方向胸部X線検査及び上部胃腸管X線検査は、比較的頻度が高かったため、その撮影条件について検討した。これらのデータを、この両検査について解析を行っている1964-65年の調査¹⁰のデータと比較した。

The distributions of tube voltages, mAs, field sizes, and focus-film distances (FFD) for PA chest radiography are shown in Tables 4-7. In both cities, relatively high kVp and low mAs were used in the larger institutions as compared with the smaller ones. Relatively high kVp was used more frequently by Hiroshima than by Nagasaki institutions. Unnecessarily large beam sizes exceeding the effective areas of films were encountered more frequently in relatively small institutions. The majority of films used measured 11×14 and 14×17 inches. There were no obvious differences in FFD by type of institution or city.

背腹方向胸部X線検査の管電圧, mAs, 照射野の大きさ, 及び焦点-フィルム間の距離 (FFD) の各分布を表4~7に示した。両市とも、大規模な医療機関では、小規模な医療機関よりも比較的高いkVp及び低いmAsを使用していた。広島市の医療機関では、長崎市の医療機関よりも比較的高いkVpを使用する頻度が高かった。比較的小規模な医療機関では、フィルムの有効面積を超える必要以上に大きい線束をより頻繁に用いていることが認められた。使用フィルムの大多数は11×14インチ及び14×17インチのものであった。医療機関の種類別又は都市別にはFFDに明白な差はなかった。

TABLE 3 EXAMINATIONS, EXPOSURES, AND EXPOSURES PER EXAMINATION,
CITIES AND SEXES COMBINED

表3 検査, 撮影, 及び検査当たりの撮影数, 広島・長崎合計及び男女合計

Examination (No.)	Large Hospitals				Small Hospitals				Total			
	0-2	3-7	8-15	16+	0-2	3-7	8-15	16+	0-2	3-7	8-15	16+
Skull												
Exam.	45	36	57	302	14	33	21	116	59	69	78	418
Expos.	110	88	139	835	26	71	44	220	136	159	183	1055
Rate	2.44	2.44	2.44	2.76	1.86	2.15	2.10	1.90	2.31	2.30	2.35	2.52
C-Spine												
Exam.		7	8	421		1	13	314		8	21	735
Expos.		23	21	1741		2	29	874		25	50	2615
Rate		3.29	2.63	4.14		2.00	2.23	2.78		3.13	2.38	3.56
Chest												
Exam.	286	313	257	4473	7	31	69	1926	293	344	326	6399
Expos.	491	428	395	6782	8	31	71	2301	499	459	466	9083
Rate	1.72	1.37	1.54	1.52	1.14	1.00	1.03	1.19	1.70	1.33	1.43	1.42
L-Spine												
Exam.			14	717			8	693			22	1410
Expos.			42	2468			16	1638			58	4106
Rate			3.00	3.44			2.00	2.36			2.64	2.91
Hip Joint												
Exam.	170	79	25		8	4	3		178	83	28	
Expos.	254	98	40		9	4	3		263	102	43	
Rate	1.49	1.24	1.60		1.13	1.00	1.00		1.48	1.23	1.54	
Chest Tomo.												
Exam.				354				127				481
Expos.				1675				932				2607
Rate				4.73				7.34				5.42
UGI spots												
Exam.			9	1750			7	1258			16	3008
Expos.			146	24617			88	15806			234	40423
Rate			16.2	14.1			12.6	12.6			14.6	13.4
Barium enema												
Exam.				135				57				192
Expos.				1410				492				1902
Rate				10.4				8.63				9.91
Gallbladder												
Exam.				166				90				256
Expos.				1013				473				1486
Rate				6.10				5.26				5.80

Rate: Exposures/Examination

TABLE 4 PA CHEST RADIOGRAPHY

表4 背腹方向胸部X線検査

Number of Exposures by kVp, Age 16 years and over 照射数, kVp 別, 16歳以上

kVp	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
1- 54	17	28	45		36	36	81 (1.2)
55- 64	444	384	828	6	526	532	1360 (19.4)
65- 74	111	185	296	114	354	468	764 (10.9)
75- 84	27	102	129	396	93	489	618 (8.8)
85- 94	136	17	153	528	20	548	701 (10.0)
95-104	321	44	365	408	7	415	780 (11.1)
105-114	362	5	367	107	3	110	477 (6.8)
115-124	838	12	850	19	1	20	870 (12.4)
125-134	492	57	549	7		7	556 (7.9)
135-144	660	84	744				744 (10.6)
145+	37	14	51	2		2	53 (0.8)
Total	3445	932	4377	1587	1040	2627	7004 (100)
(%)	(49.2)	(13.3)	(62.5)	(22.7)	(14.8)	(37.5)	(100)

TABLE 5 PA CHEST RADIOGRAPHY

表5 背腹方向胸部X線検査

Number of Exposures by mAs, Age 16 years and over 照射数, mAs 別, 16歳以上

mAs	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
1- 5	1270	37	1307	157	8	165	1472 (21.0)
6- 14	838	189	1027	1196	348	1544	2571 (36.7)
15- 24	81	632	713	197	319	516	1229 (17.5)
25- 34	466	37	503	26	309	335	838 (12.0)
35- 44	1	8	9	7	24	31	40 (0.6)
45- 54	3		3	3	14	17	20 (0.3)
55- 64		5	5	1	4	5	10 (0.1)
65- 74					5	5	5 (0.1)
75- 84		2	2				2 (0.0)
85- 94							
95-104	1		1				1 (0.0)
105-200	2	2	4				4 (0.1)
200+	2	1	3				3 (0.0)
Photo Timer	781	19	800		9	9	809 (11.6)
Total	3445	932	4377	1587	1040	2627	7004 (100)
(%)	(49.2)	(13.3)	(62.5)	(22.7)	(14.8)	(37.5)	(100)

TABLE 6 PA CHEST RADIOGRAPHY

表 6 背腹方向胸部X線検査

Number of Exposures by Field Size, Age 16 years and over 照射数, 照射野の大きさ別, 16歳以上

Field Size (cm)	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
Length							
23-27	5	1	6				6 (0.1)
28-32							
33-37	19	50	69	2	28	30	99 (1.4)
38-42	2640	689	3329	1468	712	2180	5509 (78.7)
43-47	643	6	649	108	20	128	777 (11.1)
48-52					1	1	1 (0.0)
53+	138	186	324	9	279	288	612 (8.7)
Total	3445	932	4377	1587	1040	2627	7004 (100)
Width							
18-22	5	1	6				6 (0.1)
23-27	18	50	68	2	28	30	98 (1.4)
28-32	1583	618	2201	331	620	951	3152 (45.0)
33-37	11		11		1	1	12 (0.2)
38-42	1692	79	1771	1245	297	1542	3313 (47.3)
43-47	1	1	2				2 (0.0)
53+	135	183	318	9	94	103	421 (6.0)
Total	3445	932	4377	1587	1040	2627	7004 (100)
(%)	(49.2)	(13.3)	(62.5)	(22.7)	(14.8)	(37.5)	(100)

TABLE 7 PA CHEST RADIOGRAPHY

表 7 背腹方向胸部X線検査

Number of Exposures by FFD, Age 16 years and over

照射数, FFD 別, 16歳以上

FFD in cm	Hiroshima	Nagasaki	Total (%)
~50		1	1 (0.0)
51- 70		3	3 (0.0)
71- 90	10		10 (0.1)
91-110	27	19	46 (0.7)
111-150	489	859	1348 (19.3)
151-190	559	577	1136 (16.2)
191-210	3274	1105	4379 (62.5)
211+	17	63	80 (1.1)
Unknown	1		1 (0.0)
Total	4377	2627	7004 (100)
(%)	(62.5)	(37.5)	(100)

FFD: Focus-film distance 焦点-フィルム間距離

Tables 8-11 show the technical factors used for fluoroscopy. A few apparatus utilizing automatic kV or mA control to compensate for varying densities encountered during examinations of various parts of the body were in use in each city. The milliamperage used with conventional fluoroscopy apparatus was about twice that of fluoroscopy apparatus equipped with image intensifiers. The average fluoroscopy time was 4.5 minutes in Hiroshima and 5.1 minutes in Nagasaki. The fluoroscopy time most frequently used in both cities was 2-4 minutes. No significant differences were observed in FFD by type of institution or city, similar to chest radiography.

The data for spot filming are shown in Tables 12-15. Similar trends were observed for PA chest radiography. Higher kVp and lower mAs were more often used in relatively large institutions.

Phantom dosimetry was performed and organ doses were calculated according to these technical factors. For chest radiography, dose tables have been compiled for various kVps, field sizes, and added filtrations.¹¹ Since doses from fluoroscopy are, in general, higher than those for other examinations, and fluoroscopic examination techniques vary by institution, dose tables were compiled according to city, apparatus, and institution. These are shown in Tables 16-18.

表8～11は透視に使用された技術的条件を示している。いずれの市においても、体の各部位の検査中に認められる密度の違いを補正するためにkV又はmAの自動制御を利用する装置が二、三使用されている。従来の透視装置で使用されているミリアンペア値は、イメージ・インテンシファイヤーを装備した透視装置のミリアンペア値の約2倍であった。平均透視時間は広島で4.5分、長崎で5.1分であった。両市で最も多く利用されている透視時間は2～4分であった。胸部X線検査と同様、医療機関の種類又は都市別では、FFDに有意差は観察されなかった。

狙撃撮影のデータは表12～15に示した。同様な傾向が背腹方向胸部X線検査にも見られた。比較的大規模な医療機関では、比較的高いkVp及び低いmAsがより多く使用されている。

これらの技術条件に基づいてファントム線量測定を実施し、臓器線量の算定を行った。胸部X線検査については、種々のkVp、照射野の大きさ、及び付加濾過板について線量表が作成されている。¹¹透視による線量はおおむねその他の検査による線量より高く、透視検査技術は医療機関により異なるので、都市、装置、及び医療機関に応じて線量表を作成した。これらは表16～18に示した。

TABLE 8 UPPER GI SERIES, FLUOROSCOPY

表8 上部胃腸管X線検査、透視

Number of Examinations by kVp, Age 16 years and over 検査数, kVp 別, 16歳以上

kVp	Hiroshima			Nagasaki			Total (%)
	Conv.	Image	Total	Conv.	Image	Total	
51- 60	10	15	25		3	3	28 (0.9)
61- 70	48	211	259	3	29	32	291 (9.5)
71- 80	106	905	1011	11	159	170	1181 (38.5)
81- 90	65	697	762	58	277	335	1097 (35.8)
91-100	5	158	163	2	105	107	270 (8.8)
101-120		165	165		5	5	170 (5.5)
Auto	19		19	10		10	29 (1.0)
Total	253	2151	2404	84	578	662	3066 (100)
(%)	(8.3)	(70.2)	(78.4)	(2.7)	(18.9)	(21.6)	(100)

TABLE 9 UPPER GI SERIES, FLUOROSCOPY

表9 上部胃腸管X線検査, 透視

Number of Examinations by mA, Age 16 years and over 検査数, mA別, 16歳以上

mA	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
Conventional							
~ 1.5	1	101	102		2	2	104 (30.9)
1.6-2.5		66	66		22	22	88 (26.1)
2.6-3.5		85	85	39	13	52	137 (40.7)
3.6-4.5				7	1	8	8 (2.4)
Total	1	252	253	46	38	84	337 (100)
(%)	(0.3)	(74.8)	(75.1)	(13.7)	(11.3)	(24.9)	(100)
Image Intensifier							
~ 0.2	3	3	6	19	23	42	48 (1.8)
0.3-0.7	59	201	260	138	105	243	503 (18.4)
0.8-1.2	702	230	932	106	141	247	1179 (43.2)
1.3-1.7	268	195	463	15	1	16	479 (17.6)
1.8-2.2	243	29	272	28		28	300 (11.0)
2.3-2.7	2	49	51	2		2	53 (1.9)
2.8-3.2	3		3				3 (0.1)
Auto	164		164				164 (6.0)
Total	1444	707	2151	308	270	578	2729 (100)
(%)	(52.9)	(25.9)	(78.8)	(11.3)	(9.9)	(21.2)	(100)

TABLE 10 UPPER GI SERIES, FLUOROSCOPY

表10 上部胃腸管X線検査, 透視

Number of Examinations by Fluoroscopy Time, Conventional and Image Intensifier Types Combined
検査数, 透視時間別, 従来の透視装置とイメージ・インテンシファイヤー装置の合計

Time in Minutes	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
~ 2.0	134	118	252	23	6	29	281 (9.2)
2.1- 4.0	683	538	1221	132	178	310	1531 (49.9)
4.1- 6.0	403	185	588	94	80	174	762 (24.9)
6.1- 8.0	135	55	190	43	20	63	253 (8.3)
8.1-10.0	54	51	105	23	16	39	144 (4.7)
10.1-20.0	26	12	38	34	8	42	80 (2.6)
20.1-30.0	9		9	5		5	14 (0.5)
30.1+	1		1				1 (0.0)
Total	1445	959	2404	354	308	662	3,066 (100)
(%)	(47.1)	(31.3)	(78.4)	(11.6)	(10.0)	(21.6)	(100)

TABLE 11 UPPER GI SERIES, FLUOROSCOPY

表11 上部胃腸管X線検査, 透視

Number of Examinations by FTD, Age 16 years and over 検査数, FTD別, 16歳以上

FTD in cm	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
Conventional							
~37		84	84				84 (24.9)
38-42		116	116		23	23	139 (41.3)
43-47		38	38		15	15	53 (15.7)
48-52		8	8	46		46	54 (16.0)
53-57	1		1				1 (0.3)
58-62							
63+		6	6				6 (1.8)
Total	1	252	253	46	38	84	337 (100)
(%)	(0.3)	(74.8)	(75.1)	(13.7)	(11.3)	(24.9)	(100)
Image Intensifier							
~37				22		22	22 (0.8)
38-42	504	231	735	59	129	188	923 (33.8)
43-47	63		63	52	6	58	121 (4.4)
48-52	379		379		20	20	399 (14.6)
53-57	296	223	519				519 (19.0)
58-62		60	60	53	26	79	139 (5.1)
63+	202	193	395	122	89	211	606 (22.2)
Total	1444	707	2151	308	270	578	2729 (100)
(%)	(52.9)	(25.9)	(78.8)	(11.3)	(9.9)	(21.2)	(100)

FTD: Focus-table distance 焦点-テーブル間距離

TABLE 12 UPPER GI SERIES, SPOT FILMING

表12 上部胃腸管X線検査, 狙撃撮影

Number of Exposures by kVp, Age 16 years and over 照射数, kVp別, 16歳以上

kVp	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
55- 64	17	42	59	16	4	20	79 (0.2)
65- 74	487	1626	2113	355	533	888	3001 (7.4)
75- 84	4152	5297	9449	224	2301	2525	11974 (29.6)
85- 94	3547	1989	5536	1900	648	2548	8084 (20.0)
95-104	6280	1433	7713	1655	963	2618	10331 (25.6)
105-124	1760	926	2686	838	10	848	3534 (8.7)
125+	559	34	593	53		53	646 (1.6)
Auto	2774		2774				2774 (6.9)
Total	19576	11347	30923	5041	4459	9500	40423 (100)
(%)	(48.4)	(28.1)	(76.5)	(12.5)	(11.0)	(23.5)	(100)

TABLE 13 UPPER GI SERIES, SPOT FILMING

表13 上部胃腸管X線検査, 狙撃撮影

Number of Exposures by mAs, Age 16 years and over 照射数, mAs 別, 16歳以上

mAs	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
~10	1627	861	2488	676	213	889	3377 (8.4)
11- 20	6498	3517	10015	2120	2686	4806	14821 (36.7)
21- 30	1385	2345	3730	209	545	754	4484 (11.1)
31- 70	129	455	584	994	277	1271	1855 (4.6)
71-100	18	6	24				24 (0.1)
100+	4		4	1		1	5 (0.0)
Photo Timer	9915	4163	14078	1041	738	1779	15857 (39.2)
Total	19576	11347	30923	5041	4459	9500	40423 (100)
(%)	(48.4)	(28.1)	(76.5)	(12.5)	(11.0)	(23.5)	(100)

TABLE 14 UPPER GI SERIES, SPOT FILMING

表14 上部胃腸管X線検査, 狙撃撮影

Number of Exposures by FTD, Age 16 years and over 照射数, FTD 別, 16歳以上

FTD in cm	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
~37	3	1021	1024	302		302	1326 (3.3)
38-42	5543	3932	9475	824	2346	3170	12645 (31.3)
43-47	702	469	1171	802	222	1024	2195 (5.4)
48-52	6271	78	6349	533	286	819	7168 (17.7)
53-57	3877	2652	6529				6529 (16.2)
58-62		803	803	930	336	1266	2069 (5.1)
63+	3180	2383	5563	1650	1269	2919	8482 (21.0)
Unknown		9	9				9 (0.0)
Total	19576	11347	30923	5041	4459	9500	40423 (100)
(%)	(48.4)	(28.1)	(76.5)	(12.5)	(11.0)	(23.5)	(100)

TABLE 15 UPPER GI SERIES, SPOT FILMING

表15 上部胃腸管X線検査, 狙撃撮影

Number of Exposures by Field Size, Age 16 years and over 照射数, 照射野の大きさ別, 16歳以上

Field Size in cm	Hiroshima Hospitals			Nagasaki Hospitals			Total (%)
	Large	Small	Total	Large	Small	Total	
	Length						
11-15	9600	4815	14415	1692	1650	3342	17757 (43.9)
16-20	2	1306	1308	662	505	1167	2475 (6.1)
21-25	2322	877	3199	566	558	1124	4323 (10.7)
26+	7652	4348	12000	2121	1746	3867	15867 (39.3)
Unknown		1	1				1 (0.0)
Total	19576	11347	30923	5041	4459	9500	40423 (100)
(%)	(48.4)	(28.1)	(76.5)	(12.5)	(11.0)	(23.5)	(100)
	Width						
11-15	12453	6593	19046	3318	2844	6162	25208 (62.4)
16-20	1355	549	1904	199	145	344	2248 (5.6)
21-25	2969	1309	4278	820	589	1409	5687 (14.1)
26+	2799	2895	5694	704	881	1585	7279 (18.1)
Unknown		1	1				1 (0.0)
Total	19576	11347	30923	5041	4459	9500	40423 (100)
(%)	(48.4)	(28.1)	(76.5)	(12.5)	(11.0)	(23.5)	(100)

TABLE 16 DOSE FROM UPPER GI SERIES BY INSTITUTION AND CITY

表16 上部胃腸管 X 線検査による線量, 医療機関及び都市別

Apparatus	Institution		Total Dose / Exam. in mrad			
			Skin	Bone Marrow	Gonad	
					Male	Female
Hiroshima						
Conventional	(All Physicians)		13000	340	34	640
Image Intensifier	Small Hospital & Clinics	(Radiologists)	9000	230	21	160
		(Others)	8600	180	14	390
	Large Hospitals	A	12000	160	7.0	230
		B	9800	150	5.1	180
		C	9200	140	5.3	180
		D	10000	160	5.6	190
		E	13000	190	7.6	250
		F	12000	170	6.7	220
		G	11000	180	6.0	200
		H	10000	160	5.7	200
		I	10000	160	5.8	200
		K	8900	130	5.2	170
		L	7600	120	4.3	140
		M	15000	220	9.3	310
		O	14000	200	8.3	280
		P	11000	160	5.8	200
	Q	10900	160	6.2	210	
	R	10900	160	6.2	210	
	S	10900	160	6.2	210	
Nagasaki						
Conventional	(All Physicians)		17000	440	43	780
Image Intensifier	Small Hospital & Clinics	(Radiologists)	13000	360	32	820
		(Others)	8400	220	19	510
	Large Hospitals	A	12000	180	6.9	230
		B	12000	180	6.6	220
		C	9600	150	5.0	180
		D	8800	140	4.7	150
		E	6000	92	3.2	110
		F	7100	110	3.6	130
		G	12000	170	6.9	230
		H	9900	150	5.3	180

Conventional: Fluoroscopy apparatus without image intensifier.

従来の装置: イメージ・インテンシファイヤーのない透視装置

Image Intensifier: Apparatus which intensifies light gathered from fluoroscopic screen, and transmits the latter to optical system.

イメージ・インテンシファイヤー: 透視スクリーンから集められた光を増幅し, そのスクリーンを光学系へ移す装置

TABLE 17 DOSES FROM BARIUM ENEMAS BY INSTITUTION AND CITY
 表17 バリウム注腸X線検査による線量, 医療機関及び都市別

Apparatus	Institution		Total Dose/ Exam. in mrad			
			Skin	Bone Marrow	Gonad	
					Male	Female
			Both Cities			
Conventional	(All Physicians)		7300	330	191	1920
			Hiroshima			
Image Intensifier	Small	(Radiologist)	3200	200	77	910
		(Others)	6800	410	160	1900
	Large	A	4300	260	100	1200
		B	3600	220	94	1000
		C	2300	140	58	630
		D	6400	420	260	1800
		E	4900	320	160	1500
		F	4900	290	120	1400
		G	5200	310	130	1500
		H	7400	460	170	2100
		I	3900	230	96	1100
(Others)	4600	290	127	1310		
			Nagasaki			
	Small (All Physicians)		3200	200	86	860
Large	A	6000	330	180	1700	
	B	3700	230	100	110	
	C	3700	250	260	970	
	D	3300	210	120	920	
	F	3000	190	77	860	
	G	7200	450	210	2100	
	(Others)	4600	280	160	1280	

TABLE 18 DOSES FROM CHEST FLUOROSCOPY BY INSTITUTION, CITIES COMBINED
 表18 胸部透視検査による線量, 医療機関別, 両市合計

Apparatus	Institution		Total Dose/Exam. in mrad			
			Skin	Bone Marrow	Gonad	
					Male	Female
Conventional	All*		990	28	0.28	1.2
Image Intensifier	Small	All	470	17	0.25	1.4
	Large	All	140	7.9	0.19	0.81

*All physicians. 医師全員

DISCUSSION

Cumulative doses incurred during fluoroscopy at community institutions are being assigned to the Adult Health Study subjects.¹² The dose tables compiled in this study are the basis for such dose assignments.

Although factors such as the types and frequencies of examinations and body sites vary by age, the technical factors of examinations do not vary appreciably for subjects 16 years of age or older or by RERF samples. They vary by height, body size, and body thickness.

Comparison of the current data with those of the 1964-65 survey¹⁰ reflected revisions in technical factors which in turn may have affected the doses received by patients. Relatively high kVp, low mA and mAs, as well as smaller field sizes, are now more widely used.

Between the previous¹⁰ and the current surveys, there have been decreases in fluoroscopy times and increases in numbers of spot films used per examination. The earlier survey¹⁰ which included 159 fluoroscopy examinations, disclosed an average fluoroscopy time of 6.7 minutes, and an average of 5.0 spot film exposures per examination. During the 1974 survey,⁹ the corresponding figures were 4.3 minutes and 13 exposures, respectively. In a 1979 survey of two large Hiroshima hospitals,¹² the average fluoroscopy time was 3.4 minutes and the average number of radiographic exposures was 17.2. Regarding the fluoroscopy examinations, this does not necessarily indicate a large reduction of patients' doses, because significant dose reductions were accomplished mainly by decreasing the milliamperage during fluoroscopy, and not reducing the numbers of spot films or field sizes.

考 察

成人健康調査の対象者には、地域の医療機関で透視中に受けた集積線量が割り出されている。¹² 今回の調査で作成した線量表は、このような線量割り当ての基礎資料である。

検査の種類及び頻度並びに体の部位などの因子は年齢により異なるが、検査の技術条件は、16歳以上の対象者について、あるいは放影研調査集団別にはさほど変わらない。技術条件は、身長、体の大きさ、及び体の厚みにより異なる。

現在のデータと1964-65年の調査¹⁰のデータを比較したところ、技術条件の改善が認められたが、これはまた患者が受けた線量にも影響を及ぼした可能性がある。現在では、比較的高いkVp、低いmA及びmAs、並びにより狭い照射野が広く使用されている。

以前の調査¹⁰から現在の調査までの間に透視時間は減少し、1検査当たりで使用された狙撃撮影フィルム数は増加している。159件の透視検査を扱った先の調査¹⁰では、平均透視時間は6.7分、検査当たりの平均狙撃撮影数は5.0回であった。1974年の調査⁹ではそれに相当する値はそれぞれ4.3分、及び13回であった。広島の大病院に関する1979年の調査¹²においては、平均透視時間は3.4分、X線撮影の平均回数は17.2であった。透視検査に関しては、このことは必ずしも患者の線量の大幅な減少を示すものではない。なぜなら、著明な線量の減少は、主として透視検査中のミリアンペアの減少によるものであって、狙撃撮影数や照射野の大きさの減少によるものではなかったからである。

REFERENCES

参考文献

1. ANTOKU S, RUSSELL WJ, MILTON RC, YOSHINAGA H, TAKESHITA K, SAWADA S: Dose to patients from roentgenography. *Health Phys* 23:291-9, 1972 (ABCC TR 4-67, 5-68, 21-70)
2. ANTOKU S, RUSSELL WJ: Dose to the active bone marrow, gonads and skin from roentgenography and fluoroscopy. *Radiology* 101:669-78, 1971 (ABCC TR 20-70)
3. YOSHINAGA H, TAKESHITA K, SAWADA S, RUSSELL WJ, ANTOKU S: Estimation of exposure pattern and bone marrow and gonadal dose during fluoroscopy. *Br J Radiol* 40:344-9, 1967 (ABCC TR 7-65)
4. TAKESHITA K, ANTOKU S, SAWADA S: Exposure pattern, surface, bone marrow integral and gonadal dose from fluoroscopy. *Br J Radiol* 45:53-8, 1972 (ABCC TR 19-69)
5. ANTOKU S, SAWADA S, RUSSELL WJ: Doses from Hiroshima mass radiologic gastric surveys. *Health Phys* 38:735-42, 1980 (RERF TR 12-78)
6. ANTOKU S, KIHARA T, RUSSELL WJ, BEACH DR: Dose to critical organs from dental radiography. *Oral Surg* 41:251-60, 1976 (ABCC TR 40-72)
7. RUSSELL WJ, ANTOKU S: Radiation therapy among A-bomb survivors. *Am J Public Health* 66:773-7, 1976 (ABCC TR 36-71)
8. PINKSTON JA, ANTOKU S, RUSSELL WJ: Malignant neoplasms among atomic bomb survivors following radiation therapy. *Acta Radiol Oncol Radiat Phys Biol* 20:267-71, 1981 (RERF TR 3-80)
9. SAWADA S, LAND CE, OTAKE M, RUSSELL WJ, TAKESHITA K, YOSHINAGA H, HOMBO Z: Hospital and clinic survey estimates of medical X-ray exposures in Hiroshima and Nagasaki. Part I. RERF population and the general population. RERF TR 16-79
10. SAWADA S, RUSSELL WJ, WAKABAYASHI T: Radiography and fluoroscopy techniques in hospitals and clinics, Hiroshima-Nagasaki, 1964-65. ABCC TR 2-68
11. ANTOKU S, MILTON RC: Dose to bone marrow and gonads from chest examinations. Calculation by electronic computer. ABCC TR 4-67
12. YAMAMOTO O, ANTOKU S, RUSSELL WJ, FUJITA S: Medical X-ray exposure doses as possible contaminants of atomic bomb doses in assessing late A-bomb effects. RERF TR in preparation