

IN-BEAM IONIZATION CHAMBER VERSUS PHANTOM-ESTIMATED
FLUOROSCOPY DOSES

透過型電離箱およびファントム測定による透視検査の線量

SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. 安徳重敏

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

SHOICHIRO FUJITA, M.S. 藤田正一郎



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所 - 原爆傷害調査委員会

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

TECHNICAL REPORT SERIES

業 績 報 告 書 集

The ABCC Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, advisory groups, and affiliated government and private organizations. The Technical Report Series is in no way intended to supplant regular journal publication.

ABCC業績報告書は、ABCCの日米専門職員、顧問、諮問機関ならびに政府および民間の関係諸団体の要求に応ずるための日英両語による公式報告記録であって、業績報告書集は決して通例の誌上発表論文に代わるものではない。

IN-BEAM IONIZATION CHAMBER VERSUS PHANTOM-ESTIMATED FLUOROSCOPY DOSES

透過型電離箱およびファントム測定による透視検査の線量

SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. 安徳重敏

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

SHOICHIRO FUJITA, M.S. 藤田正一郎

ACKNOWLEDGMENT

謝 辞

The author gratefully appreciates the technical assistance of Messrs. Shigeru Tamaguchi, Masayoshi Mizuno and Shoji Nishio and the clerical assistance of Mrs. Harumi Oishi throughout this study.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A Cooperative Research Agency of
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
and
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

with funds provided by
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH
U.S.A. PUBLIC HEALTH SERVICE

原爆傷害調査委員会

広島および長崎

米国学士院—学術会議と厚生省国立予防衛生研究所
との日米共同調査研究機関

米国原子力委員会, 厚生省国立予防衛生研究所および米国公衆衛生局の研究費による

IN-BEAM IONIZATION CHAMBER VERSUS PHANTOM-ESTIMATED
FLUOROSCOPY DOSES

透過型蛍光鏡による phantom 測定による線量検査の精度

SHIGERU TANIGUCHI, PH.D. 田口 茂
WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.S.
SHOICHIRO FUJITA, M.S. 藤田 周一郎

ACKNOWLEDGMENT

謝 辞

The authors greatly appreciate the technical assistance of Messrs. Shigeru Taniguchi, Masayoshi Mizuno and Shoji Nishio, and the clerical assistance of Mrs. Hasumi Oishi throughout this study.

技術的援助を賜った谷口 茂, 水野正義, 西尾正二の各氏および事務的援助を賜った大石蓮美氏に感謝の意を表する。

ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
NIPPON KOKU KAIGAI JIKAN
U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE
U.S. ATOMIC ENERGY COMMISSION
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF RADIATION
U.S. PUBLIC HEALTH SERVICE

会 員 資 料 査 査 部
第 73 号

東京大学医学部放射線科
昭和二十九年四月一日

東京大学医学部放射線科

CONTENTS

目次

Summary	要約	1
Introduction	緒言	1
Materials and Method	材料および方法	2
Results	結果	3
Discussion	考察	7
References	参考文献	8
Table	1. Average doses from fluoroscopy, obtained by phantom dosimetry	3
表	ファントームによる線量測定によって得られた透視検査の平均線量	3
	2. Ratios of readings of the Diamentor and the EIL dosimeter, by milliamperere-seconds during fluoroscopy and spot filming	4
	透視およびスポット撮影における Diamentor と EIL 線量計との指示値の比: ミリアンペア・秒別	4
	3. Ratios of readings of the Diamentor to those of the EIL, by kVp, during fluoroscopy and spot filming	4
	透視およびスポット撮影における Diamentor と EIL 線量計との指示値の比: kVp 別	4
	4. Sensitivity changes of the Diamentor by beam size, 80 kVp	5
	照射野による Diamentor の感度変化, 80 kVp	5
	5. Diamentor and phantom dosimetry doses	5
	Diamentor とファントームの線量値	5
	6. Correlation coefficients between Diamentor readings and estimated patient doses	6
	Diamentor 指示値と患者の推定被曝線量との相関係数	6
	7. Errors in dose estimates by linear regression between phantom and Diamentor doses	6
	ファントーム測定と Diamentor による線量との間の直線回帰による線量推定の誤差	6
Figure	1. Diamentor	2
図		

Approved 承認 31 May 1973

IN-BEAM IONIZATION CHAMBER VERSUS PHANTOM-ESTIMATED FLUOROSCOPY DOSES

透過型電離箱およびファントム測定による透視検査の線量

SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. (安徳重敏)^{1*}; WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.¹;
SHOICHIRO FUJITA, M.S. (藤田正一郎)²Departments of Radiology¹ and Statistics²放射線部¹および統計部²

SUMMARY

Doses determined by a Diamentor ionization chamber monitoring the incident fluoroscopic beam were compared with those obtained by phantom dosimetry. Statistically significant correlations were observed between them for upper gastrointestinal series and micturition cystography, primarily because of less variation in locations of the incident X-ray beam during this type of examination. This was not true for barium enemas and oral cholecystograms, though the latter two examinations were relatively few.

INTRODUCTION

Doses from the ABCC X-ray examinations of participants in the ABCC-JNIH Adult Health Study (AHS) are being recorded in the Department of Radiology for future reference in the subjects' evaluations for late atomic bomb radiation effects.¹ The value of such routine recording has been emphasized by other investigators.^{2,3}

Dose data for these subjects' examinations were previously estimated by dosimetry using phantom humans.⁴⁻⁹ Such procedures sufficed for radiography where exposure factors were relatively constant, because X-ray beam projections and body sites vary little. In fluoroscopy, however, these conditions vary considerably during an examination, and from patient to patient. These variations restrict somewhat the application of dose tables to individual fluoroscopic examinations.

要約

透視検査時における入射X線の監視用電離箱であるDiamentorによって得られた線量を人体ファントムを用いて測定された線量と比較した。上腹部胃腸管および排尿膀胱造影検査については、両者の間に統計的に有意な相関々係が得られた。この種の検査ではX線の入射部位にあまり変動がないため、両者の間に相関がみられたものと思われる。バリウム注腸および経口胆嚢造影検査では、検査数が少ないこともあって相関はみられなかった。

緒言

ABCC-予研成人健康調査(AHS)対象者が、ABCCで受けるX線検査の被曝線量は、ABCC放射線部で記録され、原爆放射線による後障害の調査研究のための、将来の参考資料として保存されている。¹このような被曝線量の記録の必要性については、他の研究者によって強調されている。^{2,3}

対象者のX線検査による被曝線量は、すでに人体ファントムを用いた線量測定によって得られている。⁴⁻⁹この方法は、X線の入射方向および検査部位がほとんど決められているので、照射条件が比較的一定の直接撮影には適当である。しかし、透視検査では、これらの条件が、検査中または患者によってかなり変化する。このような条件変化があるために、個々の透視検査に線量表を適用することには若干の制約がある。

*Research Institute for Nuclear Medicine and Biology, Hiroshima University; Visiting Research Associate, ABCC.

広島大学原爆放射能医学研究所, ABCC非常勤研究員

Purposes of the present study were to evaluate our earlier estimates of fluoroscopy doses,¹ and to assess the reliability of the Diamentor. An ionization chamber within the direct X-ray beam should facilitate the assessment of doses. A "pancake" type ionization chamber incident to the direct X-ray beam was used to measure input doses to patients.

MATERIALS AND METHOD

A plexiglass "pancake" type ionization chamber, the "Diamentor" (Physikalisch-Technische Werkstat-ten), measuring 20.8 × 21.5 × 2.0 cm was installed incident to the X-ray beam. It was connected to a monitor with a digital counter and a remote dose register with a stamp to record dose data in patients' medical charts. This equipment is shown in Figure 1.

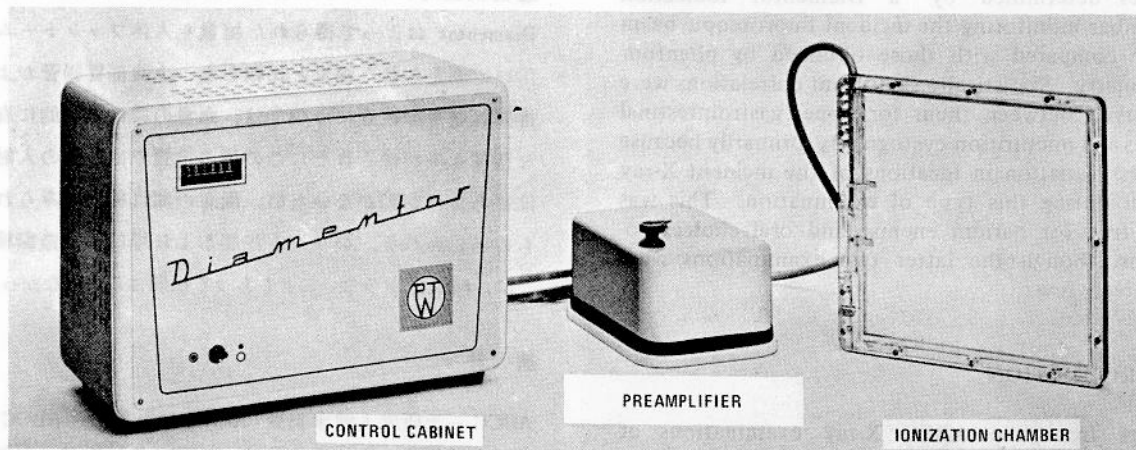


FIGURE 1 DIAMENTOR

The thickness of the ionization chamber was equivalent to less than 0.5 mm Al.¹⁰ The chamber was affixed to the filter housing of the fluoroscopic tube of a General Electric Fluoricon II image intensifier X-ray apparatus. This X-ray unit had capabilities of 150 kVp, 500 mA, incorporated dual-focus 6-9 inch image intensifier tube, and a closed-circuit television system, with an automatic brightness control which functioned by automatically altering the kilovoltage.

The Diamentor was evaluated by comparing its readings with those of an Electronic Instruments Limited (EIL) ionization chamber (Electronic Instruments Limited, suitable for dosimetry in

本調査では、これまでに使用してきた透視検査の線量¹を再検討するのみでなく、Diamentorの信頼性を調べた。X線錐内におかれた電離箱を使用すれば、容易に線量を評価することができる。本調査では、透過型電離箱によって患者に入射する線量を求めた。

材料および方法

大きさ20.8×21.5×2.0cmのプラスチック製透過型電離箱"Diamentor"(Physikalisch-Technische Werkstat-ten製)をX線錐に垂直になるように固定した。この電離箱を、デジタル・カウンターおよび患者の診療記録簿に線量を記載するためのスタンプつき自動線量記録器に接続した。装置の外観を第1図に示す。

電離箱の実効厚さは0.5 mm Al以下である。¹⁰ 電離箱はGeneral Electric Fluoricon II, イメージ・インテンシファイヤーつきX線装置の透視台の濾過板収納器に取り付けた。このX線装置は定格150 kVp, 500 mAで、二重焦点6-9インチ・イメージ・インテンシファイヤーおよび閉回路テレビジョンをもち、管電圧が自動的に変化することによって自動的に輝度制御ができる。

基礎実験として、Diamentorの指示値をElectronic Instruments Limited(EIL)電離箱(Electronic Instruments Limited製)の読みを基準として比較した。EIL電

TABLE 1 AVERAGE DOSES FROM FLUOROSCOPY, OBTAINED BY PHANTOM DOSIMETRY

表1 ファントームによる線量測定によって得られた透視検査の平均線量

Examination	Bone Marrow Integral (g-rad)	Gonad (mrad)		Skin (mrad)
		Male	Female	
Upper gastrointestinal				
Fluoroscopy*	7.2/min	0.35/min	13/min	330/min
Spot filming	1.4/exp	0.07/exp	2.7/exp	100/exp
Barium enemas				
Fluoroscopy*	30/min	11/min	140/min	480/min
Spot filming	5.9/exp	3.2/exp	28/exp	110/exp

*With image amplifier

the diagnostic X-ray energy range.^{11,12} This 35 cc chamber was placed on a Mix-D phantom measuring 30 X 50 X 20 cm, located in the fluoroscopic beam. The ratios of the Diamantor and the EIL chamber readings were established by comparisons according to kVp, mA and field size.

For each patient's examination, the Diamantor readings, fluoroscopic time, and number of spot film exposures were routinely recorded. The Diamantor readings obtained were eventually compared with skin, gonad, and bone marrow integral doses determined by phantom dosimetry.⁸ Our method for estimating dose from fluoroscopy has been described in detail elsewhere,^{4,9} and will be mentioned only briefly here. Three radiologists "examined" a phantom human with film jackets affixed to it simulating upper gastrointestinal (GI) series. A simulated barium-filled stomach was inserted into the phantom.^{4,9} Skin doses were estimated by densities of the exposed "jacket" films. Bone marrow integral and gonadal doses were calculated from depth dose and scattered dose data. Doses per minute and per spot film were thus obtained. The corresponding total doses per examination were calculated according to fluoroscopy time and numbers of spot films. Four hundred and seventy-two upper GI series, 30 micturition cystographies during intravenous pyelography (IVP), 23 barium enemas (BEs), and 8 oral cholecystograms (GBs) were so evaluated. Examples of doses previously published for upper GI and BE examinations are shown in Table 1.⁸

RESULTS

The Diamantor and the EIL chamber readings are compared in Tables 2 and 3. For given tube

離箱は診断用X線のエネルギー領域での線量測定に適している。^{11,12} この35cc電離箱をX線錐中の Mix D 製ブロック・ファントーム、30×50×20cm、の表面に置いた。Diamantor と EIL 電離箱との読みの比は、kVp, mA および照射野について比較することによって求めた。

個々の患者の検査ごとに、Diamantor の読み、透視時間ならびにスポット撮影枚数を毎回記録した。得られた Diamantor の読みと、ファントーム実験によって得られた皮膚、生殖腺ならびに骨髄線量⁸の相関係数を計算した。透視検査の線量推定の方法については、別に詳細に報告^{4,9}されているので、ここでは簡単に記載する。フィルムジャケットを付した人体ファントームについて3人の放射線科医が上腹部胃腸管(GI)透視検査法に似た方法で検査した。バリウムを満たした模造の胃をファントーム内に挿入した。^{4,9} 皮膚線量は、ジャケット中のフィルムの黒化度から求め、骨髄および生殖腺線量は、深部線量および散乱線量の資料に基づいて計算した。このようにして、1分間当たりの線量が得られた。1検査当たりの総線量は、透視時間およびスポットフィルム数に応じて計算した。472例の上腹部胃腸管、30例の静注腎盂撮影間における排尿膀胱造影、23例のバリウム注腸ならびに8例の経口胆嚢造影検査について、上述の方法で線量を計算した。以前に報告した上腹部胃腸管およびバリウム注腸検査の線量を第1表に示す。⁸

結果

Diamantor と EIL 電離箱の読みの比較を第2, 3表に

TABLE 2 RATIOS OF READINGS OF THE DIAMENTOR AND THE EIL DOSEMETER, BY MILLIAMPERE-SECONDS DURING FLUOROSCOPY AND SPOT FILMING

表2 透視およびスポット撮影における Diamentor と EIL 線量計との指示値の比: ミリアンペア・秒別

Exposure	kVp	mA	sec	Diamentor/EIL
Fluoroscopy *	80	1	60	0.217
		2	60	0.223
		3	60	0.220
Spot filming	80	200	1/5	0.221
		200	1/10	0.217
		200	1/20	0.216

*With image amplifier

TABLE 3 RATIOS OF READINGS OF THE DIAMENTOR TO THOSE OF THE EIL, BY KVP, DURING FLUOROSCOPY AND SPOT FILMING

表3 透視およびスポット撮影における Diamentor と EIL 線量計との指示値の比: kVp 別

Exposure	mA	sec	kVp	Diamentor/EIL
Fluoroscopy*	1	60	60	0.219
			80	0.217
			100	0.208
Spot filming	200	1/10	60	0.218
			80	0.217
			100	0.207

*With image amplifier

voltages, the ratios of the Diamentor to the EIL readings were nearly constant, regardless of mAs. These ratios of Diamentor to EIL readings gradually decreased with increasing kVp. This may have been caused by increasing back-scatter radiation from the phantom to the EIL chamber at relatively high kVp, because no significant changes in ratios of Diamentor to EIL readings were observed in the absence of the phantom. Sensitivity changes by beam size were observed as shown in Table 4. Beam size on the Diamentor attached to the filter housing of the X-ray tube was less than 10 X 10 cm during fluoroscopy. The error caused by this heterogeneous response is estimated to have been less than 10%.

The average Diamentor readings and estimated doses for the four types of examinations are shown in Table 5. The highest and lowest Diamentor readings for each examination are also shown in this table. There were large differences in the maximum and minimum values of the Diamentor

を示す。EIL に対する Diamentor の比は、一定電圧においては、mAs に無関係に、ほぼ同じであった。EIL と Diamentor との比は、kVp の増加と共に次第に減少した。ファントームがない場合には Diamentor と EIL との比に著明な差は認められなかった。これはファントームから EIL 電離箱への後方散乱が、比較的高い電圧において増加することに基因するものであろう。第4表に示すように、照射野の大きさによる感度変化が認められた。透視検査において、濾過板収納器に付けられた Diamentor 上における照射野は10×10cm以内であったので、この不均一感度によって生ずる誤差は10%以内と推定される。

4種類の透視検査における Diamentor の平均値とファントームによる推定線量を第5表に示す。この表には、各検査における最高と最低の Diamentor の読みが示してある。Diamentor の読みの最高値と最低値には大きな違いがみられた。一方、相当する線量値には、そのような

TABLE 4 SENSITIVITY CHANGES OF THE DIAMENTOR BY BEAM SIZE, 80 KVP

表4 照射野による Diamentor の感度変化, 80 kVp

Beam Size cm	Ratio of Area	Ratio of Diamentor Readings	Sensitivity
5 × 5	1	1	1
10 × 10	4	3.7	0.93
15 × 15	9	8.1	0.90
20 × 20	16	14.5	0.90

TABLE 5 DIAMENTOR AND PHANTOM DOSIMETRY DOSES

表5 Diamentor とファントームの線量値

Examination	Sex	Fluoroscopy Time (min)	Diamentor* (R cm ²)	Dose/Examination*			
				Bone Marrow Integral (g-rad)	Gonad (mrad)		Skin (mrad)
					Male	Female	
Upper GI series	M	4.5	Max 3594	59.5	3.03	-	3496
		3.5	Min 567	44.1	2.24	-	2562
	F	3.0	Max 5440	43.2	-	81.3	2600
		3.0	Min 332	44.6	-	84.0	2700
	Average	4.2	1290	56.9	3.00	104	3380
Micturition Cystography	M	2.5	Max 1561	92.7	37.1	-	1530
		1.5	Min 553	56.8	22.9	-	940
	F	3.5	Max 2790	129	-	602	2120
		2.5	Min 227	92.7	-	434	1530
	Average	2.1	963	78.9	24.8	413	1310
Barium Enemas	M	7.3	Max 4274	302	124	-	5030
		5.5	Min 612	171	63.7	-	2750
	F	6.0	Max 9900	227	-	1060	3760
		4.5	Min 752	176	-	826	2930
	Average	7.7	2280	289	105	1430	4910
Oral Cholecystograms	M	1.5	Max 138	74.0	4.30	-	2492
		0.5	Min 33	75.0	5.2	-	2070
	F	1.0	Max 321	42.0	-	16.0	1550
		0.5	Min 47	32.0	-	15.1	946
	Average	1.1	136	63.6	4.75	25.8	2050

*By phantom dosimetry

TABLE 6 CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN DIAMENTOR READINGS AND ESTIMATED PATIENT DOSES

表6 Diamentor 指示値と患者の推定被曝線量との相関係数

Examination	Examination Number			Correlation Coefficient			
	Male	Female	Total	Gonad		Bone Marrow	Skin
				Male	Female		
Upper GI series	194	278	472	.4024***	.2942***	.3613***	.3600***
Micturition Cystography	10	20	30	.7658**	.5800**	.5950***	.6004***

***Significant ($P < 0.001$)

** Significant ($0.001 < P < 0.01$)

TABLE 7 ERRORS IN DOSE ESTIMATES BY LINEAR REGRESSION BETWEEN PHANTOM & DIAMENTOR DOSES

表7 ファントーム測定と Diamentor による線量との間の直線回帰による線量推定の誤差

Examination	Average Dose, Standard Error							
	Bone Marrow Integral (g-rad)	Gonad (mrad)				Skin (mrad)		
		Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male
Upper GI Series	56.9	12.8	3.00	0.68	104.2	22.7	3378.1	722.7
Micturition Cystography	78.9	38.6	24.8	13.90	413.0	214.6	1305.0	614.0

readings. There were no such differences in the corresponding doses. The Diamentor readings shown are extreme values. When we assign doses obtained by phantom dosimetry,⁸ we make no corrections for field size variations during a given fluoroscopic examination, nor from patient to patient. However, the Diamentor records "area dose" — the product of dose in roentgen and area in cm^2 — thereby taking into account the continually varying field sizes. These may be the reasons for the differences in dose readings obtained in this study and those from phantom dosimetry. The coefficients for correlation between the Diamentor readings and the dose per examination by phantom dosimetry were calculated from these tables. The results are shown in Table 6. Upper GI series and micturition cystography showed correlations which were highly significant statistically. No such correlation was observed for BE or GB examinations.

Standard errors in dose estimates as average values are shown in Table 7. These are the minimum errors of the dose estimates.

差は認められなかった。ただしここでは Diamentor の読みの極端な例が示されている。ファントーム測定から得られた線量を患者の検査に当てはめる時には、⁸ 検査中における、および患者による照射野の大きさの変化に対しての補正はしていない。しかし Diamentor の記録は R 単位の線量に cm^2 単位の面積を乗じた“面積線量”であるので、経時的に変化する照射野の影響を考慮に入れた値である。これらのことが、本調査における線量値の差異の原因であろう。これらの表から Diamentor の読みとファントーム実験から求めた検査当たりの線量との相関係数を計算した。その結果を第 6 表に示す。上腹部胃腸管と排尿膀胱検査については統計的に有意の相関が得られたが、バリウム注腸および経口胆嚢造影検査では、そのような相関は認められなかった。

平均値について計算された線量推定の標準誤差を第 7 表に示す。これらの値は線量推定の最小の誤差範囲を示すものである。

DISCUSSION

The Diamantor readings are proportional to patients' surface area doses. Were the skin doses assigned patients truly area doses, the Diamantor readings would have been proportional to the individual's skin dose. Assuming uniform distribution of active bone marrow, this would also have been true for bone marrow dose. However, the skin doses shown here were not truly area doses; rather, they were the maximum doses incurred on the body surface. Also, the distribution of active bone marrow is not uniform.¹³ The Diamantor dose readings were therefore not exactly proportional to the doses obtained by phantom dosimetry, and the Diamantor readings did not agree exactly with doses obtained by phantom dosimetry. However, the correlations observed indicated that the doses by both methods were in good approximation for upper GI series examinations.

For BEs and GBs, however, there was no correlation between the Diamantor readings and the doses obtained by phantom studies. Too few GB series were evaluated to allow statistical analysis. It should be noted that the body sites exposed during BEs vary more than do those during upper GI series. The Diamantor records all exposure — that from spot filming as well as that from fluoroscopy — however, the surface areas exposed vary. Each area therefore receives only a part of the total exposure registered by the Diamantor throughout a given examination. As a result, the point at which cumulated skin dose is at its maximum may not coincide with the Diamantor readings.

Several investigations using the Diamantor have been reported.^{14,15} However, comparison of results in the present study with those of others was difficult because the techniques used varied according to the investigators, and the purposes of the other investigations primarily concerned the measurements of patients' surface doses. These studies have proven the usefulness of in-beam ionization chambers for surface area-dose measurements. In this study, the Diamantor readings paralleled bone marrow integral and gonad doses we obtained by phantom dosimetry for upper GI series and micturition cystography, because the incident X-ray beam sizes and projections during these examinations did not vary as widely as did those during barium enemas and cholecystograms.

考 察

Diamantor の指示値は、患者表面の面積線量に比例するものである。患者に記載した皮膚線量が真に面積線量であるとすれば、Diamantor の値は、個人の皮膚線量に比例するはずである。もし活性骨髄が均一に分布しているとすれば、このことは骨髄線量についても当てはまる。しかしここでいう皮膚線量は面積線量ではなく、体表における最大線量を示している。また活性骨髄の分布は均一ではない。¹³ それ故 Diamantor の値はファントームによって得られた線量と厳密には比例しないし、また一致もしなかった。しかしながら、相関関係がみられたことは、2つの方法による線量が、上腹部胃腸管検査において良い近似値を与えることを示した。

バリウム注腸および胆嚢造影検査については、Diamantor 指示値とファントーム線量との間には相関関係はみられなかった。胆嚢造影では、統計的解析を行なうためには例数が少なすぎた。バリウム注腸検査における照射部位は上腹部胃腸管検査に比べて、大きく移動することが指摘され得る。Diamantor は透視およびスポット撮影によるすべての被曝を記録する。けれども照射される表面は変動する。それ故各表面域は、一定の検査を通じて Diamantor に記録された全照射の一部分を受けるにすぎない。結果として、最大の被曝を受ける皮膚のある点の線量は、Diamantor 値と一致しないであろう。

Diamantor を使用した研究が、これまでに幾つか報告されている。^{14,15} これらの研究と本研究とでは、使用された技術条件が異なるし、また他の研究は患者の表面線量を測定することを主目的としているので、両者の結果を比較することは困難であった。しかしこれらの研究は、表面の面積線量測定には透過型線量計が有用であることを示している。本調査では、上腹部胃腸管と排尿膀胱造影検査における Diamantor の読みが、ファントーム測定によって得られた骨髄積算および生殖腺線量と平行していることが示された。それは、これらの検査の間における入射X線の照射野および方向がバリウム注腸および胆嚢造影検査の間におけるようには、大きく変動しないためだと考えられる。

REFERENCES

参考文献

1. SAWADA S, TAKESHITA K, et al: Estimation of gonadal and bone marrow dose in roentgenological examinations at ABCC, Hiroshima and Nagasaki. ABCC RP 9-66
2. EASON CF, BROOKS BG: Should medical radiation exposure be recorded? Am J Public Health 62:1189-93, 1972
3. WEBSTER EW: Patient and personnel dose during diagnostic X-ray examinations. Paper presented at a conference on Medical Radiation Information for Litigation, Nov 1968
4. YOSHINAGA H, TAKESHITA K, et al: Estimation of exposure pattern and bone marrow and gonadal doses during fluoroscopy. Brit J Radiol 40:344-9, 1967
5. ANTOKU S, MILTON RC: Dose to bone marrow and gonads from chest examination. Calculations by electronic computer. ABCC TR 4-67
6. ANTOKU S, YOSHINAGA H, RUSSELL WJ: Bone marrow and gonadal dose in roentgenography excluding posteroanterior chest examinations, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 5-68
7. ANTOKU S, RUSSELL WJ, et al: Dose from chest photofluorography. ABCC TR 21-70
8. ANTOKU S, RUSSELL WJ: Dose to the active bone marrow, gonads, and skin from roentgenography and fluoroscopy. Radiology 101:669-78, 1971
9. TAKESHITA K, ANTOKU S, SAWADA S: Exposure pattern, surface, bone marrow integral and gonadal dose from fluoroscopy. Brit J Radiol 45:53-8, 1972
10. Manual of the Diagnostic Dosemeter DIAMENTOR. Nuclear Associates, Inc.
11. OSBORN SB, BURROWS RG: An ionization chamber for diagnostic X-radiation. Phys Med Biol 3:37-43, 1958
12. STUART S, OSBORN SB: A wide range direct reading X-ray dosimeter. Phys Med Biol 3:255-63, 1959
13. RUSSELL WJ, YOSHINAGA H, et al: Active bone marrow distribution in the adult. Brit J Radiol 39:735-9, 1966
14. ARDRAN GM, CROOKS HE: The measurement of patient dose. Brit J Radiol 38:766-70, 1965
15. ARDRAN GM: Patient dose received during fluoroscopy. In *Television in Diagnostic Radiology*. Ed by R.D. Moseley and J.H. Rust. Aesculapius Publishing Company, Birmingham, Alabama, 1969