



Title	エックス線診療による生殖腺の被曝線量の統計についての考え方
Author(s)	宮川, 正; 江藤, 秀雄; 柄川, 順 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1957, 17(7), p. 838-844
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15334">https://hdl.handle.net/11094/15334</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## エックス線診療による生殖腺の被曝線量 の統計についての考え方

東京大学医学部放射線医学教室

宮川 正 江藤 秀雄 柄川 順

信州大学医学部放射線医学教室

橋 詰 雅

(昭和32年3月11日受付)

### I 緒 言

電離放射線を取扱う分野は最近非常に擴大され來たが、特に原子力の利用或は原子兵器の實驗に伴う放射線による被曝線量に關しては國際的にも非常に關心を持たれている。ともかくこれらならびに自然放射能を含むあらゆる放射線源による生殖腺を對象とした被曝線量は、子孫に對する影響の觀點から最も重要視されるべきである。

その一部として、診療の目的で國民のうける被曝線量は可成り大きな役割を演じているが、これらは國狀に應じて異なるわけであるから、各國の代表を通じて、國際機關としてこれらの概略の値を知る事は重要であつて<sup>1)</sup>、我國に於ても都築正男氏等によつて必要なデータの集積に對する努力がなされつゝある。

我國としては未だ統計的數値に乏しいが、集め得た資料に基づき概略の値を算出したので、今後更に精確な値を得る爲の参考資料として、これを導くにいたつた考え方について報告したいと思う。即ち要點としては、

1) 個人の被曝線量を問題としないで、日本國民全体としてどの位被曝され、これが、國民1人當りについては、平均どの位となるか。

2) 特に生殖腺を對象とした場合、子孫に對する影響が主体であるので、平均出生年令 (reproductive age) 以下の人々を問題とする。今回は放射線治療による被曝線量については統計がとれなかつたので、第1段階としてエックス線診斷のみを對象とした。

### II 必要な資料

- 1) 全日本人口
- 2) 日本人の平均出生年令
- 3) 平均出生年令以下の人口
- 4) エックス線診斷（撮影、透視）件數
- 5) エックス線診斷部位別件數の統計
- 6) 各診斷部位別の生殖腺（男性：睾丸、女性：卵巣）の被曝線量
- 7) 各診斷部位別の年令分布（平均出生年令以下がどの位あるか）

等である。このうち、1), 2), 3)は厚生省人口問題研究所の統計に従つた（館穂氏）<sup>2)3)</sup>。以上の各項目を説明すれば、

$$1) \text{ 昭和31年推計人口} = 9.0172 \times 10^7 \text{ 人}$$

但しこの數は、後記の文獻2)に依るものであり、第7表作製に際しての人口問題研究所の調べによる昭和31年度人口は $8.9264 \times 10^7$  人であり、第7表はこの數に基いて計算している。兩者何れを採用するかによつて第7表の數値は多少異つて来るが、後述する如く、他の因子の誤差に比すれば、無視し得る程度の差である。

$$2) \text{ 平均出生年令} = \bar{x}_s$$

$$\bar{x}_s = \frac{\sum X B_s(x)}{\sum B_s(x)} = 31.5 \text{ (年)}$$

X : 父または母の年令

$B_s(x)$  : 1年間に於けるX才の父または母の出生する子供の數

$$3) (a) \text{ 平均出生年令以下の人口} = 5.7951 \times 10^7 \text{ 人}$$

第1表 X線診断部位別統計

		日本赤十字社中央病院	東京通信病院	国立東京第一病院	国立東京第二病院	合計	百分率	摘要
胸部	普通撮影	11,274	18,410	11,368	9,228	50,280	38.8	
	断層撮影	5,637	10,579	5,724	4,614	26,554	20.4	
腹部	上腹部	5,011	2,755	7,021	2,703	17,490		胃腸の一部、胆嚢・腎臓を含む
	下腹部	3,963	4,642	3,792	1,630	14,027		両股部・腰椎を含む
(腹部合計)		(8,974)	(7,397)	(10,813)	(4,333)	(31,517)	24.3	
その他	頭部	2,155	719	1,992	751			
	頸部	254	691	270				
	胸椎	610						
	上腕部	304	913		203			
	前腕部	760	1,161	618	862			
	上腿部	911	1,350		810			
	下腿部	384	1,925	2,292	1,609			
(その他合計)						(21,544)	16.5	
全撮影枚数						129,895	100.0	
透視	胸部	2,706	1,806	3,268	567	8,347	6.4	
	腹部	1,940	2,800	4,046	1,640	10,426	8.0	

第2表 胸部直接撮影(橋詰)

一次電圧(V)	撮影距離(cm)	照射野(cm²)	胸厚(cm)	被検者数	入射線量(mr)	散乱線量(μr)(一回平均)	
						卵巣部	睾丸部
105	200	38×50	17~20	90	34	40~110	20~60
113	200	dia 110	17~24	4	38	300~600	230~720

(註) 東芝製ポケット線量計、及び G<sub>3</sub>型積算線量計小型 Chamber を使用す。

第3表 胸部間接撮影(橋詰)

管電圧(kVp)	撮影距離(cm)	照射野(cm²)	胸厚(cm)	被検者数	入射線量(mr)	散乱線量(μr)(一回平均)	
						卵巣部	睾丸部
60	80	40×40	17.5~19	15	305	50~80	25~42

(註) G<sub>3</sub>型積算線量計小型 Chamber を使用す。

第4表 腰椎撮影(橋詰)

管電圧(kVp)	撮影距離(cm)	照射野(cm²)	腰厚(cm)	被検者数	卵巣位表面線量(mr)	卵巣位脊面線量(mr)
68	80	dia 48	17~19	4	1270~1400	8~15

(b) 6才から平均出生年令までの人口 =  
 $4.722 \times 10^7$  人 (間接撮影による被  
曝線量算定に必要)

4) エックス線診断(撮影、透視)件数

我が國における使用フィルムの殆んど大部分が  
国産で、輸入品は極めて僅かであるから、国産フ  
イルムの年間生産枚数(富士、サクラ)即ち2500  
万枚(全フィルムを4つ切りに換算した枚数)を

第5表 胸部間接撮影(柄川)

管電圧 (kVp)	撮影距離 (cm)	照射野 (cm <sup>2</sup> )	被検者数	散乱線量(mr)(1回平均)				摘要
				卵巣部	睾丸部	会陰部	ポケット線量計	
68	80	dia 35	200	1.4~2.2	0.6~1.1	0.4~0.75	1.15	
69~70	90	dia 23	55	1.1~1.6	0.7~1.1		0.35	
67.5	79	37×37	730	0.47	0.13	0.08	0.16	高感度フィルム リスホルム使用

(註) ポケット線量計は、卵巣部と睾丸部の中央の位置にて使用す。

第6表 断層撮影(柄川)

管電圧 (kVp)	撮影距離 (cm)	撮影部位	照射野 (cm <sup>2</sup> )	撮影枚数	入射線量 (mr)	散乱線量(mr)(1枚平均)				摘要	
						卵巣部		睾丸部	会陰部		
						撮影側	他側				
60~70	110	上肺野	dia 67.4	124	170	19.4	11.4	1.8	0.65	8.3	
60~70	110	下肺野	dia 67.4	8	170	162	150	12	2		

(註) ポケット線量計は、卵巣部と睾丸部の中央の位置にて使用す。

もつて撮影件数とみなした。透視件数は全國的にその數値を得る事が不可能なので、5)に於て述べる如く、數個の一般大病院から得られた統計資料に基づき、透視件数と撮影枚数の比を求め、これに前記撮影件数を乗じて得られた値を全國の透視件数とみなした。即ち第1表に示す如くである。

### 5) エックス線診断部位の統計

取り敢えず、國立東京第一病院(岡本十二郎氏)、國立東京第二病院(山下久雄氏)、日本赤十字社中央病院(都築正男氏)、東京遞信病院(伊東乙正氏)における1年間の統計から第1表に示す如き値が得られた。この際、大學病院は診断に特徴があるので統計上不適當と考えて除くことにした。なお、間接撮影については別に述べる。

### 6) 各診断部位別の生殖腺の被曝線量

胸部直接撮影および間接撮影、ならびに腰椎撮影について筆者の一人橋詰が東芝製ポケット線量計及びG<sub>3</sub>型積算線量計小型チタンバーを使用して測定し(第2表~第4表)、胸部間接撮影および断層撮影については、柄川が科研製ポケット線量計、フィルムバッジを使用して測定した(第5

表~第6表<sup>4)</sup>)。この際、卵巣の部位における測定は不可能であるから、卵巣と同一高さ(立位に於て)に相當する皮膚の部分として前腸骨棘より内側2cm、下方3cmの位置を測定點とした。又背側にも同様の位置を設けた。胸部撮影の場合には、この測定點における測定値を一應卵巣部線量とした。勿論實際には測定値より小さい筈である<sup>5)6)</sup>。ことに、胸部撮影では、照射野の大きさ、測定器をおいた位置の僅かな違いによつても線量は異つて来る。従つて採用した數値は、測定方法による違いをも考慮して、かなり巾廣くとつてある。腹部撮影では、卵巣及び睾丸が直接線束内に入るかどうかによつて被曝線量が著しく異なる事は容易に想像されるが<sup>7)8)9)</sup>、卵巣が直接線束内に這入る機會が多い事を考慮し、卵巣部被曝線量は、深部率の數値表を用いて、表面線量(測定値)より計算を行つた。胸部透視に對しては、間接撮影の被曝線量より透視條件(管電流、透視時間等)の場合に換算し、腹部透視に對しても、腹部撮影の被曝線量より同様の方法で算出した。頭部、頸部、上、下肢撮影時の被曝線量については、未だ個々の實測値が得られなかつたので、今回の一應、い

いろいろな點より推測して、1回の撮影に際しての被曝線量を一様に1mrとした。

### III 生殖腺被曝線量の算出

既述の如く、要は、日本國民全体がうける電離放射線の量が問題となるのであるが、この際、各國の被曝線量と比較する點から、また、エックス線以外の電離放射線によるものとの比較の上にも、その単位はremで示されることが望ましい。エックス線は一括して現在R.B.E. = 1とされている。従つて今回はr単位で得られた數値をそのままremで置き換えた。

IIの必要なる資料より得られた各數値を基として計算すれば、第7表に示す如く、31.5才までに生殖腺にうける被曝線量は362.1mrem～979.9mremとなる。この際、

1) 生殖器の被曝線量：卵巣部と睾丸部の被曝線量の相加平均とし、また測定方法による數値の違いを考慮して巾廣くとつた。

2) 直接撮影枚数の百分率：前記4大病院の平均より求めた。

3) 透視回数の百分率：前記4大病院の直接撮影枚数に対する透視回数の比より求めた。

4) 撮影回数：前記我が國におけるエックス線フィルムの年間生産高約2500万枚と2)より計算した。

5) 透視回数：1)の4)に記した方法に従つて求めた。

6) 1人當りの部位別撮影および透視回数と1年間の被曝線量：我が國の昭和31年度人口を $8.9264 \times 10^7$ 人であるとして、1人當りの各撮影部位および透視部位の利用率（撮影及び透視回数）を計算し得る。次で、この數値に被曝線量を乘すれば、各部位別の1人當り1年間の被曝線量が得られる。

7) 平均出生年令までにうける1人當りの各部位別の被曝線量：6)で得られた被曝線量に、31.5を乗すれば、31.5才までの各部位別の被曝線量が得られる。

8) 間接撮影における平均出生年令までにうける1人當りの被曝線量：間接撮影については各人

第7表 31.5才までの生殖器被曝線量

撮影部位	撮影1枚（透視1回）当りの生殖器被曝線量(mrem)	撮影の百分率(%)	透視の百分率(%)	撮影枚数(枚/年)	透視回数(回/年)	撮影枚数(枚/年)	透視回数(回/年)	生殖器被曝線量(mrem)	31.5才までの生殖器被曝線量(mrem)
胸部透視	1. 62～12.7	6.4		$1.61 \times 10^6$		0.018	0.029～0.228	0.915～7.18	
腹部透視	200～1000	8.0		$2.02 \times 10^6$		0.023	4.6～23	126.2～7.25	
胸部間接撮影	0.05～0.4							2.65～21.2	
胸部直接撮影	0.06～0.5	38.8		$9.78 \times 10^6$		0.110	0.0066～0.055	0.28～1.73	
胸部断層撮影	1～3	20.4		$5.14 \times 10^6$		0.058	0.058～0.174	1.83～5.48	
腹部撮影	100	24.3		$6.125 \times 10^6$		0.069	6.9	218	
その他	(1)	16.5		$4.158 \times 10^6$		0.047	0.047	1.48	
合計		100		$2.52 \times 10^7$		0.283	11.6406～30.404*	362.11～979.89	

\* 間接撮影をのぞく  
\*\* 昭和31年度人口： $8.9264 \times 10^7$ 人

が小学校入學以來、年2回定期的に検診をうけるものとして計算した。勿論義務教育終了後、間接撮影を受ける機会を持たない人もいるわけであるが、多くは上級學校或は職場において、定期的検査をうけるものと考えられるので、今回は假に一應、全國民が6才から31.5才まで年2回づゝ、すなわち計53回間接撮影をうけるものとして計算した。従つて眞の値よりやゝ過大値になつてゐる。

9) 平均出生年令までにうける1人當りの生殖器被曝線量：7)及び8)で得られた被曝線量の合計が、31.5才までの生殖器被曝線量である。

#### IV 考 按

平均出生年令までに、個人があらゆる放射線源により、 $10r$ 迄の被曝が許されるといわれている<sup>11)</sup>。即ち、自然放射線源による被曝量を30年間に約 $4.3r$ と假定すれば、 $10r$ との差、 $5.7r$ がmedical use その他人工的放射線源（原子力兵器利用による降灰の影響をも含めて）に對して許容されるものという事が出來よう。

ところで、アメリカでは medical use の爲に受ける生殖器被曝線量は、30年間に約 $3r$ であるとしているが、筆者等は上述の如く平均出生年令迄にエックス線診断により受ける被曝線量の概略の値として、 $362.1 \text{ mrem} \sim 979.9 \text{ mrem}$ を得た。この差異は、アメリカと我が國におけるmedical use の利用率の差に基づくものと考えられよう。

以上の被曝線量の算出には、未だ多くの不備な點があり、今後更に豊富な資料に基いて個々の數値は訂正され、より正しい結果へ導くべく、一層の努力が必要である。

#### V 今後の問題

本文にも記した如く、今回は非常に乏しい統計資料によつて得られた概略値であつて、今後更に豊富な統計資料に立脚した數値を得なくてはならない。一本論文は、かゝる場合の被曝線量の概略値を求める爲の考え方として参考にして頂き度い。—

従つて、今後全國的にかかる統計を求めなくてはならないことは當然である。その爲の必要な資

料を更に強調してみれば、

各施設に於ける年間の、一般ならびに特殊診断について

- 1) X線撮影、透視診断の部位別頻度。
- 2) 1)の各部位別の年令分布、性別。

今回は歯科エックス線診断を考慮しなかつたが、撮影件数が多いから、今後の統計には必ず入れなくてはならない。

次に放射線治療について

- 1) エックス線、 $\gamma$ 線による治療の部位別頻度。
- 2) 1)の各部位別の年令分布、性別。
- 3) 照射總線量

等が必要である。又これについては、本文にて述べた如く、各部位別放射線治療による卵巣、睾丸の被曝線量を正確に測定しなくてはならない。

尙、各施設に於ける放射線從事者（醫師、エックス線技師、看護婦等）の被曝線量も考慮しなくてはならないから、これらの人々の年令分布、性別、被曝線量等の統計も必要である。

#### （参考）

日本保安用品協会フィルムバッジサービス部（荒川昌氏）の統計によれば、放射線從事者の被曝線量は次の如くである。

醫師（400名）、1人1週間平均 $37.8 \text{ mr}$ 、技術者及補助者（1579名）、1人1週間平均 $44.7 \text{ mr}$ 。尙放射線從事者數として

醫師 48,000 人、この内、25才～31.5才を 13,000 人とし、技術者 18才～31.5才を 14,000 人としてみれば、生殖器被曝線量の身体被曝線量に對する線量率（Shielding factor for dose-rate to gonad）を男女平均 0.63 と假定して計算を行うと、國民全体としては、醫師によつて $0.9 \text{ mrem}$ 、技術者によつて $4.8 \text{ mrem}$  合計 $5.7 \text{ mrem}$  が平均出生年令迄に、生殖腺被曝線量として加算される事になる。これらの統計も分後は補足して行き度たいと思う。

本文作成するに際して貴重な資料を賜つた各位に対して深謝する次第である。本論文の要旨は第87回日本医学放射線学会関東部会（昭和32年2月23日）に於て発表

した。

## 文 獻

- 1) Hanson Blatz and Wayne M. Lowder : Gonadal Dose in Roentgen Examination, a Literature Search: A/AC. 82/G/R. 57 (Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (Physics)). —2) 昭和31年, 昭和35年, 昭和40年男女年齢別歳別推計人口: 厚生省人口問題研究所内研究資料. —3) 館穂: 一つの人口再生産率について, 日本人口問題記要, No. 2. —4) 柄川順: フィルムバッジ測定値の補正に関する考察(附)撮影時の生殖腺の受ける線量についての考察: 第85回日本医学放射線学会関東部会発表(昭和31年12月14日). —5) R.W. Stanford, et al.: The Quantity of Radiation Received by the Reproductive Organs of Patient: Brit. J. Rad. 28, 329, May (1955) P. 266. —6) 津屋旭他: 人体内散乱線測定の一方法, 第87回日本医学放射線学会関東

部会発表(昭和32年2月23日). —7) 後藤五郎他: X線胃腸検査時患者睾丸の被曝量について, 「放射能の人体最大許容量の決定」班研究協議会発表(昭和32年2月1日). —8) Ragnar Hol, et al.: Protection measures in Roentgen Diagnostics with Reference to Dose inducing Mutations, Act. Rad. 44, Dec (1955) p. 471. —9) H. Stephen weens: Radiation Dosage to the female genital Tract during fluoroscopic Procedures, Radiology 62 (1954) p. 745~749. —10) G. M. Ardran: The Hazards from the Increasing Use of Ionizing Radiations. Symposium II The Dose to Operator and Patient in X-Ray Diagnostic Procedures: Brit. J. Rad. XXIX, 341 May (1956). —11) 吉沢康雄訳: 原子放射線による生物学的影響. 原動專, 2297. (原文). The Biological Effects of Atomic Radiation: The Commission on genetic Effects of Atomic Radiation, National Academie Science)

## On the Statistical Considerations on the Gonad Dose in Medical X-ray Examinations.

By

Tadashi Miyakawa, Hideo Eto, Jun Egawa.

(Department of Radiology, Faculty of Medicine, The University of Tokyo)

Masashi Hashizume

(Department of Radiology, Faculty of Medicine, The University of Shinshu)

The total accumulated dose to the gonads from conception up to age 31.5 years (reckoned to the reproduction age in Japan) was roughly estimated by the following manner:

(1) The mean dose received by the reproductive organs in the radiographic and fluoroscopic examinations on the chest and the gastrointestinal tracts ( $=d_i$ ) were obtained by measuring with the pocket dosimeters, film badges and special constructed dosimeters, which were in contact with the scrotum in the male cases or the skin surface above ovaries in the female cases.

Here, the chest examinations contained the direct and indirect radiographic and also tomographic method.

(2) Assuming that the total number of radiographic examinations per year for total population may be approximately equal to the total number of X-ray films produced per year in Japan, then the total number of the examinations per year per head of population ( $=E$ ) is easily derived from the number of the total population.

(3) Average percentage of the number of each specified examination or examination in class ( $r_i \times 100$  percentage) was estimated from the statistical data presented by the four representative general hospitals in Tokyo.

(4) The total number of each specified examination per year per head ( $Q_i$ ) may be the product of the value (E) and ( $r_i$ ). Namely  $Q_i = E \times r_i$

(5) The mean gonad dose per year per specified examination per head of population ( $M_i$ ) is the product of the value ( $Q_i$ ) and ( $d_i$ ). Namely  $M_i = Q_i \times d_i$

(6) The mean gonad dose per examination per year per head (S) is the sum of the value  $M_i$ . Namely  $S = \sum M_i$

(7) The total gonad dose per head of population from conception up to the reproduction age (=N) is the product of the value (s) and 31.5. Thus the value of (N) estimated by the authors was 362~980 (mrem)

$$\begin{aligned} N &= 31.5 S \\ &= 31.5 \sum M_i \\ &= 31.5 \sum (Q_i \times d_i) \\ &= 31.5 \sum (E \times r_i \times d_i) \\ &= 31.5 E \sum (r_i \times d_i) \end{aligned}$$

N: Total gonad dose per head of population up to the reproduction age

E: Total number of the examination per year per head of population

$r_i$ : Average percentage of the number of each examination/100

$d_i$ : Mean gonad dose of each examination

$Q_i$ :  $E \times r_i$

$M_i$ :  $Q_i \times d_i$