

Title	蛍光ガラス板線量計による胎児撮影時の被曝線量の測定
Author(s)	安徳, 重敏; 砂屋敷, 忠; 吉永, 春馬 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1966, 25(12), p. 1390-1397
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/14785">https://hdl.handle.net/11094/14785</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 螢光ガラス板線量計による胎児撮影時の被曝線量の測定

広島大学原爆放射能医学研究所 障害基礎研究部門  
安徳 重敏・砂屋敷 忠・吉永 春馬\*

広島大学医学部産婦人科学教室  
田淵 昭・中川 繁

(昭和40年8月17日受付)

Estimation of exposure dose to fetus from fetal-radiography  
using a fluoroglass dosimeter

By

Shigetoshi Antoku, Tadashi Sunayashiki and Haruma Yoshinaga\*

Department of Radiation Biology, Research Institute for Nuclear  
Medicine and Biology, Hiroshima University

Akira Tabuchi and Shigeru Nakagawa

Department of Obstetric Gynecology, Hiroshima University School of Medicine

Estimation of gonadal, spine (bone marrow) and volume doses to fetus from fetal-radiography was made both from the data of measurement of dose distribution measured with a fluoroglass dosimeter in an advanced pregnancy phantom, and of posture and position of gonad and spine of fetus in uterus determined with radiographs of fetal-radiography.

A Mix-D plain phantom which has a external demension determined according to the average value of sixty six patients in fetal radiography was used for measurement of dose distribution.

Fluoroglass plates (FD-P8, 8×8×4.7mm) were put in planes of 0, 3, 6, 9, 12, and 15cm depths in the phantom and exposed to X-rays. Dose distribution in the phantom are shown in Figures 2 to 6 as a function of depth, tube voltage and added filtration. As an example of these data, gonadal doses of fetus in vertex position were 0.26R/100mAs for 60KVp, 0.47R/100 mAs for 70KVp, 0.68R/100mAs for 80KVp, with 1.0mm Al added, 3.3R/100mAs for 140KVp (1.0 mm Al filter) and 1.7R/100mAs for 140KVp (0.2mm Cu filter).

On the other hand, exposure parameters in fetal-radiography were collected by a survey of fourteen hospitals in Hiroshima and neighboring prefectures.

Gonadal and volume doses to the fetus, which were based on the measured doses with the phantom for the parameters of exposure used in the hospitals, were in range from 0.41 to 2.5 R/examination and from 690 to 3900g•R/examination with the average values for the fourteen hospitals equal to 0.92R/examination and 1600g•R/examination, respectively.

\*九州大学医学部放射線基礎医学教室

\* Present address: H. Yoshinaga, Department of Experimental Radiology, Faculty of Medicine, Kyushu University

These values may vary with the difference in the position of the fetus, output of X-ray machine, sensitivity of film and efficiency of fluoroscreen etc. However, the values obtained here agreed in general with those reported by other authors.

### 緒言

筆者等は、これまで婦人科領域等におけるX線検査時の生殖腺線量の測定および被曝線量低下に関する研究を行つて来たが<sup>1)2)3)</sup>、今回は胎児撮影の胎児の被曝線量測定を主目的とした実験の結果を報告する。

胎児撮影における生殖腺被曝量の国民遺伝有意線量に寄与する割合は、生殖腺被曝量が他の撮影にくらべて大きいにも拘らず、撮影頻度が小さいためにあまり大きいものではない。しかし、胎児の放射線感受性がかなり高いことを考えれば、胎児障害という面から成人における診断や治療における被曝と異なつた意味を持っている。

我々は蛍光ガラス板を用いて、妊婦ファントム内の線量分布の測定と、胎児撮影のX線写真より母体内の胎児の位置、脊椎、生殖腺等の位置を推定し、生殖腺、骨髄および容積線量の評価を行つた。

### 材料及び方法

1) ファントム及び胎児の位置：外形寸法は66例の胎児撮影患者について実測した値の平均値を用いた。即ち臍部厚さ26.5cm、巾28.2cm、パンネンステール氏線での厚さ19.2cm、巾27cmである。母体卵巣の位置は中川<sup>4)</sup>によつて得られた値、即ち恥骨結合から頭側へ19cm、正中線から左右へ11cm、腹部皮膚面から19cmの深さを採用した。第1図にファントムの縦断面および横断面を示す。

容積線量を求めるために、胎児の構成を頭部、躯幹部、上肢、下肢に分け、更に頭部、躯幹部はそれぞれ2分し、これら6個の区分の中央の線量(R)にそれぞれの区分の重さ(g)を掛けて総計して容積線量(g.R)とした。

胎児の重さは37週令で2.7kgとし、各部の重量の割合は計測によつて求め、頭部0.30、躯幹部0.45、上肢0.08、下肢0.17と定めた。

胎児の姿勢および位置の決定には、44枚の胎児

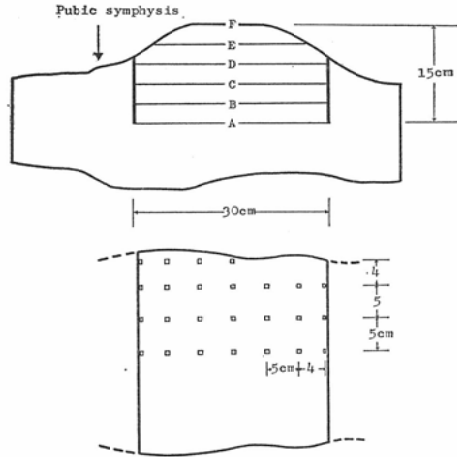


Fig. 1. An advanced pregnancy phantom (Mix-D) a side view and an inside plate view.

X線写真が用いられた。即ち頭位20例、骨盤位14例、双胎10例のX線写真から胎児の骨格をセロファン紙に透写し、照射X線の線錐中心がフィルム中央を抜けているとして、フィルム上に拡大されたこれらの胎児像を、実物の位置関係まで較正(縮小)した。胎児の3次元的な姿勢は、妊娠末期の婦人6例の子宮の外診によつて計測して得た数値と、胎児の側面X線写真とから得られた。

妊娠末期の胎児の生殖腺の位置としては、X線写真上で、胎児の大腿骨と脊椎の交点を採用した。

脊椎線量としてはX線写真から透写された脊椎を頭側と尾側に2分し、おのおのの中央の点の線量を求め、両者の平均をもつて脊椎骨髄線量に代る脊椎線量とした。

2) 線量計：蛍光ガラス板 FD-P8 (8×8×4.7mm)を用いた。このガラス板の診断用X線に対する線質依存性、方向依存性、蛍光量一線量換算係数、退色等についてはすでに報告した<sup>5)</sup>。

3) X線照射条件：装置は東芝製 KXO-8型、KXO-15型で、KXO-8型では電圧60、70、80KVp、附加フィルター1.0mmAl、ツープス10

cmφ. KXO-15 型では電圧 140KVp, 附加フィルター 1.0mmAl, 0.2 mmCu, ツープスは多重絞りを用了. 焦点・ファントーム表面間距離68cm, 焦点・フィルム想定面距離 100cmで行った. 上記ツープスを用了時の照射野はファントーム表面で30cmφ および30cm×30cmとなる.

通常の胎児は前述したごとく, 恥骨結合より頭側へ30cm, 深さは表面より数cmから15cm程度の範

囲に位置している. ファントームはこれに準じて, 上記範囲を3cm厚さの板状に区分した. これらファントーム板の片面にそれぞれ蛍光ガラス板と同型の空洞を作り, 蛍光ガラス線量計を埋没した. 全てのファントーム板の面にガラスを埋没すると, 上部のガラスとそれより深い面のガラスがX線錐に対して重なりを生じ, 深部の線量はガラスの吸収によつて見かけ上小さくなる. この誤差

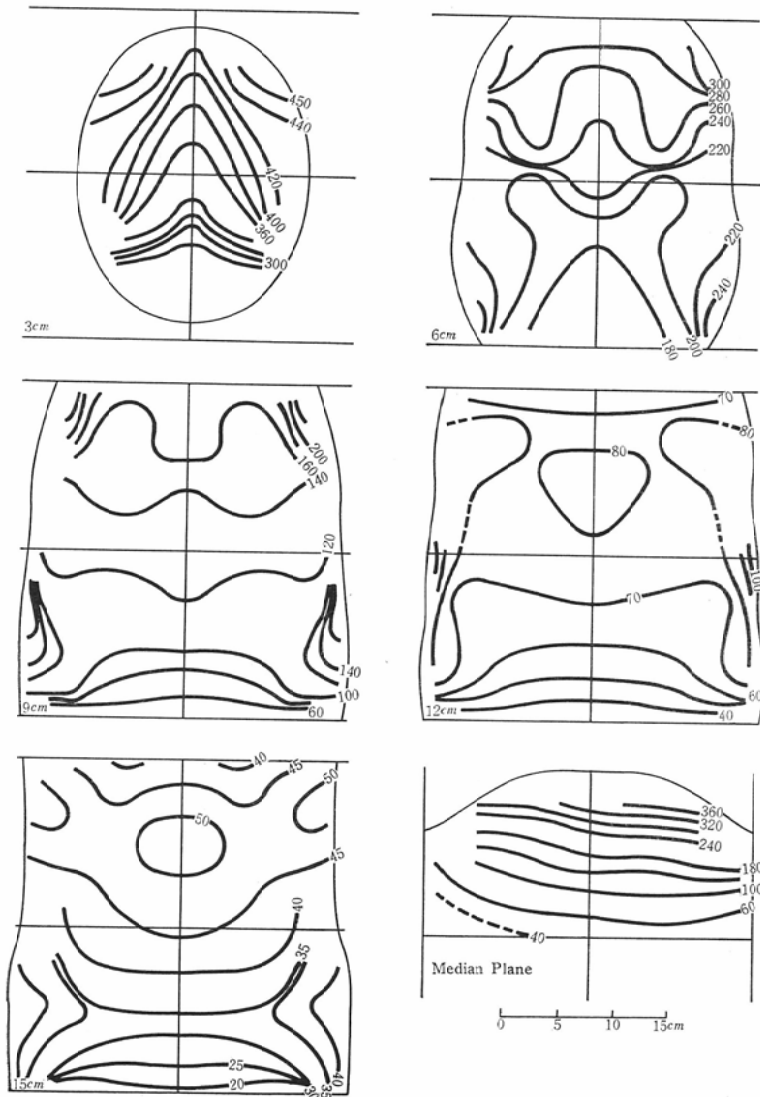


Fig. 2 Isodose curves 60KVp 1.0mmAl( mR/100mAs)

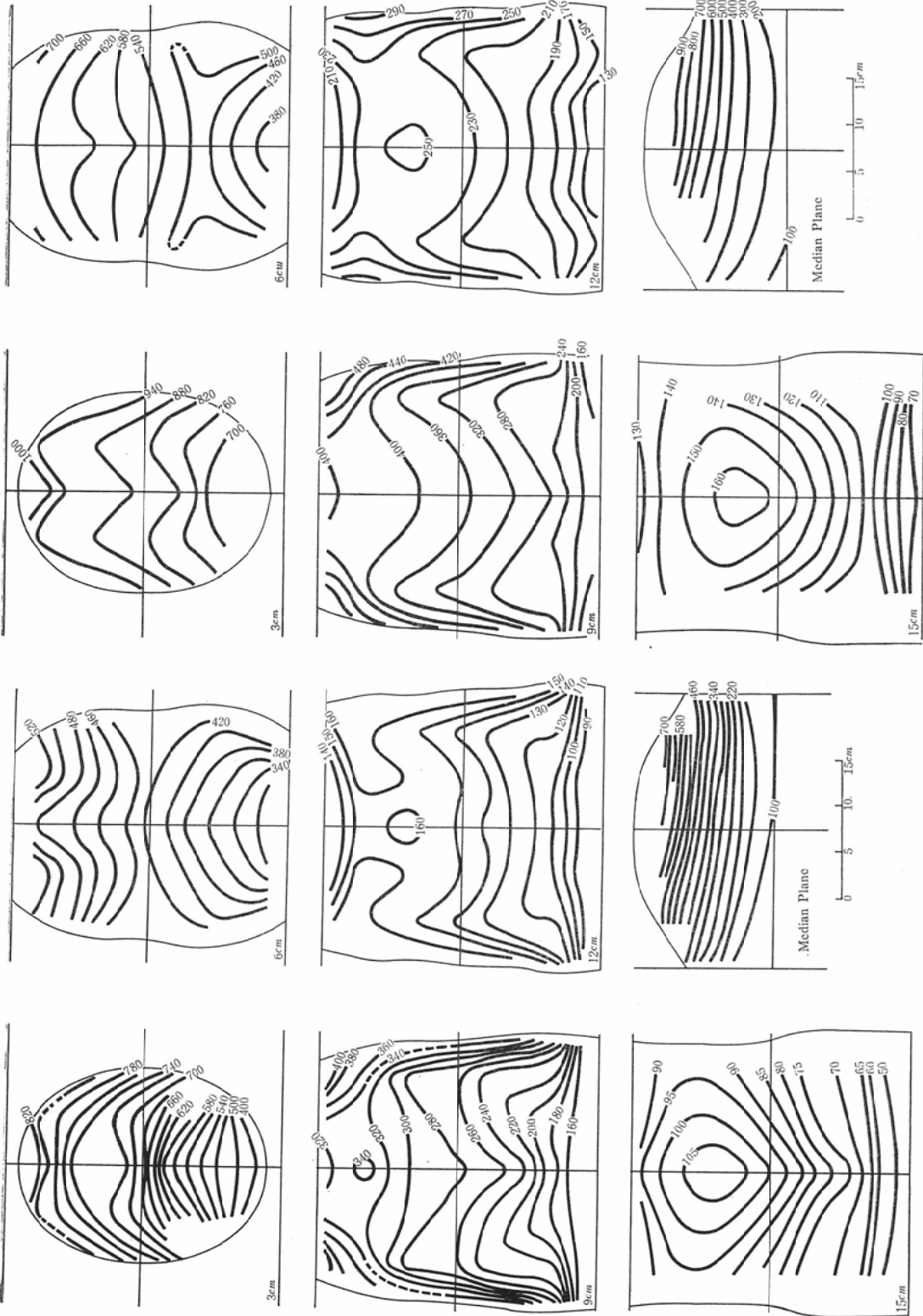


Fig. 3. Isodose curves 70kVp 1.0mmAl (mR/100mAs)

Fig. 4. Isodose curves 80kVp 1.0mmAl (mR/100mAs)

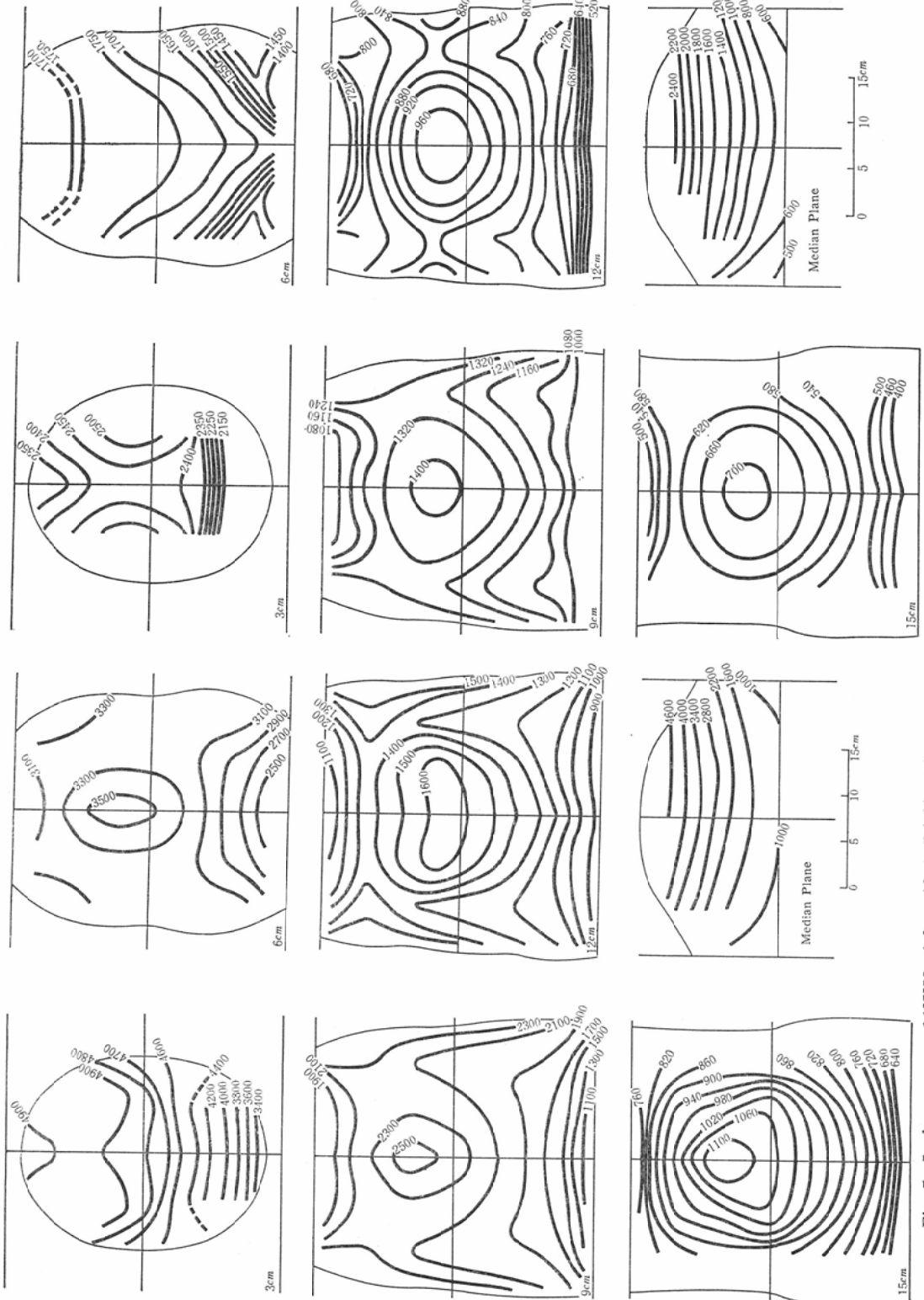


Fig. 5. Isodose curves 140KVP 1.0mmAl (mR/100mAs)

Fig. 6. Isodose curves 140KVP 0.2mmCu (mR/100mAs)

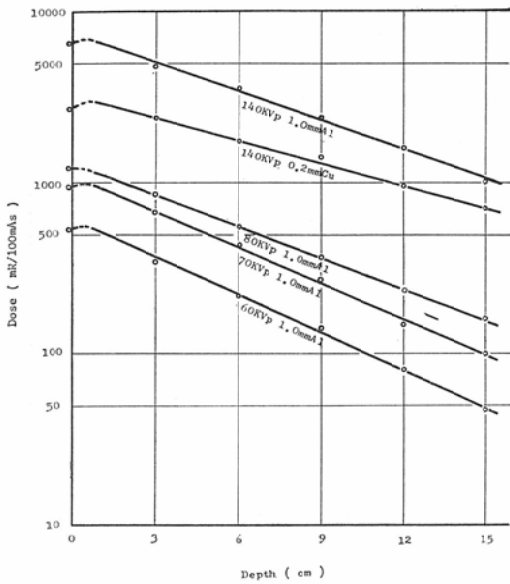


Fig. 7. Attenuation of dose with depth at the exposure center in the advanced pregnancy phantom.

をさけるために或る一面のみに蛍光ガラス、他の面をガラスと同型のアクリライト板を埋没して曝射した。

深部線量分布の作製：深部平面上の線量分布は、第1図に示す様に5cm間隔で縦横におかれたガラスの線量値を内挿して全面の線量値を求め、

等線量点を結んで描いた。また深部線量の等量曲線は、上記方法と同様に各面上の線量値より内挿によつて決定した。なお測定は正中線より右側のみについて行い、左側は右側と同一の分布を示すものと仮定した。

結果及び結論

第2図から第6図に各電圧のX線曝射時におけるフロントーム内の線量分布を示す。

いずれの電圧及び深さにおいても、曝射中心よりもやや上部に線量の最大値が認められるが、これは曝射に際し、陽極部が常に尾側に、陰極部を頭側になる様にX線管を固定したためである。

第7図に曝射中心における深部線量の減弱を示す。いずれの電圧においても線量は深さに対して、指数関数的に減弱する。曝射中心近傍においては、いずれも指数関係的減弱を示すが照射野辺縁になるとこの様な傾向はみられない。

上記線量分布、深部線量の減弱等を基にして求めた各電圧における100mAS当りの生殖腺、脊椎、容積線量を第1表に示す。生殖腺、脊椎線量はmR/100mAS、容積線量はg•R/100mASで表わされている。

広島県およびその近郊の14の病院における胎児撮影における曝射条件に上記の線量を代入して求めた値を第2表に示す。

Table 1 Gonadal, spine and volume dose to the fetus from fetal-radiography based on dose measurements with the phantom as a function of tube voltage and position of fetus (Unit: mR/100mAs for gonad and spine dose, and g•R/100mAs for volume dose)

Presentation	Dose site	Dose				
		60KVp	70KVp	80KVp	140KVp (1.0 Al)	140KVp (0.2Cu)
Vertex	Gonad	260	470	640	3300	1700
	Spine	160	320	380	2500	1400
	Volume	410	730	1040	6300	3700
Breech	Gonad	63	160	210	1400	860
	Spine	130	270	350	2300	1300
	Volume	450	880	1150	7040	3900
Vertex (Twins)	Gonad	150	310	390	2200	1300
	Spine	150	300	380	2300	1400
	Volume	390	780	1000	6200	3600
Breech (Twins)	Gonad	81	160	210	1400	860
	Spine	130	270	340	2200	1300
	Volume	450	880	1100	6900	3800

Table 2 Gonadal and volume dose to the fetus, and skin and ovary dose to the mother in fourteen hospitals estimated with the combination of exposure parameters in the hospitals and measured dose in the phantom  
(Unit: mR/Examination for skin, ovary and gonadal dose, and g·R/Examination for volume dose)

Hospital No.	Routine Exposure						80KVp (1.0mmAl)				
	KVp	mAs	Mother's		Fetal's		mAs	Mother's		Fetal's	
			Skin	Ovary	Gonad	Volume		Skin	Ovary	Gonad	Volume
1	80	200	2400	150	1300	2000	200.0	2400	150	1300	2000
3	73	300	3000	170	1600	2500	177.0	2100	130	1200	1900
4	75	100	1100	60	590	880	86.7	1000	65	560	910
5	82	100	800	51	440	700	108.0	1300	81	700	1100
7	78	250	2900	180	1600	2400	217.0	2600	160	1400	2300
8	62	150	900	36	420	690	42.5	510	32	280	450
10	62	150	900	36	420	690	42.5	510	32	280	450
11	90	180	2500	180	1400	1800	335.0	4000	250	2200	3500
14	70	300	3100	160	1600	2500	150.0	1800	110	980	1600
15	70	100	900	46	480	740	50.0	600	38	330	530
16	75	200	2200	120	1200	1800	173.0	2100	130	1100	1800
17	70	100	900	46	480	740	50.0	600	38	330	530
18	80	300	4700	290	2500	3900	300.0	3600	230	2000	3200
21	67	100	800	38	410	640	41.9	500	31	270	440
Mean	—	—	1900	110	920	1600	—	1700	110	920	1500

Hospital No.	140KVp (1.0mmAl)					140KVp (0.2mmCu)				
	mAs	Mother's		Fetal's		mAs	Mother's		Fetal's	
		Skin	Ovary	Gonad	Volume		Skin	Ovary	Gonad	Volume
1	14.6	726	72	480	920	17.4	470	62	300	640
3	13.0	640	64	430	820	15.4	420	55	260	560
4	6.33	310	31	210	400	7.53	200	27	130	270
5	7.93	390	39	260	500	9.42	250	33	160	340
7	15.8	770	77	520	1000	18.8	510	67	320	690
8	3.11	150	15	100	200	3.69	100	13	63	130
10	3.11	150	15	100	200	3.69	100	13	63	130
11	25.2	1200	120	830	1600	29.0	780	100	490	1100
14	11.0	540	54	360	690	13.1	350	47	220	480
15	3.65	180	18	120	230	4.35	120	15	74	160
16	12.7	620	62	420	800	15.1	410	54	260	550
17	3.65	180	18	120	230	4.35	120	15	74	160
18	21.9	1100	110	720	1400	26.1	700	93	440	950
21	3.06	150	15	100	190	3.78	100	13	64	140
Mean	—	500	50	340	660	—	350	43	210	450

これらの病院が仮りに高電圧X線を使用して、撮影を行った場合の被曝線量を同じく第2表に示す。この値は、同一黒化度のフィルムを得るに必

要な mAS を各電圧について測定し、mAS の比を各病院の撮影条件に適用して計算によって求められた値である。140KVp (0.2mmCu) を使用し



た場合の胎児の生殖腺線量は略々  $\frac{1}{4}$  に低下し、母体の生殖腺線量は  $\frac{1}{3}$  に低下する。なお高電圧を使用した場合のX線写真の診断的価値については、すでに報告した<sup>2)</sup>。

胎児撮影時のX線被曝量に関しては、母体の体格が正常人にくらべて著しく異なることや、生殖腺の位置の決定の困難さ並びに胎児の位置等が複雑であるために参考となる資料が極めて少ない。Clayton等<sup>6)</sup>は、胎児の生殖腺線量は62KVp, 100mASで0.32Rと報告しており、Bewley等<sup>7)</sup>はPA, 99KVp, 50mAS, 40in. で0.12~0.17R程度の値を得ている。我々の値もmAS当りに換算すれば、略々一致した。これらの被曝量は上述の位置や大きさによつて変ることは勿論のことであるが、これらの因子に加えて、X線装置の出力の違い、フィルム、増感紙、散乱線除去の効率等が問

題となるので、ここで得られた値がそのまますべての胎児撮影時の被曝量としては適用できない。しかし、およその推定値としては充分利用できると考えられる。

#### 文 献

- 1) 吉永春馬, 田淵昭, 中川繁: 広大原基研年報, 1号, 15—18 (1960).
- 2) S. Nakagawa, and S. Antoku: Hiroshima J. Med. Sci. 11, 11—29 (1962).
- 3) 田淵昭, 中川繁, 吉永春馬, 安徳重敏: 広産婦誌, 2, 1, 59—64 (1963).
- 4) 中川繁: 広産婦誌, 1, 1, 25—50 (1962).
- 5) 安徳重敏, 砂屋敷忠, 吉永春馬: 日本医放会誌, 25, 45—49 (1966).
- 6) C.G. Clayton, F.T. Farmer, and C.K. Warrick: Brit. J. Radiol. 30, 291—294 (1957).
- 7) D.K. Bewley, J.W. Larws, and C.J. Myddleton: Brit. J. Radiol. 30, 286—290 (1957).