



Title	X線透視に際しての患者被曝軽減 第1報 X線透視時間
Author(s)	古賀, 佑彦
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1967, 27(9), p. 1230-1237
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16481">https://hdl.handle.net/11094/16481</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# X線透視に際しての患者被曝軽減

## 第1報 X線透視時間

名古屋大学医学部放射線医学教室（主任 高橋信次教授）

古賀 佑彦

（昭和42年3月25日受付）

Duration of fluoroscopy  
(Reduction of patient dose in X-ray fluoroscopy. 1st Report)

By

Sukehiko Koga

Department of Radiology, Nagoya University School of Medicine  
(Director: Professor Shinji Takahashi)

1. Actual duration of fluoroscopic examination of gastrointestinal tract was measured by using a timer. The electronic timer was put in the primary circuit of the X-ray unit in order to integrate the working time of the X-ray tube. Duration of the fluoroscopy of barium meal and barium enema examinations which was carried out by radiologists were compared with that by non-radiologists.

Average time of examination by radiologists for barium meal was counted 257 seconds and that for barium enema examination 265 seconds while average time of examination made by non-radiologists was 408 seconds for barium meal and 512 seconds for barium enema.

2. For barium meal examination the time was reduced to be 72 per cent of exposure time when the preset alarm timer device was applied to the fluoroscopy.

3. It should be pointed out no significant difference in the fluoroscopic time was obtained in the examination of the stomach between that by the fluorescent screen fluoroscopy and that by X-ray television fluoroscopy.

4. In the selective angiography, the X-ray television fluoroscopy took shorter time than the simple fluorescent screen fluoroscopy.

### 緒言

X線透視は消化管検査や気管支造影あるいは血管カテーテル法などでは欠くことのできない手段である。したがって、これらの検査では透視をうける患者の情報を得るのに必要なだけのX線被曝はある程度避けることのできないものである。しかし、余分な被曝は出来るだけなくする努力がなされなければならない。放射線の効果、ことに遺伝的影響はどんな低線量であつても蓄積されると考えられるからである。X線透視で患者の被曝量

を決める要素は、X線の線質とX線入射面における線量率、実際に曝射される透視時間、それと入射面の面積である。ここでは透視時間について検討する。すなわち、第一にいろいろなX線検査で透視時間はどの位か、それが専門家と非専門家とでどう違うか、第二に透視時間を合理的に短縮することが可能か否かについてである。

### 研究方法および結果

(1) 透視時間の測定  
透視時間（実際にX線を曝射している時間）を

Table 1. Comparison of fluoroscopic time of radiologists with that of non-radiologist for barium meal or barium enema examination

		No. of cases examined	Fluoroscopic time (second)			
			Minimum	Maximum	Average	Stand. dev.
radio- logists	esophagus	32	60	395	164	81
	stomach	360	55	880	257	142
	large intestine	98	35	953	265	152
nonradi- ologists	esophagus	4	135	315	200	58
	stomach	671	60	2335	408	244
	large intestine	29	147	1195	512	303

測定するために、X線透視装置の電気一次回路の中のリレー部分からリード線を取り、ここに電気時計（東芝タイムスイッチTWM 601およびナショナルオートタイマー CFT-43）を接続した。透視を行うためにX線を曝射するときのみ電気時計は通電され秒針がすすみ、X線曝射を止めると時計の回路への通電は止み針はとまる。したがって透視時間が積算されるので、ある患者についての全透視時間は電気時計のしめす時間で透視開始と終了時の差で得られる。この際の誤差は通電してから実際に時計のモーターが回転し針を動かすまでの時間と、電流が切られたあとでの針の進みとである。しかし、この前後の遅れの時間が殆ど相殺されることと、全透視時間に比べて非常に小さいことがわかったので無視することにした。

この装置を名大病院の3透視室のそれぞれの装置にとりつけて、消化管や血管その他の造影撮影における透視時間の記録をとった。尚、測定をしていることを医師は知らされていない。X線発生装置および透視台はそれぞれ、東芝KXO15-1A特型、東芝KXO-8型と日立DR-155A特型TM12-13型である。

(i) 消化管検査における透視時間—放射線科医と非放射線科医の比較

本邦では専門医制度がなく消化管のX線検査は一般には放射線科医と内科医によつて行われているところが多い。そして被曝に対する諸種の知識は前者の方がより多く教育されている。今、内科医と放射線科医の行う消化管透視時間にどのような差があるかをみた。測定は1965年6月から8月と1966年4月から5月の間に名大病院で検査をう

けた1194例について行われた。放射線科医は14名が、内科医は75名が検査を担当した。放射線科医14名のうちで入局後4年以上の臨床的訓練を受けたのは8名で6名は3年未満である。内科医は75名のうちで48名は入局後4年以上の人である。

消化管透視に要した時間は Table 1 にしめした。患者1人あたりの透視時間は、胃十二指腸検査の場合放射線科では55秒から880秒、平均257秒（標準偏差142秒）であつたのに対して内科医は、60秒から2335秒、平均408秒（標準偏差244秒）であり放射線科医の方が短い。今、この2個の平均透視時間の中間値333秒を境にしてそれより長時間を要した例と短時間ですんだ例の2群に分ける。放射線科の行つた検査例360例のうちで長時間を要したものが88例で333秒以下のものは272例であつた。内科医の行つた671例中長時間を要したものが、387例、短時間のものが284例であつた。ここで $\chi^2$ 検定を行うと $\chi^2=104.5$ となる。したがって1%以下の危険率で、放射線科と内科でそれぞれに行われた検査例は透視時間に関しては異つた集団であり、内科の場合に透視時間が333秒以上を要することが放射線科よりも多いということが言える。またこの測定値は日常の検査からとりだした1つの標本と考えられるが、母平均 $\mu$ の信頼率 $1-\alpha=0.95$ の信頼限界は $\mu \sim \bar{x} \pm \sqrt{FV/n}$  ( $\mu$ : 母平均 F: F表で危険率 $\alpha=0.95$ に対する読み, V: 分散, n: 個数) で与えられる<sup>7)</sup>。この信頼限界をそれぞれについて求めると、放射線科の行つた透視例では、平均透視時間 $\bar{x}=257$ ,  $F=3.84$ ,  $V=142^2$ ,  $n=360$ であるので、母平均の信頼限界は $257 \pm 82$ 秒であ

り、内科例では、平均透視時間  $\bar{x} = 408$  秒、 $F = 3.84$ 、 $V = 244^2$ 、 $n = 671$ であるので母平均の95%信頼限界は  $408 \pm 18.5$  秒となる。両群の母平均の信頼限界は重複せず、したがって両群の平均透視時間には5%の危険率で有意差ありと言える。

大腸検査の透視時間についても同様な検定を行うと平均透視時間の95%信頼限界は、放射線科  $265 \pm 30$ 、内科は  $512 \pm 115$  秒であり重複せず有意差がある。食道検査は、放射線科  $164 \pm 29$  秒、内科  $200 \pm 81$  秒と信頼限界は重複し有意差はみとめられなかった。

### (ii) 医師の熟練度と透視時間

上に述べた透視時間を各医師別に検討した。放射線科医14名の行った胃十二指腸検査例の透視時間を Table 2 A にしめた。医師 A-H は入局後4年以上のもので I-N は3年以下である。医師 A-H の平均透視時間は183秒から273秒であるのに対して I-N は320秒から623秒と長い。それぞれの医師の透視時間の平均値の95%信頼限界を求めて比較すると、医師 A,B,C,D,E,G と医師

Table 2. Comparison of duration of fluoroscopy of the stomach conducted by different doctors

Doctor	No. of cases examined	Fluoroscopic time (second)			
		Minimum	Maximum	Average	Stand. dev.
A	72	55	470	229	108
B	60	55	710	219	105
C	60	90	555	192	89
D	34	90	415	242	85
E	27	90	370	221	75
F	15	55	510	273	161
G	8	135	270	183	43
H	10	135	450	274	98
I	24	180	675	372	146
J	17	220	672	409	101
K	8	210	372	320	69
L	11	240	630	449	150
M	12	170	491	351	96
N	2	365	880	623	257

Doctor A-H are well trained (more than four years) radiologist.

### (B) Non-radiologist

Doctor	No. of cases examined	Fluoroscopic time (second)			
		Minimum	Maximum	Average	Stand. dev.
A	65	60	406	202	77
B	70	221	1260	474	220
C	34	130	610	309	111
D	21	100	911	441	185
E	37	120	2335	511	254
F	18	223	1075	413	233
G	12	182	855	376	179
H	29	80	495	246	101
I	11	262	595	397	108
J	19	120	680	337	139
K	16	192	636	313	108
L	10	105	620	403	168
M	16	170	840	449	182
N	15	162	985	500	250
O	10	226	583	343	172
P	14	145	527	275	122
Q	13	208	690	483	104
R	10	362	1065	582	277
S	13	182	1056	432	227
T	15	290	988	571	141
U	10	165	510	321	83

I,J,K,L,M の平均透視時間には有意差があり前者の方がより短時間であつた。すなわち放射線診断の臨床的訓練をより長くうけたものは経験年数の少い医師よりも透視時間は短い。

一方、内科医の方は75名のうちで10例以上の透視例をもつ21名の医師について検討した。(Table 2 B) 21名中で平均透視時間が300秒以内であつたのは3名にすぎず、他は透視時間が長い。入局

Table 3. X-ray findings and fluoroscopic time

findings	No. of cases examined	Fluoroscopic time (second)
negative	73	246
gastritis	75	270
gastric cancer	20	318
gastric ulcer	32	245
duodenal ulcer	13	296
resected stomach	23	184
others	53	279

Table 4. Fluoroscopic time of various X-ray examinations

Examination	No. of cases examined	Fluoroscopic time (second)			
		Minimum	Maximum	Average	St. dev.
bronchography	26	190	1090	473	264
cholecystography	10	25	290	95	78
catheterization of the heart	62	90	2430	975	531
catheterization of the hepatic vein	15	190	1230	591	318
arthrography of the hip joint	75	50	840	295	156

後の経過年数の長いものの透視時間が短いという傾向はみられなかつた。

### (iii) X線所見と透視時間

放射線科で行われた胃十二指腸検査例でX線所見と透視時間の関係を289例についてみるとTable 3のように癌とか十二指腸潰瘍の症例の透視時間はやや長いが他の所見であつた例の透視時間と有意差はない。

### (iv) その他の検査の透視時間

気管支造影の際の透視は190秒から1090秒、平均473秒、胆のう造影は平均95秒であつた。心臓カテーテル法の際には平均975秒を要し、股関節造影検査では平均295秒の透視時間であつた。

(Table 4)

## (2) 透視時間の短縮

(i) 消化管透視の際に透視時間を知らせる警報装置 透視を行つているときに、ある積算時間に達したときに警報を鳴らし医師の注意を喚起せしめ、できるだけ合理的な透視を行い余分な被曝を患者に与えないようにすることを目的とした警報装置を、放射線科医の使用する透視台にとりつけた。前にのべた電気時計を利用した。あらかじめ任意の時間を set しておく、その時間まで針が進んだ時に警報が鳴る。胃十二指腸透視検査の場合には透視時間が240秒で警報を鳴らすことにした。より熟練せる医師の平均透視時間が250秒前後であつたからである。警報装置をとりつけた後に、各医師に説明して透視時間の測定を行つた。この結果を、警報装置をとりつける以前の透視時間と比較した。同一の医師の結果を比較したのでここで測定を行つたのは(1)の(ii)における医師A,B,C,D,E(入局後4年以上)およびIとJ(3年以下)の7名である。残りの7名の放射線

科医は、この測定を行つた時期には検査を担当していなかつた。警報装置をとりつける前の記録は1965年6月から7月に行つた102例についてであり、警報装置をつけた後1965年7月から8月に行つた111例の胃十二指腸検査例と比較した。

警報装置をつける前は、各医師の平均透視時間が、244秒から486秒、全平均310秒(標準偏差124秒)であつたが、警報装置の設置後は179秒から398秒、全平均220秒(標準偏差79秒)と平均透視時間は90秒(28%)の短縮が得られた。

(Table 5)これらの平均値の95%信頼限界はそれ

Table 5. Fluoroscopic duration of radiologist under the preset device of the time alarm

Doctor	Fluoroscopic time (second)			
	without preset alarm timer		with preset alarm timer	
	time	St. dev	time	St. dev
A	264	98	201	77
B	244	79	179	77
C	248	90	195	57
D	321	75	231	46
E	250	51	198	53
I	399	150	245	92
J	486	104	397	73
Average	310	124	220	79

ぞれ  $310 \pm 24$  秒と  $220 \pm 16$  秒であり双方は重複せざる有意差がある。透視時間を短かくすることによつて診断が難になり診断能力が低下することが考えられる。検査を行つた全例について確実な組織診断までを得ることは出来ない。しかし、検査が不充分であつたために再検査を必要とした頻度を比較すれば診断能力低下があるか否かを判断する一つの目安になると思われる。再検査を必要とし

Table 6. Comparison of duration of fluoroscopy by X-ray television with that of fluoroscopy by fluorescent screen in examination of the stomach

		No. of cases examined	Fluoroscopic time (second)			
			Minimum	Maximum	Average	St. dev.
A	Fluor. scr.	95	105	420	204	53
	X-ray TV	121	135	360	196	36
B	Fluor. scr.	274	55	710	239	118
	X-ray TV	178	112	834	324	146

A: Aichi Cancer Center Hospital

B: Nagoya University Hospital

Table 7. Comparison of duration of fluoroscopy by X-ray television with that of fluoroscopy by fluorescent screen in selective arteriography

	No. of cases examined	Fluoroscopic time (second)			
		Minimum	Maximum	Average	St. dev.
Fluor. scr.	37	330	3220	1059	658
X-ray TV	41	39	2220	547	557

た例数は、透視時間が長かつた前の群 102例中 4例であつたのに対して、警報装置のとりつけにより透視時間の短い 111例のうちで 3例とほとんど差がない。かくして、医師が注意を喚起されると透視時間は短縮されることが可能であることを知つた。

## (ii) X線テレビによる透視

人体を透視する際の蛍光板の明るさは $10^{-8}$ — $10^{-5}$ Luxであり、在来は医師は暗順応をし、かつ操作は暗所で行う必要があつた。これに比べてX線テレビのモニター面の明るさは1—20Lux程度で観察されており、蛍光板に比べて非常に明るく診断能の向上が期待される。更に線量率の減少、明室での操作によつて透視が容易になり透視時間も短縮し患者被曝の軽減がなされることも期待される。そこで、消化管検査および血管カテーテル法の際の透視で、在来の蛍光板透視に対してX線テレビを用いる場合に透視時間が短縮されるかどうかを検討した。透視時間の測定方法は(1)と同じである。使用したX線テレビ装置は、東芝TXM-15—20型シリーズX線テレビ装置(KXO-15(G), DT-AB型)および島津全遠隔操作式万能型X線テレビ(UD-150-L-5, US-3型)であ

る。また、測定は愛知県がんセンター病院でも同様に行つた。使用装置も同一機種のものである。

## (a) 消化管検査の際の透視

愛知県がんセンター病院ではX線テレビと蛍光板透視を共に使用して検査を行っている。1966年1月に行つた胃十二指腸検査で蛍光板透視によつた95例とX線テレビによる121例の透視時間を測定、比較した。検査は3名の放射線医によつて行われた。蛍光板透視では105秒から420秒、平均204秒(標準偏差53秒)、X線テレビによる透視では135秒から360秒、平均196秒(標準偏差36秒)の透視時間であつた。この両者の平均透視時間の95%信頼限界は重複し有意差はない。

名大病院放射線科では1966年9月以降に消化管検査をX線テレビで行つている。透視時間の測定は1966年10月から12月の間に行つた。この結果を以前の蛍光板透視での透視時間と比較した。同一医師の行つた検査例を比較したので、この対象となつたのは(1)における医師A,B,C,D,F,H,LおよびMの8名であり、蛍光板透視で274例、X線テレビでは178例の患者である。

蛍光板透視では55秒から710秒、平均239秒(標準偏差118秒)の透視時間であつたのが、X線テレ

びを使った検査では 112秒から 834秒、平均 324秒（標準偏差 146秒）となつた。平均透視時間の95%信頼限界は重複せず、この両群の透視時間の差は有意といえる。すなわち、X線テレビを用いた場合には透視時間がかえつてやや長くなつた。

#### (b) 選択的血管造影の際の透視

Seldinger 法による選択的血管造影では、カテーテルを動脈内に挿入し、透視下にカテーテル先端を目的の分枝にはめこむ。この操作に要する透視時間を、蛍光板で透視を行つた37例とX線テレビを使った41例について測定し比較した。検査を行つた医師は放射線科医4名と外科医5名である。検査は腎動脈、腹腔動脈、上腸間膜動脈の造影にかぎつて比較した。その他の分枝の造影の例数が少なかつたからである。

蛍光板透視では 330秒から3220秒、平均1059秒（標準偏差 658秒）であつたのに対して、X線テレビを使用した場合の透視時間は最も短い例が39秒、最長2220秒、平均 547秒（標準偏差 557秒）であつた。これらの平均値の95%信頼限界はそれぞれ1059±219、547±177秒でありこの差は有意である。

X線テレビの使用は、明室での操作と像が明るく見易いという利点が選択的血管造影の際には有効に生かされ、透視時間短縮による患者被曝の軽減への寄与が大きい。

#### 考 按

腹部の透視撮影は、我国のX線診断による遺伝有意線量のなかで占める割合が大きく、胃十二指腸検査は30.1%を、大腸検査が21.5%を占めることが示めされている<sup>8)</sup>。また、白血病有意線量への寄与も大きく1963年にはその88.3%にも達している。胃腸の透視検査時間を論ずることは重要である。

前にのべたように、我国では専門医制度がなく胃腸の検査は放射線科医と内科医および外科医によつて行われている<sup>9)</sup>。しかし、患者および術者の被曝への考慮と技術の面で放射線科医は一般内科医にくらべて透視をより合理的に行い、したがつて透視時間にも差があらうと考えた。本論文における測定を行つた期間に放射線科は14名が、

内科は75名の医師が検査にたずさわつていることからも、放射線科医が内科医よりも訓練をうける機会の多いことがうかがわれる。

測定を行うことは一部を除いては医師には知らされず、又、測定装置の誤差は無視できるので得られた結果は偏りのない信頼し得るものと考えてよい。透視時間の個々の測定値はかなり広い範囲に分布している。これは同一医師の透視例でも患者によつて所見が異なり、ことに造影剤の通過障害のある例は長時間になり、病的所見がなく、しかも体型が細くしたがつて蛍光板像も明るく見易い例では短い透視時間ですむからであろう<sup>10)</sup>。しかし、それにもかかわらずこれだけの数があれば統計学的な処理が出来、意味づけのできることがわかつた。

本邦においては透視時間を問題とした研究はほとんどないが、橋詰ら<sup>4)</sup>は骨髄線量算出の基礎データとして20名の医師が行つた 105例の透視時間の平均として7分29秒をあげている。これは名大内科医の平均透視時間6分48秒よりもやや長い。我国で一般に透視をうけもつている医師の平均透視時間が7分前後であるとみてよいのではなからうか。諸外国で行なわれた研究と比較するとBarclay (1933)<sup>2)</sup>は経験をつんだ医師の平均透視時間は4分、経験の浅いものは非常にながくかかるのとべている。Ritterら (1952)<sup>12)</sup>は胃十二指腸の screening に平均10分を要するとのべ、Osborn (1955)<sup>9)</sup>は胃透視で短くて2分25秒、最長が19分50秒、平均7分を要し、注腸検査では35秒から14分6秒、平均4分47秒の透視時間であつたことを報告している。Stanford ら (1955)<sup>15)</sup>は胃透視は平均3分と述べている。これらはいづすも stopwatch を使つて測定したものである。Ardran ら (1957)<sup>1)</sup>は自動的に透視時間を積算する時計で 663例を測定し、胃透視に2分50秒から12分48秒、平均3分48秒、注腸透視に4分35秒から9分9秒、平均5分11秒であつたと報告している。Roylance (1962)<sup>18)</sup>は胃透視で1分13秒から3分40秒、平均1分58秒とのべている。またPape ら (1960)<sup>11)</sup>は、胃の透視について入院患者で行つた 120例は1分36秒から16分、平均6

分42秒であるのに対して、外来で行った115例の検査に1分9秒から5分49秒、平均2分54秒の透視時間であったことを報告し、この透視時間の差ができた理由を、外来では十分に経験を積んだ放射線医が検査を担当しているのだから短いと述べている。また Spaldings (1964)<sup>14)</sup>は透視時間と経験年数とについて、経験1年の Resident が8分、2年のものが6分、3年のものは5乃至6分、5年から10年の経験をもつ医師の平均透視時間は4分であり、熟練によつて透視時間が短縮されることを明らかにしている。以上のことがらおよび本論文でのべたように、熟練せる放射線医が胃の透視を行うときには平均3乃至4分を要するであろうということが推定できる。透視中に患者の皮膚面は1.5—7Rを毎分うけるのであるが、総線量は一般内科医が行う場合の約50%になるわけである。

その他の検査の透視時間については Committee on the Hazard to Man of Nuclear and Allied Radiations の報告 (1960)<sup>15)</sup>の値とほとんど同等である。

透視時間をできるだけ短縮することについては WHO Expert Committee on Radiation も preset-timer の使用を勧告しており<sup>16)</sup>X線装置によつては Timer によつて一定時間になつたときに main switch を切るような回路がくみこんであるが、この普及程度は低い。Frik (1958)<sup>9)</sup>は特殊な Switch を使うことによつて透視時間を短縮できたとのべているが、警告によつて医師の注意をうながして透視時間を短くし、患者被曝を減らすことができるので本報告にあるような簡単な警報装置が普及されることがのぞましい。

X線テレビは現在のところ普及率は低い<sup>5)</sup>、しかも、胃透視の場合には透視時間がかかわらぬか、あるいはむしろ蛍光板透視よりも長時間を要した。これは蛍光板透視とほぼ同じ透視時間を示めた愛知県がんセンターではテレビが screening 用に使われ、1日約25名の検査を行つていること、テレビによる透視時間が長くかつた名大病院では精密検査で1日7—8名の検査を行つていることによるかもしれぬ。また完全遠隔操作であるため

に、患者の位置をかえたり、圧迫を加えたりする操作が蛍光透視に比べてやりにくく、透視時間がむしろ長くかつたのではないかと考えられる。これが面倒な操作で、しかも患者の側で透視を行う必要のある選択的血管造影のときの透視では、明るい部屋と明るい画像というテレビの利点が最大に発揮され、時間短縮が得られる。

### 結 論

1. X線透視において実際にX線を曝射している時間をX線装置の電気回路の一部に接続して透視時間を自動的に積算する時計を使用して測定した。そして、消化管透視で放射線科医と非放射線科医の透視時間を比較した。放射線科医は、360例の胃の検査で平均257秒、98例の大腸検査で265秒の透視時間であったのに対して内科医は671例の胃検査を平均408秒、29例の大腸検査を512秒で行つた。この両科の平均透視時間の差は統計学的に有意であつた。専門家が行うことによつて患者被曝を減らしうる。

2. 放射線科医は入局後4年以上の訓練を受けたものは3年以下の医師に比べて透視時間は短い。

3. 透視時間を知らせる警報装置を使うことによつて医師の注意を喚起せしめ、約28%の時間短縮をすることが出来た。

4. X線テレビの使用は、複雑な手技を要する選択的血管造影では、透視時間を48%短縮せしめた。消化管透視ではX線テレビでは透視時間短縮の寄与はなかつた。

(本論文の要旨は、昭和40年7月4日日本医学放射線学会第28回中部地方会および昭和41年4月10日第25回日本医学放射線学会総会に於て発表した。)

### 文 献

- 1) Ardran, G.M., Emrys-Roberts, E. and Kemp, F.H.: The duration of fluoroscopic examination. Brit. J. Radiol., 30, 381, 1957.
- 2) Barclay, A.E.: The Digestive Tract 1933 1)より引用.
- 3) Frik, W.: Verkürzung der Durchleuchtungszeiten. Fortschr. Röntgenstr., 88/5, 601—604, 1958.
- 4) 橋詰雅, 加藤義雄, 丸山隆司, 白貝彰宏, 丸山



- 静雄, 鈴木茂雄: X線透視診断による骨髄線量の推定, 日医放会誌, 25/2, 1410—1418, 1966.
- 5) 古賀佑彦: X線テレビの使用状況についての全国調査, 臨放12/9, 572—576, 1967.
- 6) Ministry of Health, Radiological Hazards to Patients. Second Report of the Committee, London, H.M.S.O. 1960.
- 7) 増山元三郎 監修: 統計計算ポケットブック日本規格協会, 1964.
- 8) 宮川正他 16名: 医用診療用放射線による遺伝有意線量に関する研究, 日医放会誌, 21/6, 565—616, 1961.
- 9) Osborn, S.B.: X-ray Focus 1955 1 より引用.
- 10) Osborn, S.B.: Variations in the radiation dose received by the patient in diagnostic radiology. Brit. J. Radiol., 36, 230—234, 1963.
- 11) Pape, R. und Zakovsky, J.: Die Strahlenbelastung des Untersuchten bei Routinedurchleuchtungen. Fortschr. Röntgenstr., 92/5, 543—561, 1960.
- 12) Ritter, V.W., Warren, Jr., S.R. and Pendergrass, E.R.: Roentgen doses during diagnostic procedures. Radiology 59/1, 238—251, 1952.
- 13) Roylance, J.: The value of image intensification in opaque meal examinations. Brit. J. Radiol., 35, 409—417, 1962.
- 14) Spalding, C.K. and Cowing, R.F.: A survey of exposure received by hospitalized patients during routine diagnostic X-ray procedures. Radiology 82/1, 113—119, 1964.
- 15) Stanford, R.W. and Vance, J.: The quantity of radiation received by the reproductive organs of patients during routine diagnostic X-ray examinations. Brit. J. Radiol., 28, 266—273, 1955.
- 16) WHO, Technical Report Series No. 306, Public Health and the Medical Use of Ionizing Radiation. WHO, Geneva, 1965.