

Title	上部消化管のX線検査時における患者の入射面線量
Author(s)	尾内, 能夫; 都丸, 禎三; 入船, 寅二 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1978, 38(7), p. 669-681
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17691
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

上部消化管のX線検査時における患者の入射面線量

癌研究会癌研究所物理部

尾内 能夫 都丸 禎三 入船 寅二 内田 勲

癌研究会附属病院内科

熊倉 賢二* 丸山 雅一 杉山 憲義 黒川 利雄

(昭和52年12月26日受付)

(昭和53年2月3日最終原稿受付)

Entrance surface doses in patients during upper gastrointestinal examination

Yoshio Onai, Teizo Tomaru, Toraji Irifune and Isao Uchida

Department of Physics, Cancer Institute, Tokyo

Kenji Kumakura, Masakazu Maruyama, Noriyoshi Sugiyama and

Toshio Kurokawa

Department of Internal Medicine, Cancer Institute Hospital, Tokyo

Research Card No.: 302

Key Words: Radiation exposure, TLD, X-ray diagnosis, Upper gastrointestinal tract

The entrance surface dose distributions in patients during the upper gastrointestinal examinations in the Cancer Institute Hospital were measured in 1972 and 1976, using $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ foil thermoluminescent dosimeters, which were transparent for x-rays. Average values of the maximum entrance surface doses during examination with the universal gyroscopic, remotely controlled, and general x-ray television apparatus were 23, 44, and 68 R, respectively, in 1972. By improving the x-ray quality, field size, and fluoroscopic procedures, radiation exposure in fluoroscopy was reduced and, as a result, average values of the total entrance surface doses during examination with the above apparatus were reduced to 8, 22, and 28 R, respectively, in 1976.

緒 言

X線診断技術の向上および集団検診の普及等に
伴ない国民の医療行為による放射線被曝の機会
は増加した。このことから患者に対する放射線防護
には国内的にも、また国際的にも強い関心が示さ
れている^{1,2)}。1974年の橋詰ら³⁾の調査によれば、

胃癌発生率の高いわが国においてはX線撮影回数
の約40%が上部消化管検査である。癌研究会附属
病院においてはこの傾向はより著しく、上部消化
管検査のための撮影フィルム使用量は全体の60%
以上である。著者らはこの上部消化管検査の被検
者（以下単に患者という）の被曝線量の実態の把
握およびその低減を目的としてこの研究を始めた。

* 現慶応義塾大学医学部放射線診断部

X線検査による被曝線量は一般に、決定臓器に線量計を埋めこんだ人体ファントムを用いて模擬X線操作を行って測定している^{4,7)}。しかし、消化管検査のような透視操作が伴ない、且つ照射部位および照射野の変化が大きい場合の患者の被曝の実態を把握するためには、患者について直接測定することが望ましい。吉永ら⁸⁾はこの目的のためにフィルムジャケット法を開発したが、患者に直接利用するまでにはいたっていない。著者らは比較的感度が高く、且つX線フィルムに陰影を認めない $\text{CaSO}_4 \cdot \text{Tm}$ ホイル型熱ルミネセンス線量計 (TLD) を用いて患者の被曝線量を直接測定する方法を開発し⁹⁾¹⁰⁾、1972年および1976年において癌研病院の各種X線診断装置による上部消化管検査時の患者の入射面線量およびその分布を測定した。この報告では、これらの測定結果の解析と被曝線量の低減法についての検討を行った。

材料および方法

1. X線診断装置

1972年および1976年の両年に患者の被曝線量を測定したX線診断装置は、ジャイロ式万能X線テレビ装置¹¹⁾ (以下 Gyro-TV とよぶ)、遠隔操作式X線テレビ装置 (Remote-TV) および焦点—天板

間距離を55cm に改良した近接式X線テレビ装置 (II-TV 55) で、Gyro-TV および Remote-TV は主として技師の操作による一次スクリーニング用、II-TV 55は主として医師による精密検査用である。いずれも東芝製で、これらの装置の透視および撮影システムを Table 1に、X線の線質を Fig. 1に、X線の出力 (線量率) を Fig. 2に示した。線質は電離箱によりアルミニウムの半価層を測定し、実効エネルギーで表わした。使用した電圧範囲は透視で70~100kV、撮影では75~100kVである。X線発生装置の管電圧は1976年のみ電子技術総合研究所で校正された計測器により値付けされたアルコ電機社製のX線管電圧波高計により校正した。1972年に対する1976年時の改良点は、X線束のアルミニウム濾過板を、1972年には固有濾過板のみであったのを Gyro-TV で2mm、その他で1mm 付加したこと、最大照射野を天板面で約16×21cm にしたこと、Remote-TV には撮影フィルムの大きさに応じて照射野を自動制御する装置が備えつけられているが、これを調整して適正照射野としたことである。

1972年にはこの他に FSD 40cm のX線テレビ装置 (II-TV 40) および蛍光板透視装置 (Conv.

Table 1. Technical specifications of x-ray diagnostic equipments

Equipment		Gyro-TV		Remote-TV		II-TV 55		II-TV 40	Conv. F
FSD cm		65		65		55		40	40
Year		1972	1977	1972	1976	1972	1976	1972	1972
Fluoroscopy	Image intensifier	Toshiba Conv.	Toshiba H.S.	Philips Conv.	Toshiba Conv.	Philips Conv.	Toshiba Conv.	Philips Conv.	
	Television pickup tube	Toshiba Chalnicon		Toshiba Vidicon		Toshiba Vidicon		Toshiba Vidicon	
	Grid ratio Strips/cm	6 23		$\left(\frac{4}{28}\right) \times 2$		10 40		8 40	8 40
Radiography	Film	Kodak RP/L		Fuji KX		Fuji KX		Fuji KX	Fuji KX
	Screen	DMS	LT-II	DMS	LT-II	DMS	LT-II	DMS	DMS
	Grid ratio Strips/cm	8 40		$\left(\frac{4}{28}\right) \times 2$		10 40		8 40	8 40

Gyro-TV : Universal gyroscopic x-ray television apparatus, Remote-TV : Remotely controlled x-ray television apparatus, II-TV55 : General x-ray television apparatus with FSD 55cm, II-TV40 : General x-ray television apparatus with FSD 40cm, Conv. F. : Conventional x-ray fluoroscopic apparatus, FSD : Distance between focus and surface (or table top), Conv. : Image intensifier with a ZnCdS input screen, H.S. : Image intensifier with a CsI input screen

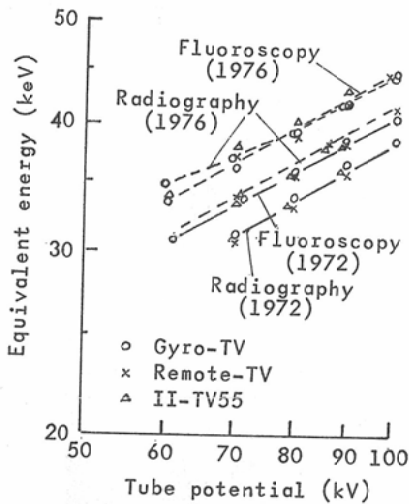


Fig. 1 Equivalent energy of x-rays for fluoroscopy and radiography as a function of x-ray tube potential

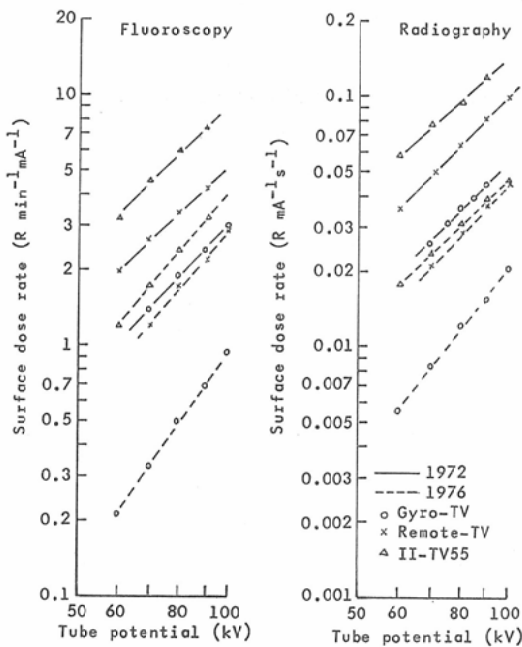


Fig. 2 X-ray output at surface of phantom for fluoroscopy and radiography as a function of x-ray tube potential

子技術総合研究所で校正した Victoreen 555線量計を用い、電離箱 (IMA) を Mix DP ファントム¹²⁾ (35cm×35cm×25cm) に半分埋めて測定した。各装置について Table 1 に示す FSD で、照射野を表面において 16×21cm とした。結果を Fig. 2 に示した。10×10cm との相違は 10% 程度である。

患者の入射面線量分布の測定は、ナショナル製 CaSO₄: Tm ホイル型 TLD-UD 100M 8 素子¹³⁾ (8mm×0.06mm プラスチック成型) を黒色のビニール袋に入れ、これを Fig. 3 に示す配置に

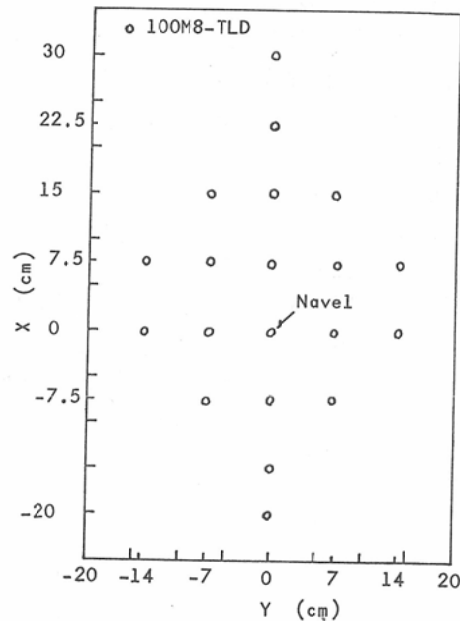


Fig. 3 Diagram showing positions of 100M8 TLD phosphors for measurement of entrance surface dose distribution in patients

貼付した方眼紙を天板上に、Gyro-TV では焦点から 52cm の位置に取付けたビニール板上に (入射面線量はビニール板上と患者入射面との線量比 0.64 を測定値に乗じて求める)、設置して行った。この際、患者のへそが Fig. 3 の「へそ」の位置にくるように方眼紙の位置または患者の位置を調節する。

測定に用いた各素子は、被曝線量測定毎に ⁶⁰Co γ線 30R (test dose) により校正し、その感度を

F) による患者の被曝線量も測定した。

2. 線量と透視時間の測定法

X線診断装置の患者の入射面における出力は電

個々にチェックし、増感係数を求めた。増感係数は初回の test dose に対する感度と反復照射の各回の test dose に対する感度の比で、この実験では最高1.2であつた。線量測定値には都丸の資料⁹⁾に従い、実効エネルギー40keV のX線に対する感度および supralinearity の補正を施した。測定するX線は実効エネルギーが35から45keV の範囲の入射X線のみであるから、線質による感度の相違は10%以下である。

このようにして測定した入射面の線量分布は、患者のへそを基準にした各高さにおける総入射X線量を表わしている。これと体軸横断面の各方向よりの入射X線の割合および人体ファントムを用いて得られる体内線量分布と表面線量分布との関係から、各決定臓器の被曝線量を算出することができるが、これについては別に報告する。

X線検査時の真の透視時間は透視スイッチと連動している 朋栄社製のビデオタイマーで測定した。なお、透視条件(管電圧、管電流)および撮影条件(管電圧、mAs)と撮影回数、患者の腹厚

を患者別に記録し、患者の被曝線量計算の基礎資料とした。

3. 患者の性別と年齢分布

上部消化管検査の被曝線量の測定は1972年10月

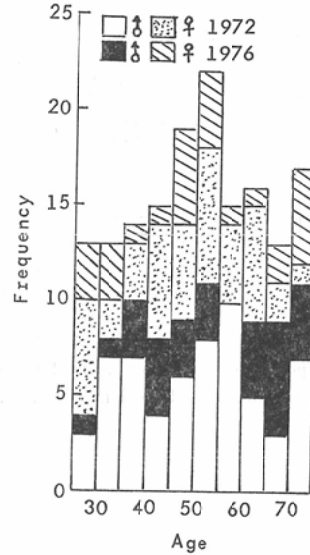


Fig. 4 Age distribution of patients measured

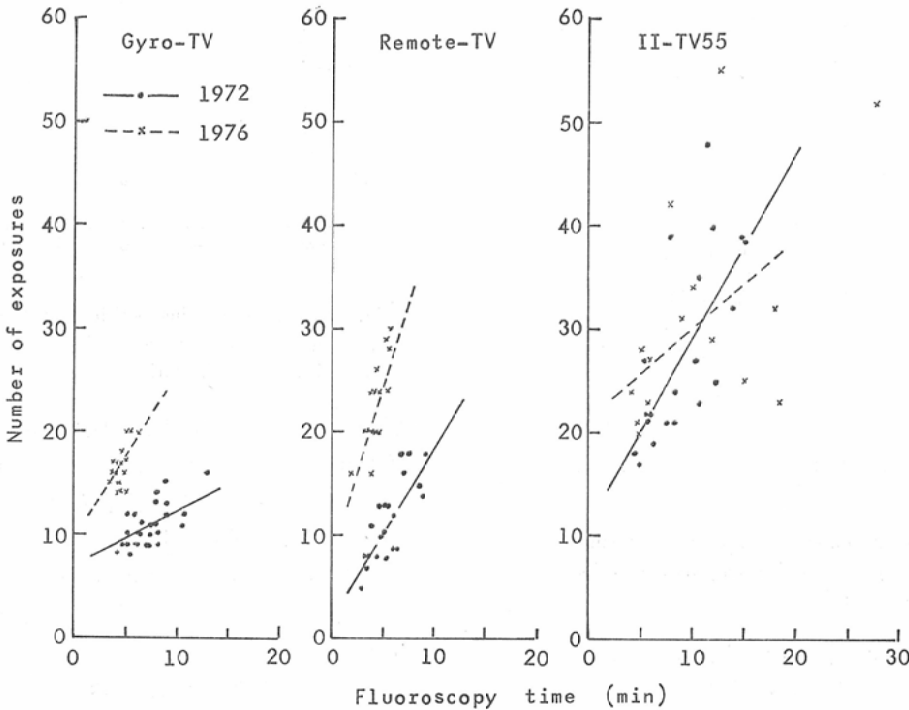


Fig. 5 Relationship between number of exposures and fluoroscopy time for upper gastrointestinal examination

Table 2. Field, fluoroscopic time, exposure, and surface dose in upper gastrointestinal examination

Equipment*1		Gyro-TV		Remote-TV		
Year		1972	1977	1972	1976	
Patient	Total	30	20	20	20	
	Male	14	8	14	12	
	Female	16	12	6	8	
Field**2 X×Y		26.4×22.7	22.4×16.2	28.0×23.5	19.3×17.0	
Fluoroscopy	Time (min)	7.3±2.0 (4.3—15.8)	4.6±0.7 (3.4—6.4)	5.7±1.9 (3.0—9.0)	4.4±0.9 (2.1—5.9)	
	Surface dose*3 (R)	19.7±7.3 (6.9—45.2)	4.8±1.6 (2.7—7.4)	33.6±15.7 (15.4—75.6)	13.8±5.4 (6.1—28.0)	
Radiography	Number of exposures		10.8±2.0 (8—15)	16.7±2.0 (14—20)	11.6±4.0 (5—18)	22.3±3.9 (16—30)
	Ratio	Full size*4	1.0	1.0	0.627	0.431
		Div. 2*4	—	—	0.173	0.109
		Div. 4*5	—	—	0.200	0.460
Surface dose*3 (R)		4.6±1.5 (1.7—7.5)	4.6±1.5 (2.7—8.1)	11.6±6.7 (3.4—24.8)	17.1±6.0 (6.2—25.5)	
Max. surface dose*6 (R)		23.4±8.4 (8.4—48.5)	7.8±2.4 (4.8—13.1)	44.2±20.4 (13.7—98.5)	22.4±7.8 (10.9—33.6)	
Abdom. thick. (cm)		18.1±2.4	17.5±2.6	19.2±3.3	19.8±2.8	
Equipment*1		II-TV 55		II-TV 40	Conv. F	
Year		1972	1976	1972	1972	
Patient	Total	20	15	24	6	
	Male	12	9	13	3	
	Female	8	6	11	3	
Field**2 X×Y		24.0×20.5	22.1×18.4	22.9×19.8	19.3×17.1	
Fluoroscopy	Time (min)	8.8±3.3 (4.2—14.9)	11.2±6.4 (4.7—28.0)	7.3±3.9 (3.0—16.4)	4.5±2.0 (2.9—8.3)	
	Surface dose*3 (R)	96.3±53.2 (41.8—225)	22.5±15.4 (5.7—62.7)			
Radiography	Number of exposures		27.4±8.6 (17—48)	31.1±10.7 (20—55)	18.3±7.8 (10—42)	12.5±6.3 (8—25)
	Ratio	Full size*4	0.427	0.279	0.518	0.61
		Div. 2*4	0.012	0.285	0.096	0.01
		Div. 4*5	0.561	0.436	0.385	0.38
Surface dose*3(R)		16.7±5.8 (9.1—29.5)	13.4±9.6 (8.9—25.1)			
Max. surface dose*6 (R)		67.9±31.3 (26—142)	28.2±17.4 (6.8—71.6)	40.0±18.2 (18—75)	31.2±9.6 (18—44)	
Abdom. thick. (cm)		17.6±2.4	18.2±2.9			

Values in parentheses are minimum-maximum. *1 See foot note to Table 1. *2 50% dose region to the maximum. *3 Calculated value. *4 Film size, 25.4×30.5cm. *5 Film size, 20.3×25.4cm. *6 Measured value.

から1973年1月(1972年と記載)と1976年10月、Gyro-TVのみ1975年5月(1976年と記載)の2回無作意に抽出した患者について行った。患者数

は1972年が男56名、女44名、1976年が男29名、女26名であり、その年齢分布をFig. 4に、各装置別の患者数をTable 2に示した。

結果

1. 透視時間と撮影回数

Fig. 5に各装置についての透視時間と撮影回数の関係を示した。撮影回数が増加すれば透視時間もそれに伴って増加するのは当然のことであるが、同じ透視時間でもその間の撮影回数は、装置によつて、また1972年と1976年とで異なる。一次スクリーニング用の Gyro-TV と Remote-TV では、カルディアと胃前壁部の撮影を追加した1976年の方が1972年より撮影回数が増加しているが、同じ撮影回数を実施する透視時間は減少している。医師による精密検査用の II-TV 55では、撮影回数も透視時間も1976年の方が1972年より平均として少し増加しているが、殆んど差はない、しかし、精密検査を目的としているので、他の

装置にくらべて撮影回数も透視時間も大きい。Table 2の7行と11行にそれぞれ装置毎の平均の透視時間と撮影回数を示した。

2. 最大入射面線量測定値

20枚の TLD で測定された各患者の入射面線量の最大値と透視時間および撮影回数の関係をそれぞれ Fig. 6および7に示した。どの装置においても、1972年より1976年の方が全被曝線量も、また透視時間当たりあるいは撮影回数当りの被曝線量も減少している。Table 2の18行に各装置毎の平均の最大入射面線量を示した。1972年には Gyro-TV 23.4R, Remote-TV 44.2R, II-TV 55 67.9Rであつたものが、1976年にはそれぞれ7.8, 22.4および28.2Rに減少していて、その減少率はそれぞれ0.33, 0.51および0.42である。

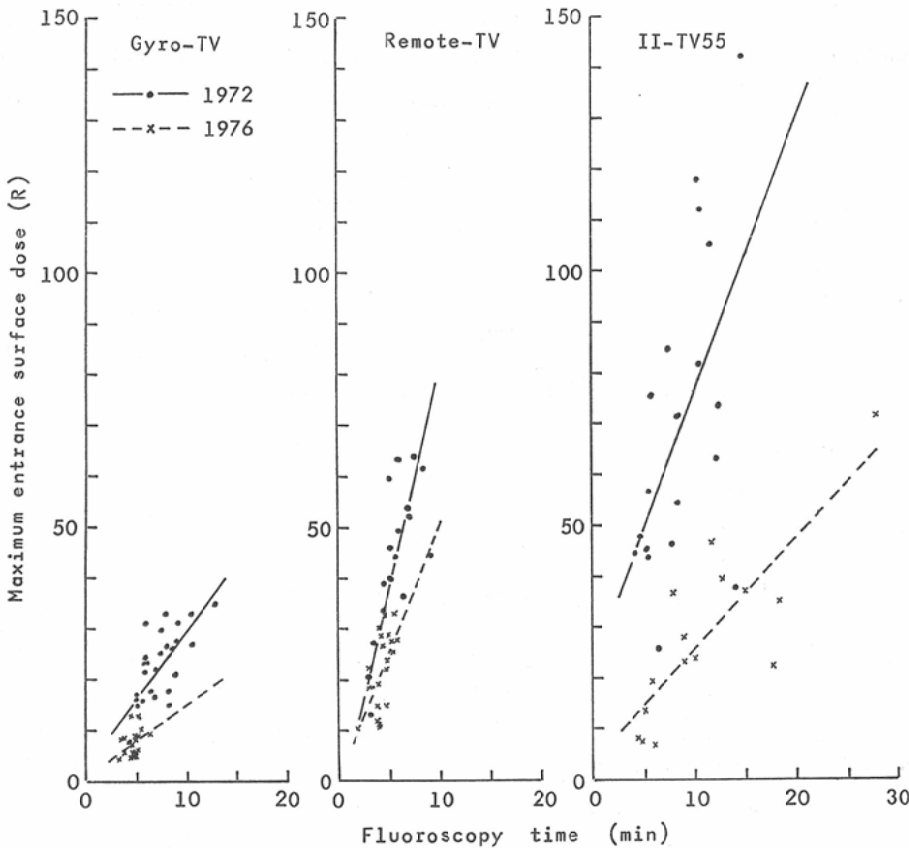


Fig. 6 Relationship between maximum entrance surface dose and fluoroscopy time for upper gastrointestinal examination

3. 一撮影当りの入射面線量計算値

患者毎に記録されている撮影条件(管電圧, mAs)から Fig. 2に示す値を用いて, 各患者の一撮影当りの平均の入射面線量を計算し, 腹厚との関係を Fig. 8に示した. 1972年と1976年の結果を比較すると, 増感紙を DMS より1ないし2割感度の低い LT-IIに変更したのにも拘らず, 1976年の方が入射面線量は2ないし3割減少している. これは, アルミの濾過板を付加して, Fig. 1に示すように, 実効エネルギーを上昇させた効果の現われである. 各装置について比較すると, Gyro-TV と II-TV 55では FSD の相違を補正するとその差は20%以内であるが, クロスグリッドを用いている Remote-TV は Gyro-TV より約2倍大きい.

4. 透視時の入射面線量率計算値

患者毎に記録されている透視条件(管電圧, 管電流)から Fig. 2に示す値を用いて, 透視時の各患者の平均の入射面線量率を計算し, 腹厚との関係を Fig. 9に示した. 1976年には1972年より透視線量率は著しく減少し, その減少率は, Gyro-TV で約0.4, Remote-TV で約0.5, II-TV 55で約0.2である. この減少は線質の改善にもよるが, 検査に携わる医師および技師に1972年の結果を示し, 透視時のX線の出力減少を図るよう要請したことによるものである.

5. 透視および撮影入射面線量計算値とその割合

各患者についての透視時の入射面線量率と透視時間から透視入射面線量を, 一撮影当りの入射面

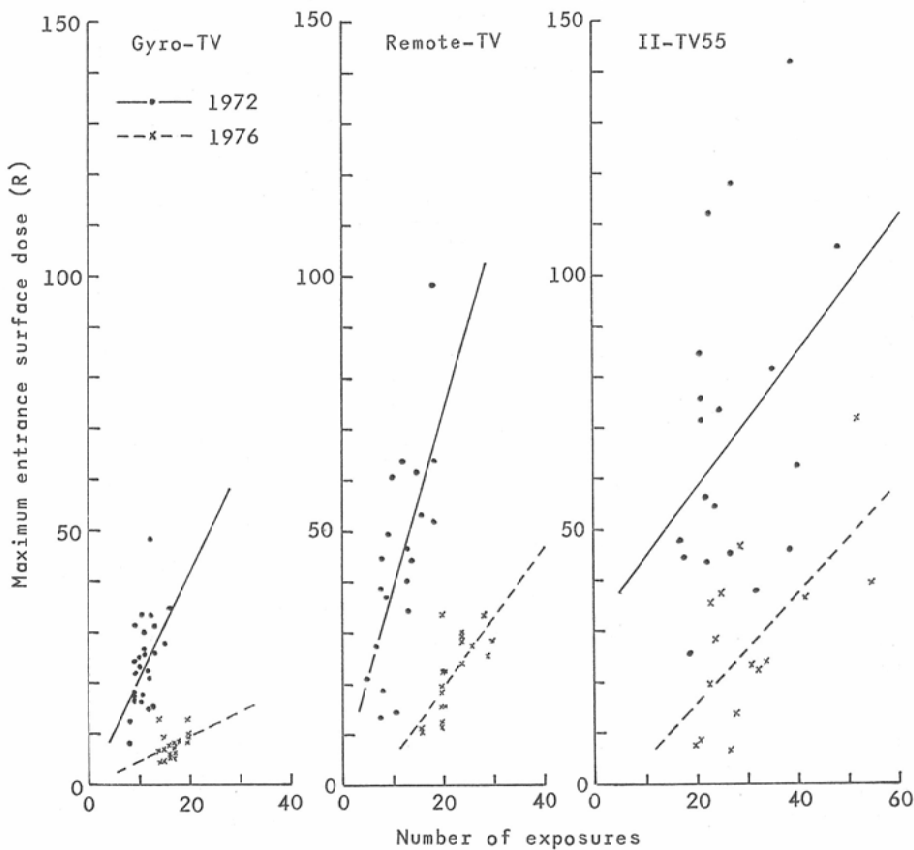


Fig. 7 Relationship between maximum entrance surface dose and number of exposures for upper gastrointestinal examination

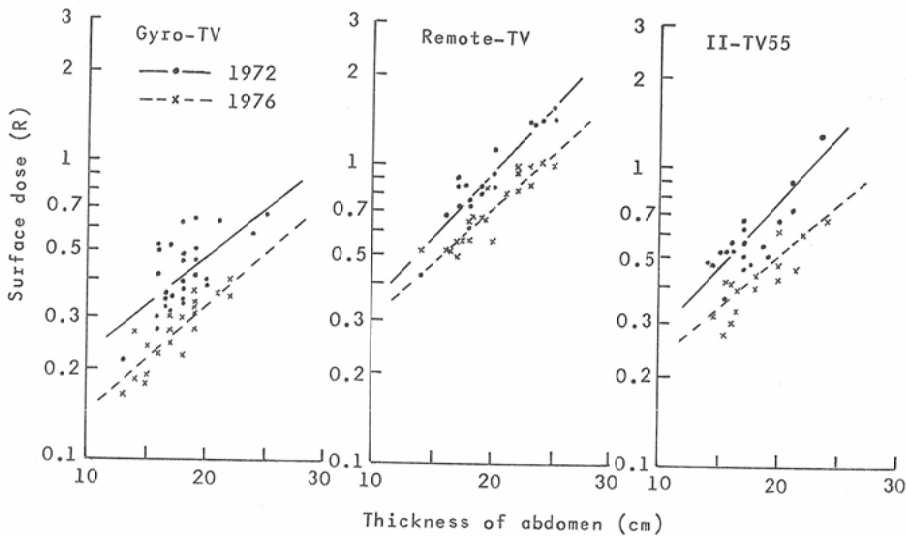


Fig. 8 Average surface doses per exposure in each patient for radiography in upper gastrointestinal examination as a function of thickness of abdomen

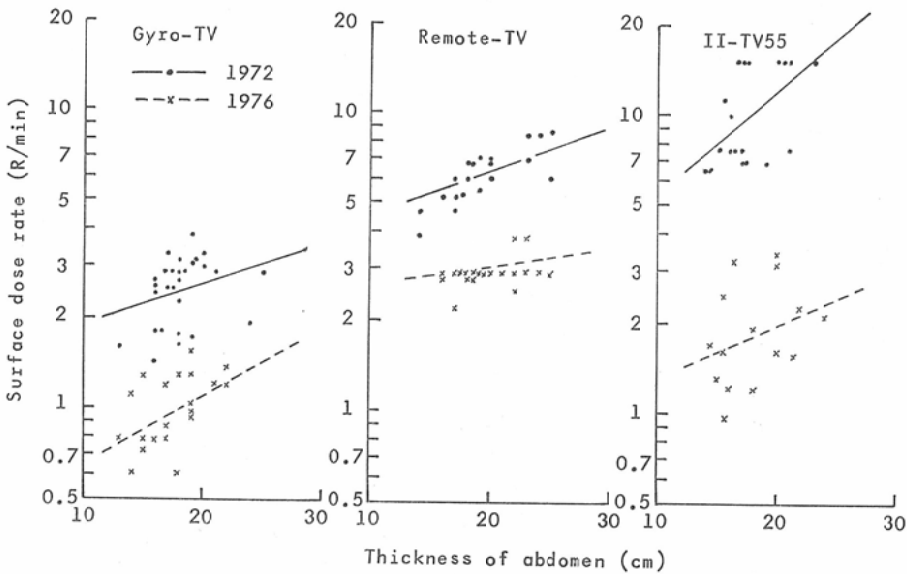


Fig. 9 Surface dose rates for fluoroscopy in upper gastrointestinal examination as a function of thickness of abdomen

線量と撮影回数から撮影入射面線量を計算した。Table 2の9行および16行にそれぞれ各装置についての平均の透視および撮影入射面線量を示した。1972年と1976年を比較すると、前に述べたように、全体に撮影回数が増加して、

Remote-TV ではそれが約2倍になっているために、1976年には、Gyro-TVでは撮影線量は変化しないが、透視線量は0.24に減少し、Remote-TVでは撮影線量は1.5に増加、透視線量は0.41に減少し、II-TV 55では撮影線量は0.8に、透視

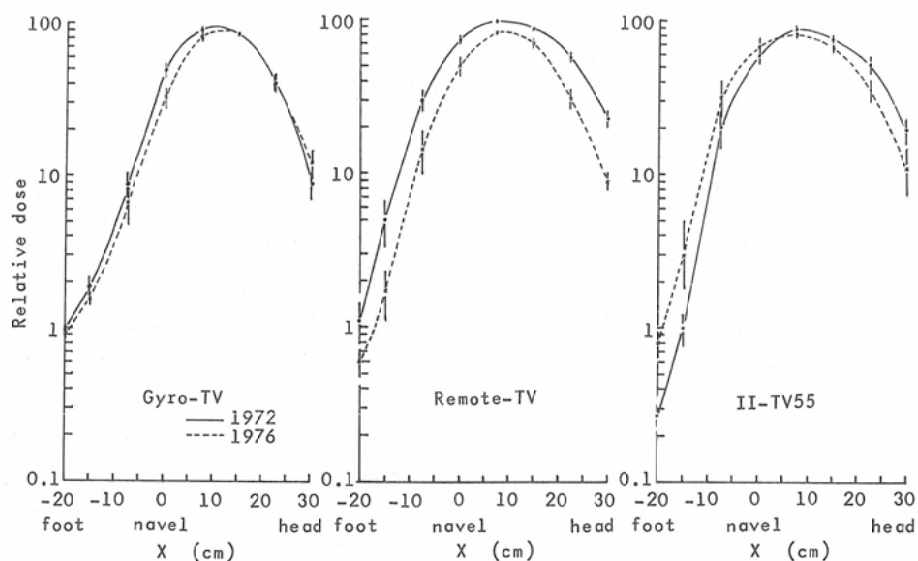


Fig. 10 Entrance surface dose distribution in direction of central axis of body for upper gastrointestinal examination

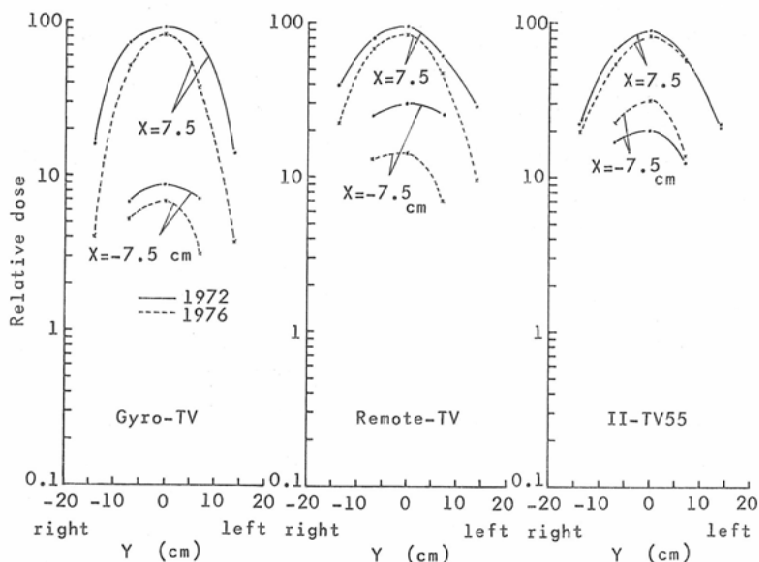


Fig. 11 Entrance surface dose distribution in direction of transversal axis of body for upper gastrointestinal examination

線量は0.23に減少した。計算による透視線量と撮影線量の和に対する透視線量の割合を求めると、Gyro-TVでは1972年に0.81であつたものが、1976年には0.51となつた。同様に、Remote-TVでは0.79が0.45に、II-TV 55では0.85が0.63になつ

た。すなわち、1972年には透視線量が全線量の約8割であつたものが、1976年には約5割に減少した。

6. 入射面線量分布と見掛上の照射野

Fig. 10および11に各患者の入射面線量分布を

最大値の百分率で表わし、それを装置別に平均した値を示した。Fig. 10は正中線上 ($Y=0$ の軸)の分布を、Fig. 11はへそより7.5cm 上部 ($X=7.5$ cm, 照射野中心附近)と7.5cm 下部 ($X=-7.5$ cm, 卵巣の高さ附近)のY軸上の分布を示した。Table 2の6行には、各患者について最大値の半分の線量となる幅をXおよびY方向について求めた見掛け上の照射野の大きさの平均値を示した。II-TV 55のXおよびY軸上の分布ならびにGyro-TVのX軸上の分布は1972年と1976年とで有意な差はないが、Gyro-TVのY軸上分布では最大照射野を規制した効果が、また Remote-TVのXおよびY軸上の分布には自動照射野制御装置を調整した効果が現われ、1976年の方が1972年より見掛け上の照射野が小さくなっている。

考 察

1. 他の施設との比較

癌研病院と他の施設における上部消化管検査の被曝のパターンを文献的に比較すると、透視時の入射面線量率は、癌研の1972年においてはICRP勧告¹⁴⁾の5R/分より大きい値を示す装置があつて好ましい状態ではなかつたが、1976年には1~4R/分に改善された。これは、古賀等¹⁵⁾のデータ(1.1~4.4R/分)と同程度であるが、竹下等¹⁶⁾の0.7rad/分よりまだ高線量率である。

透視時間は、古賀¹⁷⁾の調べたデータと比較すると、一次スクリーニング用のGyro-TVとRemote-TVの1972年の平均値が6分40秒で、内科医の値とほぼ同じであり、1976年の平均値は4分30秒で、放射線科医の値と同程度である。しかし、最終診断を目標としているII-TV 55の平均透視時間は1972年が8.8分、1976年が11.2分で、いずれよりも長い。

撮影回数は、癌研ではTable 2に示すように1972年が10~27回、1976年が17~31回で、橋詰等³⁾の1974年の調査の約7回、竹下等¹⁶⁾の放射線科医8.7回、非放射線科医6.6回よりはるかに多い。

一撮影当りの入射面線量は、増感紙、グリッド、FSD、腹厚などによつて変化するからそれらを比較することが必要であろうが、結果だけを比

較すると、古賀等¹⁵⁾のデータは1976年のRemote-TVと同程度であり、竹下等¹⁶⁾の値は1976年のII-TV 55とほぼ同じ値である。

撮影および透視による全入射面線量を比較すると、癌研においては撮影回数が多いので、その分だけ他の施設より大きな被曝線量となる。特に精密検査用のII-TV 55では、透視時間も撮影回数も大きいから、1972年より著しく減少した1976年の被曝線量でも、平均値が28.2Rで、国連科学委員会1972年報告²⁾の一検査当り6~25Rの範囲より大きな平均値となつている。1976年のGyro-TVでは透視時間も撮影回数も最小で、4.8~13.1Rの範囲の被曝線量となつていて国連報告以下である。1976年のRemote-TVでは、透視線量率および1撮影当りの線量率が他の装置より大きいので、透視時間と撮影回数はGyro-TVと同程度であるにも拘らず10.9~33.6Rの被曝線量で、国連報告より少し大きい。

2. アンケート調査の問題点

X線検査による患者の被曝線量の推定には撮影および透視条件等をアンケートで調査するのが普通であるが、アンケートで要求する事項に正しく回答できるかいくつかの疑問がある。例えば、管電圧および管電流のよみと実際値が一致しているか疑問¹⁸⁾であるし、それらが正しいとしても総濾過あるいは半価層が判つていないと線量の算出はできないが、それらは一般には測定されていない。又、撮影回数はフィルムの枚数から判るにしても、透視実時間の記録は一般には実施されていない。照射野の大きさは最大入射面線量に、特に生殖腺線量に著しく関係するが、透視中にそれを可変できる装置では実際の照射野は不明である。このようにアンケート調査結果には疑問があるから、患者の被曝線量を正しく推定するためには、患者についての実測が必要であることは明らかであるし、アンケート調査結果と実際値との相違の程度を見積ることも重要である。

そこで、一例として、各患者について記録された透視および撮影条件から計算した最大入射面線量とその実測値の相違の程度を求めた。この相違

は主として照射野の大きさによるものと考えられるが、各患者についての計算値に対する実測値の比を各装置毎に平均すると、1972年においては、Gyro-TV および Remote-TV で約0.93, II-TV 55 で0.65であり、1976年では、Gyro-TV で0.84, Remote-TV で0.73, II-TV 55で0.75である。II-TV 55では分割撮影がかなりあり、その際に医師が照射野を小さくしているため計算値より実測値がかなり低くなっている。Gyro-TV および Remote-TV では、1972年においては照射野を規制又は自動調整が適正でなかつたので、計算値と実測値に差があまりなかつたが、1976年には、Gyro-TV では照射野の規制を、Remote-TV では自動調整を適正化したので、実測値は計算値よりかなり小さくなっている。このように、撮影条件等をできる限り正確に記録するように努め、又、X線の出力を校正された線量計で実測し、それらの基礎資料から計算した値と患者についての実測値を比較しても、照射野の大きさの相違により、両者の相違の程度が異なる。今後、我国においてもアンケート調査に加えて患者についての実測を実施すべきであると考え。なおこの実験では最小照射野が入射面で $9 \times 7.5\text{cm}$ であることから、TLD 素子の間隔を 7.5cm としたが、 5cm 程度に縮めた方がよい。

3. 被曝線量低減法の考察

三種のX線診断装置について測定した入射面線量の間には著しい相違があることを述べた。この点を解析して被曝線量の低減法を考察する。

一次スクリーニングを主としている Gyro-TV と Remote-TV を比較すると、1976年においては、Gyro-TV は Remote-TV の約3分の1の被曝線量である。この二者の装置の相違点は、Gyro-TV では透視時と撮影時でグリッドを変え、また高感度高解像力のイメージインテンシファイア(II)を用いて透視線量の低減を図っていること、Remote-TV ではクロスグリッドを用いて解像力をあげているので透視および撮影線量が多くなることである。Fig. 8および9に示されているように、Gyro-TV では撮影線量が Remote-TV の

約2分の1、透視線量が約3分の1に減少している。しかし、高感度のIIを用いているのに、Gyro-TV の透視線量の減少程度が小さ過ぎる。その原因をしらべたところ、透視時の解像力をあげるために、TVカメラの撮像系のレンズの絞りが $F=2.5$ になつていることが判つた。現在はこの絞りを $F=1.25$ (開放0.75)にしている。これにより Gyro-TV の透視線量は更に約4分の1に減少し、透視線量は全線量の約2割となつた。この際の入射面線量は約5Rとなる。Remote-TVもクロスグリッドを Gyro-TV と同じグリッドに、またIIを高感度に変えれば、Gyro-TVと同程度の被曝線量に低減できる筈である。以上の考察から、透視を単なる撮影のための位置決めであると割り切れば、透視時の解像力も線量率もさげることができるので、透視の被曝線量は Gyro-TV 以下、すなわち Table 2より、1分当り1Rの4分の1すなわち 0.25R/分 以下にさげることができる。そこまで考えを変えれば、コンピューターを用いたX線検査の自動化も不可能ではなく、その基礎的研究を癌研でも実施している¹⁹⁾。

透視線量が全線量の2割程度になつた現在では、撮影線量をどこまでさげることができるかが、今後の課題である。癌研では現在、増感紙として極光 LT-II を使用しているが、これを比較的解像力のよい稀土類増感紙系(極光 G4+富士 R×O)に変えることによつて、撮影線量を約3分の1に減少できる²⁰⁾、この増感紙系を用いると、Gyro-TV の撮影入射面線量は、Table 2より 4.6R の3分の1すなわち 1.2R になる。透視線量は前に述べたように、 4.8R の4分の1すなわち 1.2R であるから、合計 2.4R の入射面線量に低減できる。更に高感度の増感紙系を用い、無透視あるいはそれに近い自動検査システムが完成すれば、被曝線量を1R以下に低減できる。しかし、粒状性と解像力が問題で、診断能をどの程度までさげることが可能であるかの検討を十分にした上でないと、被曝線量のみが減少して、胃癌の診断率向上につながらない無意味なX線検査になる恐れがあるから、簡単にはそのシステムに変更でき

ない。

照射野の自動制御装置をつけることによつて、最大入射面線量が減少し、又実効の照射面積が小さくなつて、生殖腺線量の低減に関係することを述べたが、すべての装置にこの自動制御装置を装着すれば、検査技術の優劣に関係なく被曝線量が低減される。

癌研の検査法では他の施設にくらべて撮影枚数が多いことを述べたが、この枚数を減少すれば、撮影線量は勿論、透視線量もそれに附随して低減できるわけで、このことは今後の課題であるが、撮影枚数の減少によつて、見落し率の増加が起つては問題であるので、十分な検討を重ねた上で撮影枚数の減少を実現したい。

結 論

TLD を用いて、1972年と1976年において3種のX線診断装置による上部消化管検査時の患者の入射面線量分布を測定し、次の結果を得た。

1. Gyro-TV, Remote-TV および II-TV 55の最大入射面線量の装置毎の平均値は、1972年においては、それぞれ23, 44および68Rであつたが、1976年にはそれぞれ8, 22および28Rに減少した。

2. この減少の主因は、被曝線量を測定することによつて、術者の被曝線量低減への関心が高まり、透視線量を低減したことである。

3. 透視線量の低減により、1972年には透視線量が全線量の約8割であつたものが、1976年には約5割に減少した。Gyro-TV において、高感度IIを有効に使用すれば、これを約2割にまで減少できる。その際の入射面線量は約5Rとなる。

4. 照射野の自動制御装置の使用により、最大入射面線量の低減と実効照射面積の縮小が実証されたが、これは生殖腺線量の低減に著しい効果があるから、すべての装置にこの自動制御装置を装備すべきである。

5. 今後更に、撮影枚数の減少と高感度増感紙の使用が診断能にどの程度影響するかを検討し、被曝線量の低減を図りたい。

本研究に直接助力下さつた癌研附属病院X線診断部の鶴田技師長はじめ放射線技師各位に深謝する。なお、

本研究は厚生省がん研究助成金の補助をうけて行われた。

文 献

- 1) ICRP publication 16: X線診断における患者の防護(邦訳). 1971, 日本アイソトープ協会.
- 2) 日本医学放射線学会, 日本アイソトープ協会編: 放射線診断における被曝の管理. 1974, 日本アイソトープ協会
- 3) 橋詰 雅, 丸山隆司, 隈元芳一: 診断用X線による国民線量の推定(1974)第一報撮影照射回数, 透視件数および診断件数について. 日本医放会誌, 36: 47—55, 1976
- 4) Laughlin, J.S., Meurk, M.L., Pullman, I. and Sherman, R.S.: Bone, skin, and gonadal doses in routine diagnostic procedures. *Radiology*, 78: 961—982, 1957
- 5) Research group on the genetically significant dose by the medical use of x-ray in Japan: The genetically significant dose by the x-ray diagnostic examinations in Japan. *Nippon. Act Radiol.*, 21: 565—616, 1961.
- 6) Hashizume, T., Kato, Y., Maruyama, T., Kumamoto, Y., Shiragai, A. and Nishimura, A.: Genetically significant dose from diagnostic medical x-ray examination in Japan, 1969. *Health Physics* 23: 827—843, 1972
- 7) 橋詰 雅, 加藤義雄, 丸山隆司, 鎌田力三郎, 浦橋信吾: 胃集団検診による国民線量の推定. 日本医放会誌, 37: 578—589, 1977
- 8) Yoshinaga, H., Takeshita, K., Sawada, S., Russell, W. and Antoku, S.: Estimation of exposure pattern and bone marrow and gonadal doses during fluoroscopy. *Brit. J. Radiol.*, 40: 344—349, 1967.
- 9) 都丸禎三: CaSO₄ と BeO 熱ルミネセンス線量計の特性と線量測定への応用. 日本医放会誌, 36: 808—825, 1976
- 10) 都丸禎三, 尾内能夫, 入船寅二, 内田 勲, 黒川利雄, 熊倉賢二: 胃のX線診断時における患者の被曝線量の測定. 日本医放会誌, 33: 臨増号, 8, 1973
- 11) 黒川利雄, 齊藤達雄, 西山正治, 牧野純夫, 橋本健二郎, 星光二郎: 回転多方向撮影X線テレビ(ジャイロ式万能X線テレビ装置)の概要と臨床的応用. 日本医放会誌, 34: 788—800, 1974
- 12) 尾内能夫, 楠本五郎: 水と等価な固形 Phantom の試作. 日本医放会誌, 19: 1012—1015, 1959
- 13) 山下忠興, 大西 肇, 安野信剛, 竹永睦生, 山本理: 熱けい光線量計(第二報) CaSO₄: Tm 素子の構造と特性. *National Technical Report*

- 18: 171-180, 1972
- 14) ICRP publication 15: 体外線源からの電離放射線に対する防護(邦訳). 1971, 日本アイソトープ協会.
- 15) 古賀佑彦, 山本千秋, 田宮 正: X線診断の際の患者被曝. 臨床放射線, 17: 122-129, 1972.
- 16) Takeshita, K., Antoku, S. and Sawada, S.: Exposure pattern, surface, bone marrow integral, and gonadal dose from fluoroscopy. Brit. J. Radiol., 45: 53-58, 1972.
- 17) 古賀佑彦: X線透視に際しての患者被曝軽減第一報 X線透視時間. 日本医放会誌, 27: 1230-1237, 1967.
- 18) Holloway, A.F., Campbell, E.M. and Essenburg, A.: Exposure characteristics of diagnostic x-ray machines. Brit. J. Radiol., 45: 48-52, 1972.
- 19) 丸山雅一, 尾内能夫, 都丸禎三, 入船寅二, 杉山憲義, 黒川利雄, 鶴田重彦, 山口益孝, 佐藤香, 下釜 司, 古俣喜一: ジャイロスコープを用いた胃X線検査の自動化に関する基礎研究. 日本医放会誌, 37: 臨増号, 6, 1977.
- 20) 尾内能夫: 高感度増感紙を用いた低線量最大情報量撮影の研究. 昭和51年度厚生省がん研究助成金による研究報告集(下), 691-692, 1976.