

# X선 촬영시 피폭선량 및 실내공간선량에 관한 연구

대전보건대학 방사선과  
안봉선 · 이규은 · 선종률

-Abstract-

## A Study on the Exposure and Free Space Scattered Dose in Radiography

Bong Seon Ahn · Kyu Eun Lee · Jong Ryul Seon  
Dept. of Radiologic Technology, Teajon Health Sciences College

We tried to study in order to furnish the data for medical exposure dose and scattered ray in radiography. As the tables(from 1 to 3) show, we can presume, by means of a concrete numerical value, the amount of results affected by patient radiation exposure dose and somatic effect in radiography.

However, there are many difficulties in the difference of exposure factor in each hospital, the accuracy of measuring by traceability, shortage of exposure dose data especially in the area of children, and portable radiography, etc.

In the radiation examination, it is considered if the gained benefit to the patient due to radiation is more than the risk of radiation, then the medical exposure is thought to be justified. Therefore, the radiotechnologists should continually make an effort to develop and study new techniques so as to reduce patient exposure dose.

### I. 서 론

인간이 받는 방사선의 양은 순수한 자연방사선에 비하여 인공방사선원에 의한 방사선 피폭이 급격하게 증가하고 있는 실정이다. 그 중에서 가장 주된 원천은 의료용 방사선으로 특히 X선 검사에 의한 방사선 피폭이라는 보고<sup>1)</sup>가 있으며 의료피폭의 양상이 과거처럼 환자진료에만 국한되는 것이 아니고 병변의 조기발견이나 예방을 하기 위한 집단검진이 확대되어 그 영역이 증가되는 추세<sup>2)</sup>에 있기 때문에 방사선에 노출될 기회가 증가되어 피검자 개인의 방사선 피폭을 증가시키는 직접적인 원인과 동시에 국민 전체의 국민유선량을 높이는 간접적인 원인이 되기 때문에 가능한 한 X선검사로 인한 피폭량을 줄이기 위한 제반의 연구와 대책이 강구되어야 할 것이다.<sup>3)</sup>

오늘날 진단영상부문은 의료기술의 발전에 힘입어 초음파, 핵자기공명장치, 전산화단층촬영장치 등의 이용으로 일반촬영보다 더 많은 진단정보를 얻을수 있으나 아직도 일반촬영이 진단방사선 영역에서 상당부분은 차지하고 있으며 이에 따른 피폭이나 장치의 안전관리에 대하여 국제방사선방어위원회(ICRP)에서는 선량제한을 체계화 시킬 것을 권고하고 있으며 방사선방호의 정당화와 피폭의 최적화에 관한 권고치를 제시하고 있다.<sup>4,5)</sup> 또한

ICRP 권고 16<sup>6)</sup>에는 “모든 피폭은 경제적, 사회적인 요인을 고려하여 합리적으로 달성할 수 있는 한 적게 유지해야 한다.”고 기술되어 있으며, 권고 26<sup>7)</sup>에서는 선량제한 체계로서 행위의 정당화, 방어의 최적화를 강조하고 있다. 그러므로 X선 진단은 환자가 얻는 이득이 피폭에 따르는 위험(risk)보다 많다고 판단될 때 행하여야 한다. 그러나 이와같은 판단을 정확하게 하기 위한 피폭선량 등의 자료가 흉부, 복부단순 X선 촬영 등 부분적으로만 보고<sup>3,8,9)</sup>되고 있는 실정이다.

또한 방사선 구역내에서 발생하는 산란선은 작업종사자는 물론이고 피검자에 대한 피폭선량의 증감을 좌우하는 중요한자의 하나로서 의학의 발전에 따라 진단영상기기 및 방호시설이 잘 되어 있어도 환자 및 보호자, 의료종사자들의 실내 노출의 기회는 점점 늘어나고 있는 실정이므로 실내공간선량(산란선)은 방사선의 이용과 관리에 중요한 사항이다.

이에 저자들은 전반적인 X선 촬영시 피검자에 대한 피폭선량과 실내공간선량을 측정하여 제시함으로써 피폭선량에 대한 인식이 높아지고 아울러 의료피폭의 저감이 실현되리라 사료되어 본 연구를 시도하였다.

## II. 사용기재 및 방법

### 1. 실험기재

X선 발생장치 : DONG-A DXGHA-650R  
 Toshiba KXO-80N/DBA-300  
 LORAD LDA 100112  
 C.T장치 : Toshiba Xpeed  
 Angio장치 : GE Advantx LCV  
 선량계 : Radiation Monitor Controller 2026(Radical Co.)  
 ionization chamber 20X5 60cc, 1800cc  
 phantom : polystyrene 25×25×0.5 cm~25×25×20 cm  
 (Westlake Co.)  
 densitometer : Konica PDA-85  
 자동현상기 : Fuji FPM 3500

### 2. 선량측정방법

대전시내 소재 종합병원을 대상으로 각 병원을 방문하여 그 병원에서 실시하고 있는 검사 항목중 흉부, 복부, 두부(skull), 상지, 하지, 척추, 골반, 유방촬영 등 일반촬영과 투시, 혈관조영, C.T촬영시 피폭선량과 실내공간선량(산란선)을 병원에서 실제 사용하는 촬영조건으로 인체 두께에 해당하는 두께의 phantom과 선량계를 이용하여 측정하였다. 피폭선량은 phantom 표면에 선량계를 놓고 피부면 선량과 phantom의 내부 중심에 선량계(60cc)를 놓고 X선을 조사하여 중심부 선량을 측정하였으며, 실내공간선량은 동일한 촬영조건으로 조사할 때 환자와 같은 높이에서 중심선속으로 부터 100 cm 떨어진 곳에서 1800 cc 선량계로서 측정하였다. 모든 선량 측정은 3회 반복 측정하여 평균치로 환산하였으며 22°C, 1013 hPa을 기준으로 보정하였다.

## III. 결 과

### 1. 일반촬영시 피폭선량

일반촬영시 각 촬영부위의 촬영조건과 피폭선량 및 산란선량은 표 1과 같다.

흉부촬영 입위정면(erect P-A) 촬영시 피부면 선량은 0.35 mGy, 중심부 선량은 0.14 mGy이었으며, 측면촬영시 피부면 선량은 1.04 mGy, 중심부 선량은 0.44 mGy로 측면촬영시 피폭선량이 정면촬영시 선량의 약 3배로 나타났으며 와위정면(supine A-P) 촬영시(1.2 m) 피부면 선량은 0.78 mGy, 중심부 선량은 0.30 mGy이었다. 산란선량은 정면촬영시 1.04 mGy/hr, 측면촬영시 13.60 mGy/hr, 와위정면촬영시 4.95 mGy/hr이었다.

복부 와위정면촬영시 피부면 선량은 1.09 mGy로 흉부 정면촬영에 비해 약 3.1배를 나타내었으며 중심부 선량은

0.77 mGy로서 흉부정면촬영에 비해 약 5.5배가 되었으며 산란선량은 11.98 mGy/hr이었다. 또한 입위정면(erect A-P)촬영시 피부면 선량은 1.3mGy, 중심부 선량은 0.96 mGy로서 와위정면촬영시에 비해 각각 약 19.3%, 24.7%의 증가를 나타내었으며 산란선량은 18.02 mGy/hr로서 와위정면촬영시 보다 약 50.4%가 증가되었다.

상·하지 촬영시 피부면 선량은 0.06~0.49 mGy의 분포를 나타내었으며 골반촬영시 피부면 선량은 1.06 mGy, 중심부 선량은 0.73 mGy, 산란선량은 10.81 mGy/hr이었다.

척추촬영시 피부면 선량은 0.76~2.47 mGy, 중심부 선량은 0.44~2.10 mGy, 산란선량은 3.57~120.68 mGy/hr의 분포를 나타내었으며, 두부촬영시 피부면 선량은 1.19~1.77 mGy, 중심부 선량은 0.36~0.86 mGy, 산란선량은 0.29

Table 1. 일반촬영시 피폭선량

촬영부위	촬영조건					피폭선량 (mGy)		산란선량 (mGy/hr)
	kV	mA	sec	TFO (in)	gric	피부면	중심부	
chest P-A lat. supine A-P	105	300	0.02	1.8		0.35	0.14	1.04
	110	300	0.075	1.8	+	1.04	0.44	13.60
	72	200	0.05	1.2		0.78	0.30	4.95
abdomen A-P erect A-P	72	300	0.075	1.2	+	1.09	0.77	11.98
	74		0.1			1.30	0.96	18.02
hand	42	200	0.02	1.2		0.06		0.05
wrist	45		0.025			0.1	0.09	
forearm	50		0.02			0.11	0.1	
elbow	50		0.025			0.14	0.19	
humerus	53		0.035			0.24	0.36	
shoulder	56		0.05			0.44	0.58	
foot	43		200			0.025		
ankle	46	200	0.035			0.14		0.16
leg	50	200	0.035			0.20		0.23
knee	53	200	0.035	1.2		0.26		0.33
femur	58	200	0.05			0.49		0.72
hip joint	70	300	0.075		+	1.06	0.73	10.81
pelvis	70	300	0.075		+	1.06	0.73	10.81
cervical ver. A-P lat.	72		0.05	1.8		0.94	0.38	8.42
	74		0.075	1.2		0.66	0.20	3.57
thoracic A-P lat.	74	300	0.035		+	0.76	0.44	6.02
	85		0.30			2.18	1.53	77.32
lumbar A-P lat.	76		0.075			1.14	0.83	14.12
	90		0.4			2.47	2.10	120.68
sacrum & coccyx	74		0.1			1.41	0.75	19.70
skull A-P lat. Towne	74	300	0.1	1.2		1.30	0.68	17.67
	72		0.1	1.2		1.26	0.64	17.23
	76		0.1	1.2		1.36	0.72	18.53
Waters	80	0.15	1.0	+	1.77	0.86	8.24	
Caldwell	79	0.125	1.0		1.68	0.82	6.45	
Law	72	0.1	1.0		1.19	0.43	0.29	
T-M joint	72	0.1	1.0		1.19	0.36	0.32	
IVP, DIP supine	73	300	0.1	1.2	+	1.26	0.94	16.73
pelvimetry	70	300	0.2	1.0	+	1.36	0.51	11.31
mammography	30	70	0.5	1.0		2.25		1.70

Table 2. 조영촬영, 혈관조영촬영시 피폭선량

검사명	촬영조건	피폭선량(mGy)		산란선량 (mGy/hr)	
		피부면	중심부		
조영 촬영	upper G.I	촬영 88kV 320mA 0.14s	1.61	1.16	27.79
		투시 87kV 2.0mA 1min	16.60	3.85	423.08
	Ba. enema	촬영 80kV 320mA 0.075s	1.30	0.67	11.45
		투시 74kV 1.0mA 1min	5.90	1.26	143.4
ERCP/PTCD	촬영 84kV 320mA 0.068s	1.24	0.67	11.35	
	투시 73kV 1.0mA 1min	5.81	1.25	138.0	
HSG	촬영 73kV 320mA 0.062s	1.14	0.44	7.07	
	투시 70kV 1.0mA 1min	5.32	1.06	121.8	
혈관 조영	skull A-P	촬영 84kV 320mA 0.027s	0.97	0.27	2.73
	chest A-P	촬영 71kV 500mA 0.012s	0.52	0.15	0.65
	Abdomen A-P	촬영 77kV 500mA 0.018s	0.82	0.23	0.69

\*상기 선량은 1spot촬영시 선량임.

~18.53 mGy/hr의 분포를 나타내었다.

IVP, DIP 와위촬영시 피부면 선량은 1.26 mGy, 중심부 선량은 0.94 mGy, 산란선량은 16.73 mGy/hr를 나타내었다.

또한 골반계측촬영시 피부면 선량은 1.26 mGy, 중심부 선량은 0.94 mGy, 산란선량은 11.31 mGy/hr이었으며 유방촬영시 피부면 선량은 2.25 mGy 산란선량은 1.70 mGy이었다.

일반촬영시 가장 많은 선량을 나타내는 요추측면촬영시 피부선량은 흉부정면촬영시의 약 7.1배, 복부촬영시의 약 2배 이상의 선량을 나타내었으며 산란선량은 요추측면촬영시의 선량이 cone을 사용하여 촬영하는 Law법에 비해 약 416배를 나타내었다.

### 2. 투시조영 및 혈관조영촬영시 피폭선량

투시조영 및 혈관조영촬영시 피폭선량과 산란선량은 표 2와 같다.

조영촬영시 피부면 선량은 1.14~1.61 mGy로서 비슷한 선량을 나타내었나 중심부 선량은 0.44~1.16 mGy, 산란선량은 7.07~27.79 mGy/hr의 분포로서 위촬영시 선량과 다른 부위 촬영시 선량과 많은 차이를 나타내고 있었다. 투시는 1분간 투시하는 조건에서 측정된 결과 위 투시검사시 피부면 선량이 16.60 mGy, 중심부 선량은 3.85 mGy, 산란선량은 423.08 mGy/hr로서 대장조영이나 ERCP 등의 선량에 비해 약 3배가 되었다.

또 혈관조영촬영시 피부면 선량은 0.52~0.97 mGy, 중심부 선량은 0.15~0.27 mGy의 분포를 나타내었고 산란선량은 0.65~2.73 mGy/hr의 분포를 나타내어 전반적으로 촬영조건의 변화에 따라 피폭선량 및 산란선량의 차이가 대단히 많이 나타났다.

### 3. C.T촬영시 피폭선량

C.T촬영시 피폭선량과 산란선량은 표 3과 같이 CT장

Table 3. CT촬영시 피폭선량

검사부위	촬영조건	피폭선량 (mGy)	산란선량 (mGy/hr)
skull	120kV, 110mA, 180mAs	0.60	4.75
chest	120kV, 110mA, 300mAs	2.18	8.20
상복부	"	1.8	9.71
골반부/hip joint	"	1.51	6.29
shoulder	"	2.24	2.26

\* 상복부는 횡격막에서 신장까지이며 상기 선량은 1 slice시 중심부 선량임.

치로서 1 slice 촬영시 피폭선량은 0.60~2.24 mGy, 산란선량은 2.26~9.71 mGy/hr의 분포를 나타내었다.

CT촬영은 병원마다 부위별로 slice수가 다르기 때문에 1 slice를 기준으로 선량측정을 하였으며 산란선량은 CT 장치의 gantry를 피하여 두부에서 100 cm 떨어진 곳에서 측정하였다.

## IV. 고 찰

최근에는 개인에 대한 선량한도를 개인에 대한 risk한도 개념으로 확대하여 방사선의 위해에 대한 가능성까지 포함하고 있으며<sup>5)</sup> 국제 방사선 단위 및 측정위원회(ICRU)에서는 인체에 대한 방사선 측정에 있어서 측정의 위치나 방법 등을 구체적으로 표시하여 방사선 측정의 통일성과 정확성을 기하도록 하였다<sup>10)</sup>.

X선 촬영시 환자의 피폭선량은 대략 공중흡수선량, 1차선량과 배후산란선량을 포함시키고 표면흡수선량 및 1cm선량당량이 평가되어 왔으나<sup>11)</sup> 진단영역에서의 X선에서는 표면흡수선량이 가장 큰 값이며 입사면의 피부선량은 실제로 측정하기가 쉬어 방어의 최적화를 위해 편리한 선량이므로 이를 기본으로 하여 환자의 피폭선량을

표 4. X선검사에서 환자의 피폭선량(mGy/검사)

선량 검사	입사면 피부	실효선량 당량(mSv)	적색골수	생식선		태아
				여성	남성	
흉부단순	0.2	0.05	0.03~0.04	-	-	-
복부단순	1.2	1.4	0.48	2.12	0.16	2.63
경추	1.5	-	0.11	-	-	-
요추	2.8	2.2	1.26	4.05	0.07	4.08
상부소화관	3.8	3.8	1.14~1.17	0.45	0.004	0.48
주장조영	21.5	7.7	2.98	7.87	0.58	8.22
유방	6.0	-	-	-	-	-
치과	2.5	-	-	-	-	-
대퇴관절	1.4	-	0.17	0.78	3.68	1.28
골반	8.0	0.17	0.27	1.48	0.57	1.28

ICRP Publ.34에 의해 NRPB(Documents of the NRPB 3(4)1922) 작성

측정하였고, 인체의 피폭은 표면만이 아니라 체적전체에 상당하므로 중심부 선량도 측정하였다.

본 실험에서 흉부촬영시 피부면 선량은 0.35 mGy로서 전<sup>12)</sup>의 보고와 일치하고 있으나 許<sup>13)</sup>의 0.288 mSv, 金<sup>14)</sup>의 0.158 mSv보다는 많은 수치를 나타내고 있으며, 복부촬영시 피부면 선량은 1.09 mGy로서 成松<sup>15)</sup>의 4.1 mSv, 森<sup>16)</sup>의 2.12~4.54 mSv와는 많은 차이를 있으나 伊藤<sup>17)</sup> 등의 보고와는 비슷한 수치를 나타내고 있다. 또한 두부와 척추의 피부면 선량은 許<sup>18)</sup>의 보고와는 많은 차이를 보이고 있으나 상, 하지 촬영시 선량은 비슷한 수치를 나타내고 있다. 전반적인 피폭선량을 笹川<sup>19)</sup> 등의 보고와 비교할 때 상, 하지, 유방촬영시 선량은 비슷하나 흉부와 두부, 투시, 혈관조영촬영시는 본 연구보다 적은 선량을 나타내었고 복부, 척추, C.T촬영시 선량은 본 연구보다 많은 선량으로 촬영조건의 차이에 따라 선량 차이가 많으며 표 4와 비교할 때는 전 검사에서 비슷한 수치를 보이고 있다.

피검자에 대한 피폭선량을 좌우하는 인자는 관전압, 관전류량, 기록계(증감지-필름)의 특성, 산란선 제거용 격자, 현상특성 등을 들 수 있는데 본 조사에 의하면 관전압이나 관전류량의 차이에 따라 피폭선량의 차이가 있으며 결과적으로 피폭선량의 변화에 주된 요인이 관전압과 관전류량으로서 이는 金<sup>3)</sup>의 보고와 일치하고 있으며 따라서 촬영조건의 선정방법에 의해 피폭선량이 크게 좌우되므로 피폭을 인위적으로 경감시키기 위한 방법을 강구하여야 할 것으로 사료된다.

의료영역에서 방사선의 이용은 오랜 역사를 가지고 있으며 현재에도 널리 이용되고 있으며 의료 방사선 이용에 따라 환자 개인과 사회전체가 많은 이득을 받고 있으나 아울러 의료피폭선량이 계속 증가하고 있는 실정이다. 그러나 의료피폭에 의한 환자의 이득이 있기 때문에 의료피폭에 대해서는 선량한도가 설정되어 있지 않지만 IAEA(국제원자력기구)에서 전형적인 방사선 진단행위에 대한 guidance level을 설정하고 이 수준을 넘지 않도록

권고하고 있다.

본 연구에서 조사된 선량은 대부분 guidance level을 초과하지 않는 수준이나 유방촬영시 선량이 초과하고 있으며 위 투시검사시 통상수준에 육박하고 있으며 C.T촬영시 slice에 따라 기본안전기준을 초과할 우려가 있으므로 주의가 요망된다.

한정된 공간에서는 의료종사자 뿐만 아니라 주위의 환자 및 보호자들의 피폭에도 주의가 요구된다. Waggener<sup>20)</sup>에 의하면 1차선에 대한 산란선의 강도비는 관전압이 증가할수록 점차커짐을 고려할 때 고관전압에서의 산란선 발생은 경시할 수 없다.

본 연구에서 조사한 산란선량은 위 투시에 423.08 mGy/hr로 가장 많았으며 그의 투시검사와 요추 측면촬영시 약 120 mGy/hr를 나타내었고 상, 하지촬영과 cone을 사용하는 촬영(Law, Waters법)에서는 약 0.3 mGy/hr로 나타났다. 투시검사시 산란선량 발생이 일반촬영에 비해 대단히 많이 발생하였으며 일반촬영에서는 관전압과 관전류량이 증가함으로써 산란선량의 증가를 나타내었다. Cone을 사용하여 차폐가 잘 되는 경우는 산란선량이 거의 없었으며 C.T촬영시 산란선량은 2.26~9.71 mGy/hr의 분포로서 투시와 일반촬영에 비해 적은 선량이 측정되었는데 이는 gantry 등에 의해 산란선 차폐가 이루어진 것으로 사료된다.

그러므로 공간 산란선으로부터 피폭을 줄이려면 X선관 장치의 차폐를 충분히 실행하는 동시에 차폐물을 이용하거나 거리를 멀게 하므로써 이루어진다고 하겠다.

본 실험을 하는데 여러모로 협력을 해주신 대전의 병원관계자와 방사선사 여러분께 감사드리며 심심한 사의를 표시한다.

## V. 결 론

저자들은 방사선 진단시 피폭선량과 산란선량의 자료

를 제공할 목적으로 본 연구를 시도하였다.

표 1~3에 나타난 바와 같이 이 선량표에 의해 환자가 행하는 검사 전반에 대해 피검자 피폭선량을 구체적인 수치로 추정하는 것이 가능하게 되고, 보다 상세한 신체적 영향에 대한 평가를 할 수 있다고 사료된다. 그러나 각 병원간 촬영조건의 차이, traceability에 의한 측정정도, 피폭선량 자료의 부족(특히 소아영역) 등 문제점도 많다. 그러므로 이번의 검토를 계속 발전시켜 가므로써 피폭선량이나 신체적 영향등에 관한 의식이나 인식이 높아지고 아울러 의료피폭의 저감으로 이어진다고 사료된다. 또한 방사선 진단에 있어서 환자가 얻는 이득이 방사선 피폭에 따르는 위험보다 많다고 판단되어 의료피폭이 정당화 된다고 하여도 방사선 취급종사자인 방사선사는 피검자에 대한 방사선 피폭선량을 최소화하기 위한 부단한 노력과 연구개발을 하여야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

1. 橋詰雅, 丸山隆司 外 : 診断用X線推定, 第1報, 撮影回数, 診断件數および透視件數について, 日醫放會誌, 40(9), 885~897, 1980.
2. 하호영 : 진단방사선 영역에서 피폭선량 감소를 위한 기술적 연구, 韓放技學誌, Vol. 15, No. 1, 89~97, 1992.
3. 金昌均 : 腹部 單純X線檢査時 被檢者の 被曝線量에 對한 研究, 韓放技學誌, Vol. 17, No.1, 49~54, 1994.
4. ICRP Publication 60, Recommendations of the ICRP, Annals of the ICRP, Pergamon Press, 1990.
5. ICRP Publication 64, Protection from Potential Exposure : A Conceptual Frame Work, 1993.
6. ICRP Publication 16, Protection of the patient in X-ray Diagnosis, 1969.
7. ICRP Publication 26, Recommendations of the ICRP, Annals of the ICRP, Pergamon Press, Oxford, 1977.
8. 허 준 외 : 흉부 X선촬영 조건에 따르는 의료피폭에 관한 조사연구, 韓放技學誌, Vol. 15, No. 1, 79~87, 1992.
9. 김성수 외 : 복부 단순 X-선 촬영조건과 환자피폭에 관한 조사 연구, 韓放技學誌, Vol. 19, No. 2, 59~65, 1996.
10. ICRU Report 39, Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources, 1985.
11. Faiz M. Khan : The Physics of Radiation Therapy, Williams & Wilkins, 191, 1994.
12. 전성오 외 : 부산지역 의료기관의 흉부촬영 조건과 피폭선량에 관한 조사연구, 한방기학지, Vol. 20, No. 2, 49~55, 1997.
13. 허 준 외 : 흉부 X선촬영 조건에 따르는 의료피폭에 관한 조사연구, 대한방사선기술학회지, Vol. 15, No. 1, 79~87, 1992.
14. 김창균 : 흉부 X선검사시 환자의 피폭선량에 대한 연구, 한방기학지, Vol. 13, No. 1, 3~9, 1990.
15. 成松秀樹 : 腹部單純撮影における撮影條件, 日本放射線技師會雜誌, 51(6), 740~745, 1995.
16. 森 剛彦 外 : X-線 診断における醫療被曝低減への管理の寄與に關する研究, 日本放射線技師會雜誌, 42(9), 1498, 1995.
17. 伊藤 哲 外 : 神祭川顯内醫療施設における患者被曝の現状, 日本放射線技師會雜誌, 42(9), 1494, 1995.
18. 許 俊 : 化傷연구, Vol. 3, No. 4, 48, 1995.
19. 笹川 泰弘 外 : 患者被曝線量レポートの作成(第一報), 日本放射線技師會雜誌, 44(11), 1566~1571, 1997.
20. R.G. Waggner, L.B. Levy and Peter Zanca : Spectra of Scattered Diagnostic X-rays from an Alderson Phantom, Health Physics, 24, 59, 1973.