

## 복부 선자세 단순촬영시 화질과 피폭선량에 관한 연구

고려대학교 보건대학

김 정 민

日本 化學療法研究所病院\*

林太郎, 石田有治, 櫻井達也,\*

- Abstract -

### A Study on the Image Quality and Patient Dose in Erect Simple Abdomen Radiography

Jung Min Kim

*College of Health Sciences, Korea University*

Taro Hayashi, Yuji Ishida, Tatsuya Sakurai\*

*The Chemotherapeutic Institute Hospital, Japan\**

The purpose of simple abdomen erect projection is to see the fluid level which indicates gastrointestinal ileus or free air due to perforation.

we do not have to insist on low kVp technique in simple abdomen erect position as long as we can detect the fluid level and free air shadow. Therefore, the author tried to decrease patient dose by high kVp technique and to improve the image quality due to motion artifact by reduction of exposure time.

#### [Methods]

Experiment 1.

\* screen/flim : SRO1000/HRH

\* exposure factor : 140 kVp $\pm$ 5 kv with added filters, 200 mA, 0.01 sec

\* phantom : Acryles : 15.0 cm(equivalent to 17 cm body thickness)  
17.5 cm(equivalent to 21 cm body thickness)  
20.0 cm(equivalent to 25 cm body thickness)

With the exposure factor for same film density( $D=0.8\pm 0.1$ ) and with the materials above, we tried to find out entrance skin dose and gonad dose for both male and female.

Experiment 2.

Burger's phantom radiography were checked to see whether there was any change of image quality according to the kVp and the added filters.

Experiment 3.

Using rotating meter(self made), we examined the motion artifact and the exposure time limitation.

#### [Results and conclusion]

1. Using high voltage technique of 140 kVp with added filter. Skin dose, testicle dose and ovary dose decrease to 89.3%, 47% and 71.4% respectively compare to 70 kVp technique.
2. No great changes of Burger's phantom image has detected as from 70 kVp to 140 kVp and the air hole size of Burger's phantom over 0.028 cc(Diameter 3 mm, hight 4 mm) can be distinguished.
3. 0.01 sec(1 pulse) exposure time is possible in the single phase full wave rectification that why we can quitey reduce the unshariness caused by patient's movement.

## I. 서 론

복부단순촬영 방법으로는 대체로 바로누운자세(supine)의 촬영과 바로선자세(erect)의 촬영이 있다. 바로누운자세 촬영의 목적은 복부 내의 실질장기와 골반강 내 종괴, 결석과 측복부의 지방층을 나타내는데 있다. 선자세 촬영은 위장관 폐색(ileus)을 나타내는 위장관내 수면상(fluid level)이나 천공 등에 의한 기복(free air)을 찾기 위한 목적으로 촬영하게 된다. 따라서 바로누운자세 촬영시에는 실질장기와 지방층의 피사체 콘트라스트가 낮으므로 관전압을 낮추어 필름 콘트라스트를 상승시킬 필요가 있으나 선자세 촬영시에는 수면상(fluid level)과 기복(free air)의 음영을 나타낼 수 있으면 되므로 낮은 관전압을 고집할 필요가 없다. 저자는 이 점에 착안하여 복부 선자세 촬영시의 관전압을 극단적으로 높여 피폭선량을 대폭적으로 경감시키고, 촬영시간을 줄여 장기운동에 의한 불선예도를 줄임으로써 화질향상을 꾀하고자 하였다.

## II. 실험기구 및 재료

X선장치:Shimadzu XHD 150B-30(단상전과정류방식)  
 자동현상기:Konica SRX-501  
 선량계:Victoreen 660-SI  
 Screen/Film:SRO1000/HR-H

Phantom: Burger's phantom

## III. 실험방법

### 실험 1.

아크릴 15cm(인체두께 17cm), 아크릴 17.5cm(인체두께 21cm), 아크릴 20cm(인체두께 25cm)에서 관전압 140 ± 5kv에 부가여과판을 부착하고 같은 필름농도(D=0.8 ± 0.1)를 내는 촬영조건에서 피부입사선량, 남성과 여성의 생식선량을 구하였다.

### 실험 2.

관전압 상승과 부가여과판 부착에 따른 화질변화를 알기 위하여 각 관전압에서 Burger's phantom을 촬영하여 식별 가능한 기복의 크기를 비교하였다.

그러나 Burger's phantom은 고정된 상태이므로 실제환자의 움직임을 고려하여 rotating meter를 촬영하여 움직임에 의한 불선예도를 비교 할 필요가 있다.

### 실험 3.

관전압 상승에 따른 단시간 촬영효과를 알기 위하여 rotating meter를 촬영하여 피사체운동과 촬영시간의 관계를 구하였다.

표 1. The relationship between exposure factors, surface dose and gonad dose

Thikness of abdomen (cm)	Additional filter (mm)	Grid ratio	Scatter ratio (140kV)	Tube voltage (Kv)	Tube carrent (mA)	Exposure time (sec)	FFD (cm)	Film Density	Surface dose (μ Sv)	testicle dose (μ Sv)	ovary dose (μ Sv)
17 (Acryl:15cm)	(-)	10:1	38.5	132	100	0.01	150	0.81	153	2.58	43
	Cu0.2+A10.4	10:1	45.5	145	100	0.01	150	0.84	95.4	2.58	35.2
	Cu0.5+A10.2	10:1	50.0	135	200	0.01	150	0.82	80.8	2.58	32.6
	Cu0.8+A11.4	10:1	51.9	145	200	0.01	150	0.85	63.6	1.72	26.6
	Cu1.3+A11.0	10:1	53.1	145	200	0.02	150	0.87	73.9	2.58	34.4
	Cu1.3+A11.0	16:1	40.3	145	200	0.02	150	0.87	73.9	2.58	34.4
21 (Acryl:17.5cm)	(-)	10:1	24.1	70	200	0.1	150	0.93	403.4	3.2	71.8
	(-)	10:1	52.0	145	150	0.01	150	0.88	236.5	2.58	51.6
	(-)	10:1	38.6	145	200	0.01	150	0.88	338.8	4.3	73.1
	Cu0.2+A10.4	10:1	55.3	140	200	0.01	150	0.84	164.3	2.58	43.8
	Cu0.2+A10.4	16:1	44.2	137	150	0.02	150	0.87	211.5	3.44	59.3
	Cu0.5+A10.2	10:1	58.1	135	150	0.02	150	0.82	124.7	2.58	39.5
	Cu0.5+A10.2	16:1	45.6	135	200	0.02	150	0.82	172	3.44	53.3
	Cu0.8+A11.4	10:1	60.3	145	150	0.02	150	0.80	92	2.58	32.7
	Cu0.8+A11.4	16:1	48.2	145	200	0.02	150	0.80	131.6	3.44	44.7
	Cu1.3+A11.0	10:1	61.3	145	200	0.02	150	0.78	77.4	2.58	29.2
Cu1.3+A11.0	16:1	51.2	145	200	0.03	150	0.83	116.1	3.44	43.8	
25 (Acryl:20cm)	(-)	10:1	30.3	70	200	0.2	150	0.97	860	4.86	114.3
	(-)	16:1	44.2	135	200	0.02	150	0.88	610.6	5.16	94.6
	Cu0.2+A10.4	16:1	47.9	140	200	0.02	150	0.81	340.5	4.3	71.4
	Cu0.5+A10.2	16:1	51.1	150	150	0.03	150	0.85	255.4	4.3	63.5
	Cu0.8+A11.4	16:1	54.9	150	150	0.03	150	0.85	255.4	4.3	63.5
	Cu0.8+A11.4	16:1	54.9	150	200	0.03	150	0.88	229.6	4.3	61
(-)	10:1	35.4	70	200	0.3	150	0.80	1360	4.86	112.3	

#### IV. 실험결과

##### 실험 1.

전체적 실험의 결과는 표 1과 같다. 환자두께에 따른 촬영조건, 격자, 산란선택유율과 피폭선량을 정리하였다.

환자 두께 21cm에서 피부입사선량은 70kVp, F(-)의 경우 860 $\mu$  Sv를 기준으로 140kVp, F(-)의 경우 236.5 $\mu$  Sv로 72.5% 감소하였고, 140kVp, Cu 0.8+Al 1.4mm의 경우 89.3% 감소하였다.

남성 생식선량은 정낭이 조사야 바깥쪽 7cm에 있다고 가정하고 실험한 결과 70kVp, F(-)의 경우 4.86 $\mu$  Sv를 기준으로 140kVp, Cu 0.8+Al 1.4mm의 경우 2.58 $\mu$  Sv로 47.0% 감소하였다. 조사야에 포함되는 여성의 난소선량은 70kVp, 필터가 없을 경우를 기준으로 140kVp, Cu 0.8+Al 1.4mm필터의 경우 71.4% 감소하였다. 그림 1, 2, 3은 환자두께에 따른 표면선량과 남성, 여성의 생식선량을 비교한 것이다.

##### 실험 2.

그림 4는 촬영조건에 따른 Burger's phantom의 X선상이다.

관전압에 따른 Burger's phantom의 촬영결과 70kVp, F(-), 140kVp, F(-), 140kVp, Cu 0.8+Al 1.4mm 필터에 의한 식별능은 그림 5와 같이 70kVp, F(-)가 다소 우수하나 큰 차이는 없으며 대체로 0.028cc(diameter 3mm, height 4mm) 이상의 기복은 모두 식별이 가능하였다.

##### 실험 3.

그림 6은 10rpm으로 회전하는 rotating meter를 0.01sec ~ 0.1sec로 촬영한 것이다. 사진에서와 같이 0.01sec(single phase 1 pulse)의 촬영상은 고정된 피사체의 촬영상과 같으며 피사체 운동에 의한 촬영시간의 한계는 0.03sec로 나타났다. 70kVp의 경우 200mA에서 0.1~0.2sec의 조사시간이 필요하며 0.1sec의 촬영상은 blurring이 커져 부적당하였으며 140kVp로 촬영 할 경우 200mA에서 0.01~0.02sec(단상 1 pulse~2 pulse)의 조사가 가능하여 화질개선의 효과가 있었다.

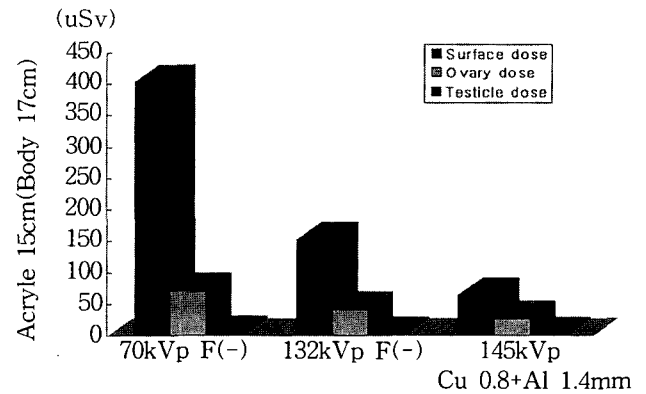


그림 1. 복부 표면선량, 남성생식선량, 여성생식선량(환자 두께 17cm)

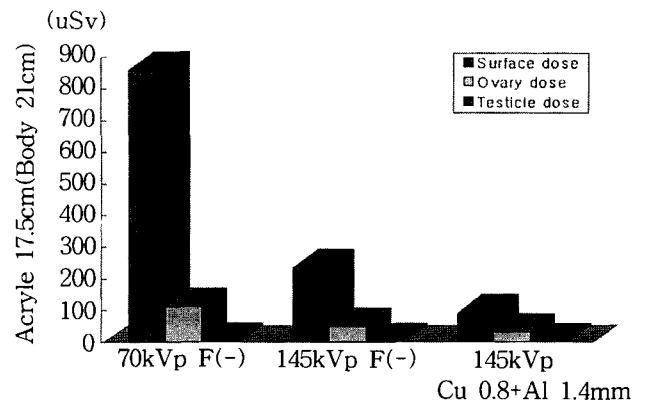


그림 2. 복부 표면선량, 남성생식선량, 여성생식선량(환자 두께 21cm)

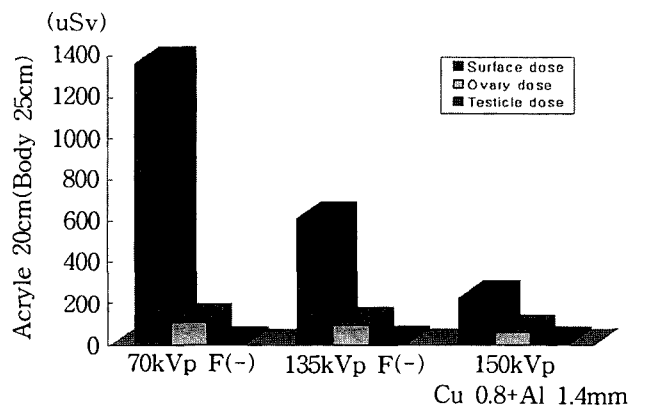
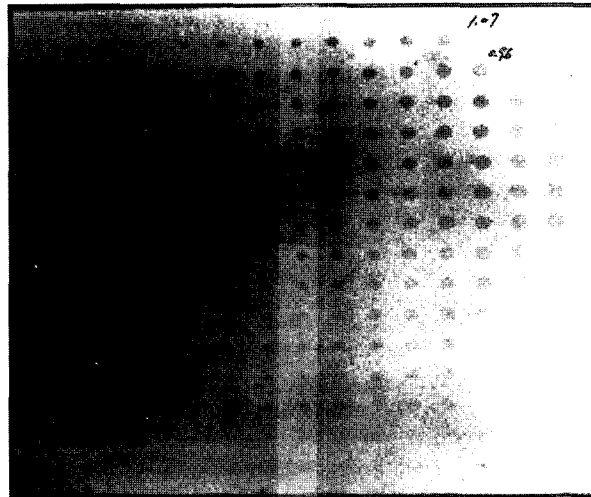
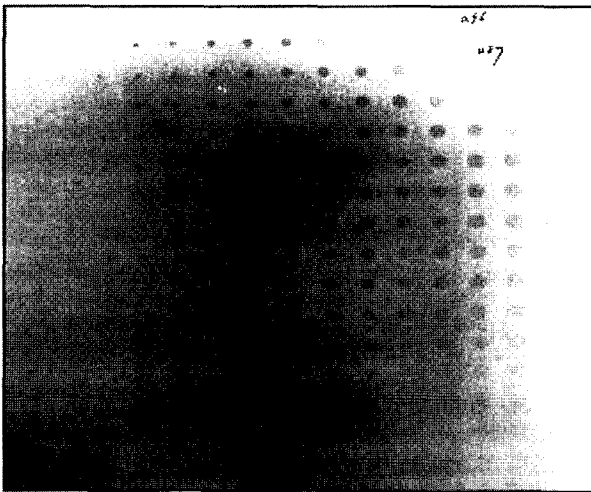


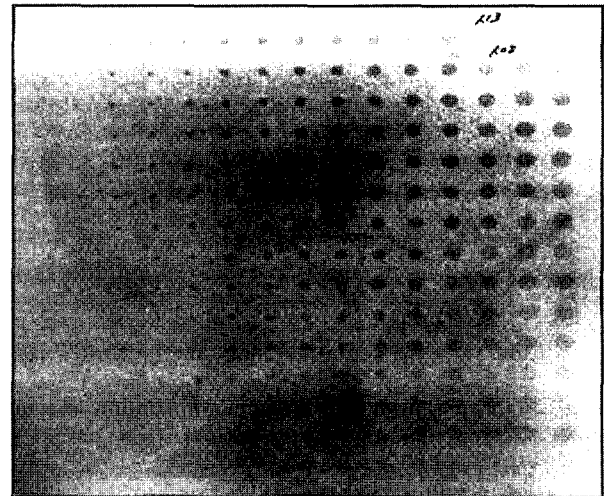
그림 3. 복부 표면선량, 남성생식선량, 여성생식선량(환자 두께 25cm)



21cm 70kVp F(-)



21cm 140kVp F(-)



21cm 140kVp Cu 0.8+1.4mm

그림 4. 촬영조건에 따른 Burger's phantom의 X선상

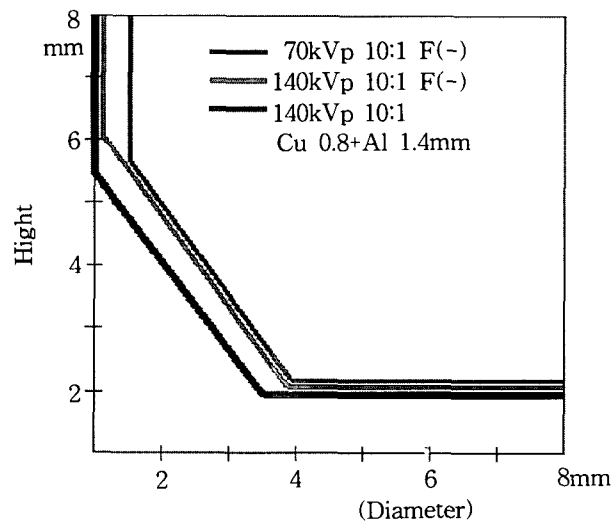


그림 5. 촬영조건에 따른 식별능

## V. 고 찰

촬영기술의 두 가지 측면은 「촬영방법」과 「촬영조건」이다. 「촬영방법」은 환자의 진단부위에 따른 체위, 입사각도 등 기하학적 문제이며 「촬영조건」이란 인체정보를 적당한 화상으로 얻기 위한 관전압과 여과필터, 관전류, 촬영시간 등의 물리적조건과 감광재료의 문제라고 할 수가 있다. 이 두가지 기술을 이용하여 최적화상을 얻기 위한 최저선량과 최적선질을 결정할 필요가 있다.<sup>1)</sup>

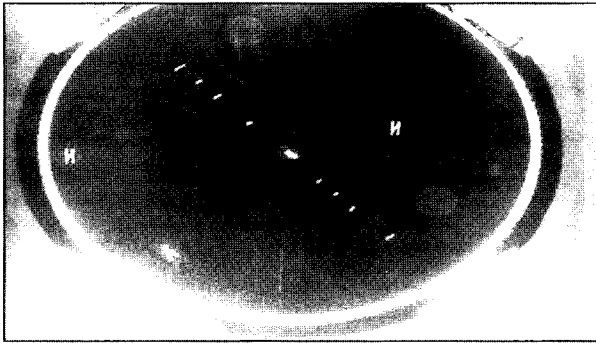
복부단순촬영의 촬영빈도는 흉부촬영 다음의 비율로 전체 방사선촬영의 10~20%를 차지하는 것으로 알려져 있다. 촬영조건 실태조사에서 복부 단순촬영의 관전압 평균을 김 등<sup>2)</sup>은 73.4kVp로 보고하고 있으며 成松<sup>3)</sup>은 누운자세 72.6kVp, 선자세 76.7kVp로 보고하고 있다. 이들의 보고를 보더라도 대부분의 시설에서 70kVp 전후의 낮은 관전압으로 피사체대조도가 적은 연부조직의 X선사진대조도를 높이려 하고 있음을 알 수 있다. 그러나 저자들은 복부 전자세 촬영에 있어서 관전압을 흉부 고관전압 촬영과 같은 140kVp로 촬영하고 증감지와 필름 역시 감도가 매우 높은 SRO-1000/HR-H를 사용하여 피폭선량 감소와 움직임에 의한 불선예도를 줄이려고 노력하였다.

복부 전자세 단순촬영은 소화관의 가스나 free-air의 묘출을 목적으로 하고 있는데 대하여 바로누운자세 촬영에서는 담석이나 요관결석 등의 묘출을 목적으로 하고 있다. 복부 단순촬영을 할 경우에는 생식선이 이용선추 내에 포함될 수 있으므로 생식가능 연령의 환자에게는 상당한 주의가 필요하다. 따라서 고감도 증감지와 필름을 사용할 필요가 있는 것이다. 또한 나이가 많은 환자나 호흡곤란 환자, 어린이의 촬영에 있어서는 초단시간 촬영의 필요성도 있다.

IAEA의 「복부 입사표면선량의 가이드」<sup>4)</sup>에서는 복부 1회 촬영의 입사표면선량을 10mGy 이하로 할 것을 요구하고 있으며 우리나라는 4.15mSv<sup>2)</sup>, 일본의 경우 4.1mSv<sup>3)</sup>으로 조사되어 있다. 이 조사결과에서 환자의 두께나 감광재료 등을 알 수 없고 저자들의 피폭선량실험과 절대적 비교는 할 수 없으나 본 실험에서는 환자복부 두께 21cm에서 140kVp, 10:1grid, Cu 0.8+Al 1.4mm를 사용할 때 92 $\mu$ Sv로 감소시킬 수 있었다. 이는 현재까지의 피폭선량의 1/45에 해당하는 획기적인 선량감소이다.

본 실험 범위 안에서만 비교할 때, 증감지/필름을 SRO-1000/HR-H로 하고 두께 21cm에서 피부입사선량은 70kVp, 필터 없을 때를 기준으로 140kVp의 경우는 72.5% 감소하였고, 140kVp, Cu 0.8+Al 1.4+mm의 필터를 사용하면 89.3%까지 감소시킬 수 있었다. 정소선량은 70kVp, F(-)의 경우를 기준으로 140kVp, F(-)의 경우 47.0% 감소하였다. 여성의 난소선량은 70kVp, F(-)의 경우를 기준으로 140kVp, F(-)의 경우 54.9% 감소하였고 140kVp, Cu 0.8+Al 1.4mm를 사용하면 71.4%까지 감소시킬 수 있었다.

피폭선량을 줄일 경우 화질의 저하는 피할 수 없다. 어느 정도 화질이 저하하는가를 알기 위하여 contrast detail



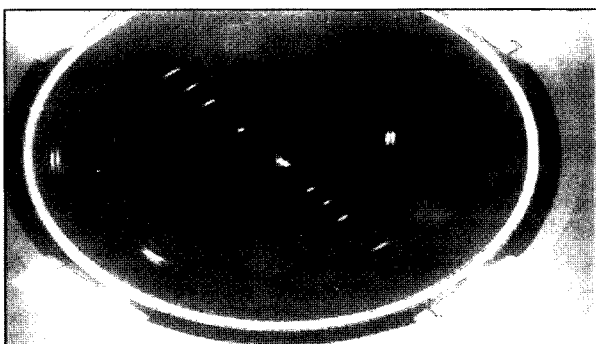
a. 고정



b. 0.01sec



c. 0.03sec



d. 0.1sec

그림 6. 노출시간에 따른 불선예도(Rotating meter)

diagram의 한 방법으로 Burger's phantom<sup>5)</sup>을 이용하였다.

관전압에 따른 Burger's phantom 화질은 70kVp와 140kVp 필터 없을 때와 140kVp, Cu 0.8+Al 1.4mm의 필터 사용할 때 70kVp가 다소 우수하나 큰 차이는 없으며 대체로 0.028cc(Diameter 3mm, Hight 4mm)이상의 기복은 모두 식별이 가능하였다. 그러나 Burger's phantom은 정지된 상태이므로 실제 화질의 비교에는 문제가 있을 수 있다.

임상에 있어서도 관전압이 낮을수록 콘트라스트가 상승하여 식별능은 좋아지나 측복부 부근의 식별영역은 좁아진다. 그에 따라 上遠野<sup>6)</sup>도 일레우스 등의 가스상의 진단을 주 목적으로 할 경우에는 촬영관전압을 낮출 필요가 없다고 하고 있다. 결과적으로 높은 관전압과 여과판을 부착하여 촬영하여도 손실(화질저하)보다는 이익(선량감소)이 많다고 사료된다.

고감도 감광재료와 고관전압을 사용할 경우 이점이 또한 가치가 있다. 바로 단시간촬영이 가능해진다는 점이다. 大塚 등<sup>7)</sup>도 단상전과정류장치의 1 pulse 촬영의 유용성을 주장 한 바가 있으며 단상 1 pulse는 실제 노출시간으로 약 2 msec에 해당하여 삼상 최단시간인 3 msec보다 짧은 노출시간을 구사할 수 있다. 이때에는 노인, 어린이에게 호흡정지를 요구하지 않아도 움직임에 의한 불선예도의 문제는 해소 할 수가 있다. 본 실험에서 환자두께 21cm일 경우의 촬영조건은 145kVp, 3mAs가 되고 관전류 300mA를 선택하면 0.01sec 즉 단상 1 puls 조사가 가능해진다. Rotating meter의 촬영결과는 피사체운동과 촬영시간의 한계를 보여주고 있다.

## VI. 결 론

복부 선자세 단순촬영의 목적인 수면상(fluid level)과 기복(free air)의 식별에 부합하면서도 피폭선량 경감과 화질개선을 위한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 고감도 필름증감지 시스템을 사용하고 관전압을

140kVp에 부가필터를 부착하여 촬영할 경우 피부선량을 최대 89.3%, 정소선량은 47%, 난소선량은 71.4% 줄일 수 있다.

2. Burger's phantom에 의한 화질은 관전압이 70kVp에서 140kVp로 상승하여도 큰 저하가 없었으며 0.028cc (diameter 3mm, Height 4mm) 이상의 기복은 모두 식별이 가능하였다.
3. 관전압을 상승시켜 mAs를 줄이므로써 조사시간이 0.01sec(단상 1pulse)조사가 가능하게 되어 움직임에 의한 불선예도를 대폭 줄일 수 있었다.
4. 이상과 같이 복부 선자세촬영에 있어서 고감도 감광재료와 고관전압을 사용하여도 위장관 폐색이나 기복의 관찰에 지장이 없으며 피폭선량을 대폭 줄일 수 있었다.

## 참 고 문 헌

1. 김정민 외 : 흉부촬영에서 증감지-필름계의 선질변화에 따른 감도와 화질에 관한 연구, 한방기학지 Vol 15 No. 1, 65~78, 1992
2. 김성수 외 : 복부단순 X선촬영조건과 환자피폭에 관한 조사연구, 한방기학지 Vol 19 No. 2, 59~65, 1996
3. 成松 孝樹 : 腹部單純撮影における撮影條件, 日本放射線技術學會誌 51-6, 740~745, 1995
4. 折戸 武郎 : 我が國の醫療被曝とIAEAガイドンスレベル, コニカXレイ寫眞研究 No 234/Vol 45, 1996
5. 吉田 彰, 小寺 吉衛 : 増感紙-フィルム系の特性と畫像に與える效果, 影響, Film story in 100 years, 21~31, 1994
6. 上遠野 昭 : X線質と畫質, 日本放射線技術學會誌 51-6, 733~736, 1995
7. 大塚昭義 他 : 小兒胸部撮影に對する單相1パルス露出の有用性, 日本放射線技術學會誌 53-7, 1997