

# 복부 단순 방사선 검사 시 피폭선량에 대한 연구

여진동

고신대학교 대학원 보건과학과

## A study on the radiation exposure of simple abdomen Radiation in Radiography

Jin Dong Yeo, Mi Sook Kim

*Department of Health Sciences Kosin University Graduate School*

### Abstract

This study was performed to measure about exposure dose during simple abdomen radiation radiography. The exposure dose was measured by PDD, surface dose, respectively.

The result was as followed:

1. When tube voltage were increased with 60-85kv, surface dose were increased. When FFD(focus film distance) at the 50-150cm and mAs were increased, surface dose were decreased.
2. The percentage depth dose(PDD) were appeared 50% below depth dose at 4cm with 60-75kv, and 6cm depth with 80-85kv, 5% below depth dose at 12cm with 60kv, and depth with 65-85kv.
3. The percentage forward scatter increased from 10% to 11.78% at the 60-85kv. The back scatter dose were increase from 25% to 37% at the 60-85kv. The side scatter dose were affected to heel effect.

### <요약>

복부 단순방사선 촬영은 흉부촬영에 이어 가장 많이 검사가 이루어지고 있는 실정인 것이 임상현장 이므로 환자의 피폭선량에 대한 연구가 필수적으로 진행이 이루어 질 필요성이 대두가 된다. 그 결과는 다음과 같았다.

1. 관전압이 60-85kV 증가 시 표면선량은 증가하고, 촬영거리를 50-150cm로 20cm씩 증가함에 mAs도 증가시킨 결과 표면선량은 감소되었다.
2. 심부선량 백분율은 60-75kV에서는 4cm 깊이, 80-85kV에서는 6cm 깊이에서 50% 이하를 나타 내었으며, 60kV에서는 12cm 깊이, 65-85kV에서는 14cm 깊이에서 5% 이하를 나타냈다.
3. 전방산란율은 60-85kV까지 관전압이 증가 시 10-11.78%까지 증가함을 나타내었다. 후방 산란 율은 관전압이 60-85kV 증가 시 25-37%로 증가하였다. 측방산란율은 음극 측에서는 관전압이 60-85kV 증가 시 1.63-2.95%로 완만하게 증가하나 양극측은 그 반대로 감소하는데 그 원인은 heel effect 현상 때문인가 사료된다. 후방산란율이 가장 크고, 그 다음이 전방산란율, 측방산란율 순으로 작아짐을 알 수 있다.

**Key word** Radiation exposure

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성

사회보장제도의 일환으로 국민의료보험의 확대 실시는 국민에 대한 의료의 폭넓은 제공과 더불어 의료시혜에 대한 보다 많은 국민의 요구를 수반하게 되었다.

국민에 대한 의료시혜의 폭넓은 공급기회는 필연적으로 방사선피폭에 대한 기회의 가능성을 증가시키게 될 것이다.

국민에 대한 방사선피폭의 가장 주된 원인은 의료용 방사선으로, 특히 방사선검사에 의한 방사선 피폭이라는 보고<sup>[1]</sup>가 있다.

국민소득의 필연적으로 국민 각자의 건강권에 대한 폭넓은 수요를 수발시키는 결과를 초래하게 되었다. 또한 생활환경의 급격한 변화와 함께 다양한 식생활 문화의 도입은 전통적으로 많은 비중을 차지하고 있던 외과적인 병환보다는 내과적 병환으로 인한 내원 환자의 증가를 가져 왔으며, 이에 따른 방사선 검사로서 복부 단순 촬영이 타 분야에 비하여 상대적 또는 절대적으로 증가하는 것을 한 의료기관 통계자료에도 나타나고 있다.<sup>[2]</sup>

한편 인간이 존재하면서 방사선의 량은 순수한 자연방사선에 비하여 최근에 그 사용이 급격히 증가하고 있는 인공방사선에 의한 방사선피폭으로 말미암아 급격히 증가하고 있는 것이 현실로 나타나고 있으며, 방사선 피폭에 있어서 정당성을 최우선으로 하는 의료용 피폭 또한 경시 할 수 없는 큰 비중을 차지하고 있다는 보고도 있다. 단순 방사선 촬영에서부터 시작되었던 방사선검사는 컴퓨터의 도입으로 인해 비약적인 발전을 거듭하고 있다<sup>[3]</sup>. 따라서 오늘날 방사선 부서에서 행해지고 있는 검사의 유형도 매우 다양하게 이루어지고 있다. 이처럼 과거와는 다른 검사형태가 이루어지고 있는 현실에서 방사선검사의 중요도가 CT, MRI, SONO 등으로 옮겨가고 있는 것처럼 보이지만, 단순방사선 촬영이 방사선부서에서 차지하는 비중을 무시해서는 안 될 것이다.

단순 방사선촬영 중에서 복부 단순 촬영은 복부

장기에 해당하는 장기나 근육의 경계, 복수, 수술 후 상태 등을 진단하기 위해 시행되고 있으며, 각종 조영촬영, CT, MRI, SONO 등을 하기 전에 필수적으로 scout view로 검사가 이루어지고 있다. 그리고 단순 복부방사선 촬영은 일반촬영부문에서 흉부방사선 촬영에 이어 두 번째로 검사가 많이 시행되고 있다. 각종 병원의 진단에 대하여 가장 일차적이면서도 많이 이용되는 방사선 검사의 빈도가 증가하는 것이 피검자 개인의 방사선 피폭을 증가시키는 직접적인 원인과 동시에 국민전체의 면에서 바라볼 때에는 결과적으로 국민의 유의 선량을 높이는 간접적인 요인이 되기 때문에 가능한 방사선 검사로 인한 피폭 량을 줄이기 위한 연구와 대책이 강구되어야 할 것이다.

이에 저자는 의료기관에서 증가하고 있는 단순 방사선 검사 중에서 복부단순 방사선 촬영에 대한 피폭선량을 임상현장에서 사용하는 촬영조건 등을 Bit system을 통해 그 실태를 검토하고자 한다.

### 2. 연구목적

의료기관에서 진단용 방사선 장비로 복부 방사선 촬영이 이루어지고 있으나 그로 인한 검사를 받는 환자들의 피폭선량이 어느 정도가 되고 또한, 그에 대한 피폭선량의 경감 방안을 제시 할 필요가 있다. 그러므로 의료기관에 근무하고 있는 방사선사가 임상현장에서 복부 방사선촬영 시 정상 성인에서 시행하고 있는 촬영조건(관전압, 관전류, 노출시간), FFD 등을 실태조사 한 후에 동일한 조건의 시뮬레이션을 통하여 복부 방사선촬영 시 피폭 선량을 예측하고자 이 연구를 시행하였다.

## II. 이론적 배경

진단용 방사선 촬영 시 사용되고 있는 관전압은 120kV 이하 이며, 복부방사선 촬영 시에는 정상 성인에서 60-85kV 정도가 이용되고 있다. 이러한 관전압은 피부표면에서 가장 큰 흡수선량을 나타내며 심부층에서는 측방산란이 많아진다.

그러나, 조사선량이 적기 때문에 방사선 치료 시 사용되는 고 에너지, 고 선량 조사 보다는 부작

용이 거의 없다고 할 수 있으나 여성인 경우에는 난소가 복부에 위치하고 있고 임신일 경우에는 촬영을 피하는 것이 좋다.

방사선 에너지가 400kV 이하 일 때 피부표면이 최대흡수선량을 나타내고, 400kV 이상 일 때는 피하 어느 특정한 심부가 최대흡수선량을 나타내게 되는데 진단용 방사선은 보통 400kV 이하의 에너지를 사용하므로 피부표면이 최대 흡수선량이 된다.

Fig 1.에서와 같이 방사선원과 펌프를 배열하였을 때 방사선원과 펌프 표면과의 거리에 따라서 흡수선량이 변하게 되는데 그 원인인 거리 역자승법칙에 따라서 강도가 거리에 따라서 감소하기 때문이다. 이러한 현상을 다음과 같이 표현할 수가 있다.

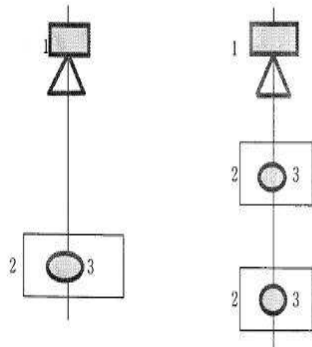


Fig1. schematic diagram of x-ray exposure using experimental apparatus.  
1. x-ray tube 2. phantom 3. chamber

Fig1.에서심부선량백분율(percentage depth dose : PDD)을 통하여 심부선량을 구할 수가 있다.

$$PDD = \frac{Dd(d,r0)}{Dmax(dm,r0)} \times 100(\%) \text{-----} (1)$$

여기서, Dmax : 최대흡수선량,  
Dd : 심흡수선량      d : 심부깊이  
dm : 최대흡수선량깊이  
r0 : 펌프표면의 조사야

진단용 x선에서 dm이 피부 표면이 되므로 이 지점에 전리조 검출기를 위치시켜 선량 값을 구한 후 아래 식을 통하여 최종적으로 표면선량을 구할 수가 있다.

$$Ds = Dg \times \left(\frac{100}{100+d}\right)^2 \times \frac{mAs}{100} \text{-----} (2)$$

여기서 Ds : 표면선량  
Dg : 그래프에서 읽은 표면선량  
100 + d : 선원과 표면과의 거리  
mAs : 관전류량

후방산란율은 동일거리의 공중선량과 펌프 표면선량을 측정 한 후에 (표면선량-공중선량)/공중선량×100%로 전방산란율은 펌프를 투과한 선량을 측정 한 후 납판으로 1차선을 차폐하여 전방산란선량을 측정하여서 산출한다. 측방산란율은 펌프의 측면 중앙부에서 측방산란 선량을 측정 후 공중선량과의 비로 산출할 수가 있다.<sup>[2,3,5]</sup>

### III. 실험대상 및 방법

#### 1. 실험기기

방사선발생장치: R/F generator(Hitach 500mA, 250kV, inverter type), Ionization chamber, Rad-check, Phantom : solid acryl Phantom

#### 2. 실험방법

관전압(kV), 관전류(mA), 관전류량(mAs), 조사야 크기, 조사시간 등을 인자로 하여 실험을 하기 위해서 복부 단순 방사선촬영 시 사용되고 있는 촬영조건을 기준으로 관전압은 60, 65, 70, 75, 80, 85kv로, SSD는 100cm로, 관전류는 100, 200, 300mA로, 관전류량은 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70,

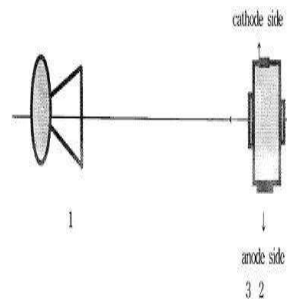


Fig2. schematic diagram of x-ray exposure using experimental apparatus. 1. x-ray tube 2. phantom 3. chamber, red-check

80mAs로 조사야 크기는 20×20cm로 각각 조정하여 Bit시스템에 따라서 조사를 하였다. 전리조 Red-check로 표면선량과 심부선량백분율, 전방산란율, 후방산란율을 구하였다.

#### IV. 결 과

##### 1. 관전압 변화에 따른 표면선량의 변화

관전압이 증가하면은 표면선량도 직선적으로 증가함을 Table 1. Fig3에서 알 수가 있었다. 그리고 그래프를 통한 표면선량 값은 식(2)으로 산출할 수가 있었다.

Table 1. 관전압에 따른 표면선량의 변화

관전압 (kV)	60	65	70	75	80	85
표면 선량 (mSv)	1,382	1,792	2,084	2,539	2,918	3,458

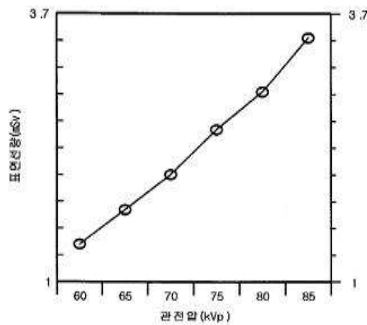


Fig3. Surface dose by tube voltage

##### 2. 촬영거리에 따른 표면선량의 변화

촬영거리는 50, 70, 90, 110, 130, 150cm로 20cm씩 증가시키고 관전류 량을 증가시 표면선량 변화는 감소하고 있음을 Table2.와 Fig4로 나타냈다.

Table 2. 촬영거리에 따른 표면선량의 변화

촬영거리	50	70	90	110	130	150
표면선량 (mSv)	2,348	2,229	2,184	2,192	2,020	1,911
관전류량(mAs)	8	15	26	38	52	70

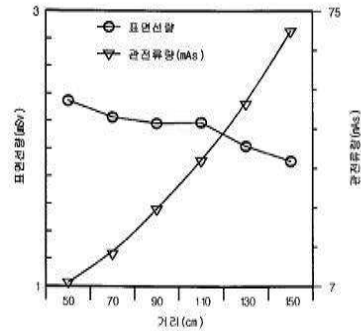


Fig4. surface dose by distance

##### 3. 심부선량백분율

60kV에서 85kV까지의 X선을 조사야 20×20cm, SSD를 100cm로 하여 심부선량 백분율을 전리조로 이용하여 구한 결과는 Table3과 Fig5에 나타났다.

Table 3. 관전압에 따른 심부선량백분

kv	60	65	70	75	80	85
Depth 0	100	100	100	100	100	100
2	67.5	67.87	68.91	72.63	74.43	76.54
4	48.60	45.66	46.98	48.09	53.87	56.43
6	29.89	29.24	31.33	32.07	34.54	37.00
8	17.15	19.01	20.56	22.77	24.34	25.23
10	12.03	13.98	15.87	16.00	16.89	17.04
12	5.54	8.03	9.90	10.86	11.76	10.34
14	2.54	5.34	6.02	6.80	7.89	7.05
16	1.36	3.67	4.49	4.72	4.90	4.05

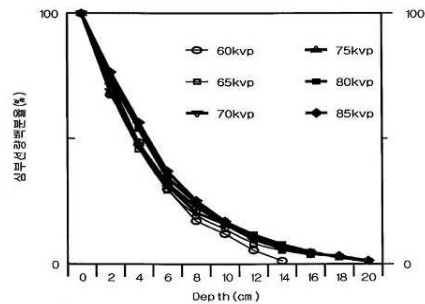


Fig5. The percentage depth dose in the solid water phantom

4. 전방산란율

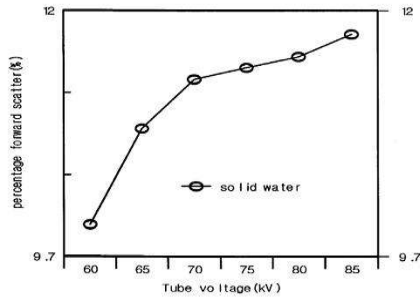


Fig6. The forward scatter at the solid water phantom 20cm

5. 후방산란율

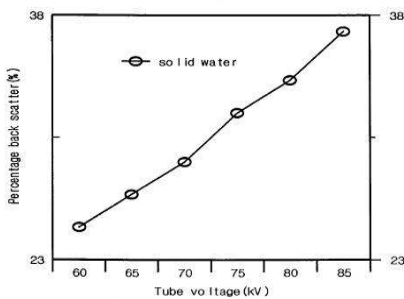


Fig7. The percentage back scatter in the solid water phantom

6. 측방산란율

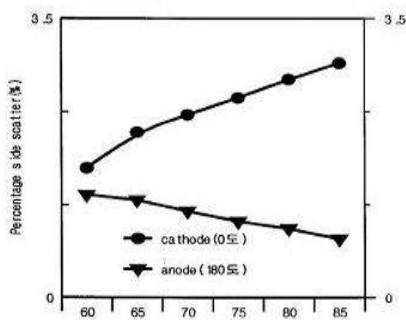


Fig8. The percentage back scatter in the solid water phantom

V. 고찰

방사선의 이용이 의료에 있어서 본격적으로 증

가함에 따라서 국제방사선방어위원회에서는 1995년에 방사선의 피해에 대한 보고로서 최대허용선량의 개념을 최초로 도입하였고,<sup>[6]</sup>연이어서 최대허용선량에 대한 내용을 인체의 각 부위나 장기에 따라서 구체적으로 수정보완<sup>[7,8]</sup>을 하였다.

국제방사선 단위 및 측정위원회에서는 인체에 대한 방사선 측정에 있어서 측정의 단위나 방법 등을 구체적으로 제시하여 방사선 측정에 통일성과 정확성을 기하도록 하였다.<sup>[1,2]</sup> 방사선의 진단에 있어서 피폭선량을 좌우하는 가장 큰 요인은 촬영을 행하는 기술적인 방법이 가장 우선됨으로서 관전압과 관전류량의 변화를 시도해야 할 것이다. 관전압이 60-85kV 증가 시 표면선량은 증가함을 Table1과 Fig3.를 통해서 알 수가 있었다. 또한 촬영 거리를 50-150cm로 20cm씩 증가함에 mAs도 증가시킨 결과 표면선량은 감소되는 것을 Table2와 Fig4에서 나타내지고 있었다. 심부선량 백분율은 Table3와 Fig5를 통해서 60-75kV에서는 4cm 깊이에서 80-85kV에서는 6cm 깊이에서 50% 이하를 나타내었으며, 60kV에서는 12cm 깊이, 65-85kV에서는 14cm 깊이에서 5% 이하를 나타내고, 이와 같은 결과는 김<sup>(2)</sup>등의 보고와 유사하다. 전방산란율은 60-85kV까지 관전압이 증가 시 10-11.78%까지 증가함을 나타내었다. 후방산란율은 Fig7과 같이 관전압이 60-85kV 증가 시 25-37%로 증가하였다. 측방산란율은 음극측에서는 관전압이 60-85kV 증가 시 1.63-2.95%로 완만하게 증가하나 양극측은 그 반대로 감소하는데, 그 원인은 heel effect 현상 때문인가 사료된다. 이와 같은 결과는 이<sup>[3]</sup>등의 보고에서는 전방산란율이 후방산란율보다 크게 나타냈지만 본 연구에서는 후방산란율이 전방산란율보다 15-26%까지 증가함을 알 수가 있었다.

또 본 조사에 의하면 관전압이나 관전류량 한 쪽이 증가하면 피폭선량은 증가하는 경향을 나타내고 있다는 것은 결과적으로 피폭선량의 주된 결과 요인이 관전압과 관전류량이라는 것이 분명히 나타내고 있었다.

한편 국제방사선방어위원회에서는 보다 엄격한 피폭의 제한을 위하여 기존의 선량제한 체계를 다시 방사선방어체제로 변경함과 동시에 의료피폭

범위를 확대시켰고 또 피폭의 제한을 위하여 선량 구속치를 도입하였으며, 기존의 선량당량 개념을 등가선량과 실효선량으로 개칭함과 동시에 조직의 하중계수를 세분화 시켰다<sup>[7]</sup>.

그러므로 환자에 대한 입사선량을 감소시키기 위한 고관전압 사용 시의 기술적인 방법의 강구와 또 취급선량 백분율과 피사체농도를 줄이기 위한 방법으로서 방사선 질에 적합한 여과량의 적정사용 등이 시급히 실시되어야만 환자에 대한 입사선량과 더불어 취급선량의 경감에 결정적인 영향을 줄 것으로 사료된다.

최근에는 개인에 대한 선량한도를 개인에 대한 리스크 한도 개념으로 확대하여 방사선의 피해에 대한 가능성까지 포함하고 있다<sup>[8]</sup>.

아무리 의료피폭이 정당화 된다 하여도 피검자에 대한 방사선의 피폭을 경감시키기 위한 노력과 연구 개발은 방사선을 취급하는 방사선 작업종사자들에게는 국민 건강을 확보하고 있는 책임 집단의 일원으로서 영구히 해결해야만 될 문제가 아닐 수 없다.

## VI. 결 론

복부 단순방사선 촬영은 흉부촬영에 이어 가장 많이 검사가 이루어지고 있는 실정인 것이 임상현장 이므로 환자의 피폭선량에 대한 연구가 필수적으로 진행이 이루어 질 필요성이 대두가 된다. 이에 저지들은 인체조직 등가물질이 여러 가지가 있거나 손쉽게 구할 수 있는 solid water phantom을 가지고 임상현장에서 많이 사용되고 있는 촬영조건을 근거로 Bit 법을 이용하여 조사를 하고 피폭선량을 표면선량, 심부선량백분율, 전방산량율, 후방산량율, 측방산량율을 각각 구하여 측정하였다.

그 결과는 다음과 같았다.

1. 관전압이 60kV-85kV 증가시 표면선량은 증가하고, 촬영거리를 50-150cm로 20cm씩 증가함에 mAs도 증가시킨 결과 표면선량은 감소되었다.
2. 심부선량 백분율은 60kV-75kV에서는 4cm 깊이,

80kV-85kV에서는 6cm 깊이에서 50%이하를 나타내었으며, 60kV에서는 12cm 깊이, 65kV-85kV에서는 14cm 깊이에서 5% 이하를 나타냈다.

3. 전방산량율은 60-85kV 까지 관 전압이 증가시 10-11.78%까지 증가함을 나타내었다. 후방산량율은 관전압이 60-85kV 증가 시 25-37%로 증가하였다. 측방산량율은 음극 측에서는 관 전압이 60-85kV 증가 시 1.63-2.95%로 완만하게 증가하나 양극측은 그 반대로 감소하는데 그 원인은 heel effect 현상 때문인가 사료된다. 후방산량율이 가장 크고, 그 다음이 전방산량율, 측방산량율 순으로 작아짐을 알 수 있다.

## 참고문헌

- [1] 김창균(1994), 복부단순X선 검사시 피검자의 피폭선량에 대한 연구, 대한방사선기술학회지, 17(1)49-54
- [2] 김유현(1995), X선 진단영역에 있어서의 심부선량의 측정, 대한방사선기술학회지, 18(1)55-62
- [3] 이후민(1995), X선 촬영시 산란선 방향의 존성에 관한연구, 대한방사선기술학회지, 18(1)63-69
- [4] 허준(1996), 복부 단순X선 촬영조건과 환자피폭에 관한 조사연구, 대한방사선기술학회지, 19(2)59-65
- [5] 강제식(1998), 방사선치료학, 대학서림, 105-111
- [6] Bit system of technique conversion 7th edition, dupon
- [7] W. J. Meredith(1994) The production of isodose curves and the calculation of energy absorption from standard depth dose date, BJR17(195)75-82
- [8] W. V. Mayneord(1993) Intergral dose when the whole body is irradiated, BJR17(197)151-157
- [9] Anthony Brinton wolbarst(1993) Physics of Radiology, Elizabeth Ryan24