
6) 복부 단순 X선검사시 피폭 선량에 관한 연

제주한라대학 방사선과
고인호 · 이경성 · 신동용

A study on the Radiation exposure of simple abdomen x-ray in Radiography

Dept. of Radiotechnology, cheju halla college
In Ho Ko, Kyung Sung Lee, Dong Yong Shin

ABSTRACT

This study was performed to measure about exposure dose during simple abdomen x-ray Radiography. The exposure dose was measured by PDD, surface dose, percentage scatter dose, respectively.

The result was as followed:

1. When tube voltage were increased with 60~85kV, surface dose were increased.
2. When FFD(focus film distance) at the 50~150cm and mAs were increased, surface dose were decreased.
3. 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 14cm depth with 65~85kV.
4. The percentage forward scatter increased from 10% to 11.78% at the 60~85kV. The back scatter dose were increased from 25% to 37% at the 60~85kV. The side scatter dose were affected to heel effect.

본 연구는 복부 단순 X선 검사시 발생하는 피폭선량에 대하여 실험을 수행하였다. 피폭선량을 심부선량 백분율, 표면선량, 산란선량율으로 각각 측정하였다.

그결과는 다음과 같았다.

1. 관전압이 60~85kV 증가시 표면선량은 증가하고, 촬영거리를 50~150cm로 20cm씩 증가함에 mAs도 증가시킨 결과 표면선량은 감소되었다.
2. 심부선량 백분율은 60kV~75kV에서는 4cm 깊이에서 80~85kV에서는 6cm 깊이에서 50%이하를 나타내었으며, 60kV에서는 12cm 깊이에서 65~85kV에서는 깊이 14cm에서 5%이하를 나타냈다.
3. 전방산란율은 60kV~85kV까지 관전압이 증가시 10~11.78%까지 증가함을 나타내었다. 후방산란율은 관전압이 60kV~85kV 증가시 25~37%로 증가하였다. 측방산란율은 음극측에서는 관전압이 60kV~85kV 증가시 1.63~2.95%로 완만하게 증가하나 양극측은 그반대로 감소하는데 그 원인은 heel effect 현상 때문 인가사료된다. 후방산란율이 가장 크고, 그 다음이 전방산란율, 측방산란율 순으로 작아 짐을 알 수가 있다.

1. 서론

단순 X선 촬영에서부터 시작되었던 방사선검사는 컴퓨터의 도입으로 인해 비약적인 발전을 거듭하고 있다. 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 올라가고 있는 것처럼 보이지만, 단순 X선 촬영은 뼈나 장기의 형태를 간단하게 관찰하기 위해서는 가장 편리한 방법이라 할 수 있다. 따라서 아직까지 단순X선촬영이 방사선 부서에서 차지하는 비중을 무시해서는 안될 것이다.

단순 X선촬영 중에서 복부 단순X선촬영은 복부 장기에 해당하는 장기나 근육의 경계, 복수, 수술후 상태 등을 진단하기 위해 시행되고 있으며, 각종 조영촬영, CT, MRI, Sono scan 등을 하기 전에 필수적 scout view로 검사가 이루어지고 있다^(1,4). 그리고 단순 복부X선촬영은 일반촬영부문에서 흉부X선촬영에 이어 2번째로 검사가 많이 시행되고 있다.

여기서는 의료기관에서 시행되고 있는 단순X선 검사 중에서, 복부 단순 X선 촬영에 대한 피폭선량을 임상현장에서 사용하는 촬영조건 등을 기준으로 Bit system⁽⁶⁾을 통해 그 실태를 검토하고자 한다.⁽⁴⁾

1. 연구 목적

의료기관에서 진단용 X선장비로 복부X선촬영이 이루어지고 있으나 그로 인환 검사를 받은 환자들의 피폭 선량이 어느 정도가 되고 또한, 그에 대한 피폭선량의 경감 방안을 제시 할 필요가 있다. 그러므로, 의료기관에 근무하고 있는 방사선사가 임상현장에서 복부X선촬영시 정상 성인에서 시행하고 있는 촬영 조건(관전압, 관전류, 노출시간), FFD 등을 실태조사 한 후에 동일한 조건의 시뮬레이션을 통하여 복부X선촬영시 피폭선량을 예측하고자 이 연구를 수행하였다.^(10,11)

2. 이론적 배경

진단용 X선촬영시 사용되고 있는 관전압은 120KV이하 이며,복부X선 촬영시에는 정상 성인에서 60~85kV정도가 이용되고 있다. 이러한 관전압은 피부표면에서 가장 큰 흡수선량을 나타내며 심부층에서는 측방산란이 많아진다. 그러나, 조사선량이 적기 때문에 방사선 치료시 사용되는 고 에너지, 고 선량 조사 보다는 부작용이 거의 없다고 할 수 있으나 여성인 경우에는 난소가 복부에 위치하고 있고 임신일 경우에는 촬영을 피하는 것이 좋다.

X선에너지가 400KV이하 일 때 피부표면이 최대흡수선량을 나타내고, 400KV이상 일 때는 피하 어느 특정한 심부가 최대흡수선량을 나타나게 되는데 진단용 X선은 보통 400KV이하의 에너지를 사용하므로 피부표면이 최대 흡수선량이 된다.

Fig 1.에서와 같이 X선원과 팸텀을 배열하였을 때 X선원과 팸텀표면과의 거리에 따라서 흡수선량이 변하게 되는데 그 원인인 거리 역자승법칙에 따라서 강도가 거리에 따라서 감약되기 때문이다. 이러한 현상을 다음과 같이 표현할 수가 있다.

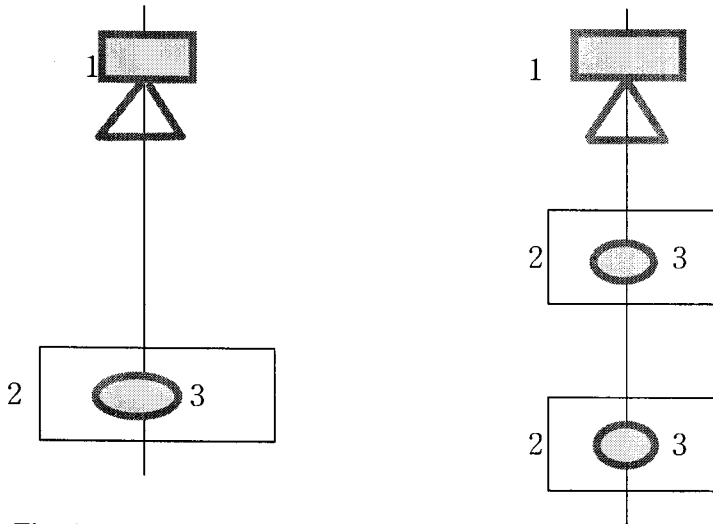


Fig 1. schematic diagram of x-ray exposure using experimental apparatus.

1. x-ray tube 2. phantom 3. chamber

Fig 1.에서 심부선량백분율(Percentage depth dose : PDD)을 통하여 심부선량을 구할 수가 있다.

$$PDD = \frac{Dd(d, \gamma_0)}{D_{max}(d_m, \gamma_0)} \times 100 (\%) \text{ ----- (1)}$$

여기서, D_{max} : 최대흡수선량, Dd : 심부흡수선량 d : 심부깊이
 d_m : 최대흡수선량깊이, γ_0 : 팬텀표면의 조사야

진단용 X선에서 d_m 이 피부 표면이 되므로 이 지점에 전리조 검출기를 위치시켜 선량값을 구한 후 아래식을 통하여 최종적으로 표면선량을 구할 수가 있다.

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

여기서, D_s : 표면선량 D_g : 그래프에서 읽은 표면선량
 $100 + d$: 선원과 표면과의 거리 mAs : 관전류량

후방산란율은 동일거리에서의 공중선량과 팬텀 표면선량을 측정후에 (표면선량-공중선량)/ 공중선량 $\times 100(\%)$ 로, 전방산란율은 팬텀을 투과한 선량을 측정후

납판으로 1차선을 차폐하여 전방산란선량을 측정하여서 산출한다. 측방산란율은 팬텀의 측면 중앙부에서 측방산란 선량을 측정후 공중선량과의 비로 산출할 수가 있다.^(2,3,5)

II. 본 론

1. 실험기자재 및 실험방법

1-1. 실험기기

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

1-2. 실험방법

관전압(kV), 관전류(mA), 관전류량(mAs), 조사야크기, 조사시간 등을 인자로 하여 실험을 하기 위해서 복부 단순X선촬영시 사용되고 있는 촬영조건을 기준으로 관전압은 60,65,70,75,80,85kV로, SSD는 100cm로, 관전류는 100,200,300mA로, 관전류량은10,20,30,40,50,60,70,80mAs로,조사야크기는 20×20cm²로 각각 조정하여 Bit시스템에 따라서 조사를 하였다. 전리조, Rad-check로 표면선량과 심부선량백분율, 전방산란율, 후방산란율, 측방산란율을 구한다.^(6,7,8,9)

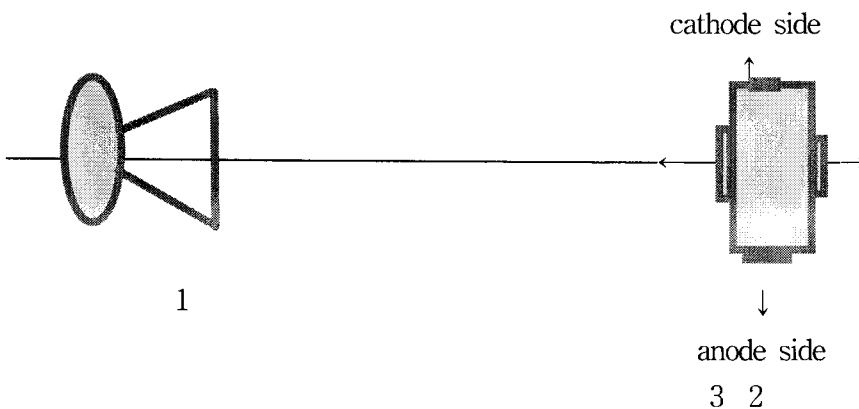


Fig 2. schematic diagram of x-ray exposure using experimental apparatus.

1. X-ray tube 2. phantom() 3. chamber, Rad-check()

2. 실험 결과 및 고찰

2-1. 실험 결과

1) 관전압 변화에 따른 표면선량의 변화 : 관전압이 증가하면은 표면선량도 직선적으로 증가함을 Table 1.과 Fig3에서 알 수가 있었다. 그리고, 그래프를 통한 표면선량 값은 식(2)으로 산출할 수가 있었다.

Table1. 관전압에 따른 표면선량의 변화

| 관전압(kV) | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 표면선량(mSv) | 1.382 | 1.729 | 2.084 | 2.539 | 2.918 | 3.458 |

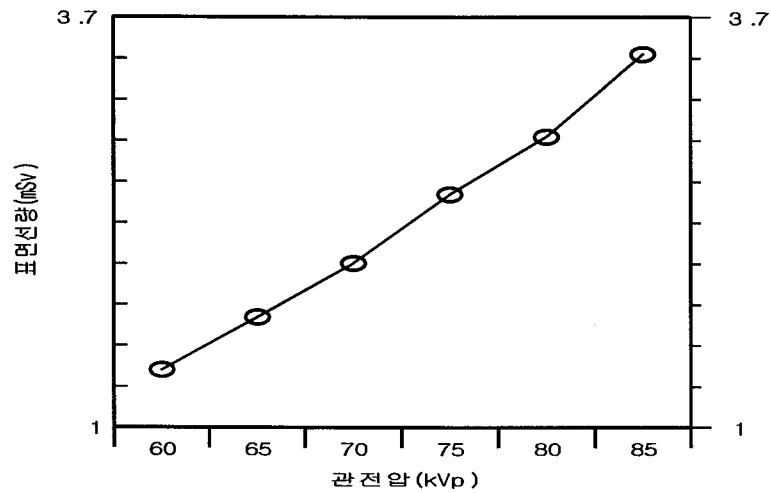


Fig 3 .Surface dose by tube voltage

2) 촬영거리에 따른 표면선량의 변화 : 촬영거리는 50,70,90,110,130,150cm로 20cm 씩 각각 증가시키고 관전류량을 증가시 표면선량 변화는 감소하고 있음을 Table 2.과 Fig4.로 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 |

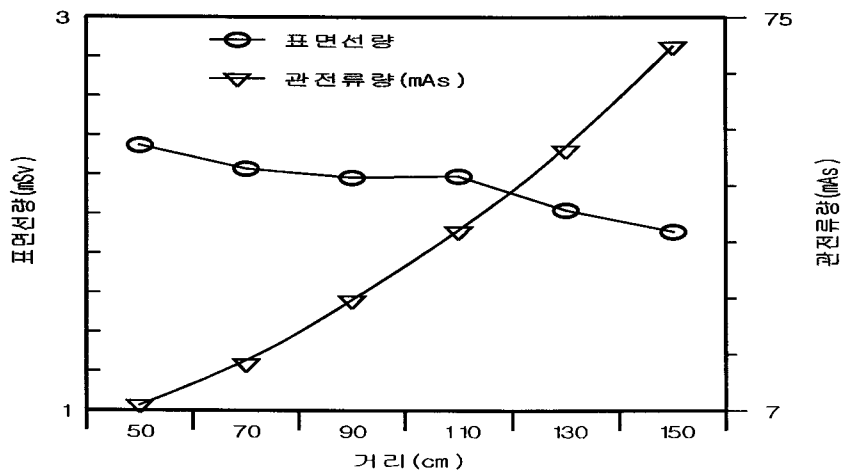
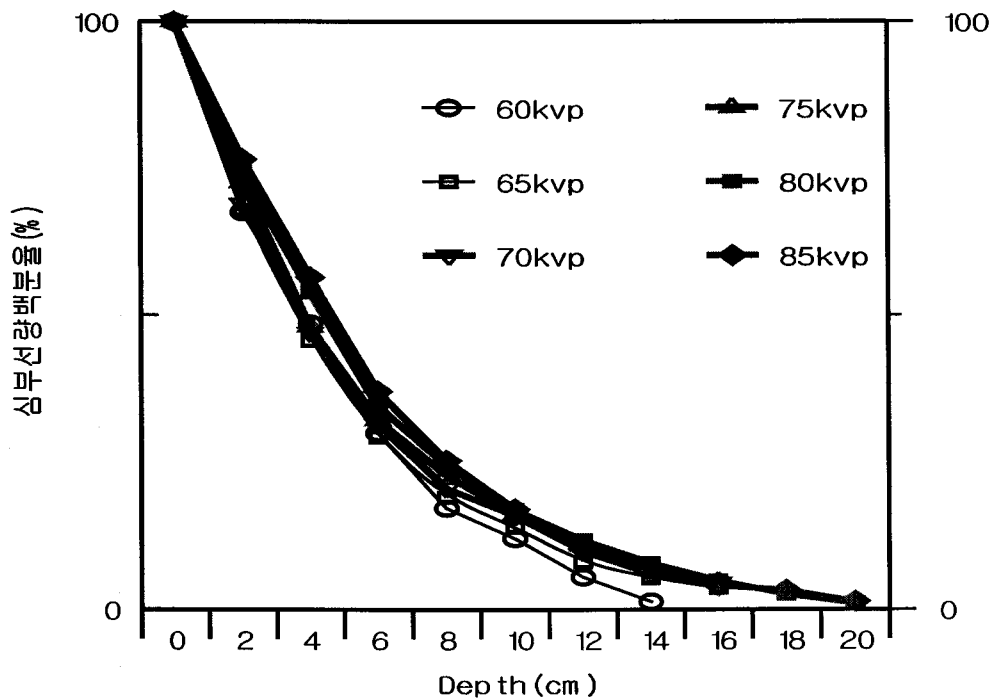


Fig 4 . Surface dose by distance

3) 심부선량 백분율 : 60에서 85kV까지의 X선을 조사야 20×20cm²ssd를 100cm로 하여 심부선량 백분율을 전리조를 이용하여 구한 결과는 Table 3.과 Fig5.에 나타났다.

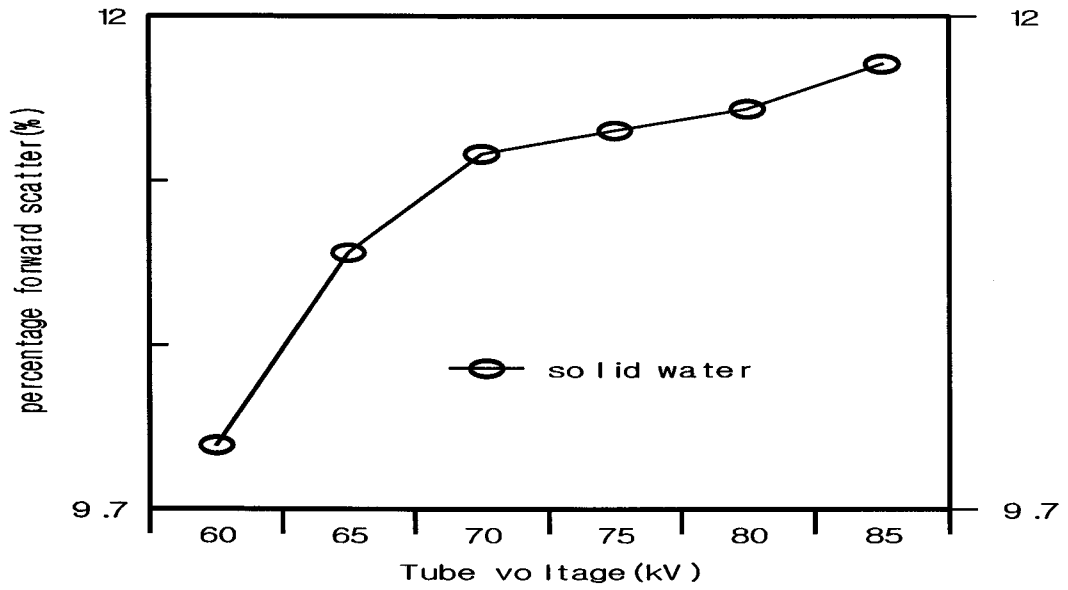
Table 3. 관전압에 따른 심부선량백분율(전리조)

| Depth kV | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 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 |
| 18 | | | | | 2.57 | 3.27 |
| 20 | | | | | 1.05 | 1.34 |



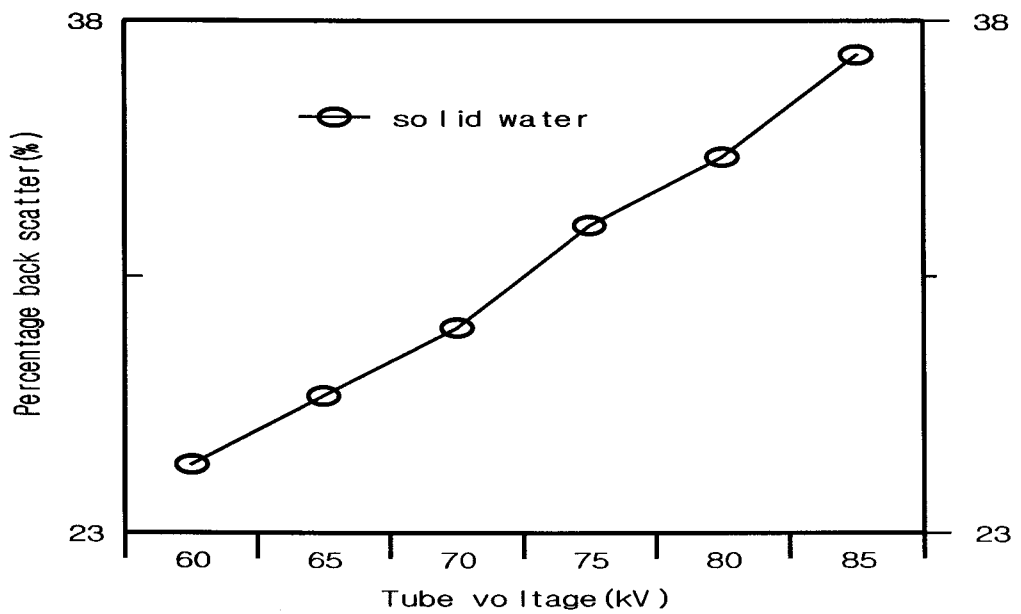
The percentage depth dose in the solid water phantoms

4) 전방 산란율



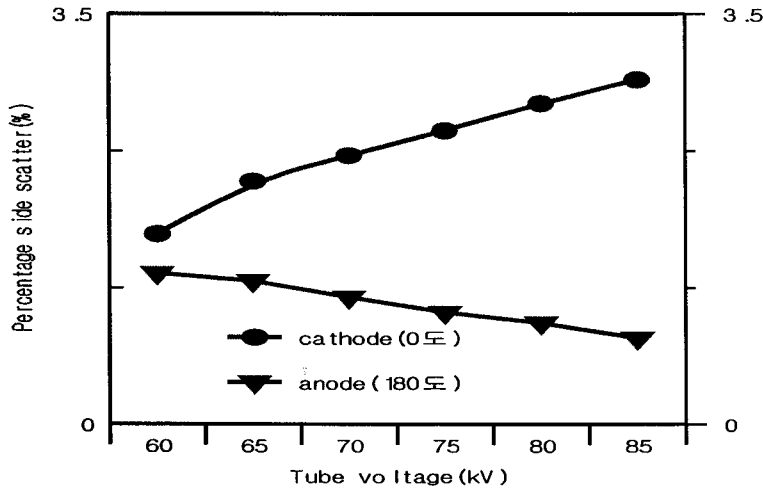
forward scatter at the solid water phantom 20cm

5) 후방산란율



the percentage back scatter in the solid water ph

6) 측방산란율



percentage side scatter in the solid water phan

2-2. 고찰

관전압이 60~85kV 증가시 표면선량은 증가함을 Table1과 Fig3.를 통해서 알 수가 있었다. 또한, 촬영 거리를 50~150cm로 20cm씩 증가함에 mAs도 증가시킨 결과 표면선량은 감소되는 것을 Table2와 Fig4에서 나타내어지고 있었다. 심부선량 백분율은 Table3 와 Fig5을 통해서 60kV~75kV에서는 4cm깊이에서 80~85kV에서는 6cm깊이에서 50%이하를 나타내었으며, 60kV에서는 12cm깊이에서 65~85kV에서는 깊이 14cm에서 5%이하를 나타내고 이와 같은 결과는 金등(2)의 보고와 유사하다. 전방산란율은 60kV~85kV까지 관전압이 증가시 10~11.78%까지 증가함을 나타내었다. 후방산란율은 Fig7.와 같이 관전압이 60kV~85kV 증가시 25~37 %로 증가하였다. 측방산란율은 음극측에서는 관전압이 60kV~85kV 증가시 1.63~2.95%로 완만하게 증가하나 양극측은 그반대로 감소하는데 그 원인은 heel effect 현상 때문인가 사료된다. 이와 같은 결과는 李등(3)의 보고에서는 전방산란율이 후방산란율보다 크게 나타냈지만 본 연구에서는 후방산란율이 전방산란율보다 15%~26%까지 증가함을 알 수가 있었다.

III. 결론

복부 단순 X선 촬영은 흉부촬영에 이어 가장 많이 검사가 이루어지고 있는 실정인 것이 임상현장 이므로 환자의 피폭선량에 대한 연구가 필수적으로 진행이 이루어 질 필요성이 대두가 된다. 이에 저자들은 인체조직 등가 물질이 여러가지가 있으나 손쉽게 구할 수 있는 solid water phantom을 가지고 임상현장에서 많이 사용되고 있는 촬영조건을 근거로 Bit 법을 이용하여 조사를 하고 피폭선량을 표면선량, 심부선량백분율, 전방산란율, 후방산란율, 측방산란율을 각각 구하여 측정하였다.

그 결과는 다음과 같았다.

1. 관전압이 60~85kV증가시 표면선량은 증가하고, 촬영거리를 50~150cm로 20cm씩 증가함에 mAs도 증가시킨 결과 표면선량은 감소되었다.
2. 심부선량 백분율은 60kV ~75kV에서는 4cm깊이에서 80~85kV에서는 6cm 깊이에서 50%이하를 나타내었으며, 60kV에서는 12cm 깊이에서 65~85kV에서는 깊이 14cm에서 5%이하를 나타냈다.
3. 전방산란율은 60kV~85kV까지 관전압이 증가시 10~11.78%까지 증가함을 나타내었다. 후방산란율은 관전압이 60kV~85kV 증가시 25~37 %로 증가하였다. 측방산란율은 음극측에서는 관전압이 60kV~85kV 증가시 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 작아 짐을 알 수가 있다.

참고문헌

1. 김창균 : 복부 단순X선 검사시 피검자의 피폭선량에 대한 연구,한방기학지,17(1), 49-54,1994.
2. 김유현외 : X선 진단영역에 있어서의 심부선량의 측정,대한방사선기술학회지, 18(1), 55-62,1995.
3. 이후민외 : X 선촬영시 산란선 방향의존성에 관한 연구, 18(1), 63-69,1995.
4. 허준외 : 복부 단순X선 촬영조건과 환자피폭에 관한 조사연구, 19(2), 59-65,1996.
5. 강세식외 : 방사선치료학, 대학서림,105-111,1998.
6. Bit system of technique conversion 7th edition,dupon.
7. W. J. Meredith : The production of isodose curves and the calculation of energy absorption from standard depth dose date, BJR 17(195),75-82,1994.
8. W. V. Mayneord : Intergral dose when the whole body is irradiated, BJR 17(197), 151-157,1994.
9. Anthony Brinton wolbarst : Physics of Radiology, Elizabeth Ryan, p24, 1993.
10. 中村 實 : X線 撮影における 被曝量減少について 中村 實 博士業績集, 619-629,1977.
11. 江間 忠 : X線検査시 被檢者防護指針,日本放射線技士會,1974.