

# X선촬영에 있어서 관전압과 피사체가 선질 및 선량에 미치는 영향의 실험

고려대학교 보건전문대학

허 준 · 김창균 · 강홍석\* · 김정민\*\*

## Abstract

### Influence of X-ray Tube Voltage and Object on X-ray Quality and Dose

Joon Huh, Chang Kyun Kim, Hong Seok Kang\*, Chung Min Kim\*\*

*Dept. of Radiotechnology, Junior College of Public Health and Medical Technology, Korea University, Seoul, Korea*

Authors investigated an influence of x-ray tube voltage on x-ray quality and dose with using objects of various thickness, and obtained the results as follows:

1. Radiographic effects were influenced by tube voltages and objects.
2. Dose decrement rates had more influence upon primary-rays than total x-rays at lower tube voltages.
3. The quality of transmitted x-rays was affected by tube voltages and thickness of objects.
4. Scattered-ray contents were proportional to tube voltages with using grid.

## I. 서 론

X선사진의 화질을 좌우하는 것은 농도, 대조도, 선예도 그리고 입상도 등이 있으나 보다 풍부한 정보를 추출하기 위해서는 적절한 화상이 요구된다. X선사진의 화질에 미치는 인자에 대해서는 이미 많은 연구가 있으나 실제로 임상업무에서 보면 현실적이 못 되는 점도 있다.

이런 점을 고려하여 저자는 X선촬영에 관여되는 인자 중에서 피사체와 관전압 변경시의 선량 및 선질,

산란선에 관해서 실용적인 응용면의 기초부문을 검토하여 보고한다.

## II. 실험기구 및 방법

### 1. 실험기구

장치 : Toshiba DC 15 KB

150 kVp, 500 mA

형광량계 : Yokogawa Type 2141

ALCO electric Co. LTD Model F-11

\* 인천간호보건전문대학 방사선과 Dept. of Radiotechnology, In Chon Junior Nursing College and Allied Health Sciences

\*\* 목포실업전문대학 방사선과 Dept. of Radiotechnology, Mok Po Junior College

피사체 : Acryl plate 30 cm × 30 cm

두께 0~15 cm

여과판 : Aluminium 0~10 mm

조사야조절용 pb판 : 두께 3mm

## 2. 실험방법

1) 관전압에 따르는 선량의 변화를 알기 위해 초점과 측정기 사이의 거리를 100 cm, 조사야 40 cm × 40 cm, 관전류 100mA, 그리고 조사시간 0.1 sec 에서 관전압을 40 kVp 부터 120 kVp까지 변화시켜 가며 공중선량과 두께 10 cm와 15 cm의 acryl 피사체를 투과한 선량을 형광량으로 각각 측정하여 관전압의 지수 n치를 산출 하였다.

2) 피사체 두께 증가에 따르는 투과선량의 감소를 알기 위해 관전압 80, 100, 120 kVp, 초점과 측정기 간거리 100 cm, 관전류 100mA, 조사시간 0.1 sec 에서 acryl 피사체의 두께를 0~16 cm로 변화시켜 가며 총선량과 1차선의 감약을 형광량으로 측정 하였다.

이때, 총선량은 조사야 40 cm × 40 cm에서 측정 하고, 1차선 측정은 조사야를 5 cm × 5 cm로 줄이고, 피사체를 Collimator에 밀착시켜 측정기까지의 거리를 두어서 산란선의 유입을 방지 하였다.

3) 피사체를 투과한 X-선의  $A\theta$ 에 의한 감약을 알기 위해 관전압을 60, 80, 100, 120 kVp, 초점과 측정기간거리 100 cm에서 두께 10 cm의 acryl 피사체를 사용하고, 피사체 뒷면에 0~10 mm의 Al을 부착시켜 피사체를 투과한 총선량, 1차선량이 Al 두께 증가에 따라 감약되는 것을 형광량으로 측정 하였다. 이 때 총선량, 1차선량은 전과 동일한 방법으로 측정 하였다.

4) 피사체투과 후의 Al 반가층을 알기 위해 관전압 50 kVp~120 kVp 사이에서 acryl 피사체 5, 10, 15 cm를 사용하여 피사체를 투과한 1차선과 총선량의 Al 반가층을 측정하였다. 이 때 초점에서 50 cm 거리에 Acryl 피사체를 놓고, 피사체에서 100 cm 떨어진 곳에 측정기를 설치하며, 피사체와 측정기의 중간지점에 3 mm Al 판을 삽입하여 반가층을 측정 하였다.

또한 1차선과 총선량의 구분은 조사야의 크기로써 조절했다. 즉, 조사야 40 cm × 40 cm에서의 측정치를 총선량, 5 cm × 5 cm에서의 측정치를 1차선으로 하였다. 산란선의 반가층은 크기 30 cm × 30 cm, 두께 3mm가되는 pb판의 중심부에서 직경 5 cm의 원을 잘라내고, 이 납원을 acryl 피사체 앞면, 즉 입사선추의 중심부에 부착하고, pb판은 피

사체 후면에 부착하여 1차선의 유입을 완전히 차단 하였다.

5) 산란선 함유율을 알기위해, 초점-측정기간거리 100 cm, 두께 10 cm와 15 cm의 acryl 피사체에서 관전압을 60 kVp부터 120 kVp까지 변화시켜가며 1차선과 총선량을 전과 동일한 방법으로 측정하여 산란선 함유율을 구하였다. 또한 15 cm acryl 피사체에서는 8:1 격자를 사용한 것을 추가하였다.

## III. 실험결과

### 1. 관전압에 따르는 선량변화

관전압 증가에 따르는 선량의 증가율은 그림 1-A에서와 같이 관전압 상승에 따라 증가율이 둔화되고 있다.

또한, 이에따라 구한 관전압의 지수치 n은 그림 1-B에서와 같이 관전압 40~120 kVp에서 피사체가 없을 때 3.80~2.25, 두께 10 cm의 acryl 피사체에서 4.80~2.29, 15 cm에서 5.88~2.75로서 관전압이 상승됨에 따라 저하되고, 피사체 두께가 클 때에 그 값이 큰 것으로 나타났다. 따라서 관전압 변화가 사진 흑화도에 미치는 영향은 관전압이 낮을수록 그리고 피사체두께가 클수록 그 효과가 상승하는 것으로 나타나고 있다.

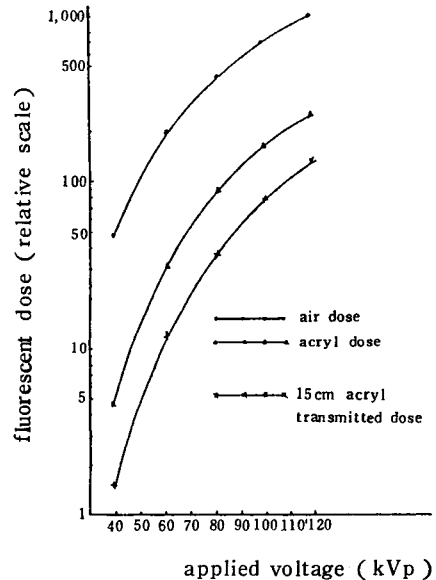


Fig. 1-A. Dose change by applied voltage

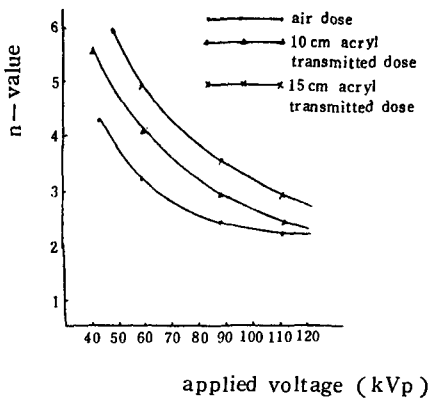


Fig. 1-B. n-value by applied voltage

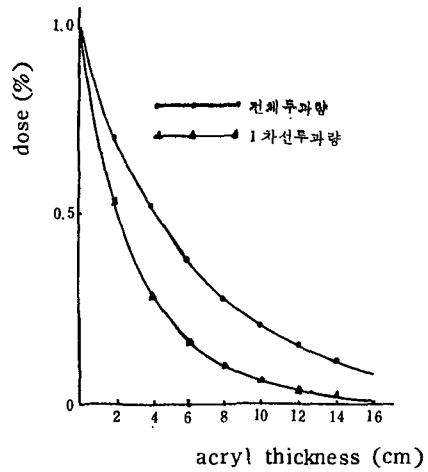


Fig. 2-A. Dose by object change at 80kVp

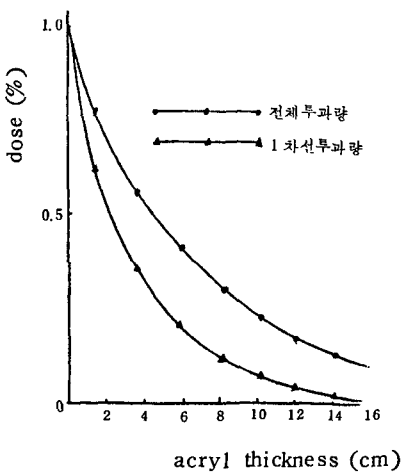


Fig. 2-B. Dose by object change at 100kVp

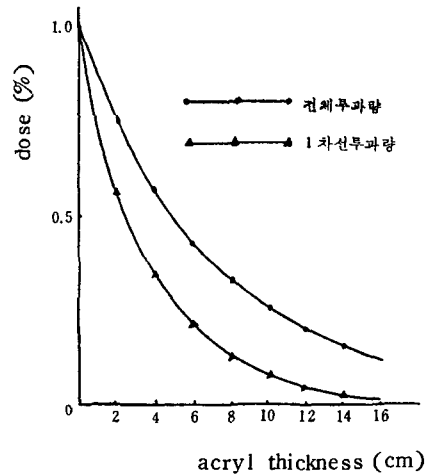


Fig. 2-C. Dose by object change at 120kVp

## 2. 피사체에서의 선량의 감약

피사체 두께가 증가함에 따라 선량이 감소되는 것은 그림 2와 같다. 총선량의 감약율은 피사체가 없을 때의 선량을 기준하여 두께 10 cm의 acryl 피사체를 사용 시를 비교하면, 편전압 80 kVp에서 21%, 100 kVp에서 23%, 120 kVp에서 26%로 각각 감약되었고, 같은 방법으로 1차선은 편전압 80 kVp에서 6%, 100 kVp와 120 kVp에서 다같이 7%가 되어 그 감약율은 편전압이 클수록 작으며, 총선량에 비해 1차선의 감약율이 큰 것으로 나타났다.

## 3. 피사체 투과 후의 Al 에 의한 감약

피사체를 투과한 X선이 Al에 의해 감약되는 것은 그림 3과 같이 Al 두께가 증가함에 따라 그 감약율은 둔화되고 있다. 두께 10 cm acryl 피사체를 투과한 X선이 약 1/2 정도로 감소되고 있는 두께 4mm Al에서의 감약율을 비교하여 보면, 총선량은 편전압 60 kVp에서 42%, 80 kVp에서 50%, 100 kVp에서 54%, 120 kVp에서 58%이고, 1차선은 60 kVp에서 47%, 80 kVp에서 54%, 100 kVp에서 61%, 120 kVp에서 66%로 감약되며, 총선량에서 1차선을 뺀

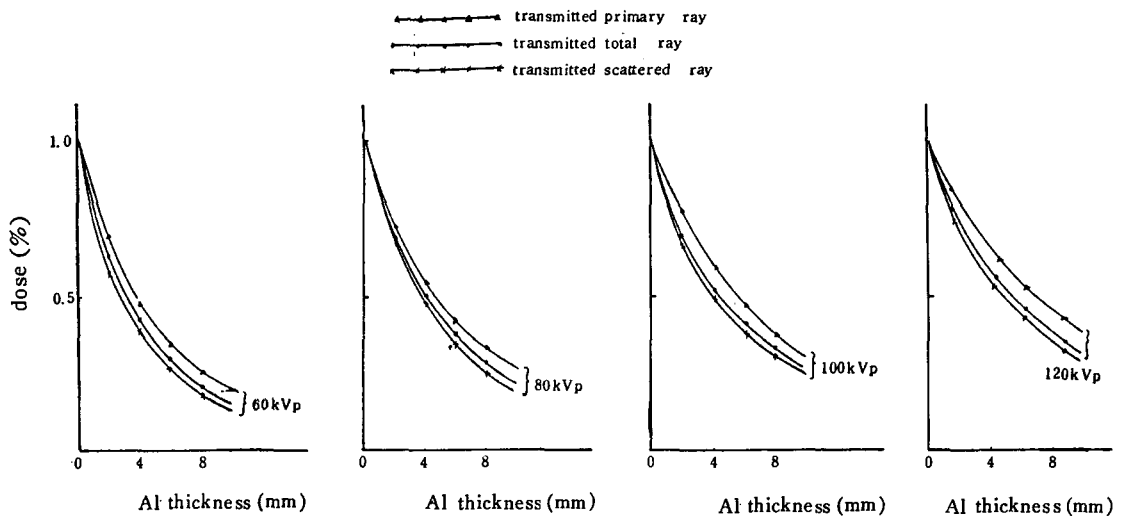


Fig. 3. Dose attenuation by aluminium filter after object transmission

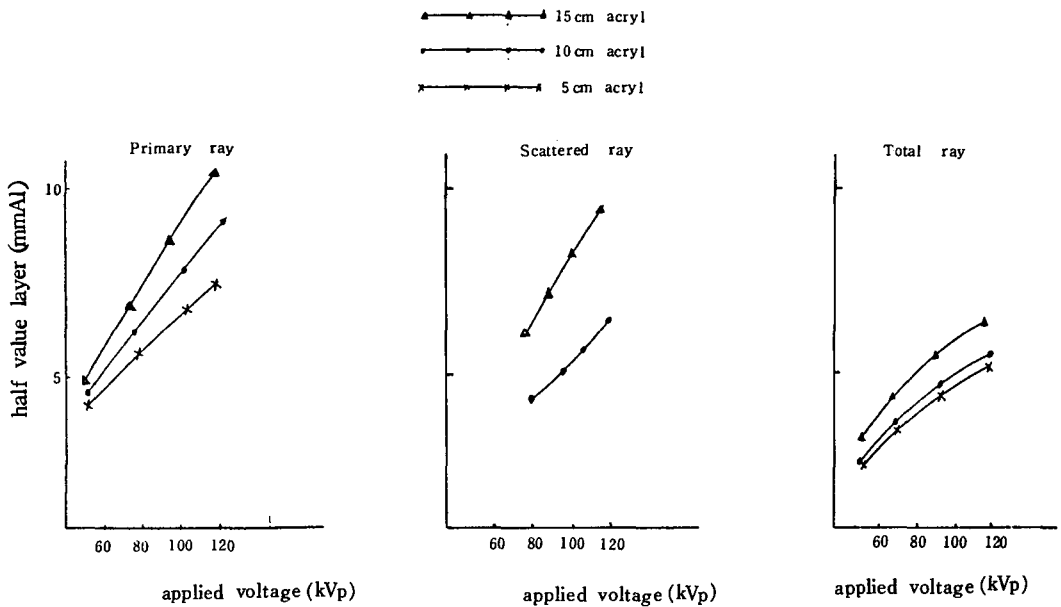


Fig. 4. Half value layer by object transmission

수치로서 계산에 의해 구한 산란선의 감약율을 보면, 관전압 60 kVp에서 39%, 80 kVp에서 48%, 100 kVp에서 51%, 120 kVp에서 55%로 각각 나타났

다. 4. 피사체 통과 후의 Al 반가층  
피사체를 통과한 X선의 Al 반가층은 그림4와 같이 관전압이 증가함에 따라 커지고 있다.

관전압 50~120 kVp에서 총선량의 반가층은 두께

5 cm의 acryl 피사체에서 4.1~7.5mmAl, 10 cm에서 4.5~8.9mmAl, 15 cm에서 4.8~11.9mmAl이고, 1차선의 반가층은 두께 5 cm Acryl 피사체에서 2.6~5.3mmAl, 10 cm에서 2.7~5.6 mmAl, 15 cm에서 4.0~6.5mm Al이며, 산란선의 반가층은 관전압 80~120 kVp에서 두께 10cm acryl 피사체에서 4.4~7.4, 15 cm에서 6.2~9.5로서 피사체 두께가 커짐에 따라 그 치가 증가하며, 총선량, 산란선, 1차선의 순으로 수치가 증가하고 있다.

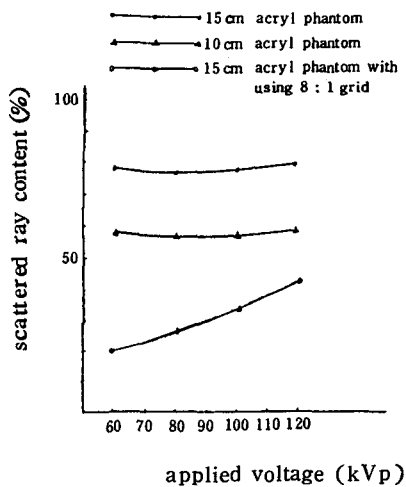


Fig. 5. Scattered ray content by applied voltage

#### 5. 산란선 함유율

그림 5에 나타난 바와 같이 관전압 60~120 kVp에서 두께 10 cm의 acryl 피사체를 쓸때 68%전후, 15 cm에서 78%전후로서 관전압에 따르는 특성은 나타나지 않고 있다. 그러나 두께 15 cm acryl에 8:1 격자를 사용했을 때에는 20~41.4%로서 관전압 상승에 따라 그 치가 증가하고 있다.

#### IV. 고 안

촬영관전압과 선량 및 피사체투과 후의 선량관계에 대해서 피사체로서 두께 10 cm, 15 cm의 acryl phantom을 사용하고 실험한 결과 관전압의 n승에 따라 선량이 증가되나 보통 사용되는 관전압 범위에서 n치는 일정하지 않는 것으로 보고되어 있다<sup>1)</sup>.

피사체투과선량에서는 관전압에 따라 많은 차이가 있는 것을 알 수 있으며, 대수용지에 표시를 하면 n치가

일정할 때 직선이 되어야하나 그림 1-A에서의 같이 관전압 상승에 따라 완만한 곡선을 나타내고 있어서 이를 증명하고 있다.

피사체에 의한 선량의 감약은 피사체의 두께가 증가 되는데 따라 감약되고 관전압 상승에 따라 감약율이 작아지는 것은 이미 보고되어 있으나,<sup>1,2)</sup> 본 실험에서는 1차선과 총선량의 비는 관전압에 따라 별다른 변화가 없었다. 그러나 aluminium 피사체경우의 감약은 선질을 나타내고 있다고 사료되며 1차선과 산란선은 그 감약율이 관전압이 상승됨에 따라 작아지고 있었다. 즉 1차선의 투과성이 변화되는 것을 알 수 있으며 관전압이 상승되면 투과선질이 硬하여지고 phantom의 두께가 증가 되어도 역시 선질이 硬하여진다. 이것을 반가층으로 보면 phantom의 두께 5 cm를 120 kVp로 촬영할 때와 15 cm 두께의 phantom을 80 kVp에서 촬영할 경우 그 수치가 거의 비슷함을 알 수 있다.

산란선이 포함되지 않은 1차선의 phantom 투과 후의 반가층은 phantom에 의한 선량의 변화가 총선량에 비해서 심하며 이 결과는 中村<sup>3)</sup>의 보고와도 일치하고 있다.

화질은 선질에 따라 크게 변화되며 특히 산란선은 그 영향이 심하다. 산란선을 좌우하는 인자는 여러 가지가 있으므로 그 기본은 산란선 자체를 제거 시키는 데 있다. 산란선의 발생은 관전압, 피사체의 조성과 두께, 조사야 등에 따라 변화되나 관전압 변화에 따르는 산란선 함유율은 별 관계가 없다는 보고가 있으며<sup>4,5)</sup> 본 실험 결과와도 일치하고 있었다.

그러나 일부 보고에서는 관전압 상승에 따라 산란선이 증가된다는 실험결과가 있으며<sup>6)</sup> 이는 측정방법의 차이로서 즉 피사체와 측정기 사이에 격자와 같은 물체가 포함되지 않았나 하는 추측이 된다.

일반적으로 산란선은 軟線으로 생각되어 선질의 평가가 이루어지지 못하고 있어 촬영시의 선질과 같이 phantom투과 후에 사진의 화질에 영향을 주는 산란선의 선질을 Al 반가층으로 측정된 결과 phantom투과 선질과 산란선의 선질이 Al 반가층에서 큰 차이가 없었다.

이와같이 비교적 경한 선질의 산란선을 제거할 목적으로 사용되는 격자에 대해서 검토하면, phantom 투과 후의 1차선 및 산란선의 pb 반가층에서 1차선은 비교적 경하며 관전압의 상승과 phantom의 두께가 증가될수록 커지고 산란선의 pb 반가층은 1차선에 비해서 선질이 면하여지는 것으로 보고 되어 있다<sup>3)</sup>(그림 6 참조).

이와같은 결과에서 피사체에서 발생하는 산란선은

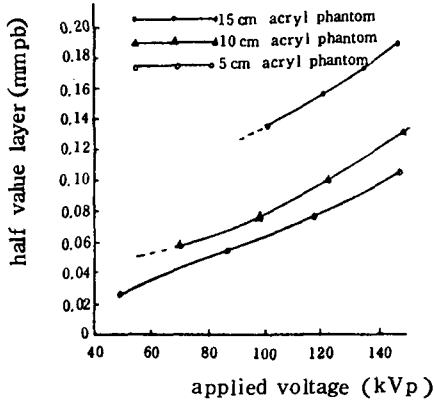


Fig. 6-1. Half value layer of primary ray by object transmission

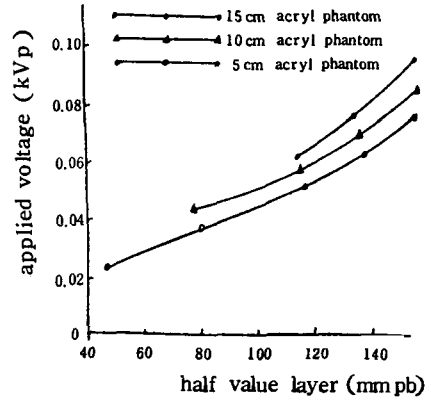


Fig. 6-2. Half value layer of scattered ray by object transmission

얇은 연막의 격자를 사용함으로써 軟化시키는 동시에 1차선은 경하게 됨을 알 수 있었다.

라 상승되나, 격자를 사용하지 않을 때는 관전압변화에 따르는 어떠한 영향을 찾을 수 없었다.

## V. 결 론

X선 촬영관전압 40 kVp부터 120 kVp 까지 사용하여 선질 및 선량에 관한 실험에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 관전압이 낮고 피사체 두께가 클수록 사진효과는 크게 나타나고 있었다.
2. 피사체 두께 증가에 따르는 선량의 감약율은 저관전압보다 고관전압에서는 둔화되었으며 총선량에 비해서 1차선의 감약율이 더 크게 나타났다.
3. 피사체를 투과한 X선의 Aluminium에 의한 감약율은 관전압이 높아짐에 따라 저하되고, 그 감소율은 산란선이 가장 크고, 총선량, 1차선의 순이다.
4. 피사체를 투과한 X선의 Aluminium 반가층은 피사체 두께가 커짐에 따라 증가하며, 1차선의 반가층이 가장 크고, 산란선, 총선량의 순이다.
5. 산란선 함유율은 격자 사용시는 관전압 증가에 따

## 參 考 文 獻

1. 姜弘錫·金昌均·許 俊: 管電壓이 畫像에 미치는 影響, 韓放技研誌, 3(1): 49~55, 1980.
2. 李相奭·朴成玉: 管電壓과 照射野 및 被射體의 변화에 따른 線量分布, 韓放技研誌, 3(1): 73~80, 1980.
3. 中村 實: X-線寫眞의 畫質におよぼす 因子の研究, 日本放射線技術學會雜誌, 20(4): 1~46, 1965.
4. 尹哲鎬·秋成實·許 俊: X-線攝影時 被寫體 두께에 따른 格子比選定에 관한 研究, 韓放技研誌, 5(1): 21~34, 1982.
5. 金昌均·許 俊: 散亂線含有率에 관한 研究, 韓放技學誌, 6(1): 81~84, 1983.
6. 江藤秀雄·粟冠正利·倉光一郎·梅垣洋一郎·田坂 皓: 放射線醫學, 醫學書林, 967~993, 1962.