

後方散乱과 露出倍数에 關한 檢討

高麗大學校 保健專門大學 放射線科

許 俊, 金昌均, 姜弘錫, 李善淑, 李佐龍,* 尹哲鎬**

Abstract

Observation of Back Scattering and Exposure Factors

Joon Huh, Chang Kyun Kim, Hong Seok Kang,
Sun Sook Lee, Jwa Ryong Lee,* Chul Ho Youn**

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

Authors made an experiment to know the relation of surface doses and multiple factors of exposure by using grids, fields, tube voltages objects and distances and obtained the results as follows :

1. Surface doses were increased in proportion to the thickness of objects.
2. Surface doses were more influenced when irradiated fields were small and tube voltages were low.
3. Surface doses were a logarithmic proportion to the focus-object distance.
4. Multiple factors of exposure by using grid were under the control of the thickness of objects, irradiated fields and tube voltages but the relation of them were not fixed.

目 次

- I. 서 론
- II. 실험기재 및 방법
- III. 실험결과
- IV. 고 안
- V. 결 론
- 참고문헌

I. 서 론

물체에 X선이 입사되면 산란이 각 방향으로 일어나

며 산란되는 방향에 따라 물리적 특성에 많은 차이가 있다. 그 중에서도 전방산란은 X선상에 산란포그를 일으킬 수 있는 원인이 되며, 후방 및 측방산란은 방사선 장애의 원인이되어 인체에 조사되면 선량 분포에 크게 영향을 미친다.^{1,2)} 따라서 산란선의 발생과 그 발생억제 및 제거방법에 대해서는 많은 연구가 있으며 앞으로 활발히 계속될 것이다.^{3,4)}

산란선의 양과 질은 입사 X선의 에너지, 피사체의 두께, 조사면적에 따라 많은 영향이 있으며 특히 X선 진단에서는 대조도를 저하 시킨다.⁵⁾

후방산란선은 방사선 치료에서 피부선량을 결정하는

* 國軍 서울地區病院 放射線科 Dept. of Radiology, Armed Forces Seoul District Hospital

** 東南保健專門大學 放射線科 Dept. of Radiotechnology, Dong Nam Public Health Junior College

인자로서 중요한 것으로 이 방면에서 많은 연구가 있으나 최근에는 X 선진단부문에서도 방사선 장애의 원인으로 중요시 하게 되었다.

이에 저자는 X 선진단시에 피사체의 두께와 조사면적, 관전압, 거리 및 각종 격자를 변경 사용할 경우 후방산란이 변동되는 것과, 각종 격자사용에 따라 노광량이 증가되는 것을 알기 위해서 노출배수를 측정 분석한 결과를 보고 하고자 한다.

II. 실험기재 및 방법

1. 실험기재

X 선장치 : Shmadzu ID 150 L - 3, 120 KVP, 500 mA

형광량계 : Yokogawa type 2141, ALCO electric Co., LTD, Model F-11

(detector screen : Kyokko MS front)

격 자 : Mitaya MS

Grid Ratio 5 : 1, 8 : 1, 10 : 1, 12 : 1

피 사 체 : Acryl 30 cm × 30 cm × 1 cm 1~25 매

2. 실험방법

후방산란선의 발생이 피사체 두께, 조사면적, 관전압, 거리에 따라 나타나는 변화를 측정하고, 격자의 사용에 따르는 노출배수를 피사체 두께, 조사면적, 관전압변화에 따라 각각 측정 하였다. 이때 모든 실험은 조사면적 35 cm × 35 cm 에서 선량을 형광량으로 측정하였고, 그 방법은 다음과 같다.

1) 피사체 두께 변화에 따르는 후방산란선량을 측정하기 위해 Acryl 피사체의 두께를 0~25 cm 로 변화시키고, 초점-피사체 표면간거리 100 cm 에서 관전압 80 kvp, 관전류 50 mA, 조사시간 0.3 sec 로 형광량계 검출부의 표면을 피사체의 표면에 밀착시켜 측정 하였다.

2) 조사야 면적 증가에 따르는 후방산란선의 증가율을 알기 위해 20 cm 두께의 Acryl 피사체를 사용하고 관전압 80 kvp, 120 kvp 에서 격자의 유무에 따라 조사면적을 25~1225 cm² 로 변화시켜 초점-표면간거리 100 cm 에서 관전류 50 mA, 조사시간 0.3 sec 로 측정 하였다.

3) 관전압 변화에 대한 후방산란선량의 변화를 알기 위해 초점-피사체 표면간 거리 100 cm 에서 두께 20 cm 의 Acryl 피사체를 사용하고, 관전류 50 mA, 조사시간 0.1 sec 로서 격자의 사용 유무에 따라 관전압을 60~120 kvp 로 변화시켜 측정 하였다.

4) 거리 증가에 따르는 후방 산란선의 감약율을 알기 위해 초점-피사체 표면간 거리를 50~250 cm 로 변화

시키고, Acryl 피사체 10 cm, 20 cm 에서 각각의 입사선량, 후방 산란선량을 1) 과 동일한 조건과 방법으로 측정 하였다.

5) 피사체의 두께에 따라 변화되는 노출배수를 알기 위해 초점-검출부간 거리 100 cm, 관전류 50 mA, 조사시간 0.6 sec 의 조건하에 Acryl 피사체의 두께를 5~25 cm 로 변화시켜 가며 격자가 없을 때와 격자비 8 : 1, 12 : 1 격자를 사용할 때 피사체를 투과한 선량을 각각 측정하여 노출배수를 산출하였다.

6) 조사면적과 노출배수와의 관계를 알기 위하여 초점-검출부간거리 100 cm 에서 20 cm 두께의 Acryl 피사체를 사용하고, 관전류 50 mA, 조사시간 1.0 sec 에서 관전압 80 kvp, 120 kvp 로서 조사야를 25~1225 cm² 로 변화시켜 가며 격자가 없을 때와 격자비 8 : 1, 12 : 1 격자를 사용하여 같은 방법으로 산출 하였다.

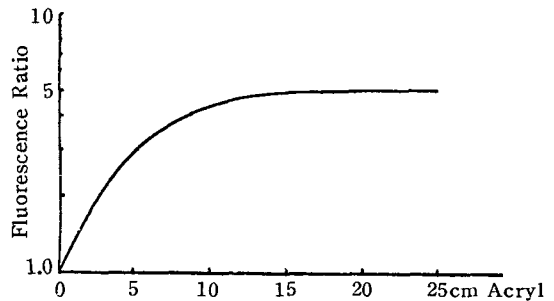


Fig. 1. Variation of Back Scattered Dose with Phantom Thickness

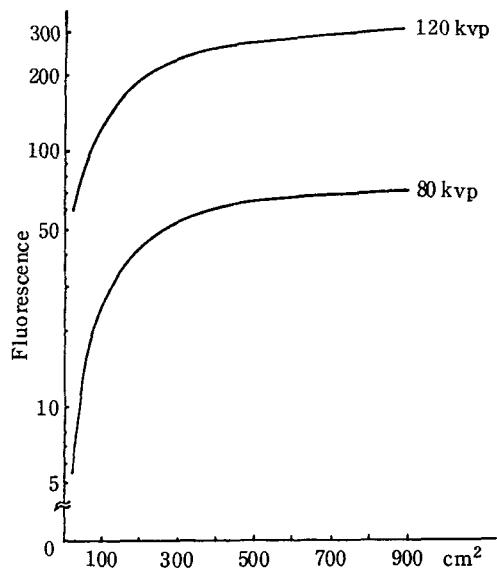


Fig. 2. Variation of Back Scattered Dose with Radiation Field Size

7) 관전압에 따라 노출배수가 변화되는 것을 알기 위해 초점-검출부간거리 100 cm, 두께 20cm의 Acryl 피사체를 사용하여, 관전류 50 mA, 조사시간 0.6 sec의 조건에서 관전압을 60~120 kvp로 변화시키고 격자가 없을때와 격자비 5:1, 8:1, 10:1, 12:1의 격자를 사용할 때 동일한 방법으로 산출 하였다.

Ⅲ. 실험결과

1) 피사체의 두께가 0~25 cm로 증가함에 따라 피사체로부터 발생되는 후방 산란선량비는 그림 1 과 같이

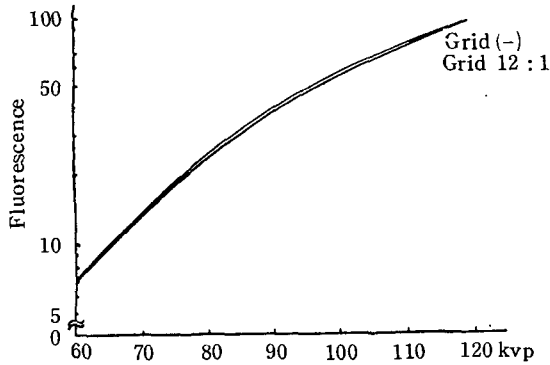


Fig. 3. Variation of Back Scattered Dose with KVP

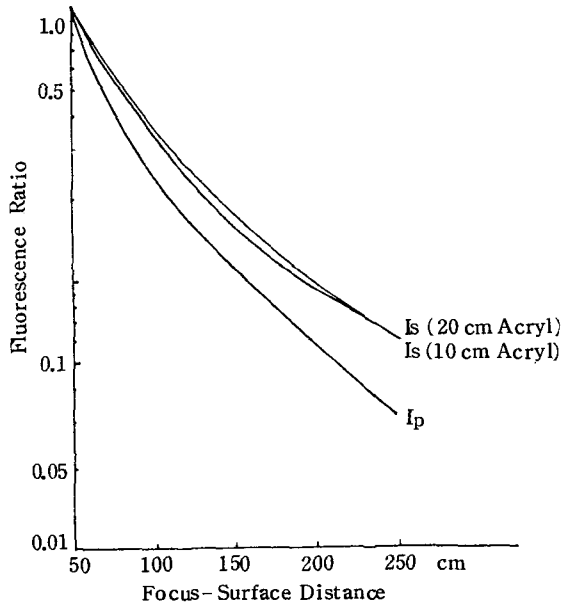


Fig. 4. Variation of Back Scattered Dose with Focus-Surface Distance

피사체두께 5 cm에서 3.0 배, 10 cm 두께에서 4.0 배 15 cm 이상에서는 4.9 배 증가하고 있었으며, 증가율은 두께가 커짐에 따라 완만하여지고 두께 15 cm 이상에서는 거의 증가가 없음을 나타내고 있다.

2) 조사면적이 25~1225 cm²로 증가함에 따라 12:1 격자 사용시의 후방산란선량은 그림 2 와 같이 관전압 80 kvp에서 5.5~68 F, 관전압 120 kvp에서 59~290 F로 각각 증가하여, 저관전압에서의 증가율이 고관전압에 비해 컸으며, 조사면적이 커짐에 따라 증가율은 점점 완만하여 지고 조사면적 900 cm² 이상에서는 증가가 거의 없었으며, 격자의 사용 유무에 따르는 후방 산란선량의 변동 또한 거의 없는 것으로 나타나고 있다.

3) 관전압이 60~120 kvp로 증가함에 따라 후방산란선량은 그림 3 과 같이 격자가 없을때 7~98 F, 격자가 있을때 7~96 F로서 격자의 사용유무에 따라서는 별 차이가 없었으나 관전압 2배 증가에 대하여 후방 산란선의 양은 거의 14 배까지 증가하고 있다. 이와 같은 증가율은 저관전압에서 심하게 나타나고 있었다.

4) 초점-피사체표면간 거리가 50~250 cm로 증가함에 따라 그림 4 에서와 같이 입사선량 (I_p)의 비는 1.0~0.03으로 감소하고 있으며, 후방산란선량 (I_s)의 비는 Acryl 두께 10 cm 와 20 cm에서 1.0~0.06으로 피사체 두께와 상관없이 거의 동일한 비율로 감소되고 있으며, 입사선량에 비해 그 감소율이 완만한 것으로 나타났다.

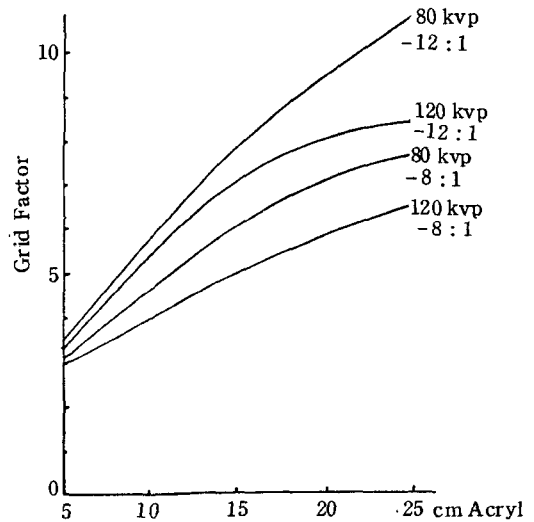


Fig. 5. Variation of Grid Factor with Phantom Thickness

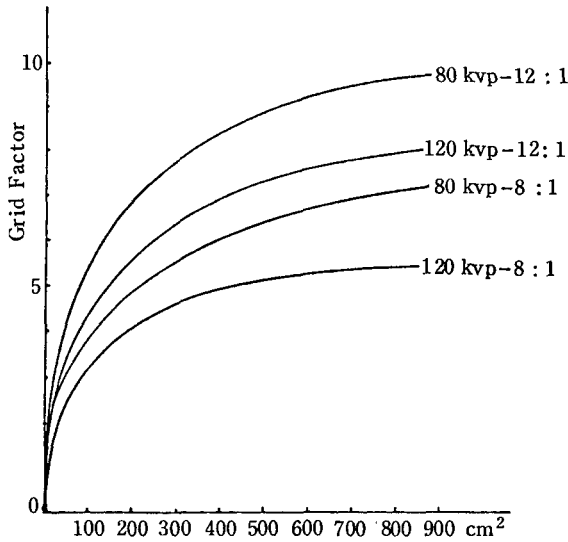


Fig. 6. Variation of Grid Factor with Radiation Field Size

5) 피사체의 두께가 5~25 cm로 증가함에 따라 노출배수는 그림 5와 같이 12:1 격자 사용시 관전압 80 kVp에서 3.4~10.8, 관전압 120 kVp에서 3.3~8.4, 8:1 격자 사용시 관전압 80 kVp에서 3.0~7.6, 관전압 120 kVp에서 2.9~6.5로서 피사체 두께가 커짐에 따라 그 치가 증가하는 것으로 나타나고 있다.

6) 조사면적이 25~1225 cm²로 증가함에 따라 노출 배수는 그림 6과 같이 12:1 격자 사용시 관전압 80 kVp에서 3.1~9.8, 관전압 120 kVp에서 2.6~8.2 이고, 8:1 격자 사용시 관전압 80 kVp에서 2.5~7.2, 관전압 120 kVp에서 2.3~5.5로서 조사면적이 커짐에 따라 그 치가 증가하고 있다.

7) 관전압이 60~120 kVp로 변화할 때 노출배수는 그림 7과 같이 격자비가 5:1일때 4.3~3.5, 8:1일때 7.1~5.6, 10:1일때 8.3~6.7, 12:1일때 10~8.1로서 격자비가 증가함에 따라 그 차이가 높아지고, 관전압이 커짐에 따라 그 치가 감소되는 경향을 나타내고 있다.

IV. 고 안

관전압이 10 kv 정도로 저하될 경우에는 고전산란이 발생하므로 산란은 진행방향과 반대 방향이 된다. 그러나 보통 사용되는 에너지의 X선에서는 전방과 후방의 균형이 잡히지 못하고 전방으로 보다 많이 진행이 되나, 후방산란도 발생이 된다.

필름에 미치는 산란선은 피사체의 두께를 증가시키면

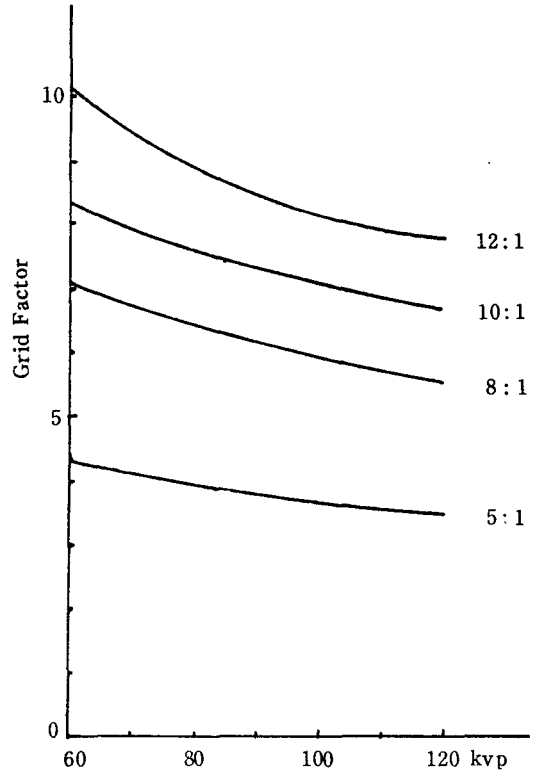


Fig. 7. Variation of Grid Factor with KVP

급격히 증가하며 두께가 증가됨에 따라 서서히 증가되고, 두께 15 cm 이상에서는 포화상태에 가깝게되며 이때 산란선 함유율은 약 80% 이상으로 많다. 6)

이에 대해서 후방산란에 따르는 표면선량의 변화는 그 두께에 대해서 대수비례된다고 大塚 7)는 보고하고 있으며 Johns 1)는 몇 가지 성질의 X선에 대해서 실험한 결과 진단용에서는 6~10 cm 정도의 깊이에서 후방으로 진행된다고 하여 본실험결과와 같은 경향을 나타내고 있었으며, 피사체 두께가 10 cm까지는 급격한 증가가 있으나 두께 15 cm에서의 거의 포화상태를 나타내고 있었다.

조사면적에 따르는 산란선의 발생은 조사면적의 크기와 형태에 의존되며 조사면적의 증가와 함께 산란선 함유율이 증가되고 포화되는 경향이 있으며 후방산란 또한 같은 경향으로, 본 실험에서는 조사면적 200 cm²까지는 급격한 증가가 있으며 그 이상으로 넓어지면 포화상태를 나타내고 있어 内田 6)과 같은 경향을 나타냈다. 阿部 8)는 격자비를 올리면 산란선은 감소되고 화질 평가는 좋으나 표면선량은 증가된다고 보고하고 있다.

필름에 도달하는 전방산란은 관전압 상승에 따라 약간 증가되고 있으나 큰 영향이 없는데 반해 후방 산란

은 많은 증가를 보이고 있었다. 그러나 두꺼운 피사체에서는 격자사용에 따르는 표면선량의 변화가 별로 없었다.

촬영거리에 의한 피폭선량은 100 cm 이상에서는 비교적 많은 감소가 있으나 후방산란에 따르는 표면선량은 거리가 멀어짐에 따라 감소율은 대수비례 되었다. 격자는 대조도 개선과 함께 피폭선량에 관계가 있으며, 그 평가는 피사체의 두께와 조사면적, 관전압에 따라 크게 변화되므로 일괄해서 표현하기 곤란하다.

피사체의 두께에 따르는 노출배수는 이미 보고된 許³⁾, 尹⁴⁾ Hondius Bolding⁹⁾ 과 같은 경향을 나타내고 있으며, 특히 조사면적에 따르는 변화는 400 cm² 이하에서는 조사야의 증가에 따라 그 치가 증가되고 있으나, 400 cm² 이상에서는 별 변화가 없었다.

관전압에 대한 노출배수는 관전압상승에 따라 감소되고 있으며 許³⁾와 古田¹⁰⁾의 보고와 같은 영향을 나타내고 있었다.

이상과 같은 결과로 보아 X선촬영시의 피사체 두께와 조사면적, 관전압, 촬영거리 및 각종 격자의 사용 등은 선량증가는 물론 표면선량을 증가시키는 인자가 되는 까닭에 적절히 선택 이용하지 않으면 아무런 이득이 없이 피폭선량만 증대시키는 결과가 된다.

V. 결 론

X선진단부문에서 표면선량과 격자사용에 따르는 노광량의 변화를 알기 위해 피사체의 두께와 조사면적, 관전압, 촬영거리 및 각종 격자를 사용해서 표면선량과 노출배수에 대한 실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 표면선량은 피사체 두께가 증가하는데 따라 급격한 증가율을 보이고 있다.
- 2) 표면선량은 조사면적이 작고 관전압이 낮을수록 심한 변동이 있었다.

- 3) 초점-피사체간거리에 따르는 표면선량의 변화는 거리에 대해서 대수비례되었다.
- 4) 격자사용에 따르는 노출배수는 피사체의 두께, 조사면적, 관전압에 따라 크게 변화되며 일정치 않았다.

참 고 문 헌

1. W. J. Meredith, T. B. Massey : *Fundamental Physics of Radiology*. Bristol : John Wright & LTD, 370~397, 1972.
2. 菅原 努·中村實 : X線撮影と散亂線, 43~54, 1963
3. 許 俊·金昌均 : 散亂線除去用 X線格子와 特性에 관한 研究, 高麗醫技大雜誌, 6(1) : 33, 1975.
4. 尹哲鎬 : X線撮影時 被寫體 두께에 따른 格子比 選定에 관한 研究, 延世大學校 保健大學院, 1982.
5. 許 俊 : 放射線畫像情報技術, 新光出版社, 113~132, 1979.
6. 内田 勝·金森仁誌·稻津博 : 放射線畫像情報工學 (1), 通商産業研究社, 297~310, 1981.
7. 大塚昭義·東田善治·宇津兒博基·太田正治·中西敬·橫山 敬·福山 勝 : 患者被曝線量を左右する因子の研究 (第 3 報), 日本放射線技術學會雜誌, 34(6) : 773, 1979.
8. 阿部勝彦·大山昇次·川原廣治·川崎幸龍·小山修一·武見浩·鳥飼孝治·中野靜男·中村哲哉·村松忠夫 : 胸部撮影に使用するグリッドについて (第一報), 日本放射線技術學會雜誌, 38(2) : 287, 1982.
9. Edward E. Christensen, Thomas S. Curry, James E. Dowdey ; *An Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology*, Lea & Febiger, 89~109, 1978.
10. 古田儀之·小津啓爾·富田明雄 : X線撮影による患者の被曝, 中村實博士業績集, 669~687, 1977.