

胸部 및 腹部X線撮影時 患者의 骨髓線量에 대한 研究

高麗大學校 保健專門大學 放射線科

崔鍾學·許 俊

Abstract

A Study of the Bone Marrow Dose in Chest and Abdomen Radiography

Jong Hak Choi, Joon Huh

*Dept. of Radio-technology, Junior College of
Allied Health Sciences, Korea University, Seoul, Korea*

We got the following results from the experiment and examination in order to measure the bone-marrow dose of the patients when we did chest or abdomen radiography in the hospitals located in Seoul City from Jan. 1989 until Feb. 1990.

1. In the exposure factors for chest radiography, tube voltage 60~69 kVp took 48.3 %, 80~89 or 90~99 kVp took 13.8 % respectively, 70~79 kVp 10.3 % and 100~129 kVp 10.3 %.
In tube current and exposure times, 6~10 mAs took 41.4 %, 16~20 mAs took 20.7 % and 11~15 mAs 13.8 %, measure under 5 mAs 10.4 % orderly.
2. In chest radiography, the bone-marrow dose came to the minimum 3.48 mrad, to the maximum 35.67 mrad, to the mean 14.46 mrad, to the standard deviation 8.89 mrad.
3. Comparing bone-marrow doses of the patients when we used Bucky technique and non-Bucky technique, that of Bucky technique was very higher than that of non-Bucky technique. Because the result was that Bucky technique had the span of 6.09~35.67 mrad, while non-Bucky technique had the span of 3.48~17.40 mrad.
4. In the exposure factors for abdomen radiography, tube voltage of 70~79 kVp was 63.0 %, that of 80~89 kVp was 22.2 %, that of 60~69 kVp was 11.1 %.
Tube current and exposure times of 31~40 mAs was 33.4 %, that of 51~60 mAs was 29.6 % and that of 41~50 mAs was 22.2 %.
5. In abdomen radiography, the bone-marrow dose of the patients came to the minimum of 6.96 mrad, to the maximum of 60.90 mrad, to the mean of 35.73 mrad, to the standard deviation of 12.65 mrad.

I. 緒 論

최근 의학의 발전과 질병의 다양화 추세에 따라 화상검사의 영역 및 종류도 급격히 광범해지고 있는 경향이나, 현재까지 X선검사는 검사환자 총수의 가장 큰 비중을 차지하고 있다^{1,2)}. 또한 작년부 터 전국민 의료보험이 시행되므로서 필연적으로 국민들에 대한 방사선피폭 기회의 가능성을 한층 증가시키게 되었다.

방사선검사는 그에 의한 막대한 이득을 제공하는 반면에, 많은 촬영빈도에 의해서 환자의 방사선장해의 발생위험을 가중시킬 수 있다³⁾. 이와 관련하여 방사선검사를 시행함에 있어, 방사선화상의 화질 개선(신호검출능의 향상)과 환자 피폭선량의 경감을 위한 기술적 배려는 방사선사의 고유의 권리인 동시에 중엄한 의무라고 할 수 있다⁴⁾.

한편, 흉부 및 복부의 단순X선검사는 모든 방사선검사중에서 가장 통상적인 scout radiography로서 실시되고 있는데, 흉부 및 복부장기는 척추 등 체간골격에 의해 보호되고 있다. 그런데, 척추는 인체 전체 골수량의 약 36%를 함유하는 가장 골수량이 많은 장기이며⁵⁾, 골수는 혈구를 만드는 조혈기관으로서 조절조직은 생식선과 더불어 가장 방사선감수성이 높은 조직이다⁶⁾.

이에 저자는 우리나라에서 흉부 및 복부 단순X선촬영시 환자의 척추 골수선량 실태를 규명하기 위하여 실험을 통해 골수선량을 계측·분석하였기에 보고한다.

II. 調査對象 및 方法

본 조사연구는 서울특별시 소재한 의료기관 중 연구자가 단순 임의추출법에 의해 무작위로 선정된 58개소 병원을 대상으로 실시하였으며, 조사기간은 1989년 1월부터 1990년 2월까지이었다.

조사를 위해서, 각 의료기관의 방사선과를 조사자가 직접 방문하여 비교적 업무에 정통하고 있는 방사선사와 함께 실험을 진행하였다.

선량계측을 위한 피사체로서 acryl phantom(흉부 8 cm 두께, 복부 18 cm 두께)을 사용하였으며, 선량계는 Nuclear Associates, Inc.의 pocket dosimeter(측정범위 : 0~200 mR)를 사용하였다.

X선노출은 의료기관별 성인 표준 노출조건으로 시행하였으며, 초점-필름간 거리는 흉부촬영에서 72인치, 복부촬영에서 40인치를 공통적으로 적용하였다. 조사야는 흉부촬영에서 14×14인치, 복부촬영에서 14×17인치로 일정하게 하였다.

척추 골수선량을 측정하기 위해 선량계는 흉부촬영(P-A projection)시 팬텀 내부의 X선관측에서 3.0~4.3 cm 사이의 위치에 삽입하였으며, 복부촬영(A-P projection)시 팬텀 내부의 필름측에서 4.0~5.3 cm 사이의 위치에 삽입하였다.

흡수선량(mrad)은 계측된 조사선량(mR)에 R-rad 변환계수⁷⁾ 0.87을 곱하여 환산하였다. 골수선량의 단위는 편의상 mrad(10 μGy)를 사용하였다.

III. 結 果

1. 胸 部

성인의 흉부 단순촬영(P-A projection)을 위한 각 의료기관의 표준 X선노출조건 현황은 표 1과 같았다.

Table 1. The distribution of exposure factors for chest radiography

kVp	No. of hospitals	Percent (%)	mAs	No. of hospitals	Percent (%)
50~59	2	3.5	5 이하	6	10.4
60~69	28	48.3	6~10	24	41.4
70~79	6	10.3	11~15	8	13.8
80~89	8	13.8	16~20	12	20.7
90~99	8	13.8	21~25	4	6.9
100~109	2	3.4	36~30	2	3.4
110~119	2	3.4	31~35	0	0.0
120~129	2	3.5	36~40	2	3.4
Total	58	100.0	Total	58	100.0

사용 관전압은 60~69 kVp가 48.3%로서 가장 많았고, 다음으로 80~89 및 90~99 kVp가 각각 13.8%이었으며, 70~79 kVp가 10.3% 이었다. 50~59 kVp가 3.5%이었고, 100~129 kVp 범위의 비교적 고관전압은 모두 합쳐서 10.3%에 불과하였다.

관전류-노출시간량은 6~10 mAs가 41.4%로서 가장 많았고, 다음으로 16~20 mAs 20.7%, 11~15 mAs 13.8%, 5 mAs 이하 10.4% 순이었다. 21~40 mAs 범위는 모두 합쳐 13.7%이었다.

58개소 의료기관에서 흉부 단순X선촬영을 할 때에 있어서 환자의 척추골수선량 현황은 표 2와 같았다. 골수선량은 최소치 3.48 mrad ~ 최대치 35.67 mrad 범위로서 평균 14.46 mrad이었다. 이때 표준편차는 8.89 mrad로 나타났으며, 최소치와 최대치의 대비는 1:10.25이었다.

Table 2. The status of bone-marrow dose in chest examination

No. of hospitals	Bone-marrow dose(mrad) per examination			
	Minimum	Maximum	Mean	Standard deviation
58	3.48	35.67	14.46	8.89

아울러, 흉부 X선촬영에서 척추골수선량의 도수 분포도는 그림 1과 같았으며, 18.5 mrad 이하 선량군에서 높은 도수의 분포를 나타냈다.

한편, 흉부촬영시 골수선량의 조사결과를 격자의 사용여부에 따른 촬영법에 의하여 비교하면 표 3과 같았다.

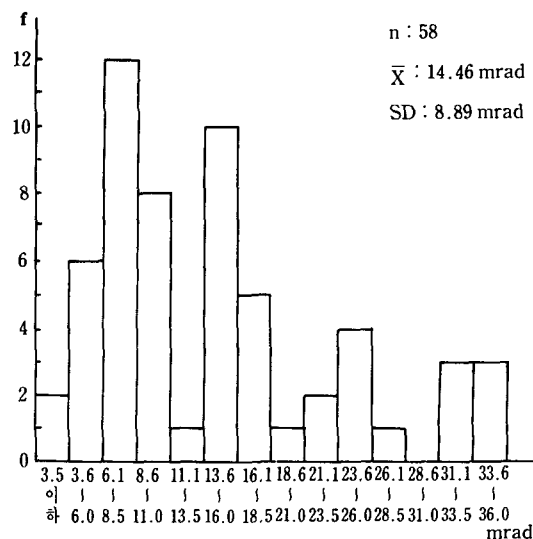


Fig. 1. The frequency of bone-marrow dose for chest radiography

Table 3. Comparison of bone-marrow dose in the Bucky and the non-Bucky technique for chest radiography

Classification	No. of hospitals	Bone-marrow dose(mrad)		
		Minimum	Maximum	Mean
Bucky technique	24	6.09	35.67	21.32
non-Bucky technique	34	3.48	17.40	9.62

Bucky technique를 사용하는 의료기관은 24개소(41.4%)로서 골수선량이 6.09~35.67 mrad 범위였고, 평균 21.32 mrad이었다. 반면에 non-Bucky technique를 사용하는 의료기관은 34개소(58.6%)로서 골수선량이 3.48~17.40 mrad 범위였고, 평균 9.62 mrad이었다. 골수선량은 non-Bucky technique보다 Bucky technique에서 훨씬 높았으며, 이때 사용한 격자는 6:1~12:1 격자비이었다.

2. 腹 部

성인의 복부 단순촬영(A-P projection)을 위한 각 의료기관의 표준 X선노출조건 현황은 표 4와 같았다.

Table 4. The distribution of exposure factors for abdomen radiography

kVp	No. of hospitals	Percent (%)	mAs	No. of hospitals	Percent (%)
60~69	6	11.1	11~20	2	3.7
70~79	34	63.0	21~30	2	3.7
80~89	12	22.2	31~40	18	33.4
90~99	2	3.7	41~50	12	22.2
Total	54	100.0	51~60	16	29.6
			61~70	0	0.0
			71~80	4	7.4
Total			54	100.0	

사용 관전압은 70~79 kVp가 63.0%로서 대부분을 차지하였고, 다음으로 80~89 kVp 22.2%, 60~69 kVp 11.1%, 90~99 kVp 3.7% 순이었다.

관전류-노출시간량은 31~40 mAs가 33.4%로서 가장 많았고, 다음으로 51~60 mAs 29.6%, 41~50 mAs 22.2%이었다. 반면에, 30 mAs 이하

및 61 mAs 이상은 각각 7.4%에 불과하였다.

54개소 의료기관에서 복부 단순X선촬영을 할 때에 있어서 환자의 척추골수선량 현황은 표 5와 같았다.

Table 5. The status of bone-marrow dose in abdominal examination

No. of hospitals	Bone-marrow dose(mrad) per examination			
	Minimum	Maximum	Mean	Standard deviation
54	6.96	60.90	35.73	12.65

골수선량은 최소치 6.96 mrad~최대치 60.90 mrad 범위로서 평균 35.73 mrad이었다. 이때, 표준편차는 12.65 mrad로 나타났으며, 최소치와 최대치의 대비는 1 : 8.75이었다.

아울러, 복부X선촬영에서 척추 골수선량의 도수 분포는 그림 2와 같았으며, 비교적 정규분포를 나타내 26~45 mrad 범위에서 높은 분포(61.1%)를 보였다.

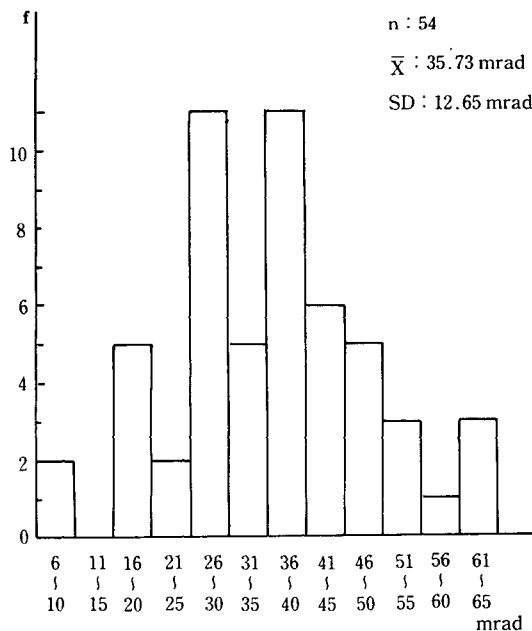


Fig. 2. The frequency of bone-marrow dose for abdomen radiography

IV. 考 察

방사선검사는 방사선을 의학에 응용한 것으로서, 방사선의 발생과 아울러 피검사체로부터 얻은 의료정보를 기록·검출·인지하는 각종 방사선의료 수단을 방사선진단에 연결시켜 주는 일련의 과정이다⁸⁾.

X선촬영을 시행할 때에 촬영조건을 설정한다는 것은 X선상의 품질을 형상과 내용의 양면에서 결정하는 것으로⁹⁾, 피검자의 상황에 따른 촬영조건을 구성하는 제 인자의 결정여하에 따라 X선사진의 화질 및 피폭선량이 크게 좌우될 수 있음은 명확한 일이다¹⁰⁾.

방사선에 의한 유전유선량과 골수선량을 고려할 때에, 의료피폭은 가능한 한 최소로 경감시키면서 충분한 효과를 올리기 위해서 노력하지 않으면 안된다. 방사선에 의한 피폭을 인위적으로 경감시키기 위한 방법을 강구하는 것은 방사선사의 가장 큰 책무라 할 수 있다¹¹⁾.

본 조사에서, 성인의 흉부단순촬영을 위한 X선 노출조건은 표 1과 같았는데, 이는 李¹²⁾의 1985년 조사결과와 金¹³⁾의 1988년 조사결과보다 전반적으로 사용관전압이 낮은 kVp 범위(50~79 kVp)에서 비율이 감소된 반면에 높은 kVp 범위(80~129 kVp)에서 비율이 증가되었다. 아울러, 관전류-노출시간량도 낮은 mAs 범위에서 비율이 증가되었고 높은 mAs 범위에서 감소된 경향을 보였다. 그러나, 아직까지 100 kVp 이상 고관전압의 사용은 저조한 현상을 드러냈다.

흉부의 X선촬영조건은 시설에 따라 틀리며, 폐결핵이 유행한 시기에는 주로 저관전압으로 soft한 X선이 사용되어 왔으나 폐암이 문제시되면서부터는 점차적으로 고관전압으로 경선질을 채용하게 되어, 현재에는 질환이나 연령 등에 따라 각 선질로 분류하여 폭넓은 선질로 chest radiography를 하고 있다¹⁴⁾.

흉부촬영시 평균골수선량(mean active bone-marrow dose per examination)은 표 2와 같이 14.46 mrad이었다. 이는 미국의 보고^{15,16,17)}에 나타난 10 mrad, 일본의 보고⁵⁾에 나타난 11.8 mrad에 비하여 상당히 높은 선량이었다. 또 하나의 주목할 사실은, 골수선량의 표준편차가 일본의 경우

5.1 mrad보다 우리나라는 8.89 mrad로 각 의뢰기 관마다 선량의 격차가 컸다.

의료피폭에서 문제가 되는 위험은 확률적 영향으로서 발암과 유전적 영향이 있는데¹⁸⁾, 미국의 흉부X선검사당 평균골수선량 10 mrad는 백혈병의 risk가 2×10^{-7} 명이라고 알려지고 있다¹⁹⁾.

Grid의 사용여부에 따른 흉부촬영시 골수선량의 분포는 표 3과 같이, Bucky technique의 경우(평균 21.32 mrad)가 non-Bucky technique의 경우(9.62 mrad)보다 2.22배정도로 높았다. 격자 사용의 가장 큰 단점은 환자가 받는 방사선량이 증가되는 것으로^{20,21)}, 흉부촬영에서 grid 사용의 선별에 신중을 기울일 필요가 있다.

복부 단순촬영시 골수선량은 표 5와 같이 평균 35.73 mrad로 나타났다. 이는 미국의 보고¹⁷⁾에 나타난 80 mrad보다 상당히 낮았는데, 이와같은 경향은 국민들의 전형적인 체형 등의 차이에 의해 우리나라 환자에 대한 노출조건이 대체로 낮은 영향으로 사료된다. 이는 또한 일본의 보고⁵⁾에 나타난 24.1 mrad보다는 훨씬 높았으며, 우리나라는 일본의 조사결과보다 골수선량의 범위가 넓고 표준편차가 컸다. 복부장기의 X선검사에서는 생식선이 가까이 있어 조사선량의 경감이 유전유의선량의 저감에 연결되고 있는 사실²²⁾을 유의할 필요가 있다.

이상의 결과에서도 확인된대로, 동일한 1회의 방사선조사를 하더라도 사용하는 촬영조건에 따라 환자가 받는 피폭선량은 2~10배까지 심한 차이가 나타날 수 있으며²³⁾, 촬영조건을 구성하는 인자의 선정방법에 의해 화질과 아울러 피폭선량이 크게 좌우되는 만큼²⁴⁾ '최적조건 설정'에 대해서 부단한 반성과 재고를 해야한다.

V. 결 론

흉부 및 복부 단순X선촬영을 할 때의 환자 척추 골수선량을 계속하기 위해 1989년 1월부터 1990년 2월까지 서울특별시 소재한 의료기관(병원)을 대상으로 실험·조사를 하여, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 흉부촬영을 위한 X선노출조건은, 관전압이 60~69 kVp 48.3%, 80~89 및 90~99 kVp 각 13.8%, 70~79 kVp 10.3% 순이었으며,

100~130 kVp는 10.3%에 불과하였다. 관전류-노출시간량은 6~10 mAs 41.4%, 16~20 mAs 20.7%, 11~15 mAs 13.8%, 5 mAs 이하 10.4% 순이었다.

2. 흉부촬영에서의 골수선량은 최소 3.48 mrad, 최대 35.67 mrad, 평균 14.46 mrad, 표준편차 8.89 mrad 이었다.

3. Bucky법과 non-Bucky법의 흉부촬영시 골수선량을 비교하면, Bucky법이 6.09~35.67 mrad 범위, non-Bucky법이 3.48~17.40 mrad 범위로서 Bucky법이 훨씬 높았다.

4. 복부촬영을 위한 X선노출조건은, 관전압이 70~79 kVp 63.0%, 80~89 kVp 22.2%, 60~69 kVp 11.1% 순이었다. 관전류-노출시간량은 31~40 mAs 33.4%, 51~60 mAs 29.6%, 41~50 mAs 22.2% 순이었다.

5. 복부촬영에서 골수선량은 최소 6.96 mrad, 최대 60.90 mrad, 평균 35.73 mrad, 표준편차 12.65 mrad이었다.

참 고 문 헌

1. 崔鍾學·田萬鎮: 最近 10年間 放射線検査 患者의 統計的 考察, 新丘專門大學論文集, Vol.4, 293~304, 1987.
2. 李海龍 外: 醫療用 放射線에 의한 國民被曝線量 測定(IV), 국립보건원보, Vol.23, 783~829, 1986.
3. 許俊·金昌均·姜弘錫: 胸部X線検査에 있어서 被曝線量の 輕減에 대한 檢討, 韓放射學誌, 2(1), 15~22, 1979.
4. 崔鍾學·田萬鎮·金英一: 乳幼兒의 胸部X線検査에 대한 統計的 考察, 韓放射學誌, 2(1), 45~50, 1979.
5. 及川昭弘 外: 胸·腹部撮影時における 骨髓線量, 日本放射技師會雜誌, 33(8), 7~11, 1986.
6. 許俊: 放射線生物學, 신광출판사, 11~19, 1985.
7. 金昌均: 放射線計測學, 신광출판사, 87~89, 1984.
8. 山下一也 外: 放射線検査學(X線), 通商産業研究社, 15~16, 1983.
9. 山田勝 外: 放射線技術者のための 畫像工學,

- 通商産業研究社, 99~100, 1979.
10. 崔鍾學·田萬鎮·金英一：四肢 單純撮影條件의 管電壓에 대한 研究, 韓放技學誌, 3(1), 29~35, 1980.
 11. 許俊 外：胸部X線撮影에 있어서 稀土類增感紙 使用에 따른 被曝線量 輕減에 관한 檢討, 韓放技學誌, 4(1), 23~30, 1981.
 12. 李海龍 外：醫療用 放射線에 의한 國民被曝線量 測定(V), 국립보건원보, Vol. 24, 815~830, 1987.
 13. 金昌均：胸部 X線檢査時 患者의 被曝線量에 대한 研究, 韓放技學誌, 13(1), 3~9, 1990.
 14. 林太郎：Patient care와 cost benefit를 考慮한 胸部X線撮影, 미발표(韓放技學誌 Vol. 13, No.2 게재예정), 1990.
 15. Sheldon B, Tucker TT., Johnson DW：Mean Active Bone Marrow Dose to the Adult Population of the United States from Diagnostic Radiology, USDHEW Bur. Radio. Health, 77~8013, 1977.
 16. Stalkiewicz MA, Ritenour ER：Radiation Protection for Student Radiographers, Denver, Colorado, 1983.
 17. Perry AR, Lglar AF：The Accident at Chernobyl：Radiation Doses and Effects, Radiologic Technology, Vol.61, No.4, 290~94, 1990.
 18. 許俊：放射線障害와 被曝線量の 輕減, 醫學技術論集, 6(1), 7~14, 1975.
 19. Hall EJ：Radiobiology for the Radiologist, 2nd ed., Harper & Row, Publishers, Inc., 422~27, 1978.
 20. Bushong SC：Radiologic Science for Technologists, 3rd ed., The C.V. Mosby Co., 195~211, 1984.
 21. Jenkins D：Radiographic Photography and Imaging Processes, 3rd ed., MTP Press Limited, 1980.
 22. 林太郎：Radiography時의 被曝線量 低減方法, 韓放技學誌, 6(1), 85~89, 1983.
 23. 遠藤幸一·石坂正綱：醫療被曝의 最適化に關する研究, 日放技學誌, 39(5), 624, 1983.
 24. 福田幸男 外：撮影條件の調査結果について, 富士X-レイ研究, 114, 10~16, 1977.