

복부 단순 X-선 촬영조건과 환자 피폭에 관한 조사 연구

신구전문대학 방사선과

김 성 수

동아엑스선기계 방사선기술연구소

이선숙 · 허 준

Abstract

A Survey on Patient Dose and Exposure Conditions in Simple Radiography of the Abdomen

Sung Soo Kim

Dept. of Radiotechnology, Shin Gu College

Sun Sook Lee · Joon Huh

Institute of Radiological Technology, Dong A X-ray Co., LTD

We studied exposure techniques and exposure dose for simple abdomen A-P projection for 41 medical facilities that are located in Seoul area.

1. The range of tube voltage used was 60 to 84 kVp, the average tube voltage used was 74 kVp
2. Only 17% of added filter was used.
3. Tube current mostly used was 200 mA, some of them used 400 mA.
4. The grid ratio mostly was used 10 : 1, 54 % of the rare earth screen was used in most facilities.
5. The average skin entrance dose was 4.15 mSv and the dose range was 1.05 mSv to 11.0 mSv.

I. 서 론

우리 방사선사의 임무 중 환자 피폭선량의 경감과 화질 향상은 가장 중요한 과제이나 촬영조건에 따르는 피폭선량과 화질을 파악하지

못하고 있는 것이 우리 나라의 현실이다.

복부단순 X선촬영은 최근에 CT, MRI, 초음파 등 새로운 진단장치의 발전과 보급 등으로 등한시 되는 경향이 있으나 복부 전체를 파악할 수 있고 수술 후의 경과관찰, 가스상, 장기

나 근육의 윤곽, 복수, 석회화 등을 파악하는데 매우 중요한 검사로서 일반촬영에서 이용되는 비율은 흉부에 이어 제2위로서 병원에 따라 차이는 있으나 전체 검사의 10~20% 정도를 차지하고 있다.^{1,2)} 그럼에도 불구하고 이에 대한 연구는 부진한 상태이며 단지 許, 金의 보고가 있을 뿐이다.^{3,4)} 이에 저자들은 그 실태를 알기 위해서 서울시내의 대학병원 등 41개 시설을 임의로 선정하여 촬영장치를 위시한 촬영조건 등의 실태를 직접 방문 조사 하고 피폭선량은 Bit⁹⁾법으로 산출하여 그 실태를 비교 검토한 바 있어 그 내용을 보고하는 바이다.

II. 조사대상 및 방법

임상병원에서 흉부촬영 다음으로 많은 촬영 빈도를 나타내는 복부촬영시의 촬영조건을 파악하기 위하여 1995년 7월부터 9월까지 3개월 간에 걸쳐 서울시내 종합대학병원, 종합병원, 개인병원 41개의 의료기관을 대상으로 하여 정상 성인의 복부 supine A-P 촬영시의 관전압, 여과판, 관전류, 관전류량, 조사시간, 촬영거리, 격자, 증감지-필름계의 감도, 자동현상기의 현상시간, 현상온도 등을 설문지로 직접 방문 조사하였다. 이때 촬영 조건에 따라 환자가 받는 피폭선량을 추정하기 위하여 Bit system법에 따라 피부선량을 산출하였으며 대 상의료기관의 분포는 다음과 같다(Table 1).

Table 1. Distribution of studied medical facilities

Division	No. of medical facilities(%)
University hospital	16 (39)
General hospital	21 (51)
Private clinic *	4 (10)
Total	41(100)

III. 결 과

1. 복부 단순 X-선촬영시 사용장치

X-선장치의 정류방식은 X-선출력과 선질

에 많은 영향을 미치고 있으며 복부 단순 X-선촬영시 전반적인 system에 대한 실태조사결과 사용되는 장치의 정류방식은 3상전과정류방식이 73%로 가장 많이 사용되는 것으로 나타났으며 단상전과정류 방식이 24%, Inverter 방식이 2%로 나타나 복부촬영시에는 3상전과정류방식의 장치가 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. The distribution of apparatus used for abdomen radiography

Division	No. of medical facilities(%)
Three phase	30 (73)
Single phase	10 (24)
Inverter	1 (2)
Total	41(100)

2. 복부단순 촬영시 사용조건

1) 관전압(kV)

전체 의료기관에서 복부 단순촬영시 사용되는 관전압은 70~79 kV가 66%로 가장 많이 사용되고 있었으며 80~85 kV는 20%, 60~69 kV를 사용하는 곳도 15%로 나타났다. 이때 각 의료시설에서 사용하는 관전압의 평균치는 73.4 kV였다(Table 3).

Table 3. The distribution of kV used for abdomen radiography

kV	No. of medical facilities(%)
60~64	2 (5)
65~69	4 (10)
70~74	19 (46)
75~79	8 (20)
80~85	8 (20)
Average : 73.4 kV Max : 85 kV Min : 60 kV	

2) 부가여과판(added fliter)

복부단순촬영시 사용되는 부가여과판은 전체

의료기관 중 사용하는 곳이 17%, 사용하지 않는 곳이 83%로 나타났으며, 주로 사용되는 부가여과관은 Al 0.5, 0.7, 1.0, 1.5, 2.0 mm가 사용되고 있었다(Table 4).

Table 4. The distribution of added filter used for abdomen radiography

Added filter	No. medical facilities(%)
Filter	7 (17)
Non filter	34 (83)

3) 관전류(mA)

복부촬영시 사용 관전류는 200 mA가 61% 사용되고 있었으며 250~400 mA는 19%, 200 mA 미만인 150~100 mA는 7%로 나타났으며

Table 5. The distribution of mA used for abdomen radiography

mA	No. of medical facilities(%)
100	2 (5)
150	1 (2)
200	25 (61)
250	1 (2)
300	4 (10)
400	3 (7)
미상	5 (12)

Average : 219.4 mA Max : 400 mA Min : 100 mA

각의료 시설에서 사용되는 평균 관전류는 219.4 mA였다(Table 5).

4) 관전류량(mAs)

복부촬영시 사용 관전류량은 30~49 mAs를 사용하는 곳이 44%로 가장 많았으며 50 mAs~89 mAs까지 사용하는 곳도 19%나 되었고, 20~29 mAs를 사용하는 곳은 22%, 10~19mAs를 사용하는 곳은 15%에 불과하였다. 사용 관전류량의 평균은 32.9 mAs였으며 환자 피부선량은 mAs량이 적을수록 적게 나타나는 경향이 있으나 다소 불규칙하게 나타나는 현상은 촬영 조건 시스템이 적절하지 못하였음을 증명하여 주는 것이라 할 수 있겠다(Table 6).

5) 조사시간(exposure time)

복부단순촬영시 조사시간은 0.05~0.09 sec의 단시간촬영이 10%로 나타났으며, 0.1~0.29 sec를 사용하는 곳이 59%, 0.3 sec 이상을 사용하는 곳도 17%였으며, 사용하는 조사시간의 평균은 0.21 sec로 나타났다(Table 7).

6) 촬영거리(focus-film distance)

복부 X-선 촬영시 거리는 93%가 100 cm를 사용하고 있었으며 100 cm 이상을 사용하는 곳도 7% 있었다(Table 8).

Table 6. The distribution of mAs and skin entrance dose in abdomen radiography

mAs	No. of medical facilities(%)	Skin entrance dose(mSv)
10~19	6 (15)	2.7
20~29	9 (22)	2.4
30~39	9 (22)	3.9
40~49	9 (22)	5.2
50~59	3 (7)	4.9
60~69	3 (7)	6.1
80~89	2 (5)	9.2
Average : 32.9 mAs	Max : 80 mAs	Min : 10 mAs

Table 7. The distribution of exposure time used for abdomen radiography

Exposure time(sec)	No. of medical facilities(%)
0.05~0.09	4 (10)
0.1~0.19	13 (32)
0.2~0.29	11 (27)
0.3~0.39	2 (5)
0.4~0.49	3 (5)
0.5~이상	3 (7)
미상	6 (15)

Average : 0.21 sec Max : 0.8 sec Min : 0.05 sec

Table 8. The distribution of focus-film distance used for abdomen radiography

FFD(cm)	No. of medical facilities(%)
100	38 (93)
110	2 (5)
120	1 (2)

7) 격자비(grid ratio)

복부 단순 X-선 촬영시 사용되는 격자에 있어서는 8:1 grid 사용이 59%로 가장 많이 사용되고 있었으며, 10:1~12:1의 격자비를 사용하는 곳도 32%로 나타났다. 격자별 피부 선량은 격자비 8:1 사용시는 4.0 mSv, 10:1 과 12:1 격자비 사용시는 4.7 mSv로 나타나 높은 격자비 사용시 피부선량이 증가하는 경향을 나타냈다(Table 9).

8) 증감지/필름 시스템 감도

증감지-필름 시스템감도는 CaWO₄ 표준감도 증감지에 regular type 필름 연결시의 감도를 100~150으로 하고, CaWO₄계 고감도 증감지는 160~240, ortho system의 표준감도는 필름의 감도에 따라 300~400, HRG-6이나 HRG-8과 같은 고감도 증감지는 500~700으로 하여 산출하였다. 복부촬영에 사용되는 증감지-필름 시스템 감도는 100~150 사용이 12%, 160~240이 12%, 300~400 사용이 27%, 500~700 사용이 27%로써 점차 고감도 증감지/필름 시스템의 감도 사용이 증가되어 가는 것으로 나타났으며 이에 따른 환자 피부선량은

Table 9. The distribution of grid used and skin entrance dose in abdomen radiography

Grid ratio	No. of medical facilities(%)	Skin entrance dose(mSv)
8:1	24 (59)	4.0
10:1	8 (20)	4.7
12:1	5 (12)	4.7
미상	4 (9)	3.7

Table 10. The distribution of screen and film system speed and skin entrance dose in abdomen radiography

Screen/film system speed	No. of medical facilities(%)	Skin entrance dose(mSv)
100~150	5 (12)	5.28
160~240	5 (12)	3.65
300~400	11 (27)	4.6
500~700	11 (27)	2.8
감도 미상	9 (22)	4.9

감도 100~150 사용시 5.28 mSv, 160~240감도에서 3.65 mSv, 300~400의 감도 사용시 4.6 mSv, 500~700의 높은 system 감도를 사용할 때 2.8 mSv로 대폭 감소되는 것으로 나타났다 (Table 10).

3. 복부 단순 촬영시 현상처리 조건

1) 현상처리 온도

복부 X-선 촬영시 현상처리 조건 중 현상 온도는 35.0~35.9°C의 사용이 42%로 가장 많은 처리조건으로 나타났으며 32.0~32.9°C가 20%, 33.0~33.9°C에서 17%, 34.0~34.9°C가 10%, 28.0~31.9°C에서 현상처리 하는 곳도 9% 있었다 (Table 11).

Table 11. The distribution of development temperature used for abdomen radiography

Temperature(°C)	No. of medical facilities(%)
28.0~28.9	1 (2)
31.0~31.9	3 (7)
32.0~32.9	8 (20)
33.0~33.9	7 (17)
34.0~34.9	4 (10)
35.0~35.9	17 (42)

2) 현상처리 시간

현상 처리시간은 90 sec 처리가 82%로 나타났으며 180 sec~200 sec 처리가 9%, 45 sec의 급속 처리는 5%로 나타났다 (Table 12).

Table 12. The distribution of development time used for abdomen radiography

Time(sec)	No. of medical facilities(%)
45	2 (5)
65	1 (2)
90	34 (82)
180	3 (7)
200	1 (2)

4. 환자 피부 입사선량

의료기관별 복부 단순 촬영시 환자 피부입사선량을 측정된 결과 전체 평균치는 4.15 mSv였으며 1.0~1.9 mSv 조사하는 시설은 25%로 가장 많이 차지하였고, 4.0~4.9 mSv가 19%, 3.0~3.9 mSv가 17%, 5.0 mSv~11.0 mSv를 나타내는 곳도 27%로 나타났으며 의료 시설간의 격차는 최고 11.00 mSv와 최저 1.05 mSv로 무려 10배 이상의 큰 차이를 나타내고 있는 것으로 나타났다 (Table 13).

Table 13. The distribution of skin entrance dose in abdomen radiography

Skin entrance dose(mSv)	No. of medical facilities(%)
1.0~1.9	10 (24)
2.0~2.9	4 (9)
3.0~3.9	7 (17)
4.0~4.9	8 (19)
5.0~5.9	3 (7)
6.0~6.9	3 (7)
7.0~7.9	3 (7)
8.0~8.9	0 (0)
9.0~9.9	1 (2)
10.0~11.0	2 (4)

Average : 4.15 mSv Max : 11.0 mSv Min : 1.05 mSv

IV. 고 찰

복부를 포함하여 하복부 및 골반부를 직접 X-선 촬영하는 빈도는 10~20%에 불과하나 피폭선량은 전체의 85%에 이르고 있다.⁶⁾ 특히 생식선량이 많아져 국민 유전유익선량에 미치는 영향은 매우 크다고 할 수 있겠다. 피폭선량을 경감시키는데는 화질과 촬영조건 등 많은 물리적 기술인자와 연결되어 있어 한 가지의 기술적 방법으로 피폭선량을 경감시키는데는 한계가 있다. 따라서 진단정보를 유지시키면서 피폭선량을 경감 시키는데는 각각 촬영 인자의 작용을 잘 알고 사용하여야 한다.

피폭선량을 좌우하는 가장 큰 인자는 선질로

서 관전압, 전압파형, 여과관이며 기록계(증감지-필름)의 특성, 산란선제거용 격자, 현상특성 등을 들 수 있다.^{7~9)} 이번 조사에서 나타난 평균선량은 4.15 mSv \pm 2.46, 최대와 최소 피부입사 선량은 11.0 mSv와 1.05 mSv로써 의외기관간의 차이는 10배정도로 나타났다. 이러한 사실은 촬영조건설정 기술을 포함하여 기술적 인자의 검토를 새로운 차원에서 시도해야할 우선 과제라 하겠다. 복부촬영시 피폭선량에 관하여 金⁴⁾은 그 평균치가 3.81 mSv로 본조사 결과와 비등하였으며 伊藤¹⁰⁾은 그평균이 1.87 mGy이고 최소치는 0.45 mGy 최대치는 3.76 mGy로써 약8배의 차이가 있고 成松¹¹⁾은 평균이 4.1 mSv 최소는 2.1 mSv, 최대치 9.2 mSv로 약 4배, 森¹²⁾의 측정결과에서는 2.12 mSv로부터 4.54 mSv로 약 2배의 차이가 있었다.

본 조사에서 피폭선량은 Bit법에 따라 산출하였다. Bit법은 X-선장치의 종류, 정류방법, 촬영조건에 따르며 실제 측정치와 산출결과는 1.0에 가까워야 하나 실제 장치의 정확도를 교정하면 0.8~1.2 범위에 있어 신뢰성이 있었으나 본 실태조사에서는 다소의 오차가 있는 것으로 생각된다.

X-선장치의 정류방식은 화질향상과 피폭선량을 경감 시킨다는 견지에서 3상이 73%로 많이 사용되고 있다.

관전압은 화질을 유지시킬 수 있는 범위내에서 상승시키면 피폭선량을 경감시킬 수 있다. 森¹⁴⁾는 관전압 70 kV대에서 80 kV대로 상승시키면 약 20%의 피폭선량 경감효과가 있다고 하였으나 본 조사에서는 60 kV대를 100%로 하고 70 kV대는 152%, 70 kV대에 비해서 80 kV대에서는 177%로 증가되어 종합적 재검토가 요망된다.

여과관 사용은 관전압과 함께 선질을 결정하는 인자로 상대적으로 X선의 실효에너지가 상승되어 피폭선량을 경감시키는 작용이 있어⁸⁾ 그 이용이 요망되고 있다. 北田¹⁵⁾의 보고에서는 37%가 사용하고 있으며, 부가필터를 사용하므로써 22%의 피부선량 경감이 있다고 보고한데 반하여 본 조사에서는 17%에 불과하여 부진한 사용상태를 보이고 있는 실정이다.

산란선 제거용 격자는 약 60%의 시설에서 8:1 격자를 사용하고 있었으며 10:1과 12:1 격자를 사용하는 곳도 32% 차지하고 있었다. 이는 사용자가 촬영부위에 맞는 적절한 격자비를 선정하여 사용하여야 하나 거의 대부분 임상에서는 적정 격자비에 대한 선택없이 장치의 도입시 설치된 격자를 도입되어 사용하기 때문이라 생각된다. 산란선 제거용 격자는 화질이 허용하는 한 낮은 격자비를 사용하면 복부촬영에서 산란선을 75%로 대폭 경감시킬 수 있어 6:1 또는 5:1 격자도 많이 사용되고 있다.^{11,16)} 격자비가 높아지면 노출배수가 증대되어 10:1이나 12:1의 격자는 바람직하지 못하다.

증감지 필름계에서 선량검토시 중요한 것은 감도측정을 정확히 하는데 있으나 아직 그에 따른 규정이 없어 상대감도를 표시하고 있다. 사용되는 증감지와 필름은 사용하는 사람과 시설에 따라 그 차이는 많이 있으나, 특히 증감지노화에 따른 경시적인 변화로 감도변화는 더욱 심하게 된다.¹⁷⁾ 청색발광의 CaWO₄계에 비하여 녹색발광의 희토류계는 환자피폭선량을 경감시킬 수 있어¹⁸⁾ 희토류계로 이행되고 있으나 본 조사결과로는 54%에 불과하여 피폭선량을 증대시키는 요인이 되고 있다.

본실험 결과 최상의 화질과 최소의 피폭선량을 위해 촬영부위에 따른 장치 및 증감지-필름, 격자의 올바른 선택과 이에 따른 적절한 관전압과 관전류량을 조절하여야 하나 실제 임상에서 장치의 정류방식 및 증감지의 감도, 격자비에 대한 제원을 파악하지 못한채 사용하고 있는 실정이다. 즉 삼상장치에 고감도 증감지를 사용하면 촬영조건을 감소시켜야 함에도 불구하고 종전의 촬영조건을 그대로 구사하여 피폭을 가중시키고 있으며 또한 증감지 사용기간에 따라서도 적정촬영을 구사하지 못하여 이론과는 상반되는 결과가 나타나 이에대한 전반적인 재검토를 할 필요가 있다고 사료된다.

V. 결 론

복부단순X선촬영 조건과 피폭선량을 추정하

기 위하여 서울시내 41곳의 의료기관을 대상으로 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 촬영되는 관전압은 60~84 kV범위로 사용하고 있었으며 평균 사용 관전압은 74 kV였다.
 2. 부가여과판을 사용하고 있는 의료시설은 17%에 불과하였다.
 3. 관전류는 200 mA가 가장 많이 사용되었으며 일부 400 mA 사용도 있었다.
 4. 격자비는 10 : 1 이상이 많이 사용되고 있었으며, 증감지-필름계에서 회토류 증감지의 보급은 54%에 불과하였다.
 5. 환자에 대한 피부입사선량의 평균은 4.15 mSv로 나타났고 그범위는 1.05 mSv~11.0 mSv로 의료기관 별로는 약 10배의 차이가 있었다.
- 이상의 결과로 보아 촬영조건에 따른 기술구사를 올바르게 시행함으로써 환자에 대한 피폭선량은 1.0 mSv대로 쉽게 경감시킬수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 木村 均：腹部一般撮影の畫像評價法，日本放射線技術學會雜誌，43(3)：376~382, 1996.
2. 上遠野 昭：X線と畫質，日本放射線技術學會雜誌，51(6)：733~736, 1995.
3. 許俊：X線診斷에 있어서 患者被曝線量の輕減에 대한 研究，高麗醫技大雜誌，5(1)：25~31, 1974.
4. 金昌均：腹部單純X線檢査時 被檢者の 被曝線量에 對한 研究，高麗醫技大雜誌，5(1)：25~31, 1974.
5. Bit system of technique conversion 7th edition, Dupont
6. 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，619~626, 1977.
7. 江間 忠：X線檢査の被檢者防護指針，日本放射線技師會，1974.
8. 松本政典・東田善治・高田卓雄：放射線管理學，通商産業 研究社，124~138, 1995.
9. 仲尾次政剛：醫療被曝と放射線防護，43~58, 1992.
10. 伊藤 哲・士平幸秀・安部 眞・外：神祭川顯内醫療施設における患者被曝の現状 日本放射線技師會雜誌，42(9)：1494, 1995.
11. 成松秀樹：腹部單純撮影における撮影條件，日本放射線技師會雜誌，51(6)：740~745, 1995.
12. 森 剛彦：X-線診斷領域の線量測定と簡易換算法に關する研究，茨城縣放射線技師會被曝低減委員會 NDD研究班 1990.
13. 鈴木昇一・藤井茂久・外：アンケート調査による被曝線量推定の問題點について日本放射線技師會雜誌，49(9)：1496, 1995.
14. 森 剛彦・北田桂・武藤裕衣・外：X-線診斷における醫療被曝低減への管理の寄與に關する研究，日本放射線技師會 雜誌，42(9)：1498, 1995.
15. 北田 桂・森 剛彦・藤井茂久・外：付加フィルタに關する被曝低減の技術的物理的要因の研究，日本放射線技師會雜誌 42(9)：1502, 1995.
16. 森 剛彦・北田 桂・武藤裕衣・外：クリットに關する被曝低減の技術的物理的要因の研究，日本放射線技師會雜誌，42(9)：1503, 1995.
17. 허준, 김창균 강홍석：증감지 감도의 실태에 대한 조사, 한국방사선기술연구회지, 5(1)：45~47, 1982.
18. 이인자, 허준：CaWO₄ 및 Gd₂O₂S : Tb 증감지의 형광체 형태와 사진감도 특성에 관한 연구, 대한방사선기술학회지, 16(1)：41~55, 1993.