

胸部 硬線質撮影에 있어서 被曝線量の 低減에 關한 研究

日本 化學療法研究所附屬病院 放射線室
林太郎・石田 有治・前田美香・櫻井 達也

高麗大學校醫療院 九老病院 放射線科
金正 雄

中央大學校 附屬病院 放射線科
黃 鍾 先

Abstract

A Study on Image Quality and Exposure Dose of Hard-radiation Radiography of the Chest

Taro Hayashi, Yuji Ishida, Mika Maeda, Tatsuya Sakurai
Dept. of Radiotechnology, Institute Hospital, of Chemotherapy

Chung Woon Kim
Dept. of Radiology, Guro Hospital, Korea University Medical Center

Jong Sun Hwang
Dept. of Radiology, Chung Ang University Hospital

Experiment was conducted on the image quality and exposure dose following replacement of CaWO_4 system screen BH-III and BX-III which have so far been used for high-voltage hard-radiation quality radiography, with rare earth system screen KO750, combined with high contrast film SRH, while additional filter was altered, Cu 0.8 mm + Al 1.4 mm (HVL : Al 8.8 mm), Cu 1.3 mm + Al 1.0 mm (HVL : Al 10.6 mm) and Cu 1.8 mm + Al 1.5 mm (HVL : Al 11.4 mm).

AS a result, visual evaluation did not detect extreme changes in image quality under the respective condition (HVL : Al 8.8 mm ~ Al 11.4 mm). It was noted, however, that surface exposure dose declined with an increase in the thickness of the additional filter, as it was 18.9 μGy at HVL Al 8.8 mm, 17.5 μGy at Al 10.6 mm and 15.7 μGy at Al 11.4 mm.

Considering the limited rating of X-ray equipment and wear of machinery, however, the range of Cu 1.3 mm ~ 1.8 mm + Al 1.0 mm ~ 1.5 mm (1/16 VL ~ 1/32 VL) seemed to be a limit.

I. 緒 論

胸部疾患을 X線撮影할 경우에 被曝線量の 低減과 畫質을 積極的으로 變化시킬 目的으로 Al나 Cu가 附加濾過板으로서 많은 施設에서 使用되고 있다. 또한, 이들 附加濾過板에 關한 研究는 單發的이지만 Cu 0.5 mm 程度까지는 많이 이루어져 醫療被曝線量の 低減에 寄與되고 있다.

이번에 저자들은 化研資料 No 63^{1,2,3)}의 研究를 더욱 發展시키고, 80 kV에서 140 kV까지의 管電壓의 半價層을 보다 短波長領域까지 延長 測定하여 半價層(HVL) 測定에 사용한 吸收物質을 附加濾過板으로 하여 使用할 경우 어느 정도의 두께에 限界가 있는지를 알기위해서 附加濾過板의 두께를 구하는 동시에 吸收物質에 따라 同一濃度를 얻는데 필요한 露出時間을 露出比로하여 구해두면, 胸部 X線寫眞의 畫質과 被曝線量은 附加濾過板의 選擇만으로써 쉽게 알 수 있다고 생각되어 實驗한 바 있어 報告한다.

II. 使用機器와 器材

1) 使用裝置 : 島津 XHD 150 B-30, ED 150 L

2) 自動現像機 : Konica 501

3) 濃度計 : Sakura PDA-81

4) 測定器 : 化成 Optonix TLD 1500, MSO 素子

5) Screen : Konica KO-750

6) Film : SRH

7) 使用器材 : JIS Z 4815 water phantom, Acrylite, 三田産製 Lysholm blende 10:1, Al-steps, 矩形波 chart, Cu, Al plate

III. 實驗方法 및 結果

1) 各管電壓에서의 附加濾過板과 露出比의 關係
 2) 同一管電壓으로 틀리는 線質을 使用할 경우의 散布陰影의 出現方法
 3) 臨床症例의 畫質
 4) 線質을 變化시킬 때의 surface dose
 먼저 管電壓 80 kV, 100 kV, 120 kV, 140 kV의 HVL을 구하고, 그 管電壓에서 without filter에 對한 with additional filter의 露出比를 求했다.

Fig. 1은 그 測定結果이다. 여기에서 알 수 있는 것과 같이 各管電壓과 附加濾過板의 두께를 增加시키면 長波長領域의 軟線이 여과되어 線質이 硬하게

Fig. 1. The relation between additional filter and reduction rate of exposure dose

[80 kV]		
Additional filter	HVL	Reduction rate of exposure dose
Without	Al 3.0 mm	1.0
Al 3.0 mm	4.2	0.71
Cu 0.25+Al 0.5 mm	5.2	0.50
Cu 0.45+Al 1.0 mm	6.2	0.43
Cu 0.75 mm	7.3	0.36
[100 kV]		
Additional filter	HVL	Reduction rate of exposure dose
Without	Al 3.8 mm	1.0
Cu 0.15 mm	4.7	0.67
Cu 0.35 mm	6.0	0.42
Cu 0.6+Al 0.5 mm	7.0	0.25
Cu 0.9+Al 1.0 mm	8.1	0.20

[120 kV]

Additional filter	HVL	Reduction rate of exposure dose
Without	Al 4.2 mm	1.0
Cu 0.15+Al 0.7 mm	5.5	0.67
Cu 0.4 +Al 0.4 mm	7.0	0.42
Cu 0.75+Al 0.2 mm	8.0	0.27
Cu 1.15+Al 0.2 mm	9.1	0.21

[140 kV]

Additional filter	HVL	Reduction rate of exposure dose
Without	Al 4.8 mm	1.0
Cu 0.2+Al 0.4 mm	5.8	0.63
Cu 0.5+Al 0.2 mm	7.2	0.50
Cu 0.8+Al 1.4 mm	8.8	0.31
Cu 1.3+Al 1.0 mm	10.6	0.23
Cu 1.8+Al 1.5 mm	11.4	0.217

되므로 同一濃度를 내는데 필요한 線量은 低減된다. 그리고 이와같은 線質 中에서는 管電壓 140 kV의 with additional filter Cu 1.8 mm+Al 1.5 mm (HVL : Al 11.4 mm)가 가장 硬線質이 되므로 이번 實驗에서는 140 kV Cu 0.8 mm+Al 1.4 mm (HVL : Al 8.8 mm), Cu 1.3 mm+Al 1.0 mm (HVL : Al 10.6 mm), Cu 1.8 mm+Al 1.5 mm (HVL : Al 11.4 mm)의 線質을 選定하였다. 또 使用感光材料는 가장 感度가 높은 rare earth screen KO-750에 high contrast film SRH를 組合하여 Fig. 2의 方法으로 上記의 線質에 대해서 實驗을 하였다. Fig. 3은 附加濾過板 Cu 0.8 mm+Al 1.4 mm(HVL, Al 8.8 mm)의 phantom 寫眞이며, Fig. 4,5는 HVL, Al 10.6 mm와 AL 11.4 mm의 線質의 phantom 寫眞이다. 이 例의 比較에서도 알 수 있는 것은 肉眼的으로는 各各의 濃質이 極端적으로 變化되고 있는 것같이 보이지는 않았다. 이에 따라 phantom 寫眞例와 同一線質을 쓰고 臨床症例의 撮影을 실시하였다.

Case-1, 2는 同一被檢査者의 HVL, Al 8.8 mm와 Al 11.4 mm, KO 750+SRH의 寫眞 例이다. 이 두 例의 比較에서도 알 수 있는 것같이 case-1에서는 大動脈壁에 2개의 石灰化像이 觀察되었으나

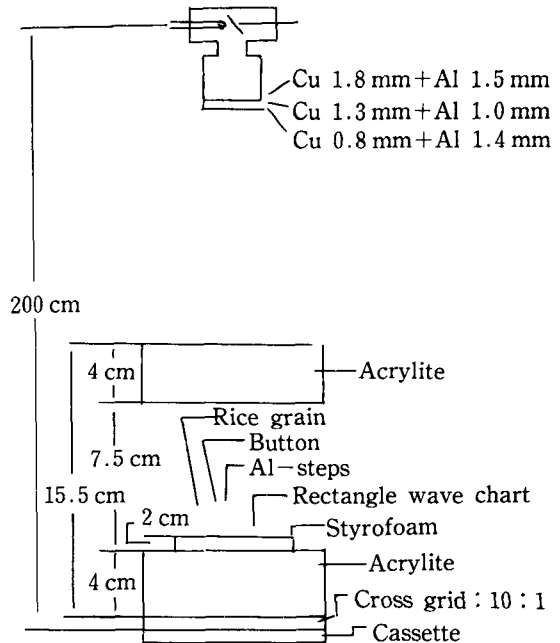


Fig. 2. The schematic illustration on experimental method

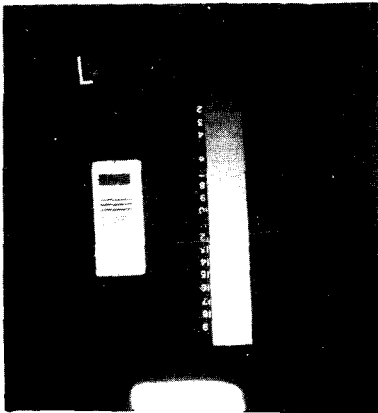


Fig. 3. The radiogram of micro test chart and rice grain(HVL. Al 8.8 mm)



Case 1. The case of HVL. Al 8.8 mm

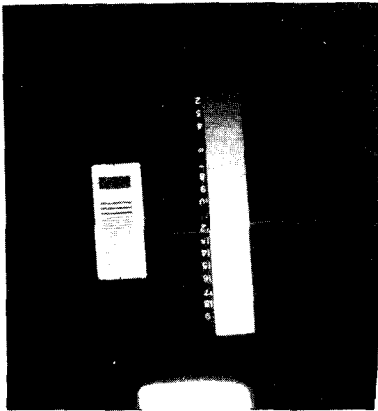
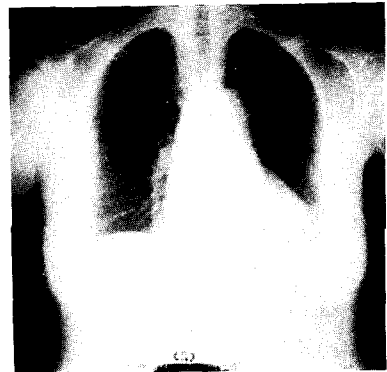


Fig. 4. The radiogram of micro test chart and rice grain(HVL. Al 10.6 mm)



Case 2. The case of HVL. Al 11.4 mm

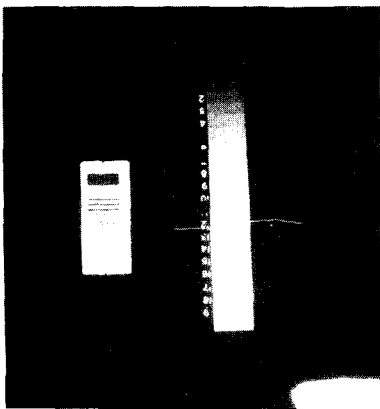


Fig. 5. The radiogram of micro test chart and rice grain(HVL. Al 11.4 mm)



Case 3. The case of HVL. Al 8.8 mm



Case 4. The case of HVL. Al 11.4 mm



Case 7. The case of HVL. Al 8.8 mm



Case 5. The case of HVL. Al 10.6 mm



Case 8. The case of HVL. Al 10.6 mm



Case 6. The case of HVL. Al 11.4 mm

case-2에서는 case-1의 石灰化像을 명확하게 인정할 수 없었다. 또 肺野内に 나타나고 있는 前肋骨陰影은 case-1에 比해서 case-2에서는 不明瞭하다는 것을 알 수 있다.

Case-3,4는 前症例와 同一한 線質로 다른 被檢者에 대해서 실시한 寫眞例이다. 右肺野葉間 肋膜肥厚陰影은 case-3이 약간 보기 쉽게 보이나 肺血管의 走行 및 肋骨陰影은 다같이 同一하게 觀察되었다.

Case-5,6은 HVL. Al 10.6 mm와 11.4 mm, KO 750+SRH의 同一被檢者의 寫眞例이다. 이 두 例의 比較에서는 contrast, sharpness가 phantom側과 같이 肉眼的으로는 거의 똑같이 觀察되었다.

Case-7,8은 HVL. Al 8.8 mm와 10.6 mm의 전

Fig. 6. The relation between additional filter and exposure ratio

Tube voltage : 140 kV, FPD : 200 cm, TB : 20 cm
 Screen : KO-750, Film : SRH, Grid ratio=10 : 1

Additional filter	HVL	Surface dose	mAs	Exposure ratio
Cu 0.8 mm + Al 1.4 mm	Al 8.8 mm	18.9 μ Gy	1.3	1.0
Cu 1.3 mm + Al 1.0 mm	Al 10.6 mm	17.5 μ Gy	2.0 \uparrow	1.46
Cu 1.8 mm + Al 1.5 mm	Al 11.4 mm	15.7 μ Gy	2.5	1.92

과 똑같이 同一被檢者의 寫眞例이다. 左上肺野에 있는 病巢陰影 周邊의 contrast는 case-7이 좋은 것 같이 생각이 되었으나 左上肺野病巢에서 肺尖部肋膜陷入像에 걸쳐서의 陰影은 case-8이 보기 쉽게 觀察되었다.

1/8 VL에서 1/32 VL의 吸收物質을 附加濾過板으로 하여 使用할 경우 石灰化 陰影이 나타난 一例를 除外하고 거의 近似畫質로서 觀察되므로 각각의 附加濾過板 使用時의 surface dose를 測定하였다. 더욱 測定에는 acrylite phantom을 쓰고 胸部두께 20 cm의 標準體型의 撮影條件으로 肺野最高濃度 $D=1.8 \pm 0.2$ 가 되는 線質에 대해서 실시하였다.

Fig. 6은 그 測定結果이다. 이 數値에서도 알 수 있는 것과 같이 HVL. Al 8.8 mm에 비해 HVL. Al 11.4 mm의 線質에서는 3.2 μ Gy, 15% 減少의 線量으로 同一濃度의 film을 낼 수 있었다.

IV. 總括 및 考察

畫質과 被曝線量의 接點을 追求하기 위해서 管電壓 80 kV, 100 kV, 120 kV 및 140 kV에 대해서 1/2 VL, 1/4 VL, 1/8 VL, 1/16 VL(140 kV에는 1/32 VL까지)의 附加濾過板의 두께를 구했다.

Fig. 1은 그 測定值이다. 이번에는 이들 線質 中 管電壓 140 kV의 1/8 VL(HVL. Al 8.8 mm), 1/16 VL(HVL. Al 10.6 mm), 1/32 VL(HVL. Al 11.4 mm)의 附加濾過板을 使用한 線質로, 增感紙는 KO-750을 選定하고 high contrast film SRH를 이 增感紙에 組合하여 Fig. 2의 phantom 畫像을 구하였다. Fig. 3, 4, 5는 HVL. Al 8.8 mm, 10.6 mm, 11.4 mm의 phantom 寫眞이다. 이 3例의 比較에서

도 알 수 있는 것과 같이 線 粒子의 contrast 및 Al-steps 위의 button의 陰影은 3者가 똑같이 관찰되어 肉眼의으로는 極端의인 差를 認定할 수 없었다. 이것은 線質이 硬해지면 Al 曲線의 傾斜의 傾向이 똑같이 되고, 따라서 透過線量比도 接近하여 Al-steps 위의 button 透過 後의 線量에 差位가 생기지 않는 것에 있다고 생각된다. Phantom 實驗에 極端의인 畫質變化가 나타나지 않는 한 臨床症例에서도 差를 認定할 수 없다고 생각되어 症例를 撮影하였다.

Case-1은 HVL. Al 8.8 mm의 線質을 쓴 寫眞例이다. Case-2는 HVL. Al 11.4 mm의 線質로 撮影한 同一被檢者의 寫眞例이다. Case-1에서 左肺大動脈壁에 2개의 石灰化像을 認定한데 對해서 case-2에서는 이 石灰化像은 不明하며 또 兩肺野周邊의 前肋骨陰影도 case-1에 比해서 不鮮明하였다. 이것은 附加濾過板 두께를 增加하면 線質이 硬하게 되어 線 contrast가 더욱 低下되는데 있다고 생각이 된다.

Case-3, 4는 case-1, 2와 同一條件으로 撮影한 別個의 症例의 寫眞例이다. 肺野全體의 畫質은 case-1, 2와 똑같고 前肋骨陰影도 똑같이 屜출되고 있다. 이것 등은 case-1, 2의 被檢者보다 本例被檢者가 骨鹽量이 많아짐에 따라 消失된 것을 보지 못한 것으로 생각된다. 또 右中肺野 第8肋骨 위에 있는 肋膜肥厚陰影은 case-3이 보기 쉽게 觀察되었다.

Case-5, 6는 HVL. Al 10.6 mm와 11.4 mm, KO 750+SRH 同一被檢者의 寫眞例이다. 이 2例에 있어서는 contrast, sharpness 다함께 phantom 例와 같이 肉眼의으로는 거의 변하지 않는 것으로 보였다. 이것은 HVL. Al 10.6 mm와 11.4 mm의 線

質에서는 線 contrast에 그리變化가 없는 것으로 생각되었다.

Case-7, 8은 HVL. Al 8.8 mm와 HVL. Al 10.6 mm, KO 750+SRH의 同一被檢者의 症例이다. 肺紋理의 追求는 거의 똑같은 것으로 觀察되었으나, 上肺野病巢에서 肺尖部肋膜陷人像에 걸쳐서의 陰影은 case-8이 보기쉽게 觀察되었다.

線質을 變化해도 畫質에 큰 差가 없으면 被曝線量과 畫質의 關係는 重要하다. 따라서 肺部두께 20 cm의 標準體型의 撮影條件에서 肺野 最高濃度 $D=1.8 \pm 0.2$ 를 나타낼 수 있는 線質의 surface dose로 acrylite phantom을 쓰고 測定하였다. Fig. 6은 그 測定結果이다. 線質을 變化시키는데 surface dose는 $18.9 \mu\text{Gy}$, $17.5 \mu\text{Gy}$, $15.7 \mu\text{Gy}$ 로 線質이 硬해짐에 따라 低下되고 있다. 이것은 妊婦나 若年層의 routine 撮影에는 HVL. Al 11.4 mm, KO 750+SRH가 보다 좋은 것을 나타내고 있다. 그러나 이와 같은 硬線質을 내기 위해서는 附加濾過板 Cu 1.87 mm (Cu 1.8 mm+Al 1.5 mm)의 두께가 必要하고, 또 胸部와 같이 運動性臟器의 撮影에는 0.03 sec 以下の 短時間露出이 요망되고 있어 超高感度の 感光材料와 出力이 큰 3相 裝置의 導入이 必要하다. 따라서 畫質과 被曝의 接點을 追求하는데는 이와같은 因子를 無視하고서는 不可能한 것으로 생각되었다. 더욱 HVL. Al 11.4 mm와 같이 硬線質을 쓰면 被曝線量の 低減은 할 수 있으나 肺野內에 存在하는 石灰化 病巢의 묘출이 잘 되지 않아 이 問題를 解決하는 데는 硬, 軟 兩線質을 利用한 2線質에 의한 撮影^{4,5,6)}이 必要하다고 사료되었다.

V. 結 論

Rare earth screen, high contrast film (KO 750+

SRH)를 使用하고 140 kV, 附加濾過板 Cu 1.8 mm+Al 1.5 mm (HVL. Al 11.4 mm)의 硬線質을 쓰면 被曝線量の 限界라 할 수 있는 低線量 $15.7 \mu\text{Gy}$ 로 contrast의 調和가 잡힌 胸部 X線寫眞을 얻을 수 있었다. 이것은 日常의 X線檢査에서 가장 많이 撮影되고 있는 部位가 胸部인 것을 생각하면 高壓硬線質撮影法은 國民有意線量の 低減에 크게 貢獻하고 있는 것으로 사료되었다.

原稿를 끝마치면서 여러모로 指導와 協力을 해주신 古野義文院長, 岩崎望彦副院長 및 醫局의 여러 先生께 感謝의 뜻을 표시한다.

參 考 文 獻

1. 林太郎 他: Filter 效果를 利用した chest radiography의 研究. 化研資料 No. 63, 1985-1 C.
2. Taro Hayashi: A study on filter effect on improvement of chest radiography. Journal of the KSRT, Vol 7, No 1, p24~p31, 1984.
3. 林太郎 他: 症例による 胸部X線撮影의 檢討. 化研資料 No 74, 1986-5C.
4. 林太郎 他: 同時2線質による 胸部X線撮影의 研究. 化研紀要 Vol 25, p57~p67, 1990.9.
5. Taro Hayashi: A study on the chest radiography by simultaneous double radiation quality. Journal of the KSRT Vol 12, No 1, p17~p23, 1987.
6. 林太郎 他: Patient care と cost benefit を 考慮した 胸部X線撮影について. 化研紀要 Vol 26, 9, 1990.