

管電圧이 畫像에 미치는 影響

高麗大學校 保健專門大學 放射線科

姜弘錫 · 金昌均 · 許 俊

Abstract

A Study on the Image Effect of Tube Voltage

Hong Seok Kang, Chang Kyun Kim, Joon Huh

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

To know the effect of tube voltage to X-ray film image, authors made an experimental study on the exponential value of applied voltage and the effect of scattered ray in photographic contrast, and obtained the results as follows:

1. The exponential value of tube voltage was under the control of the applied voltage, the kinds of screens and grids, and its existence.
The range of its value was from 1.03 to 5.3.
2. The efficiency of X-ray production was directly proportional to the applied voltage, and to obtain the same density, the tube current (mAs) was inversely proportional to applied voltage
3. The production of scattered rays was in proportion to the tube voltage, and the photographic contrast was mainly influenced by the scattered rays.

目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗器材 및 方法
 - 1. 實驗器材
 - 2. 實驗方法
- III. 實驗結果 및 考按

IV. 結 論 參考文獻

I. 緒 論

X線撮影을 할 境遇에 發生되는 X線量은 管電壓의

上昇에 따라 增加되며 特히 필름像의 黑化度는 管電壓의 n 乘에 比例하여 左右되고 있다. 따라서 同一한 黑化度の 適切한 필름像을 얻기 爲하여 必要한 管電流量, 卽 mAs 値는 管電壓 V^n 에 比例하며 그 指數 n 에 對해서는 많은 報告가 있으며 그 値의 範圍는 大略 2~6 으로 나타나고 있다^{1,2)}.

n 値는 實驗方法에 따라서 많은 差異를 나타내며 特히 管電壓과 被寫體의 種類와 두께 및 增感紙, 필름, 散亂線除去方法等에 따라서 많은 變化를 나타내고 있다³⁾.

X線攝影時에 管電壓이 影像에 미치는 結果에 關해서는 이미 胸部 高電壓攝影條件 및 被曝線量의 輕減等^{4,5)} 많은 檢討가 있었으나 本 論文에서는 管電壓이 필름을 黑化시키는 效果에 關해서 基礎 實驗을 한 바를 主로 報告하는 바이다.

II. 實驗器材 및 方法

1. 實驗器材

X線裝置: Siemens TRIDOROS 5S 800 mA
 被寫體: Acryl 板 30cm × 30cm 두께 5~15 cm
 Acryl step 1.3mm 간격 10 계단
 增感紙: Kyokko Medium Speed
 High Speed
 格子: Mitaya MS 5:1, 8:1, 12:1
 濃度計: Sakura Densitometer PDA-81
 檢出器: Toshiba Pocket Chamber
 필름: Fuji Rx type
 現像機: Sakura New QX 1200

2. 實驗方法

1) 管電壓의 指數 n 値

X線 攝影時의 管電壓이 미치는 黑化效果를 實驗하기 爲해서 크기 30cm × 30cm 의 Acryl phantom을 사용하고, X線管焦點- 필름間距離는 72inches로 하였다.

照射方法은 time scale 法에 따라 階段露光을 하였으며 同一濃度를 내기 爲해서 管電壓에 따라 變化되는 管電流量을 測定하였다.

non grid 로서 標準增感紙와 高感度增感紙를 使用時에는 管電壓 40~100kV 로 하였으며 高感度增感紙로서는 格子比가 5:1, 8:1, 12:1 의 格子를 쓰고 管電壓 60~120kV 에서 管電壓別로 特性曲線을 作成하고 phantom 이 없을 경우와 두께 5cm, 10cm, 15cm 의

Acryl phantom 을 使用할 境遇에 각기 基準濃度 1.0을 내는데 必要한 管電壓-管電流 曲線을 作成하였다.

n 値는 이 曲線에 따라 다음과 같이 算出하였다.

$$n = \frac{\log Q_1 - \log Q_2}{\log V_1 - \log V_2}$$

단 Q는 管電流量을 表示한다.

또한 non screen 과 non grid 를 使用할 경우 X線管焦點- 필름間距離는 40inches로 하고 phantom 이 없는 것과 5cm 두께의 Acryl phantom 을 被寫體로 하였다.

2) 黑化에너지의 變化

種類別 增感紙와 格子를 使用하는 데 따라 各 管電壓別로 適正濃度를 내기 爲한 管電流量을 測定하였다.

管電壓에 따라 發生되는 X線量을 알기 爲해서 X線管焦點- 필름間距離 40inches 에서 入射線量과 두께 5, 10cm Acryl phantom 透過後의 透過線量을 測定하고 이 値에 따라 管電壓 變化에 따른 透過線量에 대한 入射線量의 比와 基準濃度 1.0 을 내는데 必要한 入射線量을 各各 算出하였다.

3) 散亂線과 對照度の 變化

管電壓에 따라 變化되는 散亂線量과 寫眞對照도를

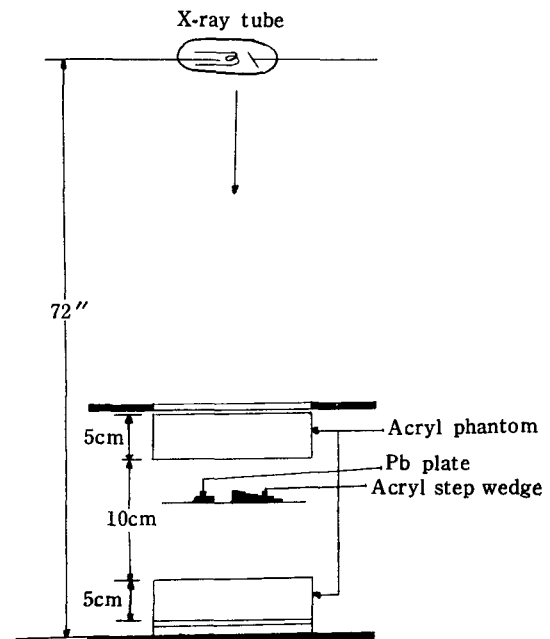


Fig. 1. Experimental method of scattered dose and contrast^{*}

알기 위해서 高感度 増感紙를 使用하고 두께 10cm의 Acryl phantom을 그림 1과 같이 각 5cm씩 띄어놓고 그 사이에 3mm 두께의 Pb 판을 놓고 필름 黑化度에 따라 散亂線含有量과 對照度를 求하였다.

軟部組織의 病巢部分의 認知能을 알기 위해서 두께 1.3mm 間隔으로 10 階段이 되는 Acryl step wedge를 그림 1과 같이 놓고 non grid 에서는 管電壓 40~100kV, 格子比 5:1, 8:1, 12:1의 格子를 使用할 때는 管電壓을 60~120kV로 變化 시키면서 撮影하고 寫眞對照度를 求하였다.

Ⅲ. 實驗結果 및 考按

1. 管電壓의 指數 n值

그림 2는 10cm 두께의 Acryl phantom을 被寫體로 하고 n值를 比較한 것으로서 管電壓 40~100kV에서 標準感度 増感紙를 使用할 경우에는 5.0~3.9, 高感度 増感紙는 4.9~3.0 이고 格子使用時에는 管電壓 60~120kV 사이에서 5:1 格子는 4.57~4.0, 8:1 格子는 4.9~4.0, 12:1 格子는 5.3~4.0을 나타내고 있다. 管電壓 80~100kV에서 n值를 各各 比較하면 標準感度 増感紙는 3.9, 高感度 増感紙는 3.0, 格子比 5:1의 格子를 使用할 경우에는 4.2, 8:1 格子는 4.4, 12:1 格子는 4.7을 나타내고 있다.

被寫體의 두께가 增加되는 데 따르는 n值의 變化는

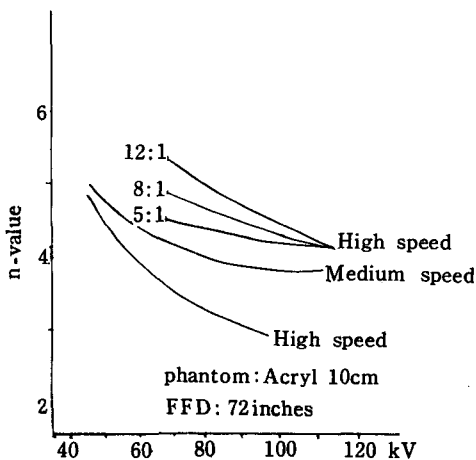


Fig. 2. Density producing effect n value of kilovoltage (n value with 10cm acryl phantom)

그림 3과 같으며 管電壓 50~100kV 사이에서 標準 増感紙를 쓰고 두께 5cm, 10cm, 15cm의 Acryl phantom을 被寫體로 할 경우에 두께 5cm에서 3.75~3.0, 10cm에서 4.4~3.9, 15cm에서 5.25~4.1로서 phantom의 두께가 增加되는 데 따라 n值是 增大되고 있다.

그림 4는 non screen으로 管電壓 60~120kV 사이의 n值를 나타낸 것으로서 phantom이 없을 경우에는 2.54~1.52, 5cm 두께의 Acryl phantom 透過 後의 n值是 2.84~2.41로서 그 值가 増感紙를 쓸 경우에 비하여 낮아지고 있다.

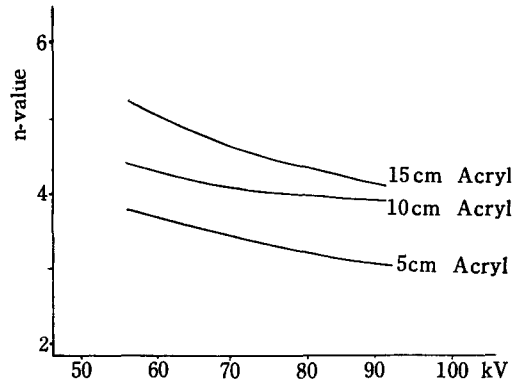


Fig. 3. n-value with using medium speed screen and without using a grid

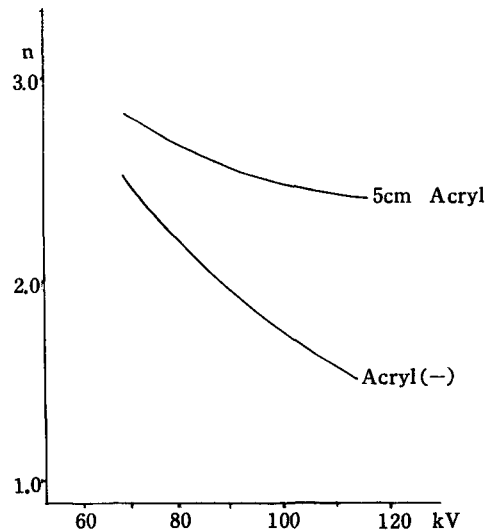


Fig. 4. n-value without a screen and a grid

管電壓指數 n 値는 管電壓, 被寫體의 種類 및 두께에 따라 變化될 뿐 아니라 管電流, X線裝置等에 따라 變化된다.^{6,7)} 따라서 一律的으로 管電壓과 被寫體의 두께 關係로서 n 値를 決定할 수는 없다.

撮影條件의 定量化를 위해서는 n 値를 대신하는 寫眞效果의 表示方法이 考按될 것이 期待된다.

2. 黑化에너지의 變化

그림 5는 두께 10cm의 Acryl phantom을 被寫體로 하고 필름 濃度 1.0을 내기 위한 管電流量을 나타낸 것으로 X線管焦點-필름間距離 72 inches, 管電壓 40~100kV 사이에서 標準增感紙를 使用할 경우에는 120.2~2.4 mAs, 高感度增感紙에서는 51.3~1.15 mAs로 減少된다. 標準感度增感紙를 쓰고 管電壓 40kV에서 管電流量 120.2 mAs를 100%로 할 때에 高感度增感紙로 管電壓 100kV에서의 管電流量은 1.15 mAs로서 0.96%로 大幅 減少되고 있다.

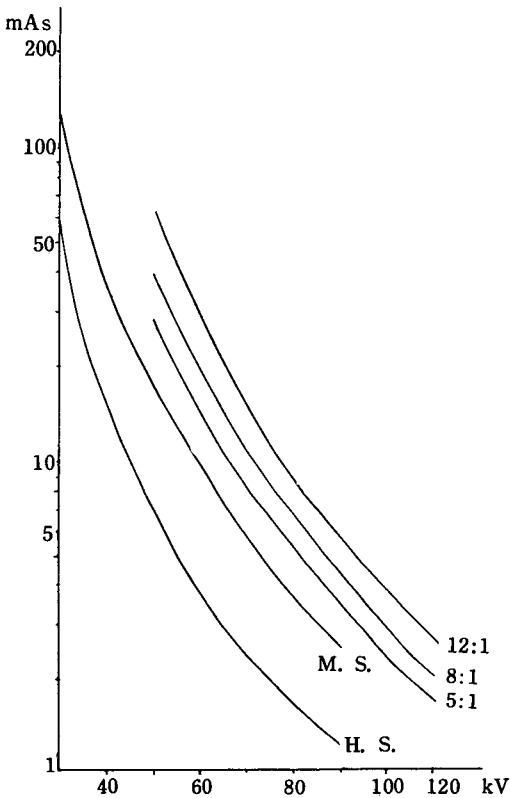


Fig. 5. MAs value to obtain the same density.

格子를 使用하고 管電壓 60~120kV 사이에서 5:1 格子를 쓸 경우의 管電流量은 28.18~1.66 mAs, 8:1 格子는 38.02~2.0 mAs, 12:1 格子는 61.66~2.57 mAs를 나타내고 있다.

格子比 12:1의 格子를 쓰고 管電壓 60kV에서 必要로 하는 管電流量 61.66 mAs를 100%로 할 때에 5:1 格子로서 管電壓 120kV에서의 管電流量은 1.66 mAs로서 2.69%로 減少되고 있다.

그림 6은 管電壓 60~120kV 사이에서 發生되는 X線量을 被寫體에 入射되는 入射線量을 測定한 것으로서 mR/mAs 値를 나타내고 있다. 管電壓이 60kV에서 120kV로 2배가 增大된 경우에 發生되는 X線量은 各各 3.52 mR/mAs와 16.40 mR/mAs로 約 4倍 以下의 增大를 나타낸다.

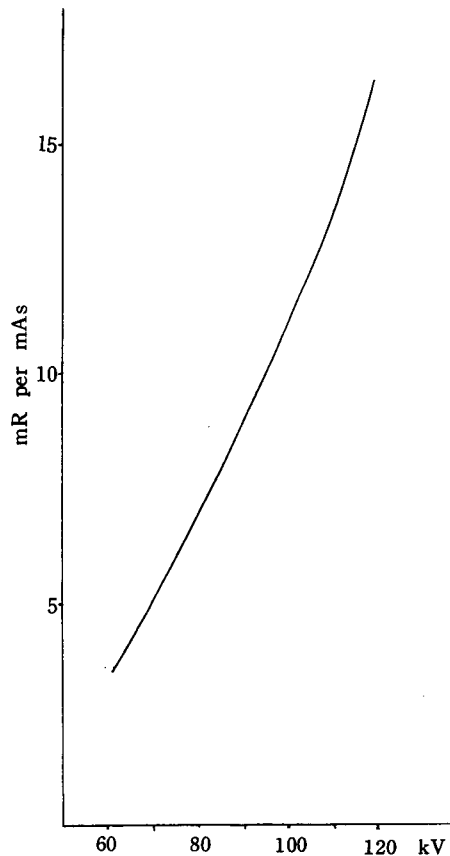


Fig. 6. Exposure per mAs by kV (FFD: 40 inches)

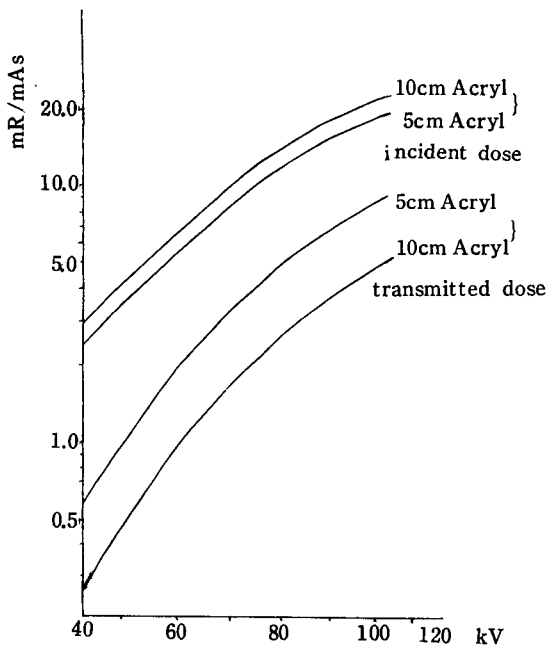


Fig. 7. Incident dose and transmitted dose

그림 7은 두께 5cm와 10cm의 Acryl phantom을 被写體로한 入射線量과 透過線量を 나타낸 것으로 X線管焦點-필름間距離 40inches, 管電壓 40~120kV 사이에서 入射線量은 두께 5cm에서 2.44~20.00 mR/mAs, 두께 10cm에서는 2.88~22.50 mR/mAs이고 透過線量은 두께 5cm에서 0.63~9.17 mR/mAs, 10cm 두께에서는 0.28~5.21 mR/mAs로 나타나고 있다.

이에 따라 透過線量에 對한 入射線量を 나타내면 그림 8과 같다. Acryl phantom 5cm 두께에서 3.90~2.18이고 10cm 두께에서는 10.50~4.30으로 나타난다.

그림 9는 두께 10cm의 Acryl phantom 透過後에 寫眞濃度 1.0을 내는데 必要한 入射線量を 求한 것으로서 管電壓 40~100kV 사이에서 標準感度增感紙를 使用할 경우에는 106.85~11.84 mR, 高感度增感紙는 45.59~5.60 mR을 나타내고 있다.

同一한 管電流 또는 同一電氣的 負荷에서 發生되는 X線量の 關係는 管電壓이 높아질수록 發生 X線量은 增大된다. 增大되는 率은 裝置의 種類, 濾過板의 種類에 따라 틀리나 Mattson은 管電壓이 60kV에 비해 160kV에서는 同一 mAs의 경우 空中線量은 約 5배로 增大된 것으로 보고하여 本實驗과 거의 같은 値를 나타내고 있다.

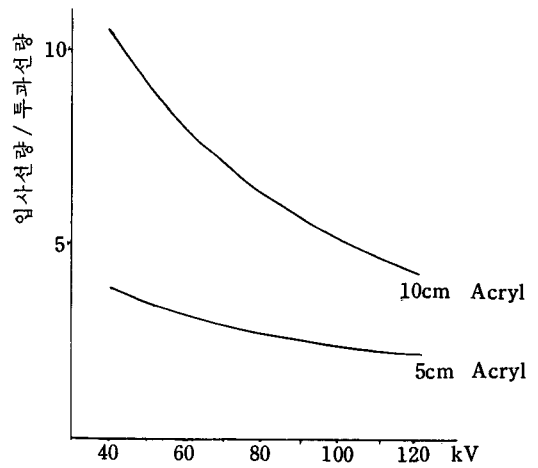


Fig. 8. Ratio of incident dose to transmitted dose

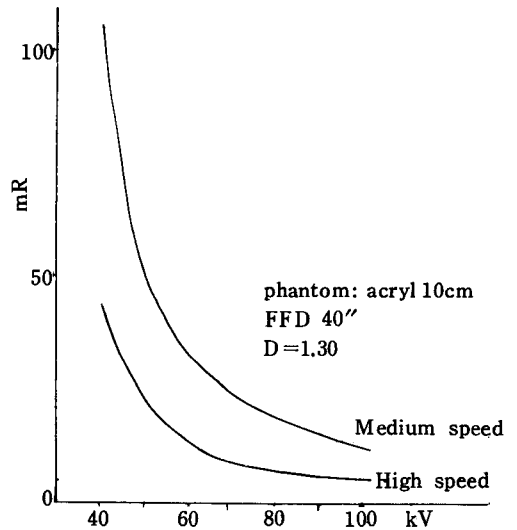


Fig. 9. Exposure dose to obtain the same density

3. 散亂線과 對照度의 變化

그림 10은 管電壓 變化에 따라 變化되는 散亂線含有率을 나타낸 것으로 두께 5cm의 Acryl phantom 2枚를 10cm 間隔을 두고 成人胸部 두께와 比等하게 20cm로 하고 non grid로 管電壓 40~100kV에서는 61.96~72.32%, 格子를 使用할 경우에는 管電壓 60~120kV에서 5:1은 27.07~40.78%, 8:1은 23.77~36.19%, 12:1은 15.57~31.87%로 管電壓

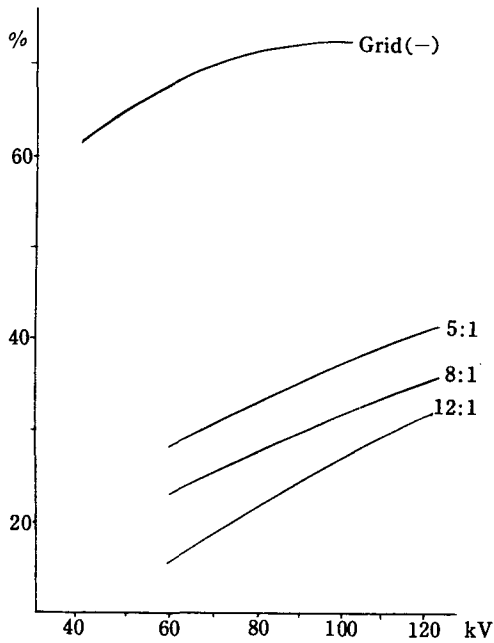


Fig. 10. Percentage of scattered radiation

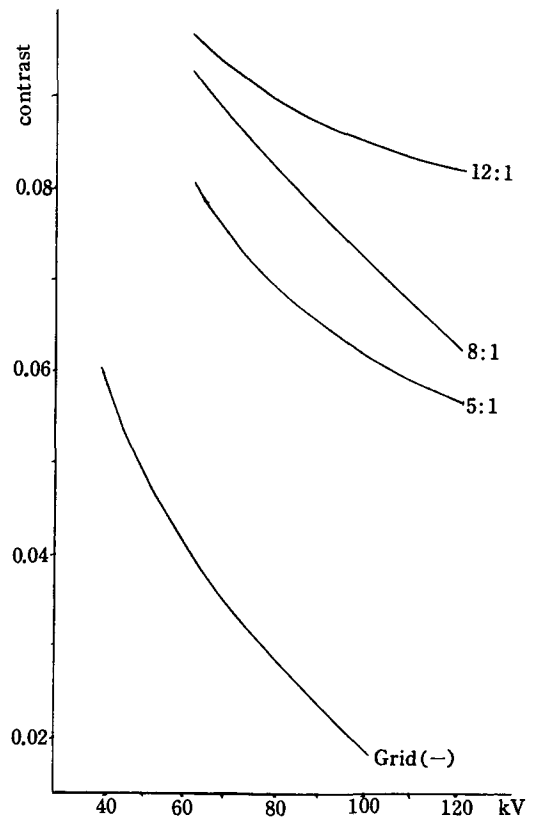


Fig. 12. Contrast of acryl step wedge

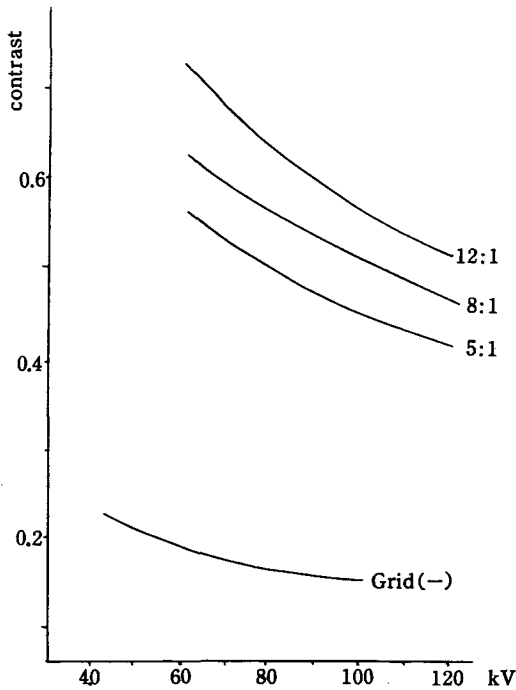


Fig. 11. Contrast

이上昇됨에 따라 增大되고 있으며 格子比가 增大되면 散亂線含有率은 많은 減少를 보이고 있다.

이때 寫眞對照度는 그림 11 과 같이 non grid 에서 0.235 ~ 0.161, 5:1 格子를 쓰면 0.574 ~ 0.421, 8:1 格子는 0.616 ~ 0.469, 12:1 格子는 0.731 ~ 0.517 로서 管電壓上昇에 따라 寫眞對照度가 低下되고 있으며 格子比를 增加시킴으로써 寫眞對照度는 向上되고 있다.

그림 12 는 軟部組織의 寫眞對照도를 나타낸 것으로서 두께 1.3mm 의 Acryl 10 階段으로한 step wedge 의 寫眞對照도를 求한 것이다. 管電壓 40 ~ 100kV 에서 non grid 를 使用할 경우에 寫眞對照度는 0.060 ~ 0.018, 管電壓 60 ~ 120kV 사이에서 5:1 格子를 쓰면 0.081 ~ 0.057, 8:1 格子는 0.092 ~ 0.061, 12:1 格子는 0.096 ~ 0.082 를 나타내고 있다.

X線필름을 黑化시키는 것은 被寫體를 透過한 直接線 뿐만 아니라 散亂線도 같이 作用하며 따라서 散亂線은 X線像의 對照도에 크게 關與하게 된다⁹⁾. 散亂線의 影響을 考慮하면 對照度는 X線의 吸收係數 μ 에

比例해서 管電壓의 上昇에 따라 減少되나 $I_D / I_D + I_S$ 즉 필름에 作用되는 全 X線中の 直接透過X線率에 比例하게 된다.^{10,11)}

透過X線中の 散亂線과 管電壓의 關係에 對해서는 많은 報告가 있으며¹²⁾ 高管電壓이 되면 管電壓의 變動에 따르는 散亂線含有率은 變化가 別로 없으나 本實驗에서는 低管電壓인 까닭에 差異를 나타내고 있다.

IV. 結 論

管電壓이 X線필름의 画像에 미치는 影響을 檢討하기 위해서 管電壓의 指數 n值, 黑化에너지의 變化, 散亂線의 發生과 對照度의 變化에 關해서 實驗을 한 結果, 다음과 같은 結論을 얻었다

1. 管電壓指數 n值는 管電壓, 被寫體, 增感紙, 格子의 種類 및 그 有無에 따라 많은 差異가 있으며 그 値는 管電壓이 低下되고 被寫體의 두께와 格子比가 크면 增大되고 있으며, 그 値는 5.3~1.03 으로 많은 差異를 나타내고 있다.

2. 管電壓에 따라 發生되는 X線量은 增加되고 있으며 필름에 同一濃度를 내기 위한 管電流量은 管電壓의 增加에 따라 많은 減少를 나타내고 있다.

3. 管電壓 上界에 따라 散亂線은 增大되고 特히 散亂線 除去用 格子의 使用에 따라 軟部組織의 寫眞對照度는 심한 차이를 나타내고 있다.

參考文獻

1. L. R. Sante: Manual of Roentgenological Technique, Edwards Brothers, INC., p.79, 1962

2. G. J. Van Der Plaats: Medical X-ray Technique, Philips Technical Library, pp,257- 264, 1969
3. 石河英夫: 最適フィルム黑化度に於ける管電壓と mAs と의 關係, さくら×レイ写真研究, 52: pp.21-25, 1965
4. 姜弘錫, 金昌均, 許俊: 胸部高管電壓撮影條件에 關한 檢討, 韓放技研誌, 2(1): pp.37- 43, 1979
5. 許俊, 金昌均, 姜弘錫: 胸部X線檢査에 있어서 被曝線量의 輕減에 對한 檢討, 韓放技研誌, 2(1): pp.15- 22, 1979
6. 內田 勝, 山下一也, 稻津 博: 画像工學, 通商産業研究社, p.105, 1979
7. Stewart C. Bushong: Radiologic Science for Technologists, The C. V. Mosby Company, pp. 164- 175, 1975
8. Mattson, O.: Practical Photographic Problems in Radiography, 江藤秀雄·吉村克俊譯, 克誠堂, pp.17~52, 1957
9. Michel M. Ter-Pogossian: The Physical Aspects of Diagnostic Radiology, Hoeber Medical Division, pp 253- 260, 1969
10. Edward E. Christensen, Thomas S. Curry, James E. Dowdey: An Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology, Lea & Febiger, p.165, 1978
11. 許俊, 金昌均, 姜弘錫, 高信官: X線格子와 增感紙間의 距離變化가 寫眞像에 미치는 影響, 高麗醫技大雜誌, 9(1): pp.11- 15, 1978
12. 江藤秀雄, 栗冠正利, 倉光一郎, 梅垣洋一郎, 田板 祐: 放射線醫學, 醫學書院, pp 974~976, 1962