

四肢 單純攝影條件의 管電壓에 對한 研究

新丘專門大學

崔鍾學 · 田萬鎭 · 金英一

Abstract

A Study on Kilovoltage in Radiographic Technique Factors of the Extremities

Jong Hak Choi, Man Jin Jeon, Young Ill Kim

Dept. of Radiotechnology, Shin Gu Junior College, Kyung Ki-Do, Korea

The tube voltage in radiographic technique factors of the extremities was studied to use the acryl phantom and aluminum step wedge.

It was the proper tube voltage that was over 55-60 kV in the finger, over 65 kV in the forearm and over 75 kV in the knee joint.

目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗器材 및 方法
- III. 實驗結果
- IV. 考 察
- V. 結 論
- 參考文獻

I. 緒 論

現代의 臨床醫學部門에서 放射線診斷은 治療의 必須의인 前過程일 경우가 大部分이다.

放射線診斷(狹義로는 X線診斷)의 技術的인 側面을 分擔하는 X線攝影技術은 醫療의 情報를 가진 生體對

象의 正常·異常狀態를 X線의 量과 質의 制御에 의 해 診斷價值가 높은 像情報로서 體外에 搬出하는 行爲로 定義할 수 있다. 이 X線攝影을 行할 때에 攝影條件을 設定한다는 것은 X線像의 品質을 形狀과 內容의 兩面에서 決定하는 것이 된다.

따라서 攝影條件에 關與하는 諸 因子의 選定如何에 따라 畫質 및 被曝線量이 크게 左右될 수 있음은 明確한 일이다.

한편, 四肢는 人間의 日常活動에 重要한 役割을 堪當하고 體肢骨骼을 포함하고 있으며, 近來 生活의 樣態가 복잡다단 해짐에 따라 骨折, 脫臼 및 기타 病理學的 疾患이 頻發하여 X線檢査를 하는 例가 漸增加하고 있다.

이에 著者들은 四肢의 單純攝影條件의 管電壓에 對하여 數種의 基礎實驗과 臨床例를 통해 檢討한 바 있

어 報告한다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗裝置 및 材料

X線裝置: Hitachi Zv-A-100, 500mA, 150kV

增感紙: Kyokko, medium speed

필름: Du Pont, Cronex

自動現像機: Fuji X-ray processor RN
(processing time: 90sec)

濃度計: Sakura PDA-81

線量計: Riken pocket dosimeter

Phantom: Acryl step(1~20cm)

Al. step wedge(1~20mm)

解像力尺: Resolving powder test chart R-1W
(0.5~5.0/mm)

2. 實驗方法

가. 필름위에 人體의 手指部, 前膊部 및 膝關節部와 아크릴階段을 함께 排列하여 놓고 表 1의 露出條件으로 各 部位의 撮影을 하여, 寫眞像에서 軟部組織과 同一한 濃度를 나타내는 아크릴의 두께를 選定하였다.

나. 選定된 두께의 아크릴 phantom을 表 I의 露出條件과 같이 焦點-필름間 距離와 管電流를 固定하고 管電壓을 45kV부터 5kV씩 順次的으로 增加시킨 狀態에서 各 露出時間을 변경하여 數回撮影을 한 後, 各項의 實驗寫眞像에서와 同一한 濃度를 나타내는 mAs 値를 찾았다.

다. 아크릴 phantom 위에 pocket dosimeter를 위치하여 놓고, 前項의 實驗에서 選定된 露出條件으로 照射野를 10×12 로 調整하여 X線을 照射시켜 各 各의 表面線量을 測定하였다.

라. 아크릴 phantom의 中央部에 가로·세로 2cm,

두께 3mm인 鉛板을 密着하여 놓고 各項 實驗의 露出條件으로 各 各의 撮影을 한 後, 필름상에서 中央의 鉛板에 의한 一次線 遮蔽部(散亂線에 의한 黑化部)와 그 周邊部(一次線과 散亂線에 의한 黑化部)의 寫眞濃度를 測定하고 散亂線含有率($\frac{\text{二次線}}{\text{一次線}} \times 100$)를 計測하였다.

마. 內部에 手指部, 前膊部 및 膝關節部의 骨과 알루미늄 step wedge를 插入한 아크릴 phantom을 表 1의 露出條件으로 撮影을 하여 各 部位의 骨과 同一한 寫眞濃度를 나타내는 알루미늄의 두께를 選定하였다.

바. 아크릴 phantom 위의 中央部에 알루미늄 step wedge를 놓고 各項實驗의 露出條件으로 各 各의 撮影을 하여, 寫眞상에서 各項의 實驗에서 選定된 두께의 알루미늄階段의 濃度와 step wedge가 위치한 周邊部の 濃度를 測定하고, 骨組織과 軟部組織間의 寫眞對照度($C = \frac{Bi - Bs}{Bi + Bs}^2$), Bi와 Bs는 像의 어느 부분과 그 隣接部の 濃度)를 算出하였다.

사. 아크릴 phantom의 內部에 解像力尺을 插入하고 撮影하여 필름상에서 解像力을 測定하였다.

III. 實驗結果

1. 軟部組織과 同一한 濃度를 나타내는 아크릴의 두께

X線像에서 人體의 軟部組織과 同一한 濃度를 나타내는 아크릴階段의 두께는 手指部가 4cm, 前膊部가 7cm, 膝關節部가 12cm 이었다.

2. 同一한 濃度를 나타내는 mAs量

選定된 두께의 아크릴 phantom을 撮影하여 標準 X線像의 軟部組織과 同一한 濃度를 나타내는 mAs 量을 求한 結果는 그림 1과 같았다.

4cm의 아크릴 phantom은 60kV까지 減少量이 比

Table 1. Exposure factors of standard films

Region	Exposure factor					FFD (inch)	Focus
	KV	MA	Sec	mAs			
Finger	60	50	0.06	3	40	small(1×1 mm)	
Forearm	60	50	0.10	5	40	small(1×1 mm)	
Knee joint	70	50	0.12	6	40	small(1×1 mm)	

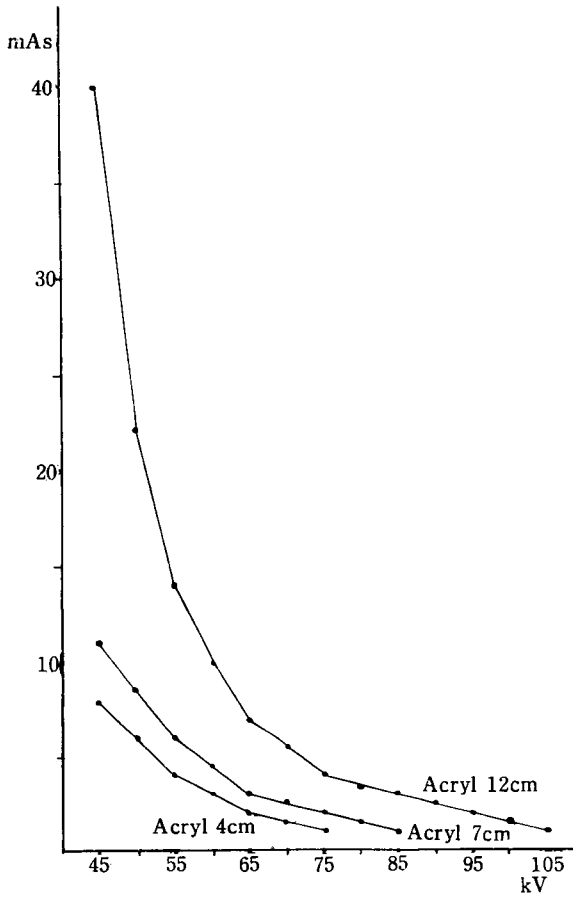


Fig. 1. Kilovoltage and milliampere-seconds chart for same density

較的 컸으며, 그 以上의 管電壓에서는 多少 減少가 작았고, 75kV에서 1mA s가 所要되었다. 7cm의 아크릴 phantom은 減少差가 대체로 65kV까지의 範圍에서 컸고, 그 以上의 管電壓에서는 작아 85kV에서 1mA s이었다. 12cm의 아크릴 phantom은 40kV에서 40, 45kV에서 22, 50kV에서 14, 55kV에서 10, 60kV에서 7, 70kV에서 5.5, 75kV에서 4mA s로 顯著하게 減少되었으며, 그 以上의 管電壓에서는 僅少한 差를 나타내었고, 105kV에서 1mA s에 이르렀다.

3. 表面線量

phantom 위에 線量計를 位置해 놓고 X線을 照射하여 測定한 表面線量은 그림 2와 같았으며, 前項의 mA s量과 類似한 減少勢를 보였다.

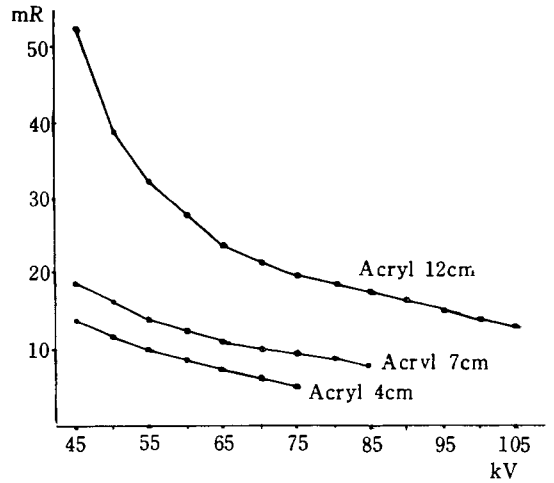


Fig. 2. Attenuation of surface dose by various kilovoltage

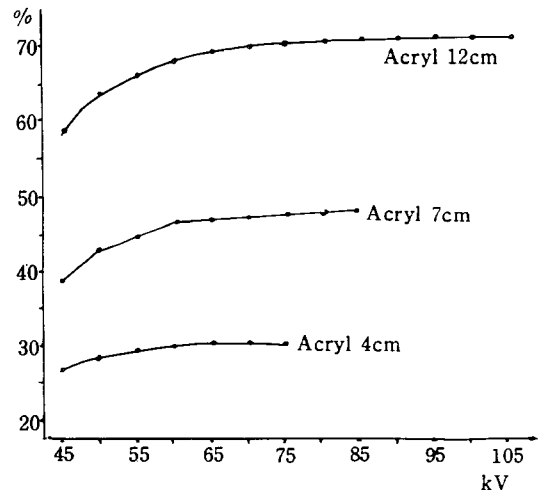


Fig. 3. Content of scattered radiation

4. 散乱線含有率

散亂線含有率은 그림 3과 같이 管電壓이 높을수록, phantom의 두께가 두꺼울수록 增加하였다.

4cm 아크릴 phantom에서는 27.2~30.5%, 7cm 아크릴 phantom에서는 38.6~48.5%, 12cm 아크릴 phantom에서는 58.8~71.8%의 範圍이었으며, 共通의 一定한 管電壓에서 부터 대체로 飽和狀態를 나타냈다.

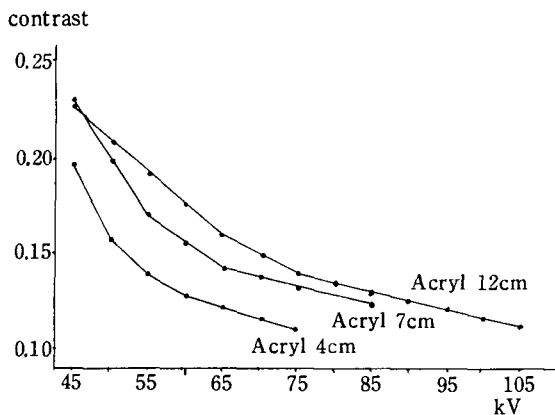


Fig. 4. Relationship of radiographic contrast between soft tissue and bone

5. 骨과 同一한 濃度를 나타내는 알루미늄의 두께

X線像에서 人體의 骨과 同一한 濃度를 나타내는 알루미늄 step wedge의 階段은 指骨이 2mm, 尺骨과 橈骨의 體部 (shaft)가 3mm, 大腿骨의 遠位端이 6mm이었다.

6. 骨과 軟部組織間의 寫眞對照度

管電壓과 寫眞對照度와의 關係는 그림 4와 같이 相反關係였다.

4cm 아크릴 phantom에서는 0.186~0.112, 7cm 아크릴 phantom에서는 0.229~0.125, 12cm 아크릴 phantom에서는 0.226~0.113의 値를 나타냈다. 共通의 所以로 比等한 模型이었다.

7. 解像力

鮮銳度를 觀察하기 위하여 phantom內에 解像力尺을 插入하여 撮影한 X線像에서 測定된 解像力은 4cm와 7cm의 phantom에서는 一貫性있게 4.0 lines/mm 이었고, 12cm phantom에서는 60kV까지에서 4.0 lines/mm, 70~105kV에서 3.13 lines/mm이었다.

8. 臨床應用例

그림 5는 50, 60, 75kV에서 撮影된 手指部의 臨床應用寫眞이며, 그림 6은 55, 65, 80kV에서 撮影된 前膊部의 臨床應用寫眞이고, 그림 7은 60, 75, 100kV에서 撮影

된 膝關節部의 臨床應用寫眞이다. 高管電壓의 寫眞도 低管電壓의 寫眞과 比較하여 適正한 畫質을 보여주고 있어, 臨床의 所以로 利用價值가 높은 結果를 나타냈다.

IV. 考 察

診斷에 適合한 X線寫眞의 具備條件은 첫째 寫眞濃度가 適度일 것, 둘째 X線의 透過差의 識別이 容易하도록 適度의 contrast를 가진 것, 셋째 撮影部位에 따라 識別이 잘 되는 鮮銳도와 粒狀性을 가진 것, 넷째 X線像의 歪曲과 擴大가 적고 被寫體의 形狀이 判斷하기 容易한 것 등이 다 矣.

各 X線檢査에 앞서, 放射線士는 適正한 撮影條件을 選定하는데 있어서 正確한 判斷을 할 必要가 있다. 이 것들의 各各의 値를 決定하는데 고려할 事項은 많고, 相互 複合的으로 關係되고 있다. 管電壓은 그 中에서 가장 重要한 因子이며, 一次的으로 X線束의 質에 影響을 미치는 同時에 量에도 影響을 가진다 矣.

同一한 寫眞濃度를 나타내는 데에 所要되는 管電壓과 管電流-一秒의 關係는 그림 1과 같이 逆比例曲線이 成立되었다. X線管의 出力은 高管電壓에서 상당히 增加하고 增減紙로부터 放出되는 螢光量도 역시 急激하게 增加되고 矣, 따라서 露出量은 상당한 만큼 減少가 可能하기 때문이다.

表面線量은 그림 2와 같이, 12cm phantom (膝關節部)의 境遇에, 45kV와 比較하여 55kV에서는 61.5%, 65kV에서는 46.2%, 75kV에서는 38.5%, 90kV에서는 30.8%, 105kV에서는 25.0%로 漸次 減少되었다. 同一한 部位의 撮影에서 露出條件중 管電壓値가 낮게 選定되면 이에 따라 mAs 値는 增加되는 結果가 되며, 患者에 대한 被曝線量 또한 增加된다.

四肢에 있어서는 他 部位보다 骨折이 頻發하며, 그 境遇에는 最初診斷을 위한 X線檢査 뿐만 아니라 變形(reduction) 後나 固定(immobilization) 後, 姿勢의 變動時, 骨肉芽의 形成時期, 석고붕대 또는 牽引(traction)變化後, 最終退院前等에 반복하여 檢査가 施行되므로 患者의 被曝線量에 대한 留意가 必要하다.

X線寫眞의 目的은 畫像을 얻는 것이며, 이 畫像은 그것을 取扱하고 利用하려는 사람의 要求를 物理的·知覺的으로 滿足시킬 수 있는 完全한 畫像이어야 하거니와, 이 때 被寫體가 患者일 境遇는 물론이고 工學的 被檢體라 하더라도 放射線의 照射量은 加급적 하게 할 必要가 있다. 患者 및 術者의 被曝量을 最少限에 그치게 하는 것은 放射線世界의 常識이다 矣. 또

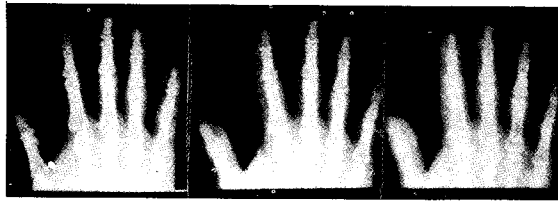


Fig. 5. P-A radiographs of the finger in 50, 60 and 75kV

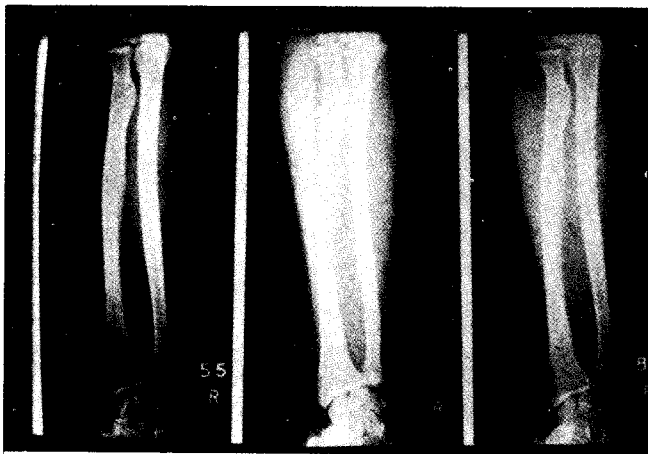


Fig. 6. A-P radiographs of the forearm in 55, 65 and 80kV



Fig. 7. A-P radiographs of the knee in 60, 75 and 100kV

한 最少의 被曝線量으로 最大의 情報量을 描出⁹⁾시키려는 것은 X線撮影의 課題이다.

그러나, 許⁹⁾의 使用管電壓에 대한 調査에 의하면 比較의 高電壓을 發生시킬 수 있는 120~150kVp 施設이 41.23%를 차지하고 있는데도 不拘하고 胸部 檢査에서 60kVp 以下가 46.16%, 61~70kVp가 42.31%인 實情이다. 이와 比較하여 福田等¹⁰⁾의 日本國內 實態報告에 의하면 胸部 檢査에서 60kVp 以下가 16.9%, 61~70kVp가 29.5%, 71~80kVp가 16.0, 81~90%가 11.6%, 91~100kVp가 3.6%이며 더우기 101~150kVp가 22.3%에 이르고 있어 對照가 되고 있다. 이는 醫師나 放射線士들의 姑息의인 畫質 評價方法이나 技術의 傾向, 被曝線量輕減에 대한 關心度의 差異에 그 原因이 있다고 思料된다.

散亂線含有率은 그림 3과 같았다. 人體의 두꺼운 部位에 있어서, 散亂線含有率은 散亂線을 필름에 到達하지 못하도록 어떤 適切한 方法이 採用되지 않는 限 쉽사리 필름黑化度의 50% 以上이 된다¹¹⁾. 散亂線의 量을 決定하는 세 因子는 管電壓, 被寫體의 두께, 照射野이며¹²⁾, 高電壓에서는 散亂係數는 작아도 그 散亂線의 吸收係數가 減少되므로 phantom內의 吸收가 減退되고 結果적으로 필름에 到達하는 散亂線은 增加된다¹³⁾.

管電壓이 畫質에 미치는 主影響은 被寫體對照도에 대한 影響이고, 이는 必然적으로 像의 最終의인 對照도에 影響을 미치게 된다¹⁴⁾. 寫真對照도를 左右하는 세 因子는 被寫體對照도, fog와 散亂線이며, 被寫體對照도의 重要한 決定因子의 하나가 線質이다.

그림 4에서, 骨과 軟部組織間의 寫真對照도가 管電壓의 上昇과 더불어 減少現象이 나타났다. 이는 管電壓과 散亂線에 의한 影響이며, 또한 X線의 吸收가 管電壓의 增加에 따라 軟部組織에서 약간 增加되고 骨에서 銳敏하게 減少되는⁵⁾ 影響도 고려될 수 있다.

高電壓撮影에서 對照도不良은 가장 두드러진 短點이지만, 反面에 long-scale contrast가 되어 組織密度의 넓은 範圍를 한 필름상에 나타낼 수 있는 長點도 看過되어서는 안 될 것이다.

X線像의 鮮銳도는 畫像의 輪郭이나 細部를 어느 만큼 明瞭히 再現하고 있는가 하는 尺度로서, 그 表示에는 解像力과 레스폰스調數가 쓰이고 있다¹⁵⁾. 한편, 解像力은 再現의 知覺的 評價의 尺度로서 가장 廣範하게 利用되고 있는 것으로, 좁은 間격으로 相對하는 同一幅의 細線이 어느 만큼 分離된 像으로서 再現될 수 있는가로 表示된다. 그런데, 本 實驗의 各

寫真像에서는 共通的으로 解像力에 큰 變化를 보이지 않았다. 이는 高電壓으로 撮影된 寫真像도 現在의 通常電壓의 寫真像과 比較하여 鮮銳도에 特別한 有意差가 없음을 示唆해 주고 있으며, 그림 5, 6, 7의 臨床應用例가 이를 如實히 뒷받침 해주고 있다.

따라서, 畫質向上과 被曝線量의 輕減을 위해서는 高電壓使用으로서 短時間 撮影이 勸獎된다. 四肢의 單純撮影을 위해서는, 手指部의 境遇에 55~60kV 以上, 前膊部의 境遇에 65kV 以上, 膝關節部의 境遇에 75kV 以上의 管電壓 維持가 必須의이라 하겠다.

IV. 結 論

四肢 單純撮影條件의 管電壓에 대하여 아크릴 phantom과 알루미늄階段을 使用하여 檢討한 바, 手指部에서는 55~60kV 以上, 前膊部에는 65kV 以上, 膝關節部에는 75kV 以上의 管電壓이 適正하였다.

參考文獻

1. 內田 勝, 山下一也, 稻津 博: 畫像工學, 2版, 通商産業研究社, pp. 99-100, 1979
2. Goodwin, P. N., E. H. Quimby and R. H. Morgan: Physical Foundations of Radiology, 4th ed., Harper & Row, Publishers, pp. 122-24, 1970
3. 井上 實: X線寫真學入門, 小西六寫真工業株式會社, p. 32, 1975
4. Bushong, S. C: Radiologic Science for Technologists, The C. V. Mosby Co., pp. 247-49, 1975
5. Bryan, G. J.: Diagnostic Radiology, 2nd ed., Churchill Livingstone, pp. 21-23, 1974
6. Meschan, I.: Synopsis of Analysis of Roentgen Signs in General Radiology, W. B. Saunders Co., pp. 35-36, 1976
7. 江頭元樹: X線寫真學, 4版, 金原出版株式會社, pp. 1-2, 1979
8. 許俊, 金昌均, 姜弘錫: 胸部X線檢査에 있어서 被曝線量의 輕減에 대한 檢討, 韓放技研誌, Vol. 2, No. 1, pp. 15-22, 1979
9. 許俊: X線診斷에 있어서 患者被曝線量의 輕減에 對한 研究, 高麗醫技大雜誌, Vol. 5, No. 1, pp. 25-31, 1974
10. 福田幸男 等: 撮影條件의 調査結果について, 富士X-레이研究, No. 114, pp. 10-16, 1977

11. Ridgway, A. and W. Thumm: The Physics of Medical Radiography, Addison-Wesley Publishing Co., pp. 363-69, 1968
12. Christensen, E. E., T. S. Curry, III and J. E. Dowdey: An Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology, 2nd ed., Lea & Febiger pp. 74-75, 1978
13. 許 俊: 放射線畫像情報技術, 新光出版社, pp. 167-70, 1979
14. Hendee, W. R., E. L. Chaney and R. P. Rossi: Radiologic Physics, Equipment and Quality Control, Year Book Medical Publishers, Inc., p. 195. 1977
15. 立入 弘: 診療放射線技術, 上卷, 3版, 南江堂, pp. 277-78, 1978