

# 乳房攝影의 放射線量에 關한 研究

新丘專門大學 放射線科

崔鍾學 · 田萬鎮 · 金英一 · 崔鍾雲

## Abstract

### A Study on Radiation Dose in Mammography

Jong Hak Choi, Man Jin Jeon, Young Ill Kim, Jong Woon Choi

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

We studied radiation dose in mammography through 34-46 kv range using acryl phantom.

The obtained results were as follows :

1. Incident radiation was maximum with high kvp and thin added filtration.
2. Transmitted radiation by acryl phantom and its thickness were in reciprocal relationship.
3. The acryl thickness to produce comparable film density with soft tissue of breast was 6 cm.
4. The X-ray exposure for comparable density radiographs increased mammographic film more than medical x-ray film and the amount of x-ray exposure was directly proportional to the added filtration of x-ray beam.
5. The surface dose of x-ray exposure needed to produce film density of 1.0 for 6 cm acryl phantom was 1,084-1,575mR in mammographic film and 476-625 mR in medical x-ray film.

## 目 次

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

## I. 緒 論

乳房攝影法은 乳腺 및 乳管의 放射線學的 檢査方法으로 1913年 Salomon 에 의하여 처음 試圖되었으며<sup>1)</sup> 특히 乳癌診斷上의 필요성에서 생겼다.<sup>2)</sup>

그러나, 從來의 乳房攝影法은 ละเอียด한 乳房構造를 明確하게 나타내지 못했기 때문에 오랫동안 乳房疾患의 診斷에 頻繁하게 사용되지 않았었다. 오늘날처럼

軟部組織法을 이용한 유방촬영이 廣範하게 適用될 것은 近年의 일이다. 이는 많은 研究者들에 의한 裝置 ฟิล름의 改善, X線 撮影技術 및 診斷學的 發展의 結果로 진단에 적합한 質的으로 우수한 X線 寫眞이 얻어질 수 있었기 때문이다.<sup>2, 3)</sup>

유방촬영법은 현재 乳房腫瘍의 微細構造와 病變의 범위 및 성질을 명확히 把握하는데 뿐만 아니라 微細石灰像, 生檢部位의 결정, 豫後判定 등에 이용되고 있고, 더우기 乳癌의 早期發見을 위한 Screening procedure<sup>4)</sup>로서까지도 널리 이용되고 있다. 그럼에도 불구하고, 現今의 유방촬영법은 露出條件의 過多에서 비롯된 患者에게 주어지는 放射線의 被曝線量이 상당히 크다는 重大한 問題點을 드러내고 있다.

이에 著者들은 軟部組織法을 이용한 乳房撮影時의 放射線量에 관하여 實驗調查한 바 있어 報告한다.

## II. 實驗材料 및 方法

### 1. 實驗裝置 및 材料

X線裝置 : Hitachi U-2L-55P, 200 mA, 34~46 kv  
(固有濾過 : 2 mm Be)

濾過板 : 0.03, 0.05, 0.08, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mmAl

Cone : 5 × 13 inches

필름 : 醫療用 X線필름 Fuji Rx,  
工業用 X線필름 Kodak AA,  
乳房撮影用 필름 Du Pont Cronex

Phantom: Acryl step (1~10 cm)

線量計 : Pocket dosimeter, Victoreen 541 R

線量計 Charger : Corporation<sup>®</sup> of America, model 909

自動現像機 : Fuji RN (現像處理時間 : 90 秒)

濃度計 : Sakura PDA-81

### 2. 實驗方法

각 實驗을 위해서는 共히 X線管의 1 × 1 mm焦點을 사용하였으며 管電流는 100 mA, 焦點-필름間 距離는 50 cm에 固定하고, 管電壓은 34~46 kv의 범위내에서 調整하였으며 露出時間은 任意로 調整하여 X線을 照射시켰다.

가. X線관의 X線射出口에 8種의 여과판을 交換 挿入한 상태에서 X線을 각각 照射시켜 濾過의 變化에 따른 入射線量(mR/mAs)을 測定하였다.

나. 여과판이 없을 때와 0.2 mm 및 0.5 mm 알루미늄 여과판 挿入時에 管電壓을 34 kv에서 46 kv까지 2 kv씩 順次的으로 增加시킨 상태에서 X線을 각각 照射하여 管電壓의 變化에 따른 入射線量(mR/mAs)을 測定하였다.

다. 人體의 乳房部の 軟部組織과 同一한 寫眞濃度를 나타내는 아크릴의 두께를 選定하고자 아크릴 phantom과 標準體形의 成人女性의 乳房部를 同一한 露出條件으로 촬영하여 寫眞濃度를 比較 觀察하였다.

라. 두께 1~10 cm인 아크릴 phantom의 底面에 線量計를 위치하고 X線을 照射하여 透過線量(mR/mAs)을 測定하였다.

마. 醫療用 X線필름(Screen type), 工業用 X線필름, 乳房撮影用 필름상에서 同一한 寫眞濃度를 나타내는 mAs量을 비교하기 위하여 일정한 管電壓, 濾過狀態에서 露出時間을 변경하여 한 필름을 分割해서 數回씩 6 cm 아크릴 phantom을 촬영한 後, 사진농도 1.0을 나타내는 mAs值를 찾았다. 한편, 모든 촬영에서 增感紙는 사용하지 않았다.

바. 6 cm의 아크릴 phantom 위에 線量計를 위치하여 놓고, 項의 實驗에서 選定된 노출조건으로 X線을 照射시켜 各各의 表面線量을 測定하였다.

## III. 實驗結果

### 1. 濾過의 變化에 따른 入射線量

附加濾過의 變化에 따른 入射線量의 變化는 그림 1과 같이 反比例關係를 나타냈다.

34 kv의 경우에서는 無濾過때에 15 mR/mAs 이었으나 0.5 mm 알루미늄 여과때에는 9 mR/mAs로 減少되었고, 40 kv의 경우에서는 無濾過때에 18 mR/mAs 이었던 것이 0.5 mm 알루미늄 여과때에는 12 mR/mAs로 減少되었고, 46 kv의 경우에서는 無濾過때에 25.6 mR/mAs 이었으나 여과가 增加됨에 따라 오히려 入射線量이 점차로 減少되어 0.5 mm 알루미늄 여과때에는 17.4 mR/mAs로 變化되었다.

### 2. 管電壓의 變化에 따른 入射線量

管電壓의 變化에 따른 入射線量은 그림 2와 같이 增加勢를 나타냈다.

X線束의 附加濾過를 하지 않은 경우에 入射線量은 34 kv에서 14.5, 38 kv에서 16.2, 42 kv에서 19.0, 46 kv에서 25.6 mR/mAs로 점차 增加되었다. 또한,

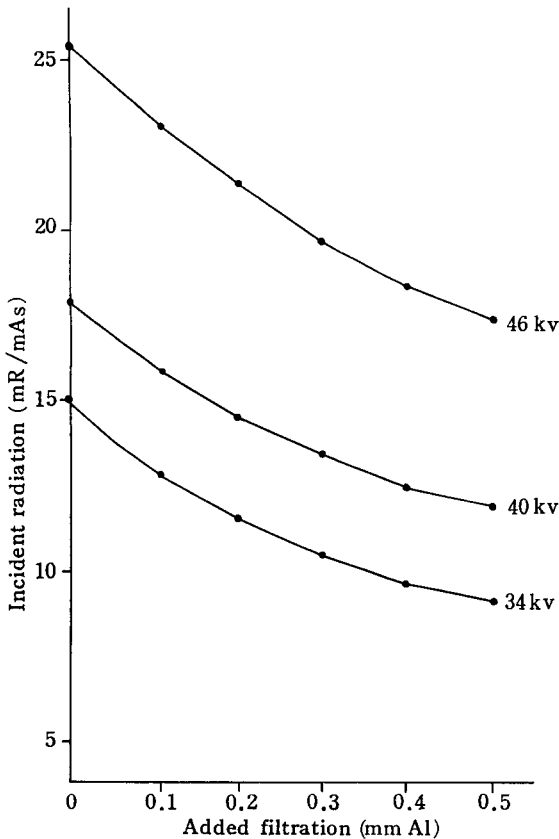


Fig. 1. Incident radiation with various thicknesses of aluminum filtration

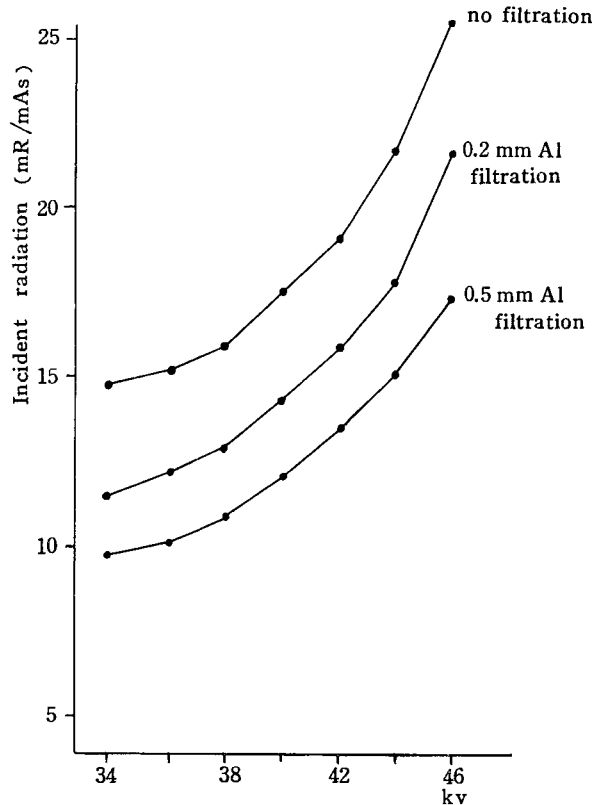


Fig. 2. Variation of incident radiation with kVp of the X-ray beam

0.2 mm 알루미늄 濾過때에는 34 kv에서 11.5, 38 kv에서 13.4, 42 kv에서 15.8, 46 kv에서 21.4 mR/mAs 이었고, 0.5 mm 알루미늄 濾過때에는 34 kv에서 9.4, 38 kv에서 11.0, 42 kv에서 13.2, 46 kv에서 17.4 mR/mAs를 나타냈다.

### 3. 軟部組織과 同一한 写真 濃度를 나타내는 아크릴의 두께

標準體形의 成人女性의 乳房 X線像에서 皮下組織은 사진농도가 1.8, 脂肪은 사진농도가 1.0 이었다. 이는 同一한 露出條件으로 撮影한 아크릴 phantom의 像에서 皮下組織이 아크릴 2cm, 脂肪이 아크릴 6cm의 階段의 사진농도에 該當되었다.

### 4. Phantom의 두께의 變化에 따른 透過線量

아크릴 phantom의 각 階段의 底面에서 測定된 透過線量은 그림 3 과 같이 phantom의 두께가 두꺼운 部

分일수록 透過線量이 減少되었다. 1~6 cm에서 減少量이 비교적 컸으며, 그 以上の 두께에서는 僅少한 差로 減少했다.

乳房의 皮下組織部(아크릴 2cm)와 脂肪部(아크릴 6cm)의 透過線量의 比는 34 kv에서 4.25:1, 40 kv에서 3.52:1, 46 kv에서 3.14:1로 점차 낮은 値로 나타나 管電壓의 增加에 따른 写真對照度의 低下를 示唆해 주었다.

### 5. 同一한 濃度를 나타내는 露出量

6 cm 아크릴 phantom을 촬영한 醫療用 X線필름, 工業用 X線필름, 乳房撮影用 필름의 像에서 同一한 写真濃度 1.0을 나타내는데 所要되는 mAs量을 求한 結果는 그림 4와 같았다. 한편, 工業用 X선필름은 自動現像處理중 定着操作이 不完全하여 除外하였다.

醫療用 X線필름(Screen type)에 比較하여 乳房撮影用 필름에서 露光量이 顯著하게 크고, 同一한 필름의 경우에는 附加濾過가 增加된 상태에서 대체로 큰 露

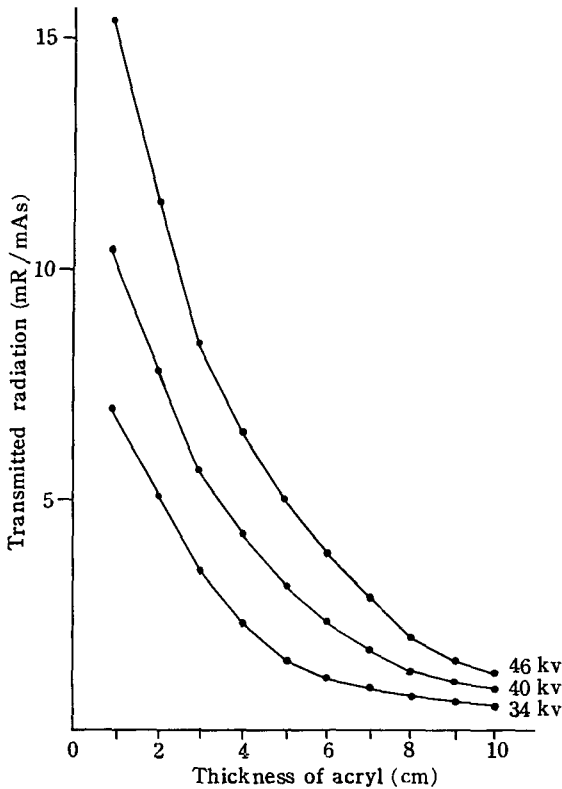


Fig. 3. Transmitted radiation by acryl phantom with 0.1 mm Al filtration

出量이 所要되는 傾向을 보였다. 이 차는 특히 低管電壓에서 상당히 컸다.

6. 表面線量

6 cm 아크릴 phantom 위에 線量計를 위치해 놓고 前項에서 選定된 露出條件의 X線을 照射하여 測定한 表面線量은 表 1 과 같았다. 乳房攝影用 필름 使用時가 醫療用 X線필름 使用時보다 전반적으로 越等하게 높았으며, 乳房攝影用 필름 使用時에는 1,084~1,575

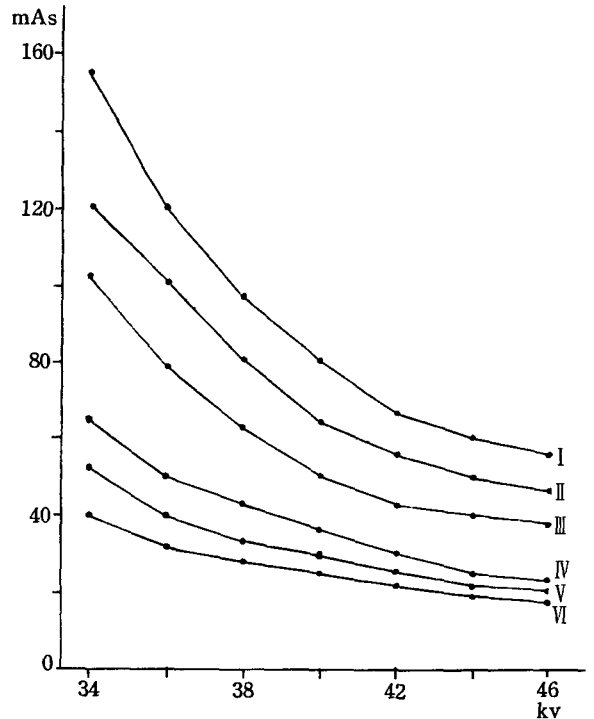


Fig. 4. The x-ray exposure for comparable density radiographs of 6cm acryl phantom

- I. Mammographic film, 0.5 mm Al filtration
- II. Mammographic film, 0.2 mm Al filtration
- III. Mammographic film, no filtration
- IV. Medical x-ray film, 0.5 mm Al filtration
- V. Medical x-ray film, 0.2 mm Al filtration
- VI. Medical x-ray film, no filtration

mR, 醫療用 X線필름 使用時에는 476~625 mR의 범 위였다. 同一 필름 使用時에는 表面線量이 대체로 管電壓의 增加에 따라 점차 減少되었고, 같은 管電壓상태에서 附加濾過가 增加됨에 따라 다소간 減少變化를 나타냈다.

Table 1. The surface dose (mR) of the x-ray exposure needed to produce film density of 1.0 for 6 cm acryl phantom

Type of film Filtration	KV	Medical x-ray film						Mammographic film							
		34	36	38	40	42	44	46	34	36	38	40	42	44	46
None		625	588	562	534	516	504	492	1,575	1,460	1,340	1,226	1,170	1,142	1,108
0.2 mm Al		608	574	548	520	504	494	484	1,528	1,414	1,308	1,202	1,150	1,125	1,094
0.5 mm Al		590	558	534	508	494	486	476	1,496	1,398	1,294	1,190	1,138	1,112	1,084

#### IV. 考 察

女性の乳房은 正常的으로도 크기 및 道-腺의 分布에 차이가 있고,<sup>5)</sup> 軟部組織을 구성하고 있는 個個의 組織은 낮은 固有密度 (intrinsic density)를 나타낸다. 그러므로 X線攝影을 하고자 할 境遇에는 이 작은 程度의 軟部組織對照度 (Soft-tissue differentiation) 및 鮮銳度를 최대한 나타내게 할 수 있는 方法이 考慮되어야 한다.<sup>6)</sup> 이를 위하여 被寫部位를 투과할만한 최소의 低管電壓을 선정하고, 적절한 照射野의 制限 및 被寫體의 壓迫, 微粒子感光乳劑의 Non-screen type 필름, 銳焦點의 X線管, 強力硬調 現象液 등을 사용하며<sup>7)</sup>, 使用 管電壓에 적합한 만큼 X線束의 濾過를 감소하고, 患者의 자세를 適實하게 固定한다.

이와같은 일련의 뒷받침으로 비로소, 乳房攝影術은 매우 정확한 診斷率을 가지고 특히 症狀이 나타나기 前의 觸知되지 않는 작은 病變도 찾아낼 수 있어<sup>8)</sup> 手術前의 精確한 鑑別診斷 및 乳癌의 早期發見에 매우 有用하다. 陳<sup>9)</sup>은 軟部組織攝影法을 이용한 乳房攝影을 시행한 結果, 手術 또는 病理組織學的 所見이 확인된 例중에서 乳癌의 診斷率은 79.0%, 良性疾患에서는 60.0%로서 전체적으로 68.9%의 높은 診斷率을 나타내고 있음을 報告한 바 있다.

乳房攝影에 있어서의 放射線量에 關係本 實驗에서 檢討한 것에 의하면, 入射線量은 그림 1, 2에서와 같이 管電壓과 濾過의 變化와 밀접히 關係하고 있으며, 透過線量은 그림 3에 나타난대로 乳房의 軟部組織과 比等한 X線透過度를 가지는 아크릴 6 cm 以後의 두께에서 線量減少가 대체로 僅少하여 正常組織보다 稍密한 腫瘍組織 (dense tumor-tissue)이라 하더라도 被寫體對照度 형성이 容易하지 않음을 示해해 주었다.

그림 4에서, 同一한 寫眞濃度를 나타내는데 所要되는 露出量은 醫療用 Screen type 필름에 比하여 乳房攝影用 필름을 사용할 때가 越等히 높게 나타났다. 醫療用 Non-screen type 필름은 軟部組織 構造의 적절한

鮮銳度를 제공하는 반면에 불가피하게 露出量의 增加가 요구되는 短點을 가지며, 또한 工業用 Non-screen type 필름도 보다 우수한 鮮銳度를 제공해 주기는 하나 醫療用 Non-screen type 필름보다도 여러 倍 低感度인 短點이 있다<sup>4)</sup>는 것은 周知의 사실이다.

表面線量은 表 1에서와 같이 乳房攝影用 필름 使用時가 약 1~1.5 R, 醫療用 X線필름 使用時가 약 0.48~0.63 R에 이르렀고, 그 傾向은 管電壓의 증가에 따라 점차 減少되었고 같은 管電壓상태에서는 濾過가 증가됨에 따라 약간 정도씩 減少勢였는데 이는 崔<sup>10)</sup> Trout等<sup>11)</sup>의 結果와 一致되고 있다. 한편, 乳房攝影에서의 附加濾過의 증가는 被曝線量의 輕減 측면에서는 그림 4에서 높은 露出量이 요구된 반면에 表面線量의 감소가 별로 顯著하지 않아 중요한 意味가 없음을 立證하고 있다.

韓國人の 女性癌 發生趨勢에 있어 乳房癌은 子宮癌에 이어 제 2위를 차지하고 있거나와 發生比率은 증가 추세에 있다.<sup>12)</sup> 이와같은 乳房癌을 精確히 診斷해내기 위해서 乳房攝影은 必須不可缺이고, 따라서 우수한 寫眞의 質이 요구되는 것은 명백한 일이다. 그러나, 軟部組織 像의 質의 유지를 위해서 隨伴되는 患者에게 주어지는 被曝線量의 증가도 看過되어서는 안되는 중요한 問題點이다. 이와 關係하여 Bushong<sup>13)</sup>은 X線의 直接露出, 增感紙에 의한 露出, 電子放射線寫眞法의 경우에 있어서의 像의 特性和 被曝線量 關係를 表 2와 같이 比較하였다.

乳房攝影을 시행함에 있어서, 被曝線量의 輕減을 위해서는 현재의 Non-screen type 필름의 사용을 止揚하는 像의 記錄系의 改善이 우선되어야 한다. 稀土類 螢光體 增感紙 및 그에 感色性이 일치되는 Screen type 필름과 더불어 Vacuum cassette를 사용하거나, 周邊效果 (Edge enhancement)로 像의 鮮銳度 및 診斷의 精確성이 強化된 電子放射線寫眞法의 도입이 권장된다. 또한 電算化斷層攝影法에 의한 乳房攝影이 머지않아 실

Table 2. Characteristics of the three types of image receptors employed for mammography

Receptor	Recommended x-ray tube target	Imaging properties	Patient entrance dose (rad)
Direct exposure	Molybdenum	Best solution, narrow latitude	6 to 15
Screen film	Molybdenum	Good resolution, moderate latitude, images rounded structures well	0.2 to 1
Xerox	Molybdenum or tungsten	Good resolution, wide latitude, images microcalcifications well, edge enhancement	0.5 to 1.5

현될 것으로 전망된다. 1977년 Joseph Chang 등은 乳房의 電算化斷層撮影을 試圖하여 皮膚線량이 한 側 檢査當 240 mR에 불과하였다고 보고했다.<sup>14)</sup>

다음으로, 被寫體의 적절한 壓迫과 Heel effect의 利用이 被曝線량의 輕減을 위한 方法으로 講究될 수 있다. 被寫體를 壓迫하므로서 보다 均일한 寫眞濃도와 우수한 鮮銳度의 像을 얻을 수 있고, 胸壁側의 乳房部에 X선과 陰極側을 위치하므로서 乳頭側의 乳房部보다 많은 放射線을 照射시킬 수 있다.

한편, 乳房의 X線透過性は 乳腺組織에 대한 脂肪組織의 占有度나 연령·授乳·月經等에 따라 變化한다.<sup>15)</sup> 그러므로 性週期에 관해서는 月經終了後가 X선투과성이 가장 좋고 妊娠의 可能性이 없어 患者의 X선 被曝에 가장 安全하여 되도록 이 時期를 선정하여 乳房撮影을 시행할 必要가 있다.

## V. 結 論

乳房撮影에 있어서의 放射線量에 관해 아크릴 phantom을 사용하여 34-46 kv의 管電壓의 범위에서 實驗 調查한 바, 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 入射線量은 附加濾過가 커질수록 작아지고, 管電壓이 增加할수록 커졌다.

2. 透過線量은 phantom의 두께가 增加할수록 減少하였다.

3. 乳房의 軟部組織과 동일한 寫眞濃도를 나타내는 아크릴의 두께는 6 cm이었다.

4. 동일한 濃도를 나타내는 露出量은 醫療用 X線 필름에 비하여 乳房撮影用 필름에서 현저히 크고, 같은 필름의 경우에도 附加濾過의 增加에 따라 큰 露出量이 所要되었다.

5. 6 cm 아크릴을 透過하여 寫眞濃도 1.0을 나타내는 露出條件을 照射했을 때의 表面線量은 乳房撮影用 필름에서 1,084~1,575 mR, 醫療用 X線필름에서 476~625 mR의 범위였다.

## 參 考 文 獻

1. Merrill, V.: Atlas of Roentgenographic Posit-

ions, 3rd ed., The C. V. Mosby Co., 726-33, 1967.

2. 小林敏雄: X線解剖學, 改訂第二版, 金原出版(株), 6-7, 1978.

3. Gershon-Cohen, J.: Breast Roentgenology, Amer. J. Roentgen., Vol. 86, 876-83, 1961.

4. Bryan, G. J.: Diagnostic Radiology, 2nd ed., Churchill Livingstone, 286-90, 1974.

5. 김은희: 환자기록지를 통해 본 乳房疾患者 看護를 위한 일 分析研究, 대한간호, Vol. 18, No. 1, 31-40, 1979.

6. Bryan, G. J.: op. cit., 24-25.

7. Meschan, I.: Synopsis of Radiologic Anatomy, W. B. Saunders Co., 408-409. 1980.

8. Egan, R. L.: Experience with Mammography in a Tumor Institution; Evaluation of 1,000 Studies, Amer. J. Roentgen., Vol. 75, 894-900, 1960.

9. 陳秀一: 軟組織撮影法을 利用한 乳房撮影에 關한 考察, 한국의과학, Vol. 9, No. 1, 55-60, 1977.

10. 崔鍾學·田萬鎭·金英一: 四肢 單純撮影條件의 管電壓에 對한 研究, 韓放技研誌, Vol. 3, No. 1, 29-35, 1980.

11. Trout, E. D., J. P. Kelley and G. A. Cathey: The Use of Filters to Control Radiation Exposure to the Patient in Diagnostic Roentgenology, Amer. J. Roentgen., 67, 942, 1952.

12. 이장규 등: 韓國人 癌疾患의 發生趨勢 및 要因別 分析, 한국의과학, Vol. 7, No. 6, 401-420, 1975.

13. Bushong, S. C.: Radiologic Science for Technologists, 2nd ed., The C. V. Mosby Co., 274-86, 1980.

14. Whitehouse, W. M.: The Year Book of Diagnostic Radiology, Year Book Medical Publishers Inc., 236-37, 1979.

15. 江副正輔·田島聖正·森山有相: X線撮影技術, 5版, 南山堂, 216-19, 1979.