

Filter effect 를 이용한 Chest Radiography

日本 化學療法研究所附屬病院 放射線室

林太郎 · 石田有治

Abstract

A Study on Filter Effect on Improvement of Chest Radiography

Taro Hayashi, Yuzi Ishida

*Dept. of Radiotechnology, Chemotherapeutic Institute Hospital,
Chiba Prefecture in Japan*

In the present study, we determined reduction value of radiation on chest film by film method and made a reduction curves.

The reduction ratio in exposure to radiation was induced by comparative investigation of characteristic curves and reduction one.

Basing on these result, we could reduce a radiation dose on body surface in 50% at the time of chest radiography, if 17.8mm aluminium or 0.87mm copper filter were used in addition to conventional filter at 140KV tube voltage.

The present study further revealed that the additional use of the aluminium or copper filter at the time of high voltage radiography in chest facilitates to identify an image of some pathologic focus overlapping wist clavicle and ribs.

目 次

- I. 緒 論
- II. 使用裝置, 機器 및 附屬器具
- III. 實驗項目
- IV. 實驗方法 및 結果
- V. 結 論
- 參考文獻

I. 緒 論

放射線診療에 있어서의 被曝線量 輕減의 삼원칙¹⁾은

justification, optimization, dose limitation 이다. 放射線士는 이 요소들중에서도 optimization 과 dose limitation 을 엄수해서 임상진료에 종사해야 될 것이다. 저자가 근무하고 있는 病院은 呼吸器疾患이 전문이므로 흉부 X선검사가 全症例의 90%를 차지하고 있다. 따라서, 한 사람의 환자에 대한 흉부 X선사진이 몇십장이 되는 경우가 적지 않으므로 한번 검사시 照射線량을 되도록 적게 하기 위하여 硬線質²⁾를 이용한 撮影을 routine으로 실시하고 있다.

X선검사시에 최대의 目標은 體內에 관한 많은 情報를 가능한 한 film위에 可視시키는데 있으며, 特殊한 경우를 제외하고는 항상 좋은 可視의 film을 얻을 수

있도록 주의할 필요가 있다.

저자는 오늘까지 exposure의 輕減에 關한 研究³⁻⁴⁾ 및 技術개발을 하여왔고, 또한 大韓放射線技術學會誌⁵⁾에 X線攝影時 被曝線量의 低減方法에 關한 報告를 掲載한 바가 있다.

II. 使用裝置, 機器 및 附屬器具.

- 1) 使用裝置 : 島津 1D-150L-3型
- 2) 自動現像裝置 : Agfa Geveart Curix 242 S型
- 3) 濃度計 : Sakura PDA-81
Fuji FSD-103型
- 4) Microphotometer : Sakura PDS-15
- 5) 測定機器 : 理研科學 Pocket dosimeter
Funk社製 Micro test chart
- 6) 散亂線除去器具 : 三田屋製 Lysholm blende 10:1
- 7) 增感紙 : 化成 optonics LT-II
- 8) Film : Agfa Geveart Medichrome
- 9) 現像液 : Agfa Geveart Medichrome G 43, G 43R
- 10) 定着液 : Agfa Geveart G 334, Aditan
- 11) 附屬器具 : Aluminium steps 1mm~20mm, 2mm~50mm
Aluminium filter 0.1, 0.2, 1.0, 2.0mm
Copper filter 0.05, 0.1, 0.2mm
Acrylite steps 5mm~150mm
Water phantom 300 × 400 × 150mm
Pb 10 × 10 × 5mm

III. 實驗項目

- 1) 管電壓 80, 100, 120, 140 kv 에 있어서의 Half value layer(以下 HVL)와 그 管電壓에 있어서 附加여과판 사용시의 알루미늄과 銅의 HVL 및 前者와 後者의 상태에서 增感紙를 사용할 때 同一濃度를 나타내는 線量比
- 2) 1항의 실험에서 얻은 各線質의 波長依存性, 線質依存性, 線量率依存性 및 各線質과 近似濃度에 있어서의 Al steps의 濃度分布과 MTF(Modulation transfer function).
- 3) 흉부 X선촬영시의 表面線量
- 4) 부가필터 사용시와 부가필터를 사용하지 않았을 경우에 따른 胸部臨床例의 比較

IV. 實驗方法 및 結果

Fig. 1은 film method에 의해 HVL測定시의 기

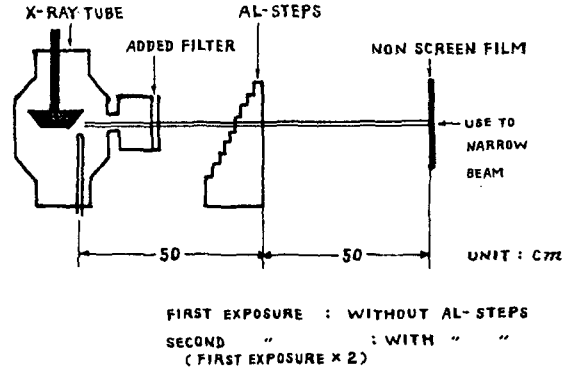


Fig. 1. Schematic illustration on measurement of half value layer by the film method.

TUBE VOLTAGE (KV)	ADDED FILTER AL (MM)	HVL AL (MM)	μ_{eff} (CM ⁻¹)	KV _{eff} (KV)	ADDED FILTER CU (MM)	HVL CU (MM)	μ_{eff} (CM ⁻¹)	EXP RATIO
80	—	3.0	2.31	34	—	—	65.0	1
	3.0	4.2	1.65	40	0.11	0.16	45.3	2
	7.2	5.2	1.33	44	0.27	0.22	31.5	4
	12.4	6.2	1.18	48	0.49	0.26	25.9	8
	18.8	—	—	—	0.75	—	—	16
100	—	3.8	1.82	38	—	0.15	46.2	1
	3.8	4.7	1.47	42	0.15	0.20	34.7	2
	8.5	6.0	1.16	47	0.35	0.27	25.7	4
	14.5	7.0	0.99	51	0.62	0.32	21.7	8
	21.5	—	—	—	0.94	—	—	16
120	—	4.2	1.65	40	—	0.18	38.5	1
	4.2	5.5	1.26	45	0.18	0.24	28.9	2
	9.7	7.0	0.99	51	0.42	0.34	20.4	4
	16.7	8.0	0.87	55	0.76	0.40	17.3	8
	24.7	—	—	—	1.16	—	—	16
140	—	4.8	1.44	42.5	—	0.22	31.5	1
	4.8	5.8	1.20	46	0.22	0.29	23.9	2
	10.6	7.2	0.96	52	0.51	0.36	19.3	4
	17.8	8.8	0.79	55	0.87	0.47	14.7	8
	26.6	—	—	—	1.34	—	—	16

KV : KILO VOLT
AL : ALUMINIUM
CU : COPPER
HVL : HALF VALUE LAYER
 μ_{eff} : COEFFICIENT OF EFFECT ABSORPTION
EXP RATIO : RATIO OF EXPOSURE

Fig. 2. The relation between added filter and ratio of exposure on each tube voltage and quality

하학적인 配置圖이다. 焦點-吸收物質間 距離는 50cm, 吸收物質로부터 film까지의 距離는 50cm로 하였다. 그리고 film method에 의해 HVL을 구할 경우에는 두 번의 曝射를 하였다. 즉 吸收物質을 사용하지 않고 最初의 X線照射하였고, 다음에 吸收物質을 最初의 照射條件의 두 배로 X線照射한 後 最初의 film과 同一濃度가 되는 吸收物質의 두께를 구하였다. 즉, 이 두께가 線質에 對한 HVL이다. 吸收物質로서는 Al과

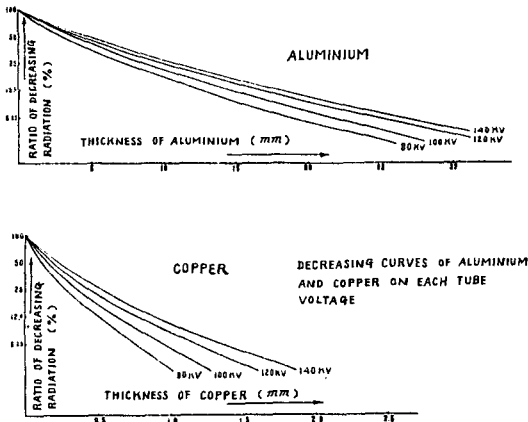


Fig. 3. Decreasing Curves of aluminium and copper on each tube voltage

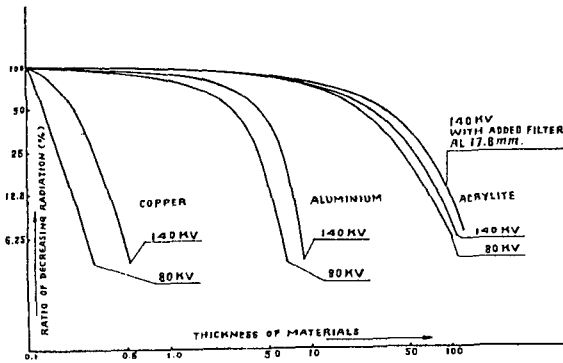


Fig. 4. Decreasing curves of each materials

Cu를 사용하였고, 管電壓 80 kv에서 부터 140 kv까지에 관한 HVL에서 1/16價層까지 구하였다. 그리고 본 測定에는 non-screen type film을 사용하였다.

Fig. 2는 Fig. 1의 方法으로 얻은 各線質에 對한 HVL과 吸收物質의 두께 및 實效吸收係數, 實效電壓¹¹⁾을 나타낸 것이다. 吸收物質의 사용법에 의하여 低電壓이라도 高電壓사용시와 거의 같은 energy를 얻을 수 있다는 것이 判明되었다. 그리고, 얻은 各 管電壓의 HVL를 附加 filter로 사용하여 이 filter 사용시의 HVL를 개개의 管電壓에 對해 구하기 위해 순차적으로 이 조작을 되풀이 하였다. 그리고 1/16VL까지 얻었다.

Fig. 3은 管電壓 80, 100, 120, 140 kv에 있어서의 Al과 Cu의 減弱曲線을 나타낸 것이다. 위의 것은 Al, 아래의 것은 Cu의 減弱曲線이다. 이 그림에서 알 수 있듯이 film method에서도 충분히 線質을 測定할 수가 있다.

Fig. 4는 더욱 Acrylite를 追加해서 兩對數 section paper를 사용하여 그림의 조건에서 얻어진 減弱曲線이다.

Fig. 5는 film법으로서 얻은 減弱曲線을 pocket dosimeter를 사용해서 比較檢討한 結果를 나타낸 것이다. 各 管電壓의 HVL을 added filter로 해서 사용 때에는 2배의 exposure로, 1/4 VL의 때에는 4배의 exposure로, 1/8 VL의 filter 사용시에는 8배의 exposure로 照射線量을 計測한 結果, 80 kv에서 140 kv까지 전부 誤差範圍의 값을 보여주고 있으나 120 kv, 140 kv의 線質이 硬한 곳에서는 精度的으로 film method가 우수한 것으로 생각된다. 따라서 精度가 양호한 測定器를 가지고 있는 施設에서는 日常의 HVL의 測定時에 film method도 충분히 이용될 수 있다는 것을 알 수 있었다.

TUBE CURRENT : 5 mA

FOCUS CHAMBER DISTANCE : 200 CM CONSTANT

CLASSIFICATION	VALUE LAYER	EXPOSURE TIME (SEC)	80 KV		100 KV		120 KV		140 KV	
			WITH AL FILTER (mm)	EXPOSURE DOSE (mR)	WITH AL FILTER (mm)	EXPOSURE DOSE (mR)	WITH AL FILTER (mm)	EXPOSURE DOSE (mR)	WITH AL FILTER (mm)	EXPOSURE DOSE (mR)
WITHOUT FILTER	—	1	—	6	—	10	—	14	—	19
WITH FILTER	1/2	2	3.0	"	3.8	"	4.2	"	4.8	"
"	1/4	4	7.2	"	8.5	"	9.7	15	10.6	20
"	1/8	8	12.4	"	14.5	"	16.7	16	17.8	21

Fig. 5. Measurement value of exposure of each tube voltage by the pocket dosimeter

Fig. 6 은 screen LT-II 에 Medichrome film 을 사용하여 附加 필터를 사용하지 않았을 때 管電壓 80kv 에 서부터 140 kv 에 관한 特性曲線이다. 이 그림에서 管電壓이 높아짐에 따라 感材系의 感도가 높아지고 있으며, 증감지사용시에는 波長依存性을 나타내고 있었다.

또 Fig. 7 은 80 ~ 140 kv 의 管電壓에서 각각 1/8 VL (0.87 mm Cu) 를 附加 filter 로 사용한 때의 特性曲線이다. 이 경우에도 그림 6 과 같은 線質依存性이 있었다.

Fig. 8 은 Fig. 6, Fig. 7 의 두 개의 特性曲線 으로부터 얻은 結果로서 同一한 濃度를 내기 위하여 各 各의 管電壓에 따른 照射線量을 表示한 것이다. 各 管電壓에서의 線質의 speed 값과 比感度값을 나타낸 것이다. 이 表에서 管電壓이 높아짐에 따라, 같은 管電壓 이라도 線質이 높아짐에 따라 感도가 높아지는 것이 判明되었다. 즉 필터를 사용하지 않았을 때 80 kv 와 17.8mm Al 필터를 사용한 경우의 140 kv 와 比較하면 感光材料의 感도는 후자에서가 約 2 倍가 되었다.

더구나 같은 管電壓이라도 感光材料의 感도가 다르므로 波長依存性과 線質依存性으로 각각 표현하였다.

Fig. 9 는 80kv 에서 필터를 사용하지 않았을 때의 感도를 1.0 이라고 하였을 때에 各 管電壓, 線質의 比 감도 값을 그림으로 나타낸 것이다. 같은 管電壓이라도 filter 를 사용하므로써 1.06 에서 1.26 倍로 感도가 높아졌다.

Fig. 10 은 먼저 特性曲線 (Fig. 6, 7) 의 LT-II + Medichrome film 로 542m μ 의 波長의 filter 를 사용했을 때의 特性曲線이다. 이 特性曲線은 gamma 가

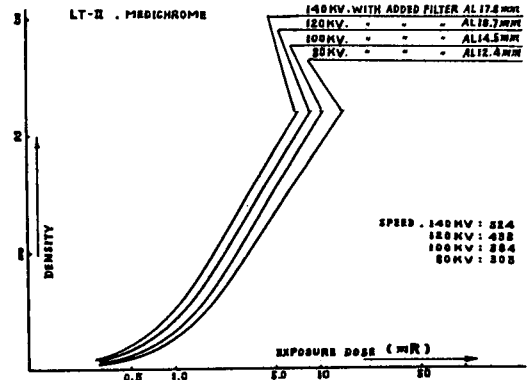


Fig. 7. The characteristic curve of with using added filter

TUBE VOLTAGE (KV)	WITH ADDED FILTER AL (mm)	HALF VALUE LAYER AL (mm)	SPEED	RATIO OF EXPOSURE	
80	—	3.0	286	1.0	1.056
100	—	3.8	313	0.914	0.968
120	—	4.2	372	0.769	0.815
140	—	4.8	417	0.686	0.727
80	12.4	6.2	303	0.944	1.0
100	14.5	7.0	364	0.786	0.832
120	16.7	8.0	438	0.653	0.692
140	17.8	8.8	524	0.524	0.578

NOTICE : SPEED IS A RECIPROCAL OF ROENTGEN DOSE ($\frac{1}{R}$ -DOSE) OF NECESSARY TO GET THE TRUE DENSITY 1.0

Fig. 8. Necessary exposure ratio to get the same density

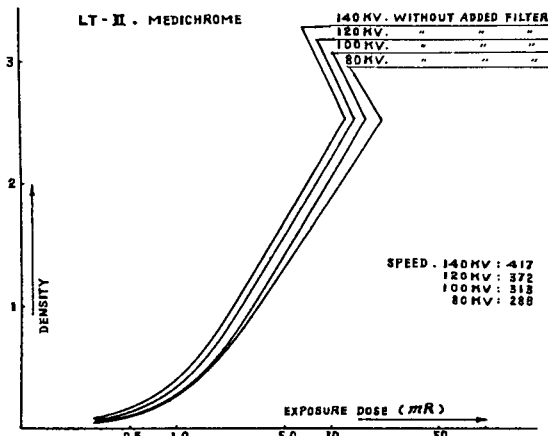


Fig. 6. The characteristic curve of without using added filter

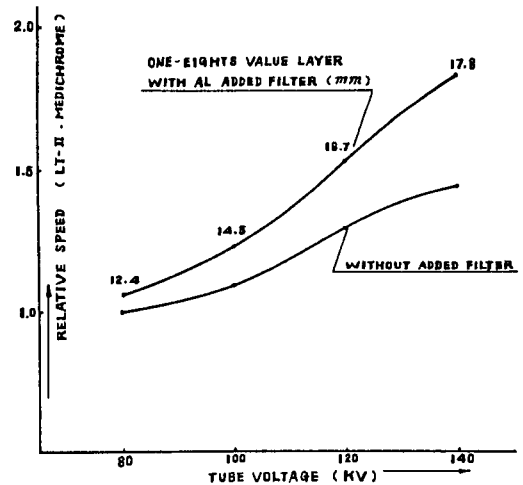


Fig. 9. The relation between quality and relative speed

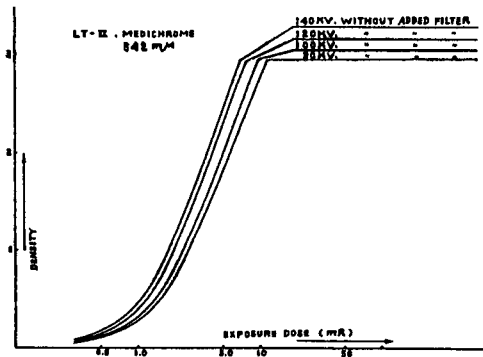


Fig. 10. The characteristic curves of with using 542m μ filter

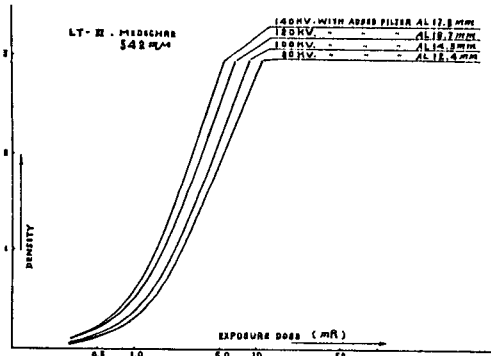


Fig. 11. The characteristic curves of with using 542m μ filter

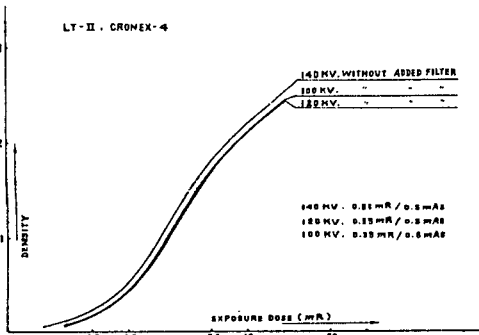


Fig. 12. The acrylite curves of each exposure factors

높아졌다. 이 결과는 film을 관찰할 때에 542m μ 의 波長의 filter를 사용하여 관찰하면 contrast가 개선될 수 있다는 것을 시사하고 있다.

Fig. 11도 같은 것으로서 542m μ 의 波長의 filter를 사용한 때의 特性曲線이다.

Fig. 12는 線量率을 변화시켜서 얻은 特性曲線으로서, 100 kv, 120 kv의 特性曲線에 관해서 관찰하면, 照射線量이 큰 100 kv에 있어서는 感도가 높아지고, 感光材料에 있어서는 線質依存性, 波長依存性 보다는 오히려 線量率依存性이 있다는 것이 판명되었다. 따라서 감광재료특성을 원할 경우에는 같은 線量率로 하지 않으면 안된다.

Fig. 13은 各管電壓에 따라서 1/8 VL의 filter를 사용 때의 特性曲線으로서 역시 같은 경향을 나타내고 있다.

Fig. 14는 촬영조건을 구하기 위해 acrylite steps를 사용하여 8 cm제단의 濃도가 1.5가 되도록 撮影條件(80 kv에서 필터를 사용하지 않고 15 mAs와 그 對전압에서 1/8 VL인 Al 12.4mm 필터를 사용하여 80 mAs를 주고, 그리고 140 kv에서 필터를 사용하지 않고 3.5 mAs와 그 對전압에서 1/8 VL인 Al 7.8 mm 필터를 사용하여 12 mAs로 照射를 한 acrylite에 대한 곡선이다.

Fig. 15는 Fig. 14와 같은 방법으로 管電壓 100 kv와 120 kv에 對한 撮影條件으로 照射를 한 acrylite에 대한 곡선이다.

Fig. 16은 各管電壓에 대한 필터를 사용치 않은 경우와 1/8 VL인 필터를 사용시 얻어진 노출비를 나타낸 것이다. 管電壓 140 kv로 acrylite 8 cm의 필름 濃도가 1.5가 되는 노출량은 필터를 사용치 않았을

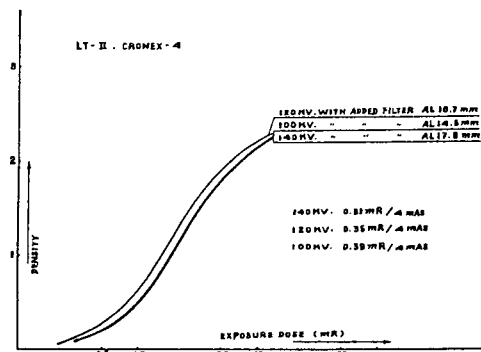


Fig. 13. The acrylite of each exposure factors

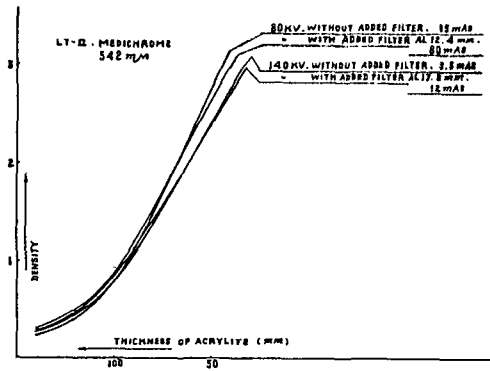


Fig. 14. The acrylite curves of 80kV and 140kV

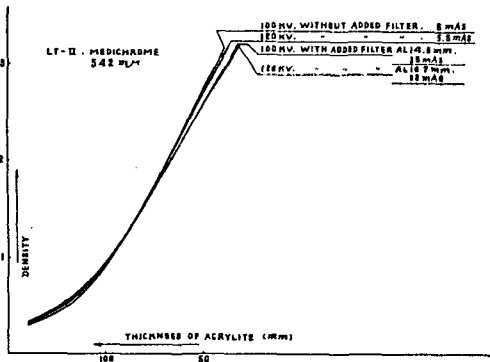


Fig. 15. The acrylite curves of 100kV and 120kV

경우엔 3.5mAs, 12.8mm Al의 필터를 사용할 때는 12mAs이었다. 즉 17.8mm Al은 1/8 VL 이므로 증감지를 사용하지 않는 경우에는 28 mAs 이어야 같은 선량을 얻을 수 있었다. 그러나, 증감지 사용시의 조건은 12 mAs 이므로 照射條件은 $12/28 \approx 0.429$ 가 되었다. 따라서 附加 필터를 사용하지 않았을 경우에 비하여 약 43%의 노출량으로서 X선촬영이 가능한 것이 되며, 부가여과판을 사용하지므로써 照射線량을 약 1/2로 輕減시킬 수 있었다.

Fig. 17은 散亂線을 測定하기 위한 배치도의 관계를 나타낸 것이다. 測定條件은 그림에 표시하였다. 그리고 測定條件은 80kv에서부터 140kv까지의 管電壓에 대하여, 필터를 사용하지 않았을 때 Grid 그리고 Non-Grid 및 1/8 VL 필터를 사용하였을 때 10 : 1 Grid 그리고 Non-Grid 상태로 하였다.

Fig. 18은 물 phantom 10cm에 대하여 얻은 散亂

TUBE VOLTAGE (KV)	RELATION	RATIO (%)
80	WITHOUT FILTER AND WITH AL 12.4mm	66.7
100	" " " " " 14.5 "	54.7
120	" " " " " 16.7 "	50.0
140	" " " " " 17.8 "	42.9

Fig. 16. The relation between thickness of aluminium filter and ratio of exposure dose

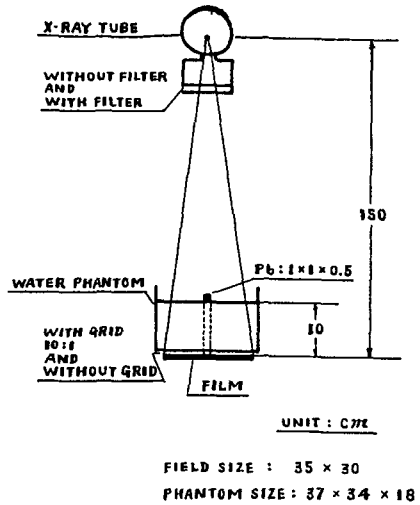


Fig. 17. Schematic illustration on measurement of scattered radiation

線含有率을 나타낸 것이다. 상단에 있는 2개의 곡선이 Grid를 사용하지 않았을 때이고, 下段의 2개의 곡선은 10 : 1 Grid를 사용하였을 때의 散亂線含有率을 표시한 것이다. 10 : 1 grid을 사용함으로써 34~44%의 散亂線을 제거할 수 있다는 것을 알게 되었다.

Fig. 19는 흉부 X선촬영에 있어서의 표면선량 測定方法에 대한 그림이다.

Fig. 20은 당병원에서 利用있는 흉부 X선촬영 各種條件에 따른 표면선량의 측정을 표시한 것이다. 부가여과판으로서 1/8 VL (Cu 0.87mm)를 사용하므로써 10 : 1 grid를 사용하였을 때 보다 低管電壓撮影에 있어서는 보다 더 낮은 선량으로 撮影이 가능하기 때문에 高電壓撮影의 이점을 나타내고 있다. 또 같은 高電壓撮影이라도 부가 filter를 사용하지 않고 撮影하면 약 2배의 선량을 필요로 하기 때문에 高電壓撮影에 있어서는 반드시 부가 filter를 쓰도록 주의할 필요가

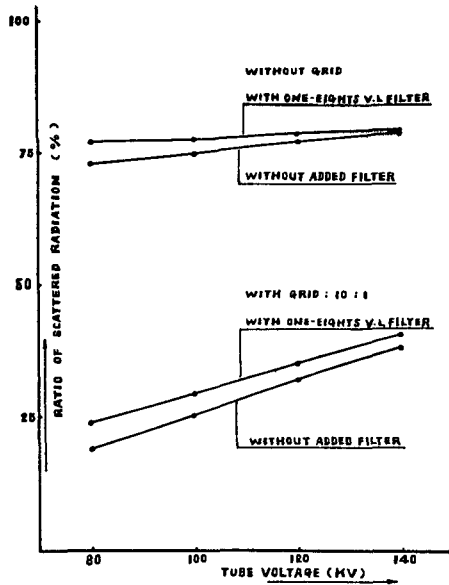


Fig. 18. The relation between quality and ratio of scattered radiation

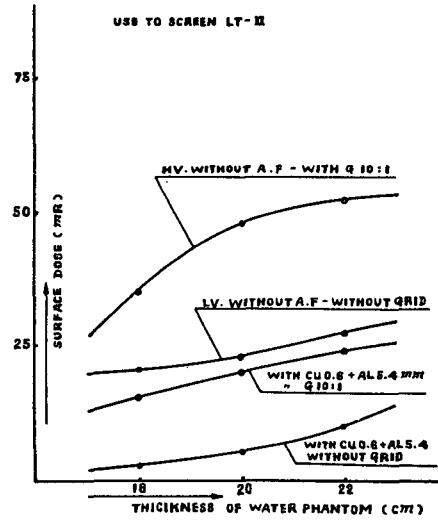


Fig. 20. The relation between thickness of water phantom and surface dose (film density: 1.4~1.8)

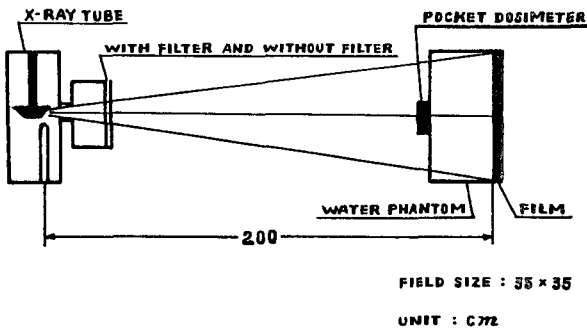


Fig. 19. Schematic illustration on measurement of surface dose

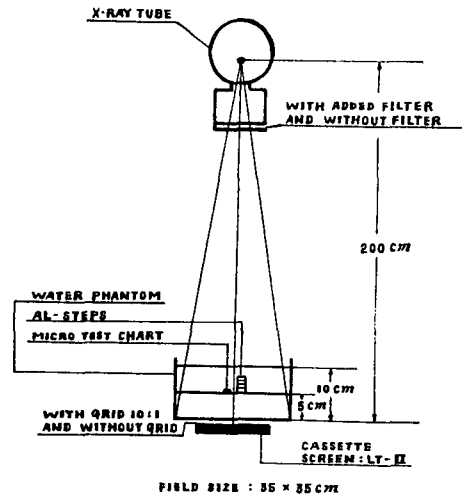


Fig. 21. Schematic illustration on exposure method of Al-steps and micro test chart in the water phantom

있다. 또 散亂線이 적은 흉부의 두께가 얇은 症例에 관해서는 Non-Grid로 撮影함으로써 10:1 Grid를 사용하였을 때 보다 약 1/3의 노출조건으로서 撮影이 가능하게 된다. 症例의 상태에 맞는 노출조건으로서 撮影을 하는 것에 따라 더욱 더 낮은 線量으로서 撮影이 가능할 수 있다.

Fig. 21은 臨床例에 있어서 대조도와 선예도를 알기 위한 實驗方法을 說明한 그림이다. 흉부 X선촬영時 가장 많이 使用되고 있는 조건은 低管電壓으로 80 kv

에서 필터를 사용하지 않았을 때, 高電壓에서는 140kv 이므로, 80kv에서 필터를 사용치 않고 그리고 1/8 VL 필터를 사용할 경우와 140kv에서 필터를 사용치 않고 그리고 1/8 VL 필터를 사용하였을 때와 일상적으로 사용하고 있는 부가 filter를 利用하여 Grid를 使

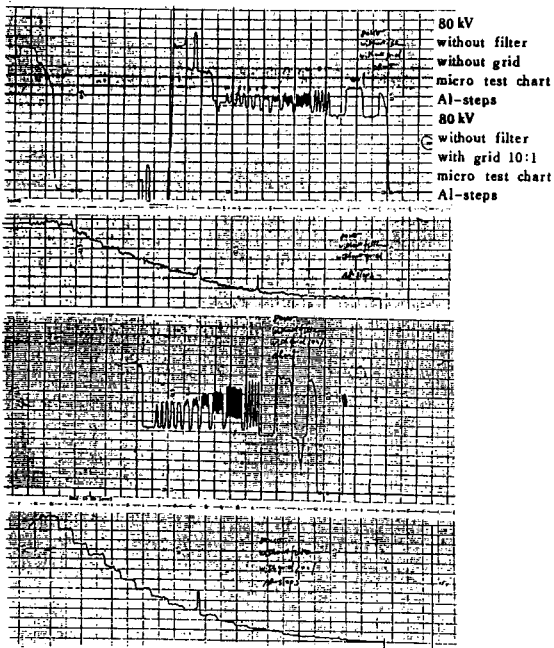


Fig. 22. Distribution curves of density of micro test chart and Al-steps

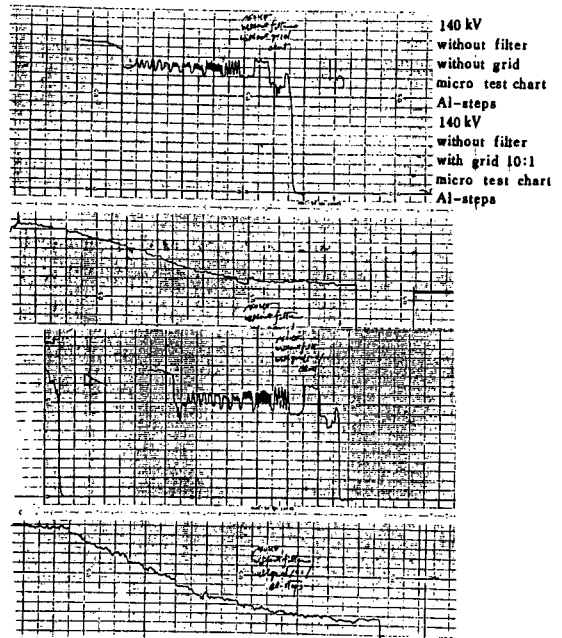


Fig. 24. Distribution curves of density of micro test chart and Al-steps

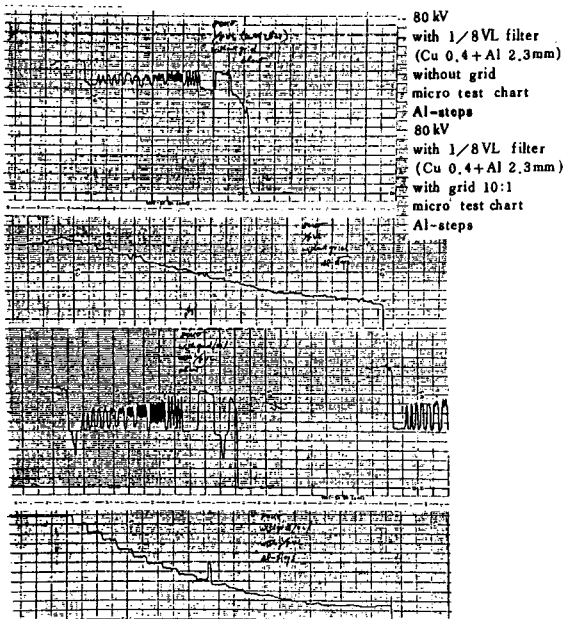


Fig. 23. Distribution curves of density of micro test chart and Al-steps

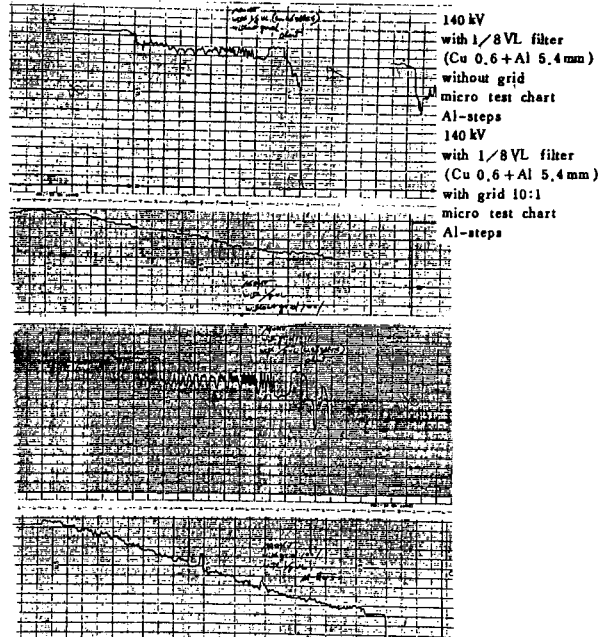


Fig. 25. Distribution curves of density of micro test chart and Al-steps

用하였을 때와 10:1 Grid를 사용하여 각각 X線照射한後各 Al-steps의濃度로부터 contrast의傾向과 Micro test chart의濃度測定結果로부터 MTF을 구하였다.

Fig. 22는 촬영한 film을 micro test chart와 Al-steps의濃度分布를 micro photo meter로測定한結果이다.

위의 곡선은 80 kv에서 Non-filter, non-grid로 촬영한 농도분포이고, 아래의 곡선은 같은 管電壓(80 kv)에서의 non-filter, 10:1 grid를 사용하였을 때에 얻어진濃度分布曲線이다. 이濃度分布曲線에서도 알 수 있듯이 grid를 사용함으로써 contrast가 개선되었음을 알 수 있었다.

Fig. 23도 Fig. 22와 같은 管電壓인 80 kv에서의 micro test chart 및 Al-steps의濃度分布曲線을 나타낸 것이다.

위의 곡선은 non-grid, 1/8 VL의 필터를 사용하였을 경우이고, 아래의 곡선은 1/8 VL의 필터와 10:1 Grid를 사용하였을 때의濃度分布曲線이다.

散亂線을 제거함으로 인해 contrast가 개선되고 있음을 Al-steps의 경향에서도 알 수 있었다.

Fig. 24는 管電壓 140 kv에서 얻어진濃度分布曲線이다.

위의 곡선은 non-filter, non-grid에서 얻어진 결과이고, 아래의 곡선은 non-filter, 10:1 grid를 사용한 80kv에서도 grid를 사용함으로써散亂線이 제거되어 contrast가 개선됨을 알 수 있었다.

Fig. 25도 Fig. 24와 같은 管電壓 140 kv의濃度分布曲線이다.

위의 곡선은 non-grid, 1/8 VL filter를 사용한 경우이고,아래의 곡선은 10:1 grid와 1/8 VL filter

를 사용하여 얻어진 것으로서 grid를 사용함으로써 contrast는 개선되어 있었다.

더욱이 日常使用條件에서의測定結果는 140 kv, 1/8 VL filter를 사용시와 近似하게 나타났다.

Fig. 26은 이상의 micro test chart scanning 결과에서 얻은 圖기입조건의 MTF curves이다. 이 그림에서도 알 수 있듯이線質이 높아질수록,散亂線含有率 이 높을수록 MTF는 저하되나, Fig. 22와 Fig. 25의 Al-steps Scanning의濃度分布를 보면 MTF가 높은 80 kv에서는 일치되지 않았다. 이것은 Fig. 22의 零주파수의 contrast의 저하가 각주파수에 영향을 주어 Grid 사용시 보다 더 낮은 저주파수에 있어서는 높은 MTF를 나타낸 것이라고 생각될 수 있다.

또 140 kv에서 grid 사용시는 80 kv에서 non filter에 grid를 사용시 보다 더散亂線含有率이 낮음에도 불구하고 MTF가 나쁜것은線質이 높은 약간의散亂線일지라도 화질에 영향을 준다는 것을 나타내고 있다.

따라서 硬한線質을 사용하는 일상의 radiography에서는 저압촬영상의 산란선 제거에 주의를 해야 될 것이다.

Case 1은 140 kv에서 filter를 사용하지 않고, 10:1 grid를 사용한 경우의 증례이다. 肋骨음영이 확실히 나타나고 있음을 볼 수 있다.

Case 2는 140 kv에서 1/8 VL filter를 사용하고 10:1 Grid를 사용하였을 때 동일한 환자의 증례이다. Case 1에 비교하면 肋骨음영이 지워지고, filter의 효과가 나타났다.

Case 3은 140 kv에서 1/8 VL filter를 사용하고 10:1 grid를 사용한 경우의 증례이다. 右上肺野의 병소음영이나 혈관음영이 매우 선명하게 나타났다.

Case 4는 140 kv에서 1/8 VL filter를 사용하고 grid를 사용하지 않았을 때의 동일한 환자에 대한 증례이다. case 3에 비해서 scattering fog가 크므로 肺野 전체의 contrast가 저하되었지만 右上肺野의 병소음영은 잘 나타나고 있다.

V. 結 論

著者は 용이하게 실시할 수 있는 film method을 이용하여 HVL으로부터 1/8 VL까지의 필터를 구해被曝線量の輕減率 및 부가필터의 사용법에 대해서 화질과 비교하여 검토하였다. 그 결과, 高壓硬線質을 日常의 胸部 X線撮影에 이용하는 것에 따라서 情報量이 많은 사진을 보다 低線量으로서 얻을 수가 있었다.

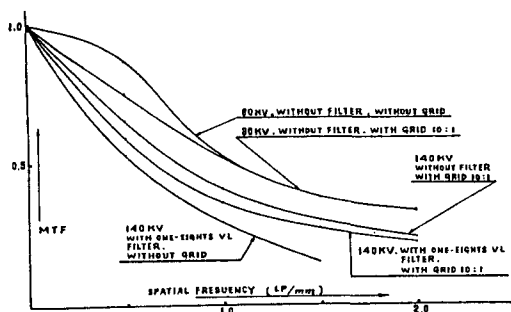


Fig. 26. The relation between modulation transfer function and spatial frequency

Case 1.



Exposure factors: 140kV, 4mAs, FPD: 200 cm, TB: 20cm, ♂, 68歲, without filter, with grid 10:1, screen: LT-II, film: Medichrome 542m μ

Case 2.



Exposure factors: 140 kV, 14mAs, FPD: 200 cm, TB: 20cm, ♂, 68歲, with filter 0.7mmCu + 4.0mmAl, with grid 10:1, screen: LT-II, film: Medichrome 542m μ

Case 3.



Exposure factors: 140 kV, 10mAs, FPD: 200 cm, TB: 18 cm, ♀, 62歲, with filter 0.7mmCu + 4.0mmAl, with grid 10:1, screen: LT-II, film: Medichrome 542m μ

Case 4



Exposure factors: 140 kV, 2.5mAs, FPD: 200cm, TB: 18 cm, ♀, 62歲, with filter 0.7mmCu + 4.0mmAl, without grid, screen: LT-II, film: Medichrome 542m μ

参 考 文 献

1. 國際放射線防護委員會：ICRP Public 26, 日本 Isotope 協會仁科記念財團, 1977.
2. 成富彌三 篤：硬線撮影の研究, 日放技學誌, vol 18, No 3, p. 51, 1962.
3. 林太郎：X線寫眞の畫質と被曝線量との關係, 化研研究資料, 1977.: 6, 1977.
4. 林太郎：X線寫眞の畫質と被曝線量の關係, 化研研究資料, No. 52, 1982.: 5-C, 1982.
5. 林太郎：Radiography 時の被曝線量低減方法, 韓放技學誌, Vol. 6, No. 1, p. 85~89, 1983.
6. Doi K., Rossmann K and Haus A. G. : Image Quality and Patient Exposure in Diagnostic Radiology, Photogra. Sci. & Eng., 21, p. 269-277, 1977.
7. 大塚昭義：X線検査にあける患者被曝低減の技術的研究, 日放技學誌, Vol. 39, No. 5, p. 760-778, 1983.
8. Gary T. Barnes : Quality Assurance ; Current Trends in The U. S., Jpnj. Radiol. Technol., Vol 39, No. 5, p. 749~758, 1983.
9. 中村實博士同門會業績集刊行委員會：中村實業績集, p. 267~341, p. 564~566, p. 568~615, 1977.
10. 内田勝 等：畫像工學, 通商産業社, p.135, p.193, 1978.
11. 放射線醫學, 第2卷, 醫學書院, p. 214, 1966.