昭和 50 年 9 月

日本放射線技術学会雑誌

原 著

胸部高圧撮影時のグリッド法とグレーデル法の比較 (被曝線量軽減と MTF 評価の立場から)

大阪中央電報局医務室

倉 光 一 雄

大阪大学医療技術短期大学部

山 下 一 也

(論文受付 昭和50年6月27日)

(Code No. 21123, 24320)

COMPARISON OF THE GRID TECHNIC METHOD AND THE GROEDEL TECHNIC METHOD OF CHEST HIGH-VOLTAGE RADIOGRAPHY —REDUCTION OF EXPOSURE AND EVALUATION OF IMAGE QUALITY ON M.T.F.—

By KAZUO KURAMITSU

Osaka Central Telegraph Office, Clinic

KAZUYA YAMASHITA

Radiology Department College of Bio-Me-
dical Technology, Osaka University

(Article received, Jun .27, 1975)

Summary

Up to date, Groedel technic is used as one method to eliminate the scattered rays together with Grid technic. But the Groedel technic is regarded as less effective than the Grid technic because of its complexity, enlargement of image and coarse image quality.

Recently, exposure reduction is discussed to the whole radiography regions and making certain results. Here, we report our trial on chest radiography with Groedel technic. By making best use of Groedel technic nature, we succeeded in reducing exposure to 1/3 and gaining better image quality. To compare our new method with conventional Grid technic, we tested enlargement of image penumbra and image quality on MTF.

We add that chest radiography with Groedel technic is clinically making pretty good results.

胸部高圧撮影時のグリッド法とグレーデル法の比較 (倉光・山下)

1. はじめに

高圧撮影時の散乱線の除去法として、これまでグリッド法とグレーデル法がよく用いられてきたが、グレーデル法¹⁾については、その方法、画質の問題などの点から、ごく限られた場合以外にはあまり用いられていない。

グレーデル法の得失については、すでに数々の報告があるが²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾私たちは被曝線量の軽減の観点から、画質をふくめて胸部高圧撮影時のグレーデル法を再検討した。

ここでは、これまで日常的に用いてきた高グリッド比によるグリッド法と拡大率、レスポンス関数による画質、および被曝線量などについて比較してみた。

2. 実験の方法および結果

2.1 使用装置、器具等

X線装置: (1)PLEOPHOS-4, 300 mA (Siemens) X線管DRX-91A(1.5×1.5) (東芝), 付加フィルター2 mmAl.
(2)ID15OL-3, 500 mA (島津)。

グリッド: CATAPULT-BUCKY (Siemens), MS 10:1, 28本/cm, 150 cm (三田屋)。

可動絞リ: ティーヘンブレンデ Siemens 型 (後藤風雲堂)。

増感紙: LT-II (極光)。

フィルム: CURIX-RP1 (Agfa-Gevaert)

ファントム: 水ファントム40×30×10 cm, Mix-DP 30×30×20 cm

矩形波チャート: ミクロチャート (伊藤放) R-1W 0.5~5.0 LP/mm, R-3J 2.0~8.0 LP/mm。

マイクロフォトメーター: PDM-5 (さくら)

線量計: ユニバーサル・ドージメーター (Philips) (チェンバー, タイプ37488)

2.2 条件の設定および半影と拡大率の計算

前記装置(1)を用い、Table. 1 に示す条件で Fig. 1 のとおり行なった。散乱線除去法としては、グリッド法ではグリッド比10:1, ブッキー使用。グレーデル法は焦点-フィルム間距離 318 cm, 被写体-フィルム間距離を18 cm とした。

Fig. 1 Experimental arrangement (cm).

Fig. 2 Penumbra and magnifying ratio (calculation values) focus size 1.5×1.5 mm

グレーデル法における特殊性は、焦点-フィルム間距離 (F. F. D.) を比較的長くとり、その上、被写体-フィルム間距離も大とする点である。半影と拡大率は次の計算式によって計算し、その結果を Fig. 2 に示す。

$$\alpha = \left(1 + \frac{b}{a}\right)$$

$$H = \frac{b}{a} F$$

$$= (\alpha - 1) F$$

ただし α : 拡大率

a : 焦点-被写体間距離

b : 被写体-フィルム間距離

H : 半影の大きさ

F : 焦点サイズ

半影については、グリッド法、グレーデル法いずれの場合でも、胸厚 20 cm であれば、人間の眼でボケと知覚

Table. 1. Experimental conditions

	Thicknees	kV	mA	mAs	FFD	Film	Screen	Added Filter	Grid
Grid technic	20 ^{cm}	120	150	6	184 ^{cm}	A	LT-II	2 mm Al	10:1
Groedel technic	20	120	150	6	318	A	LT-II	2 mm Al	—

する限界の 0.2 mm 前後以下にすることができる。また拡大率は、各方法とも 14~15% 以下である。そして 15 cm の深さで、値が交叉し、そこを境に深さが大となるにしたがって、いずれの場合でもグリッド法の方が値が大きくなっていくことがわかる。これらのことから、グリッド法、グレースデル法とも、この条件設定では臨床的に無理のない方法であることがわかる。

2.3 画質の検討

画質の検討は、グリッド法、グレースデル法において人体胸部内（ファントム内）各深さにおける比較をみる。主観的評価法として解像力法と、レスポンス関数による評価法⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾で行なった。

2.3.1 実験の方法

人体胸部の厚さ 30 cm を想定し、胸当平板からの距離（深さ）、0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 cm の 5 cm 毎に測定点を定め、順次ファントム（表面にマイクロチャート貼付）を測定点に位置させて撮影した。（Fig. 3）

Fig. 3 Measured points for experiments

現像処理はバット現象（20℃, 4分）で行ない、資料フィルムの基礎濃度を 1.0~1.5 とした。

2.3.2 解像力法による評価

マイクロチャート像の観察は、シャウカステンの明るさは 15W×2（約 6000 rLx）とし、拡大鏡（Hansa×7）を用い、並列細線の分離と合致の中間値をとり、更に拡大率の補正をして解像力の値を求めた。

結果は Fig. 4 のとおりで、縦軸に本/mm、横軸には測定点（ファントム内の深さ）をとった。両法とも深さ

Fig. 4 Experimental results of resolving power method

が深くなっていくと解像力が悪くなっている。また 0 cm から 15 cm までの範囲ではグリッド法がよく、15 cm から 30 cm までではグレースデル法がまさっている。これはグリッド法では、胸当表面からブッキー内に装填したフィルムまで 4 cm であるのに、グレースデル法では 18 cm の空間をとっていることによるものである。

2.3.3 レスポンス関数（MTF）による評価

解像力法は、細線群の認知される限界のみをみたものであるから、主観的に違った結果を示すことになるので、レスポンス関係による定量的評価法を試みた。

MTF 測定の方法は、マイクロチャートによるコントラスト法（スリット幅：50 μ, スリット高さ：300 μ）を用い、得られた矩形波レスポンス関数を次の Coltman の補正式¹³⁾によって正弦波レスポンス関数とした。

$$H(\omega) = \frac{\pi}{4} \left\{ R(\omega) + \frac{1}{3} R(3\omega) - \frac{1}{5} R(5\omega) + \frac{1}{7} R(7\omega) \dots \right\}$$

ただし、 $H(\omega)$ = 正弦波レスポンス関数

$R(\omega)$ = 矩形波レスポンス関数

実験結果を次に示す。

Fig. 5 MTF of grid technic in variable measured points

Fig. 6 MTF of Groedel technic in variable measured points....., make the micro-chart and the film come closely into contact.

胸部高圧撮影時のグリッド法とグレーデル法の比較 (倉光・山下)

Fig. 5 は、グリッド法による各深さの MTF である。深さが深くなるほど順次特性は低下してくる。Fig. 6 は、グレーデル法によるもので、深くなるほど順次特性が悪くなっている。

Fig. 5 と Fig. 6 からわかることは、グリッド法の 0 cm から 30 cm における MTF の差は、グレーデル法の 0 cm から 30 cm よりも大きい。これは浅い部分と深い部分との間の特性の差がグレーデル法の方が小であるということである。また Fig. 6 において点線はフィルムにチャートを密着させたもの（グレーデル効果なし）で幾何学的に解像力の限界は高周波の方へ延長するが、散乱線の影響で MTF が大幅に悪くなっている。

Fig. 7 は、ある特定の空間周波数 0.5 本/mm, 1.0 本/mm, 2.0 本/mm をとり、それらの MTF をグリッド法とグレーデル法について比較したものである。これからわかるように 0.5 本/mm, 1.0 本/mm では両法の差は僅かである。また、いずれの場合も、0 cm から 15 cm まではグリッド法がよく、15 cm では同値、それ以上の深さになると値が逆転してグレーデル法によるものがよくなっている。これは幾何学的影響によるものと考えられる。そしてさらに検討した解像力法や、半影、拡大率の

Fig. 7 MTF values by spatial frequency (=0.5 lines/mm, =1.0 lines/mm, =2.0 lines/mm).

計算値ともその傾斜は一致している。

2.4 被曝線量の比較

2.4.1 実験の方法

皮膚線量の測定は次の方法で行なった。

X線発生装置は、ID 150L-3 (島津), 単相全波, 500 mA 型,

線量計は、ユニバーサル・ドージメーター (Philips) を用い、ファントム (Mix-DP, 30×30×20 cm) の表面

Table. 2 Comparison of skin (surface) dose

	Thick- nees	kV	mAs	FFD	FSD	Film	Screen	Added Filter	Grid	Skin dose	
										mR	%
Grid technic D-V	20 ^{cm}	120	6	184 ^{cm}	160 ^{cm}	A	LT-II	2mm Al	10:1	20	100
Groedel technic D-V	20	120	6	318	280	A	LT-II	2mm Al	—	6	30
Grid technic Lat.	30	120	20	184	150	A	LT-II	2mm Al	10:1	65	100
Groedel technic Lat.	30	120	20	318	270	A	LT-II	2mm Al	—	20	31

Table. 3 Comparison of each Chest exposure factors

	Thickness	kV	mAs	FFD	FSD	Film	Screen	Added Filter	Grid	Skin Dose	
										mR	%*
A	20 ^{cm}	65	24	200 ^{cm}	180 ^{cm}	B	FS	—	—	25	24
A'	20	65	10	200	180	A	LT-II	—	—	10	60
B	20	137	5	150	130	B	VP	2 mm Al	12:1	28	21
B'	20	145	3	200	180	A	LT-II	2 mm Al	12:1	11	55
C	20	120	10	200	180	B	FS	2 mm Al	8:1	23	26
C'	20	120	5	200	180	A	LT-II	2 mm Al	8:1	12	50

*Compare with skin dose of Groedel technic.

にチェンバーの直径の半分を埋めこみ、照射野は 25×25 cm とした。線量計設備の都合上、他の装置で測定値を求めたが、条件および室内配置などは前項によって測定した。したがって一応の比較線量とした。

2.4.2 皮膚線量比較

実験の結果は Table 2 に示す。X線発生条件は同じであるが、グレーデル法は FFD の延長によってグリッド法の約30%に軽減している。なおこれは当然距離の二乗に逆比例の法則にはほぼ適合している。

2.4.3 他のX線装置による撮影条件との比較

他施設のX線装置による胸部撮影条件との比較を Table 3 に示す。これからわかるようにグレーデル法を適用することで21%から60%に被曝線量を軽減することがわかる。

3. 臨 床 例

以上の実験結果にもとづく臨床例(A), (B)を photo. 1, photo. 2 に示す。これは実際の臨床写真であるので、グ

Grid tech Groedel tech

photo. 1 Clinical example (A)

Grid tech Groedel tech

photo. 2 Clinical example (B)

リッド法とグレーデル法とも同一の被検者の胸部であり、約6カ月の間隔がある。この例からもわかるように、両者の間には画質的にみてほとんど差はない。

4. 考察および結論

既設のX線装置で被曝軽減のために、よりよい方法を求めて、グリッド法とグレーデル法につき画質を中心に比較検討した。

実験結果から

1) MTF による特性の差には、一長一短がみられるが、その差は僅かであり、いずれも実際の胸部写真に支障にはならない。つまり肉眼による差異はつけ難い。

2) グレーデル法による方が、グリッド法によるより、0 cm から 30 cm の全体にわたり、MTF の均等度がよい。これはボケの出かたが均等であることを示していて、画質がすぐれていることを意味している。

3) 被曝線量は、グレーデル法によるものの方が30%に軽減できた。よって一応初期の目的を達することができたといえる。

4) グレーデル法を適用するには、焦点—フィルム間距離が 318 cm が得られるだけのX線室のスペースがなければならないという欠点がある。

今回実験した撮影距離は、1) 散乱線除去効果を得るための、被写体—フィルム間距離(b)は、胸厚 30 cm までの場合においては 18 cm を要し¹⁾²⁾、2) (b)を 18 cm とし、半影、拡大率をグリッド法に近い値とするためには、被写体—焦点間距離(a)をできるだけ大としなければならないが、拡大率、半影の特性及び装置容量等の関係で 300 cm が妥当と考え、撮影距離 (a+b) は 318 cm とした。尚グレーデル法の撮影距離設定にあたっては、電圧、焦点の大きさ、可動絞り効果、被写体の厚さ及び肥瘦度、感光材料の特性等に応じた各至適撮影距離を求めるべきであろう。

5) 実験に使用したマイクロチャートは前記のものを使用した。これは 3 pair であり、こんどは 4 pair のものに統一して行なうべきであろう。

6) 装置容量などの関係で、今回実験したのは管電圧は 120 kV のみであったが、150 kV 程度までの両者の比較を、付加フィルター (Cu, Al) の追加、および電圧に対する適当なグリッド比の選択も併せて検討すれば、なお一層の画質変化や、被曝軽減の検討をすることができたであろう。この点今後の課題としたい。

本検討にあたり、線量測定に際しては、X線室並びに測定器を使用させて載いた大阪通信病院放射線科、および御協力載いた同科、太田武司氏、原田三郎氏に深甚なる謝意を捧げます。

(本報告の要旨は、第23回通信医学協会診療放射線技

胸部高圧撮影時のグリッド法とグレーデル法の比較 (倉光・山下)

術部会総会で口述報告した)。

文 献

- 1) Groedel, F. M. und Wachter, R.: Unter welchen Voraussetzungen ist die röntgenologische Qualitätsdiagnose der Lungentuberkulose praktisch möglich?: Fortschri, Röntgenstr, **38**, 226, 1928.
- 2) 江藤秀雄: 高圧撮影法の基礎的研究, 日放技誌, 特集第2号, 1957.
- 3) 沢田武司他: 200 kVp X線撮影の検討, 日放技学誌, 第30巻, 第4号, 1974.
- 4) 竹吉千市: 胸部撮影法の検討 (第4報, grid濃度班について), 日放技学誌第21巻第3号, 1965.
- 5) 中村実他: X線撮影と散乱線, 三田屋, 1963.
- 6) 清水豊他: 高圧撮影に関する一実験, 通放技誌, 特集号, 1958.
- 7) 栗田道雄: 高電圧撮影による2,3の問題, 通放技誌, 特集号, 1958.
- 8) 河村文夫: 放射線障害の評価と被曝の軽減, 通放技誌 (20年誌), 1973.
- 9) 立入弘編: 診療放射線技術 (上巻), 南江堂, 1971.
- 10) 内田勝: レスpons関数と, その放射線撮撮系への導入, 富士X-レイ研究, No. 69, 1965.
- 11) 遠藤俊夫: レスpons関数の放射線技術への応用, 日放技学誌, 第23巻, 第1号, 1967.
- 12) 稲津博他: 増感紙〜フィルム系における濃度のMTF, 日放技学誌, 第27巻, 第4号, 1972.
- 13) J. W. Coltman: "The specification of image properties by response to a sine wave input" J. Opt. Sos. Am. **44**, 468, (1954).

MIX-DP. PHANTOM

全 品 種 表 (単位M/M)		
正 方 形 型	300×300	5、10、20、40、50、(80)
楕 円 形 型	300×200 300×250	10、20、40、50、(80)
円 形 型	300φ 250φ	
特 殊 型	300×400 250×250 200×200	5、10、20、40、50
サイコロ型	80φ、120φ 140φ、150φ	
人体模造形型	頭蓋部、胸部、腰部、 全姿 (座高型)、 (男女共)	

合成樹脂製ファントム

マーゲンファントム	胃部空洞、バリウム溶液 封入排出可 (骨封入有)	WPE樹脂
人体ファントム (骨封入)	各部位、全姿 (座高型) 大人 子供	WPE樹脂 FPE樹脂
X A S 板	300× $\left\{ \begin{matrix} 1, 3, 5, 10, \\ 20 \end{matrix} \right\}$ M/M	A. C樹脂

○ A. C樹脂製 (水槽、楕円槽ファントム、その他) 加工製品、線量計測定用穿孔加工も致します。

- 枚数及び組合せは自由に選定下さい。
- 線量計 (IONE X、ラドコン、TLD、ソノ他) 測定用穿孔加工も申し受けます。
(線量計種類、No、図面、X線フィルム等提供下さい。)
- 人体の場合 { 男…… 1枚厚30M/M
 女…… 1枚厚35M/M
- 不良製品については即時取替え致します。

詳細は下記へ御問合せ下さい。

製造発売元

三和化成品株式会社

大阪市東区内本町橋詰丁12番地1号
幸福相互ビル

TEL (06) 941-3096