原 著

ダブルスリットによる撮影の検討

大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部

畑 川 政 勝・小 堺 和 久・今 田 君 人

(論文受理 昭和52年6月7日)

(Code No. 21463, 24320)

RADIOGRAPHY BY MEAN OF THE DOUBLE SLIT SYSTEM

By MASAKATSU HATAGAWA,
KAZUHISA KOSAKAI and
KIMITO IMADA

Department of Radiology, Osaka City
University Hospital

(Article received: Jun. 7, 1977)

Summary

The moving double slit method, developed by Dr. L. G. Cole, can reduce the scattered rays without reduction of the primary rays. The method was abandoned because of the high tube energies and relatively long exposure time necessary, and because of the simultaneous success of Potter-Bucky grids. However, rare earth screen film systems make less power requirement which would be easily satisfied with a new high rotation target X-ray tube.

We created the equipment of the double slit system which we compared with X-ray grids regarding the contrast of the radiograph and the amount of exposure to patients.

We found that the moving double slit system produces higher contrast image, and less amount exposure to patient than X-ray grid at the same tube voltage.

1. は じ め に

X線撮影において散乱線除去は大きな問題である。現在一般に、この目的の為にグリッドやグレーデル効果による方法が用いられているが、前者においては格子による直接線の阻止、後者においては距離による減弱がありいずれにせよ一次X線の利用効率が良いとはいえず写真コントラストと被曝線量の点で改良の余地がある。直接線の阻止なしに散乱線を除く方法として、moving dou-

ble slit system による撮影が、L. G. Cole によって考案され、その後種々の改良を試みられているが、非常に大きな管球負荷を必要とし、またブッキーブレンデなどの出現により実用化されていない^{1)~3)}。

しかし、現在、三倍回転陽極X線管による管球容量の増大及び希土類増感紙による感光系の高感度化により、この方法は可能かと思われる⁴⁾。そこで我々はこれらの管球及び増感紙を用いて moving double slit system を試作し、撮影を検討したので報告する。

2. スリットの配置

Fig. 1 に示すように被写体の前後に Pb スリットを配置し、上のスリットでX線を線状にする。線状になった一次線は下のスリットを通過するが、被写体から出る散乱線は一次線の線束と同方向以外は阻止される。従って上のスリットのみでは散乱線除去は行なえない。上下のスリットは同期して動き被写体をスキャンする。

スリットを動かす方法として、Fig. 2 に示すような方

Fig. 1 Method of diaphragm. The two slits in the diaphragm L1 and L2 are moved along the object in such a way, that all parts of the latter are successively projected on to the film C. Thanks to the strict limitation of the field, each part of the film receives only little scattered radiation.

Fig. 2 Three forms of moving double slit diagrams.

1. Swing 2. Hybrid 3. Linear

Fig. 3 Diagram illustrating of double slit system for experiment.

法が考えられるが、試作装置として製作の容易さから③の方法を天井走行管球を利用して製作した (Fig. 3). この方法の場合管球ごと平行に移動する為、スキャン方向への拡大がなく、像が一方方向のみに拡大される、又スリット幅とボケが一定の関係にありスリット幅が広がった時像のボケが大きくなるという欠点があり実用装置を製作する場合①又は②の方法とすべきである。

3. 実験及び結果

3.1 使用装置及び器具

1) X線装置

東芝 DC12M, 500 mA 型単相全波整流装置

2) X線管

東芝 DRX 260H, 9,000 回転

3) 線量計

極光 TLD

4) 濃度計

サクラ PD 111

5) 増感紙

フ ジ グリネックス G4

フ ジ グリネックス G8

デュボン クロネックスハイプラス

デュボン クロネックスパースピード

6) フィルム

フ ジ RXO

デュボン クロネックス 4

3.2 実験方法

ダブルスリットによる撮影と、グリッドによる撮影のコントラスト比較及び一定濃度に必要な mAs の比較の為、静止ダブルスリット及びグリッドを用いたもの(6:1, 12:1) 及び散乱線除去具なしで、アクリルファントムを撮影した。ファントムは、厚さ 18 cm のアクリルで、間

Fig. 4 The experimental arrangement used in the study of double slit system. A small piece of 0.3 mm thickness copper was placed in Acryle phantom.

ダブルスリットによる撮影の検討 (畑川・小堺・今田)

に 0.3 mm の Cu 小片をはさんである。

ダブルスリットのジオメトリーを Fig. 4 に示す。スリット幅は上のスリットを 3 mm, 6 mm, 20 mm と変化させ下のスリット幅は、それぞれ 4 mm, 8 mm, 30 mm と対応させた。

次にダブルスリットを走行させて、頭部ファントムを 70 kVp 及び 100 kVp にて撮影した。

3.3 結 果

アクリルファントムを撮影した場合のアクリル部（濃度 1.4）と Cu 部とのコントラストを Fig. 5 に示す。コントラスト改善係数で示すと Fig. 6 のようになる。

70 kVp においては、前面スリット幅 14 mm で 6:1 グリッドと同コントラストになり、7 mm で 12:1 グリッドと同コントラストとなる。

又 100 kVp においては、スリット幅 25 mm で 6:1 グリッドと同コントラストとなり 13 mm で 12:1 グリッドと同コントラストになる。スリット幅がこれより狭くな

Fig. 5 Results of an experiment. On the left side, the contrast is shown by the slits of variable width. The right side is the contrast with the 6:1 and the 12:1 grids in place.

Fig. 6 The left side is the contrast improvement factor without the grids by the slits. The right side is shown with the grids.

Table 1 Ratio of mAs to produce the radiograph of the equivalent contrast.

	100% (6 : 1)	100% (12 : 1)
70 kVp	64% (14 mm)	35% (7 mm)
100 kVp	80% (25 mm)	45% (13 mm)

Fig. 7 The left side is the mAs necessary to produce a film density of 1.4 at 100 kVp and 70 kVp with the slits of variable width. The right side is shown the mAs to produce the same density with the grids.

ると、グリッド使用時よりもコントラストは向上する。又、これらのスリット幅において同一コントラストの写真を得るに必要な mAs 比をグリッド使用時を 100 として Table 1 に示す。

アクリル部の濃度 1.4 に必要な mAs を Fig. 7 にしめす。

一方同 mAs すなわち被曝線量を等しくした場合のスリット幅は、Fig. 7 からわかるように 70 kVp で 6:1 と等しい線量はスリット幅 4 mm 100 kVp で、14 mm, 12:1 とはいずれの電圧においても、3 mm 以下であった。

従って 70 kVp で 6:1 と比較した場合、スリット幅 14 mm ~ 4 mm, 12:1 と比較して 7 mm ~ 3 mm, 100 kVp においては 6:1 と比較して 25 mm ~ 14 mm, 12:1 と比較して 13 mm ~ 3 mm で、グリッド使用に比べ、コントラストも高く被曝線量も少ない撮影ができる。次に増感紙、ハイプラス G4, G8 を用いてアクリル 18 cm 厚の濃度 1.4 を得る条件で 30 cm をスキャンするのに必要な時間を Fig. 8 に示す。点線は X 線管、東芝 DRX 260H (200 mA, 単相全波, 9,000 回転) での許容負荷で、これ以下の時間で撮影する必要がある。

100 kVp においては、ハイプラスで撮影できる。70 kVp においては、6:1 グリッドと同コントラストで撮る場合にはハイプラスでも撮影可能であるが、それ以上のコントラストを望む場合、G4, G8, 等のより高感度の増

Fig. 8 The left side is the time necessary to scan distance of 30 cm at 70 kVp. The right side is shown the scan time for same distance at 100 kVp.

Fig. 9 X-ray photograph of the skull.

- a) taken with the 6:1 grid at 70 kVp
- b) taken with the slits of 3 mm width at 70 kVp
- c) taken with the 12:1 grid at 100 kVp
- d) taken with the slits of 3 mm width and the same voltage as c)

感紙フィルム系を必要とする。

X線をスリット状にしてスキャンさせて撮影した場合、ストロボによる縞目を生じるが、単相全波の場合、スキャンスピードが 120 mm/sec で 1 mm の縞目となり、それ以下のスピードならほとんど問題なく、3 相 12 パルスであればそれ以上のスピードでも問題ないと思われる。

頭部ファントムを撮影した写真を Fig. 9 に示す。Fig. 9a は 70 kVp で 6:1 グリッドを使用 Fig. 9b は 3 mm のスリットを使用したもので増感紙はいずれも G4-RXO である。

Fig. 9c は 100 kVp で 12:1 グリッドを使用 Fig. 9d は 3 mm のスリットによるもので、増感紙は、ハイプラス、フィルムはクロネックス 4 である。いずれもグリッド使用時よりもコントラストは向上している。又前述のように管球とスリットを同時に平行移動させる為管球焦点がみかけ上大きくなりそれによるボケを生じている。スリット使用の写真が細長くなっているのは、スキャン方向に拡大がない為である。

4. 考察及び結論

ダブルスリットで撮影した場合、グリッドに比べコントラストの向上と被曝線量の低減が同時に行なえる。管球にかなりの負荷が加わるが、3 倍回転 X 線管と希土類等の高感度感光材料系で撮影可能である。ダブルスリットのスキャン方法は鮮鋭度の点からも、像の歪の点からも振子式にすべきであろう。又スリットを動かす動力はサーボ機構をつける等して定速運動をさせるべきで我々の試作した装置では走行ムラを生じた。

この撮影法は撮影時間が長い為動きのある被写体は撮影できない。我々の試作した装置は前述のような欠点がある為患者の撮影は行っていないがこの撮影方法による撮影部位としては、わずかな吸収差を出したいような部位、例えば、頭部での小さな石灰化等がグリッドを使用したものよりもかなり高いコントラストで撮影できるものと思われる。

稿を終るに臨み、御指導御協力下さいました当病院技師室の方々にお礼申し上げます。

なお、本論文の要旨は第 32 回日本放射線技術学会総会にて発表した。

ダブルスリットによる撮影の検討 (畑川・小堺・今田)

文 献

- 1) R. B. Wilsey: The effects of scattered X-ray in radiography. Am. J. Roentgenol, 8, 589-592 (1921).
- 2) W. J. Oosterkamp: Eliminating scattered radiation in medical X-ray photographs. Philips Technical Review, 8, 183-192 (1946).
- 3) OVE. Mattsson: Practical Photographic Problems in Radiography with special reference to High-voltage Technique. Acta Radiologica supplementum, 120 (1955).
- 4) Conrade Jaffe, Edward W. Webster, Radiographic Contrast Improvement by means of Slit Radiography, Radiology, 116, 631-635, (1975).