臨床技術

Interventional Radiology 装置の線量率測定における留意点

吉田秀義¹ 高橋千春² 成田信浩² 水沢康彦² 関谷 勝¹ 大久保真樹¹論文受付
2015 年 5 月 14 日論文受理
2015 年 11 月 9 日Code Nos. 622
832¹新潟大学医学部保健学科放射線技術科学専攻²新潟市民病院放射線技術科

緒言

X 線透視下で治療を行う interventional radiology (IVR) は、画像診断機器や画像処理技術および診断技術の向上により、目覚ましい進歩を遂げた。IVR は外科的治療と比較し、低侵襲性で入院時間の短縮、医療経費の節減など多くの利点を持ち、患者に大きな利益をもたらす、多くの疾患への治療方法として普及拡大した¹⁾。しかし、IVR の難易度が高くなることによる拡大透視や高線量率での透視時間の延長、および撮

影回数の増加により放射線皮膚障害を生じる患者の事例が報告されている^{2~5)}。

IVR が患者に対して、大きな利益をもたらすものであっても、確定的影響(組織反応)が容認されないことから、適切な放射線防護の対策が求められている。1994 年に米国食品医薬品局 (Food and Drug Administration: FDA) から IVR による患者の放射線皮膚障害に関する警告が公表⁶⁾され、1995 年に日本医学放射線学会からも警告文⁷⁾が発表された。また、国

Measurement of the Dose Rate Using Dosimeters in Interventional Radiology and Its Difficulty

Hidenori Yoshida,^{1*} Chiharu Takahashi,² Nobuhiro Narita,² Yasuhiko Mizusawa,² Masaru Sekiya,¹ and Masaki Ohkubo¹¹Faculty of Medicine Department of Radiological Technology, School of Health Sciences, Niigata University²Department of Radiological Technology, Niigata City General Hospital

Received May 14, 2015; Revision accepted November 9, 2015

Code Nos. 622, 832

Summary

In equipment used for interventional radiology (IVR), automatic exposure control (AEC) is incorporated to obtain the X-ray output suitable for the treatment of targeted lesions. For the AEC, users select a region as the signal sensing region (measuring field, MF) in the flat panel detector; MFs with various sizes and shapes were pre-defined and prepared in the system. The aim of this study was to examine the change of measured dose rate with the selection of MFs, the type of dosimeters (the ionization chamber dosimeter and the semiconductor dosimeter), and the dosimeter placement relative to the direction of X-ray tube (from cathode to anode). The IVR equipment was Allura Xper FD20/10 (Philips Medical Systems), and six kinds of built-in MFs were used. It was found that dose rate measured by the ionization chamber dosimeter showed a variation of ± 2 mGy/min with the MFs and the ionization chamber dosimeter placement. The dose rate measured by the semiconductor dosimeter showed more variation than the ionization chamber dosimeter. The change of dose rate with the dosimeter placement would be caused by the MF overlapping the dosimeter which would affect the AEC (the X-ray output). Also, the change of dose rate with the dosimeter placement was considered to be related to the heel effect of the X-ray beam. When performing dose rate measurements, we should notice that the selection of MFs, the type of dosimeters, and the dosimeter placement would affect the measured values.

Key words: interventional radiology (IVR), measuring field (MF), dosimeter, automatic exposure control (AEC), dose rate

*Proceeding author

Fig. 1 Illustration of measuring fields (MFs) prepared in interventional radiology (IVR) equipment. The region of MF is shown as the gray colored area in the figure. The W and H are the size of the square X-ray irradiation field (8 inch). The manufacturer-specific (proprietary) names of MFs are (a) Circular 30%, (b) Circular 40%, (c) Circular 60%, (d) Dual Landscape Wide, (e) Rectangular Portrait Long, and (f) Rectangular Wide.

際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection: ICRP) は, IVR を安全で有効性の高い手技とするために, より充実した放射線防護対策を求め, 2001 年に ICRP Publication 85 「Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedure」⁸⁾ を刊行し, 2009 年に Publication 113 「Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures」を刊行して医療における放射線防護教育の必要性を再度強調した⁹⁾.

そして, 2004 年に医療放射線防護連絡協議会等の関連学会で構成された IVR 等に伴う放射線皮膚障害とその防護対策検討会が中心となり, 「IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン」(ガイドライン) および 「IVR における患者皮膚線量の測定マニュアル」(測定マニュアル) が作成された¹⁰⁾. 本測定マニュアルは, IVR に伴う放射線皮膚障害を防止する手段の一つとして, X 線透視装置から照射される X 線の患者の皮膚面における線量率を把握することが重要であるとし, 線量率の基準的な測定方法が示されている. その測定手順は, 1) 厚さ 20 cm のアクリル板 (polymethyl methacrylate: PMMA) を寝台に置き, 寝台とアクリル板の間に線量計を配置する, 2) 線量計の検出器の実効中心と照射野の中心を一致させる, 3) 線量計の検出器の実効中心の高さを International Electrotechnical Commission (IEC) により定められた interventional reference point (IVR 基準

点: C アームの回転中心から X 線管側に 15 cm 移動した点. 患者皮膚面を仮定している)¹¹⁾の高さに合わせる [なお, IVR 基準点は, 2012 年版の Japanese Industrial Standards (JIS) の改訂により, patient entrance reference point (患者照射基準点) と名称の変更がされたが, 両者は同じ位置を示す], 4) IVR で通常使用されている透視条件下で自動露出制御 (automatic exposure control: AEC) 機構を動作させた状態で後方散乱を含んだ線量率の測定を行うことになっている. 測定に用いる線量計は, 電離箱線量計あるいは半導体線量計が推奨されている.

現在の IVR に用いられる装置 (IVR 装置) は, digital 化が進み, 受像器に flat panel detector (FPD) を搭載するようになった. それに伴い, 治療の対象となる部位の画質を, より最適化するための X 線出力が得られるよう種々の形状および大きさの線量検出領域 (measuring field: MF) を有する AEC 機構が搭載されるようになってきている. 以前の image intensifier (I. I.) を搭載した IVR 装置では単一の MF であったが, 複数の MF を有する FPD を搭載した IVR 装置において, 使用する MF の形状と大きさにより線量計の種類と配置する位置によって測定される線量率に変動が生じることが予測される.

本研究は, MF の形状と大きさ, および線量計の種類ごとの配置位置により, 線量率がどのように変化するのかについて検討し, 測定方法における留意点について考察した.

Fig. 2 The experimental setup for dose rate measurements using dosimeter.

Fig. 3 Fluoroscopic images of the thimble ionization chamber dosimeter (a) and the semiconductor dosimeter (b).

1. 方法

1-1 使用機器等および配置

使用した IVR 装置は, FPD 搭載の Philips 社製 Allura Xper FD20/10, X 線管のターゲット角度が 11° , 固有ろ過が 2.5 mm Al, 付加フィルタ 0.4 mm Cu+1.0 mm Al である. 線量計は Radcal 社製 ACCU-GOLD+ (形式名 AGDM+) で電離容積 6 cc の指頭型電離箱 (10×5.6 型) および Unfors 社製の半導体線量計 Unfors Xi (検出部 R/F) を用いた. ファントムは, 厚さ 1 cm のアクリル板 20 枚を使用した. 対象とした MF は Fig. 1 に示す 6 種類を使用した (MF の仕様は, Circular 30%, 40% が汎用, Circular 60% は腹部三次元デジタル血管造影用, Dual Landscape Wide は両下肢用, Rectangular Portrait Long は片下

肢用, Rectangular Wide は腹部 cone beam computed tomography 用である). 装置等の配置を Fig. 2 に示す. X 線管焦点受像面間距離 (source to image receptor distance: SID) を 105 cm, FPD サイズを 8 inch とした. また, Fig. 3 に電離箱線量計と半導体線量計の透視画像の例を示す.

また, 本実験を開始する前に, 電離箱線量計と半導体線量計を置換法により比較較正を行った. 使用した装置は東芝社製 X 線撮影装置 KXO-50F (MRAD-A50) である. 線量計の位置は, X 線管焦点から線量計を 60 cm, 線量計から床までを 100 cm とし, 照射野中心に検出器の中心を配置した. 照射条件は管電圧 90 kV, 管電流 250 mA, 照射時間 0.04 s, 総ろ過 2.5 mmAl, 照射野 10×10 cm とした. 測定回数は, それ

Fig. 4 The placement of the thimble ionization chamber dosimeter. The direction of X-ray tube (from anode to cathode) is from bottom to top in the figure. The placement illustrated in the upper row was defined as “Parallel” and the placement in the lower row as “Perpendicular,” in this study.

Fig. 5 Placement of the semiconductor dosimeter. The direction of X-ray tube (from anode to cathode) is from bottom to top in the figure. The placement illustrated in the upper row was defined as “Parallel” and the placement in lower row as “Perpendicular,” in this study.

ぞれ3回行い、それらの平均値で比較した。測定結果は、電離箱線量計で 2.38 ± 0.01 mGy、半導体線量計で 2.37 ± 0.01 mGy であり、差がないと判断して半導体線量計の測定値に対する補正をしないことにした。

また、Fig. 2 の配置において、同一の AEC アルゴリズムに設定された各 MF (Fig. 1) を用いて、線量計のみを取り外し、装置に表示される出力を求めた。いずれの MF においても、同じ X 線出力 (管電圧 95 kV、管電流 6.6 mA、パルス幅 6 ms) であったことを確認した。

1-2 MF の確認

MF の位置および大きさの確認は、以下の手順でモニタ画面上で行った。使用した装置では照射野全体が

モニタ画面全体に表示される仕様であることから、まず、モニタ画面と同じサイズ (28×28 cm) の透明フィルムに各 MF を描き、それをモニタ画面上に貼り付けた。絞りの開閉を行い、装置に表示される出力値の変化を調べた。画面に表示される絞りの位置がフィルムに描いた MF 内に入ると、出力値が急激に増加する。これにより MF の位置と大きさを確認した。いずれの MF においても、Fig. 1 に示す大きさ・位置となる結果を得られた。

1-3 測定方法

透視線量率の測定は、両線量計において1分間の照射で行った。透視線量率は、一つの条件について3回行い、それらの平均値とした。

Fig. 6 Placement of the thimble ionization chamber dosimeter without overlapping the measuring field (MF), for evaluating the distribution of dose rate in the square X-ray irradiation field. (a) The MF of Rectangular Portrait Long, (b) Rectangular Wide, and (c) Dual Landscape Wide. Positions of the dosimeter placement are indicated by numbers from 1 to 9 in the figure.

Fig. 7 Placement of the semiconductor dosimeter without overlapping the measuring field (MF), for evaluating the distribution of dose rate in the square X-ray irradiation field. (a) The MF of Rectangular Portrait Long, (b) Rectangular Wide, and (c) Dual Landscape Wide. Positions of the dosimeter placement are indicated by numbers 2, 4, 5, 6, and 8 in the figure (corresponding to those in Fig. 6).

1-3-1 照射野中心における線量率の測定

電離箱線量計と半導体線量計の配置(および挿入方向)を Fig. 4 および 5 に示す。各 MF において、それぞれの検出器の中心と照射野中心を一致させ、X 線管軸に平行な方向(Fig. 4, 5 上段)と垂直な方向(Fig. 4, 5 下段)に各線量計を配置し、線量率を測定した。

1-3-2 照射野内の線量率分布の測定

MF に Rectangular Portrait Long, Rectangular Wide, Dual Landscape Wide を用いて、線量計が MF に重ならないように配置して線量率分布を測定した。測定に際しては、X 線出力が変動しないように線量計の配置に注意して行った。電離箱線量計の配置を Fig. 6 に、半導体線量計の配置を Fig. 7 に示す。電離箱線量計では検出器を照射野内の辺縁の 8 カ所と中央

の 1 カ所の合計 9 カ所で測定した。半導体線量計では、線量計の全体が照射野内に入るように配置しなければならないため、照射野辺縁の 4 カ所と中央の 1 カ所の合計 5 カ所とした。

1-3-3 半導体線量計の不透過部分が及ぼす影響

半導体線量計は検出部がアルミニウム製の筐体に収納されている。そこで、この不透過部分が測定に及ぼす影響について調べた。測定は Circular 40% の MF を用いて、半導体線量計を X 線管軸に対して垂直に配置し、照射野中心から陰極側および陽極側へ、それぞれ 5 mm 間隔で平行移動させて線量率を測定した(Fig. 8)。移動範囲は半導体検出器が照射野内に収まる範囲(それぞれの方向に 20 mm)とした。

Fig. 8 Illustrative explanation for shifting the semiconductor dosimeter from cathode to anode side with an increment of 5 mm. The MF of “Circular 40%” was used.

Table 1 The dose rate in each placement of dosimeters illustrated in Figs. 4 and 5

Measuring fields (MFs)	Dosimeter Placement direction	Thimble ionization chamber dosimeter		Semiconductor dosimeter	
		Parallel	Perpendicular	Parallel	Perpendicular
		Dose rate (mGy/min)			
Circular 30%		19.02 ± 0.14	19.14 ± 0.16	29.54 ± 0.09	29.73 ± 0.09
Circular 40%		18.96 ± 0.08	19.07 ± 0.07	29.53 ± 0.14	29.84 ± 0.07
Circular 60%		19.25 ± 0.12	19.25 ± 0.10	23.82 ± 0.12	24.42 ± 0.05
Dual Landscape Wide		18.33 ± 0.07	20.63 ± 0.08	14.78 ± 0.03	23.38 ± 0.38
Rectangular Portrait Long		19.86 ± 0.02	19.03 ± 0.10	29.54 ± 0.11	22.62 ± 0.09
Rectangular Wide		18.83 ± 0.11	19.94 ± 0.15	22.01 ± 0.02	29.99 ± 0.10

Mean ± standard deviation.

Table 2 The X-ray output in each placement of dosimeters illustrated in Figs. 4 and 5. Pulse width is constant of 6 ms in any conditions

Measuring fields (MFs)	Dosimeter Placement direction	Thimble ionization chamber dosimeter				Semiconductor dosimeter			
		Parallel		Perpendicular		Parallel		Perpendicular	
		Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)
Circular 30%		96	6.7	95	6.7	120	6.6	120	6.6
Circular 40%		96	6.6	95	6.7	120	6.6	120	6.6
Circular 60%		96	6.7	96	6.7	111	6.7	112	6.7
Dual Landscape Wide		95	6.6	97	6.8	96	6.6	110	6.7
Rectangular Portrait Long		97	6.7	95	6.7	120	6.6	106	6.7
Rectangular Wide		95	6.7	96	6.8	108	6.7	120	6.7

The number of the frames was 7.5 frame/s.

2. 結 果

2-1 照射野中心における線量率の測定

各 MF において、それぞれの検出器の中心と照射野中心が一致するように配置したときの線量率の測定値を Table 1 に、測定時の装置の表示値(X 線出力)を

Table 2 に示す。Fig. 9 に各々の線量計における配置に対する線量率の変化の結果をまとめた。

電離箱線量計の場合、Dual Landscape Wide の平行配置で 18.33 ± 0.07 mGy/min(平均値 ± 標準偏差)で最も小さく、垂直配置で 20.63 ± 0.08 mGy/min と最も

Fig. 9 Comparison of dose rate change with the measuring fields (MFs) and the dosimeter placement relative to the direction of X-ray tube; Parallel (□) and Perpendicular (■) illustrated in Figs. 4 and 5. The type of dosimeters was (a) the ionization chamber dosimeter and (b) the semiconductor dosimeter.

	Right	←→	Left
	Position number 1	Position number 4	Position number 7
Cathode side	17.82 ± 0.05	18.37 ± 0.06	18.06 ± 0.07
	Position number 2	Position number 5	Position number 8
	18.13 ± 0.13	18.91 ± 0.03	18.00 ± 0.10
	Position number 3	Position number 6	Position number 9
Anode side	16.51 ± 0.02	17.18 ± 0.38	16.62 ± 0.08

Dose rate: mean $\pm$ standard deviation (mGy/min)

Fig. 10 The dose rate in each placement of the thimble ionization chamber dosimeter. The position numbers are indicated in Fig. 6.

大きくなった (Table 1). 線量率を配置で比較すると、平行配置で平均 19.04 ± 0.48 mGy/min, 垂直配置で平均 19.51 ± 0.61 mGy/min となり、垂直配置の方が高くなった。また、Dual Landscape Wide の MF の平行配置とそれ以外を比べると、平行配置で 0.71 mGy/min (3.9%), 垂直配置で 1.18 mGy/min (6.4%) 線量率が高くなった。X 線の出力は、Dual Landscape Wide および Rectangular Wide で、電離箱線量計の配置方向により変動した (Table 2)。それら以外では、わずかに X 線の出力が変動した。

半導体線量計では、Dual Landscape Wide の平行配置で 14.78 ± 0.03 mGy/min と最も小さく、電離箱線量計の測定値よりも 3.55 mGy/min 小さくなった (Table 1)。それ以外の測定では、X 線の出力は 96

kV から 120 kV と大きく変動し (Table 2), 線量率は平均 26.75 ± 3.44 と大きくなった。また、Circular 60% での線量率が他の Circular より約 5.5 mGy/min (約 23%) 低かった。

2-2 照射野内の線量率分布

照射野内の各位置 (Fig. 5, 6) において、電離箱線量計で測定された線量率を Fig. 10 に、半導体線量計による線量率を Fig. 11 にまとめた。

電離箱線量計と半導体線量計ともに同様の傾向であり、照射野中央で線量率が高く、辺縁で低くなり、特に陽極側辺縁で大きく低下する傾向にあった (Fig. 10, 11)。半導体線量計で測定された線量率は、同位置における電離箱線量計による測定値より、いずれの位置

	Right	←→	Left
Cathode side ↑ ↓ Anode side		Position number 4 14.28 ± 0.06	
	Position number 2 13.89 ± 0.01	Position number 5 14.26 ± 0.01	Position number 8 14.05 ± 0.03
		Position number 6 13.20 ± 0.03	

Dose rate: mean $\pm$ standard deviation (mGy/min)

Fig. 11 The dose rate in each placement of the thimble ionization chamber dosimeter. The position numbers are indicated in Fig. 7.

Fig. 12 Change of dose rate with the position of the semiconductor dosimeter (shown in Fig. 8).

においても約 4 mGy/min(約 23%)低かった。

照射野中央での測定時に表示された X 線の出力は、半導体線量計で管電圧 96 kV, 管電流 6 mA, パルス幅 6 ms, 電離箱線量計で管電圧 95 kV, 管電流 6 mA, パルス幅 6 ms であった。

2-3 半導体線量計の不透過部分が及ぼす影響

Fig.12 に半導体線量計を用いて照射野内の各位置 (Fig. 8) で測定された線量率を示す。線量率は、照射

野中心で約 38 mGy/min であり、移動に伴い線量計と MF の重なる割合により X 線の出力が変化し、照射野辺縁で約 15 mGy/min までに減少した。線量率は、中心から 5 mm 離れるごとに約 6 mGy/min (約 16 %) の減少であった。

3. 考 察

放射線による確定的な影響(皮膚障害)の発生において、しきい線量が存在することから、ガイドラインで

は IVR 施行に際し、あらかじめ施設における皮膚線量の管理目標値として上限値を定め、放射線被ばくによって生じる皮膚障害等の確定的影響の防止に努めることを要求している。管理目標値を決定するためには、測定マニュアルに基づいて装置の定期的な線量率の測定を行い、管理の基準となる線量率を把握しておくことも要求している⁹⁾。測定マニュアルでは、AEC を動作させた状態で電離箱線量計あるいは半導体線量計を用いて、線量計の実効中心と照射野の中心を一致させた配置で、散乱線を含んだ線量率を測定することになっている。しかし、本実験では線量計の種類とその配置方向、および MF の大きさと形状によって測定される線量率に変化が生じていた (Fig. 9)。新谷ら¹²⁾は、II 搭載の装置において、電離箱線量計および半導体線量計の大きさとその構成材質、自動輝度調節機構 (automatic brightness control: ABC) の採光野の大きさととの関係が測定される線量率の変動に影響を与えることを報告している。今回用いた電離箱線量計のステム部および半導体線量計の検出部には、金属等の不透過物質で構成されている部分があり、FPD においても、それらが MF と重なることにより AEC で決定される X 線出力が変わることが確認された (Table 2)。

電離箱線量計では、ステム部分と MF との重なり程度 (Fig. 4) により AEC の動作に影響を与えるため、平行配置で平均 3.88%、垂直配置で 6.44% 線量率が高くなったと考えられる。Dual Landscape Wide の MF で X 線管軸に平行に配置した場合、Fig. 2 の配置で線量計のみを取り外したときの装置に表示される出力と同じであった (Table 2)。この場合、ステム部分と MF の重なりがなくなるので (Fig. 4)、ステム部分が AEC の動作に影響を与えないため、X 線の出力が変化しないので、厚さ 20 cm のアクリル板のみを配置したときの線量率を測定できたと考えられる (Table 1)。しかし、ステム部分と MF との重なり合いの大きい Rectangular Portrait Long の平行配置、Dual Landscape Wide、と Rectangular Wide の垂直配置を除くと、平行配置で平均 3.19%、垂直配置で 4.32% のわずかな増加であることがわかった (Table 1, Fig. 9)。

また、配置によらずステム部分と MF との重なる割合がほぼ一定になると考えられる Circular 30%、40% および 60% では、平行配置より垂直配置での線量率が高くなる傾向にあった (Fig. 9(a))。原因として、Fig. 10 で示すように照射野内の線量率分布の測定からヒール効果が確認できたことから、今回の測定では平行配置の場合にステム部分を陽極側に配置した

ためであると考えられた。よって、電離箱線量計を用いる場合、ステム部分と MF との重なりについて十分注意し平行配置で測定することが必要であると考えられた。

半導体線量計は、検出部が金属 (アルミニウム) で構成されているため、Fig. 5 に示すように、MF との重なりによる AEC の動作が大きく、線量率が大きく変化した (Fig. 9(b))。半導体線量計では MF を Dual Landscape Wide で X 線管軸に平行に配置することで、電離箱線量計と同じように線量計と MF の重なりをなくすることができるので (Fig. 5)、AEC の動作に影響を与えないで、厚さ 20 cm のアクリル板のみを配置したときの線量率を測定できたと考えられる (Table 1, 2)。しかし、線量率は 14.78 mGy/min と電離箱線量計よりも 3.55 mGy/min 小さくなった。その原因は半導体検出器が一次 X 線のみを検出し、後方散乱線を含まないためである。MF が Dual Landscape Wide で平行配置以外のすべては、不透過部分が MF と重なり AEC の動作に影響を与え、X 線の出力が増加する (Fig. 5, Table 2) ため、高い線量率となり測定できないことが判明した (Table 1)。

半導体線量計により線量率測定を行うときは、前述したように MF に重なる割合で大きく線量率が変化することから、MF に重ならないように配置し、かつ Fig. 11 で示した線量率の分布から、できるだけ照射野中心に配置する必要があると考えられた。この場合、Fig. 7 に示した Dual Landscape Wide の MF で中央 (Position number 5) の位置に配置して測定することが最善の方法と考えられた。しかし、評価しなければならない線量率は後方散乱線を含むものでなければならないが、前述のとおり半導体線量計には後方散乱線が含まれていない。そのために、半導体線量計に対して後方散乱線を補正する係数が必要となる。

Fig. 10 および 11 で示した照射野中心 (Position number 5) において、それぞれの線量計で測定した線量率から後方散乱線を補正する係数を求めることができる。照射野中心 (Position number 5) における電離箱線量計の平均線量率が 18.91 mGy、半導体線量計の平均線量率が 14.26 mGy であることから、後方散乱線に対する補正係数が 1.33 となり、半導体線量計で測定された線量率に 1.33 を乗じることで、電離箱線量計で測定された線量率と同等になると考えられた。照射野中心に配置できない場合、Fig. 11 に示すように、X 線管の陰極側 (Position number 4) での線量率が中央 (Position number 5) とほぼ同じであったので、可能な限り小さな MF を用いて照射内の X 線管軸上の照射野中心から陰極側の辺縁までの範囲に線量計を配置す

ることにより、照射野中心部と同等の線量率を測定できると考えられた。

本研究で確認された線量率の変化の原因としては、線量計の構成要素にも影響を受け、いずれの線量計においても、MF と線量計との重なり具合が AEC 動作に影響を及ぼすことが確認された。特に、半導体線量計を用いる場合は検出器部分がアルミニウムで覆われているために MF と重ならない位置に配置することが重要である。また、電離箱線量計では Circular のような MF を用いた場合、検出器の実効中心を照射野中心に配置しなければ、測定される線量率が変わる可能性があることも考えられた。

4. 結 語

半導体線量計を用いて IVR 装置の線量率測定を行う場合は、MF との重なりがなく、照射野中心に配置することが重要であるが、照射野中心に配置できない場合、X 線管軸上で照射野中心から X 線管の陰極側の照射野辺縁の範囲で、可能であれば照射野中心に近

くとなるように配置できる MF を使用する必要がある。電離箱線量計を用いる場合もステム部と MF の重なる割合を考慮して、照射野中心に配置する必要があることが示唆された。

測定マニュアルに沿った線量計の幾何学的配置だけではなく、使用する装置の AEC の MF の形状や大きさ、および動作特性を把握し、更に X 線管の電極性、線量計の構造等を考慮した上で測定を行うことが重要である。

謝 辞

本研究に際し、御協力を賜りました新潟市民病院放射線技術科 小野塚直樹氏、株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン X-ray アプリケーションスペシャリスト IS アプリケーション部 伊藤慎悟氏に深く感謝申し上げます。

なお、本要旨の一部は第 2 回東北放射線医療技術学術大会(2012 年 11 月、仙台)において発表した。

参考文献

- 1) 平山治雄. DES に至る PCI の歴史と今後の進むべき方向: より良い冠動脈血行再建療法を目指して. 冠疾患誌 2008; 14(1): 75-82.
- 2) Shope TB. Radiation-induced skin injuries from fluoroscopy. Radiographics 1996; 16(5):1195-1199.
- 3) Berlin L. Radiation-induced skin injuries and fluoroscopy. AJR Am J Roentgenol 2001; 177(1): 21-25.
- 4) 富樫厚彦. IVR に伴う放射線皮膚障害報告症例から放射線防護を考える. 日放技学誌 2001; 57(21): 1444-1450.
- 5) 嘉山智子, 藤澤章弘, 谷岡未樹, 他. 冠動脈 interventional radiology 施行後に生じた難治性放射性皮膚炎の 2 例. 臨床皮膚科 2012; 66(8): 593-597.
- 6) Food and Drug Administration: Avoidance of serious X-ray induced skin injuries to patients during fluoroscopically-guided procedures. 1994.
- 7) 日本医学放射線学会. IVR に伴う患者および術者の被ばくに関する警告. 日本医放会誌 1995; 55(5): 367-368.
- 8) International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 85 Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures. Ann ICRP 2000; 30(2).
- 9) International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 113 Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures. Ann ICRP 2009; 39(5).
- 10) 医療放射線防護連絡協議会. IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドラインおよび測定マニュアルについて. 日放技学誌 2004; 60(8): 1035-1038.
- 11) Medical electrical equipment - Particular requirements for the safety of X-ray equipment for interventional procedures. IEC 60601-2-43 2000.
- 12) 新谷光夫, 熊谷道朝. 電離箱線量計を用いる際の注意点(テーマ:「IVR における患者皮膚線量を有効利用するための測定マニュアル」の注意点). 計測分科会誌 2005; 13(2): 42-49.

問合せ先

〒951-8122 新潟市中央区旭町通 2 番町 746
新潟大学医学部保健学科放射線技術科学専攻 吉田秀義