臨床技術

論文受付
2010 年 11 月 16 日

論文受理
2011 年 12 月 16 日

Code No. 622

多施設における循環器撮影装置の IVR 基準点での線量率の比較

石橋 徹¹ 今田直幸¹ 山下由香利¹ 麻生弘哉¹ 松本頼明¹
稲田 智¹ 沖野瑞穂¹ 野中春輝¹ 水谷 宏²

¹ 医療法人あかね会土谷総合病院診療技術部放射線室

² 松山赤十字病院中央放射線室

緒 言

今日, percutaneous coronary intervention (PCI) 領域では, 従来の bare-metal stent (BMS) から drug eluting stent (DES) へとデバイスが改良され, 撮影装置も image intensifier 搭載装置 (以下, I.I. 装置) から flat panel detector 搭載装置 (以下, FPD 装置) へと進歩している. そうした進歩を背景に, 多枝病変や慢性完全閉塞などの複雑病変へ積極的にアプローチする機会が増えている. それに伴い, 透視時間の延長や撮影回数が増加し, 患者の放射線被ばく線量の増加が危惧される状況にある.

Interventional radiology (IVR) 領域では, 1990 年代半ばから放射線の確定的影響の皮膚障害症例が海外および日本でも散見されるようになり¹⁻³⁾, 線量管理の重要性が認識されるようになった⁴⁻⁶⁾. 更に, 2004 年には IVR に関連する学会などが参集し, 「IVR 等に伴う放射線皮膚障害とその防護対策検討会」を立ち上げ, 「IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン」(以下, ガイドライン) を策定した. そのガイドラインには測定マニュアルがあり, 幾何学的配置図などを規定している⁷⁾. しかし, 循環器撮影装置を所有する施設における被ばく低減方法や線量管理に対する取組状況はさま

The Comparison between Dose Rates at the Interventional Reference Point of the Angiography Systems in Many Facilities

Tooru Ishibashi,^{1*} Naoyuki Imada,¹ Yukari Yamashita,¹ Hiroya Asou,¹ Yoriaki Matsumoto,¹ Satoshi Inada,¹ Mizuho Okino,¹ Haruki Nonaka,¹ and Hiroshi Mizutani²

¹Department of Medical Technology, Tsuchiya General Hospital

²Radiological Center, Matsuyama Red Cross Hospital

Received November 16, 2010; Revision accepted December 16, 2011

Code No. 622

Summary

The management of the radiation dose is very important in interventional radiology (IVR), especially in percutaneous coronary intervention (PCI). Therefore, we measured entrance surface doses at the interventional reference point of 27 cardiac intervention procedures in 22 cardiac catheterization laboratories around Hiroshima, and compared these doses. Recently, for cardiac interventional radiology, the X-ray machines using flat-panel detectors (FPD) instead of image intensifiers (I.I.) is increasing; 13 systems used FPD and 14 systems used I.I. For fluoroscopy rate, the difference between laboratories was 9 times. For cineangiography rate, the difference between laboratories was 7 times. In addition, between both devices, the I.I. group is bigger than the FPD group. When comparing by the same condition, for the dose at the interventional reference point, no significant difference was detected between the FPD group and the I.I. group. This study shows that FPD is not available for reducing the radiation dose simply. Therefore, it is necessary that we think of the balance with image quality and radiation dose. The optimization of the devices and cardiac intervention procedures becomes very important.

Key words: interventional reference point, coronary angiography, flat panel detector (FPD), image intensifier (I.I.), interventional radiology (IVR)

*Proceeding author

ごまであり、施設間格差も大きいという報告⁸⁾もある。現在、I.I.装置とFPD装置が混在する中、一般的にFPD装置の採用によって被ばく線量が低減するという漠然とした期待感も存在している⁹⁾。そこで、多施設間においてIVR基準点での入射表面線量(mGy)(以下、基準線量)を測定し比較するとともに、アンケートによって被ばく低減への取り組み状況を調査した。

1. 方法

1-1 調査対象および使用機器

調査対象は、広島県および県周辺における循環器撮影装置を所有する22施設27装置(FPD装置13台、I.I.装置14台)である。メーカーはP社63%、SH社17%、G社およびT社8%、SI社4%の5社、調査期間は2007年6月～2009年9月であった。線量測定に用いた線量計は、RADCAL社製2026C型放射線モニターで電離箱は「日本品質保証機構(JQA)」にて2007年3月に校正を行った6cc指頭型を用いた。また、散乱体として35×35cm、厚さ20cmのアクリルファントムを使用した。

1-2 使用装置について(アンケート調査)

線量測定を実施した施設には使用装置の設定条件などのアンケートを実施した。アンケートは事前配布もしくは測定時に配布し、選択方式と記述方式の両方で行った。アンケート内容の項目を抜粋し示す。

1)PCI施行時の使用装置の設定条件について

- ・線量表示機能の有無、受像面の使用年数、透視パルスレート、撮影フレームレート、固有ろ過、付加フィルタ、照射野サイズ

2)PCI施行時の技師の役割について

- ・管理目標値の設定の有無
- ・管理目標値を超過した場合の対策
- ・PCI施行時の被ばく低減対策の実施状況

1-3 線量測定

線量測定は、上記のガイドラインに従い、アイソセンタからX線管側へ15cm移動したIVR基準点に電離箱線量計を配置し、その上に散乱体としてアクリルファントム(厚さ20cm)を配置した。なお、照射野サイズおよびX線管焦点-受像器間距離(source image receptor distance; SID)は各施設で使用しているPCI施行時の設定とし、auto brightness control機能を作動させた状態にて測定を行った(Fig. 1)。ただし、測定誤差をできる限り小さくするために、アクリルファントムおよび電離箱線量計はすべて同一のものを使用し、測定者も同一

Fig. 1 Geometric arrangement for measurement of reference dose.

人物が行った。

1-3-1 透視および撮影時の基準線量測定

透視の線量測定は1分間の測定を3回行い、平均した1分間あたりの線量(mGy/min)を算出し透視基準線量とした。撮影の線量測定は10秒間の測定を3回行い、平均した1秒あたりの線量(mGy/s)を算出し撮影基準線量とした。また、両者の関係について調べた。

1-3-2 FPD群とI.I.群の基準線量の比較

FPD群とI.I.群の透視および撮影における基準線量を以下の5項目において比較検討した。

- 1)PCI施行時の透視および撮影における両群の基準線量の比較
- 2)透視パルスレート、撮影フレームレートが同一であった両群の比較
- 3)SIDが同一であった両群の比較
- 4)総ろ過が同一であった両群の比較
- 5)照射野サイズが同一であった両群の比較

2. 結果

2-1 使用装置について(アンケート結果から)

装置間に関係なく、I.I.装置、FPD装置ともに透視パルスレートは15 p/s、撮影フレームレートは15 f/sが最も多かった。特に、FPD装置では透視モードに30 p/sやcontinuousモードを選択した施設はなかった(Fig. 2)。

使用装置の線量表示機能については、面積線量計が装着されている装置は、I.I.装置で71.4%、FPD装置で100%となり、装置全体では85%であった。Air kerma値(AK値)表示機能は、I.I.装置で35.7%、FPD装置でも84.6%となり、装置全体の59%であった。FPD装置においては2施設を除いてAK値の表示が可能であった(Fig. 3)。

PCI施行時の患者皮膚被ばく線量に対し管理目標を設定している施設は71%、設定していない施設は29%

Fig. 2 The percentage of pulse rate and frame rate.

Fig. 3 The percentage of dose area product meter and air kerma.

Table 1 Characteristics of fluoroscopic dose in FPD systems

Number	Time of use (y)	Pulse rate	Filtration (mmAl)	Added filtration	Inch	Tube voltage (kV)	mA	ms	SID (cm)	Dose (mGy/min)
1	3	10	2.5	0.2 mmCu	8	70	125	4.7	90	11.8
3	1	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	8	89	5.4	—	101	12.6
4	0	7.5	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	8	86	6	—	92	13.3
5	1.5	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	6	90	8.6	—	90	14.3
6	0.5	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	6	92	4.8	—	89	14.8
8	2.5	15	2.5	—	8	94	6	—	100	16.2
9	2	7.5	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	8	87	7.2	—	89	16.9
13	3	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	6	85	10.5	—	89	22.6
14	5	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	6	90	10.6	—	95	23.3
15	4	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	6	87	10.4	—	90	23.8
20	2	15	0.6	0.1 mmCu+2 mmAl	6	73	14.4	—	90	31.9
22	3.5	15	1.5	0.3 mmCu+1.5 mmAl	6	74	19.6	—	90	44.3
23	3.5	15	1.5	0.3 mmCu+1.5 mmAl	6	75	20.9	—	90	47.0

であった。設定を行っている施設の内訳は透視時間のみで設定している施設が17%、線量で設定している施設が66%、透視時間もしくは線量で設定している施設が17%であった。また管理目標値を超過した場合、主治医に報告する施設は83%、カルテに記載する施設は67%であった。

PCI時に何らかの被ばく低減対策を行っている施設は65%であった。その内容は透視条件や撮影条件を変更している施設が41%、付加フィルタを追加する施設が18%などであった。また、測定装置の設定条件をTable 1～4に示す。しかし、ここに示す線量、SID、kV、mA、msは、アクリルファントムを用いた測定時の

Table 2 Characteristics of fluoroscopic dose in I.I. systems

Number	Time of use (y)	Pulse rate	Filtration (mmAl)	Added filtration	Inch	Tube voltage (kV)	mA	ms	SID (cm)	Dose (mGy/min)
2	2.5	continuous	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	7	99	4	—	95	12.4
7	0.1	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	7	95	3.3	—	90	14.9
10	5	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	6	96	6.1	—	90	21.6
11	3	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	6	95	6.9	—	90	21.6
12	10.5	15	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	6	88	8.8	—	92	22.3
16	7	30	2.5	0.4 mmCu+1 mmAl	7	94	6.1	—	90	24.0
17	2	15	1.0	1.0 mmAl+0.1 mmAg	7.5	68	3.9	—	90	27.5
18	9	continuous	2.5	0.4 mmCu+1.5 mmAl	6	82	18.8	—	93	28.8
19	9.1	15	2.5	0.1 mmCu+1.5 mmAl	6	84	8	—	90	31.2
21	6	7.5	2.5	—	7	84	50	—	89	33.6
24	8	continuous	2.62	—	6	75	5.8	—	91	60.1
25	11	continuous	2.62	—	6	82	4.3	—	95	60.6
26	10	15	2	—	7	83.3	9	5.6	87	68.8
27	1.5	15	2.6	—	5	84	50	—	87	78.3

Table 3 Characteristics of exposure dose in FPD systems

Number	Time of use (y)	Frame rate	Filtration (mmAl)	Added filtration	Inch	Tube voltage (kV)	mA	ms	SID (cm)	Dose (mGy/s)
4	0	30	2.5	0.1 mmCu+1 mmAl	7	66	800	5	92	1.74
1	3	15	2.5	0.1 mmCu	8	74.8	384.6	6.7	90	2.18
13	3	15	2.5	0.1 mmCu+1 mmAl	6	72	682	6	89	2.69
22	3.5	15	1.5	0.3 mmCu+1.5 mmAl	6	73	532	5	90	3.91
3	1	15	2.5	—	8	70	589	5	101	3.96
9	2	15	2.5	—	8	67	707	5	89	4.29
23	3.5	15	1.5	0.3 mmCu+1.5 mmAl	6	67	652	6	90	4.47
14	5	15	2.5	—	6	72	577	6	95	4.47
8	2	15	2.5	—	8	70	592	5	100	4.56
20	2	15	0.6	10 μ mAu+1 mmAl	6	65	630	6.3	90	4.84
6	0.5	15	2.5	—	6	67	854	5	89	4.92
5	1.5	15	2.5	—	6	68	792	5	90	5.17
16	4	15	2.5	—	6	68	783	5	90	5.21

Table 4 Characteristics of exposure dose in I.I. systems

Number	Time of use (y)	Frame rate	Filtration (mmAl)	Added filtration	Inch	Tube voltage (kV)	mA	ms	SID (cm)	Dose (mGy/s)
26	10	15	2	auto	6.693	73.6	743	4.4	87	1.59
2	2.5	15	2.5	—	7	72	443	5	95	3.08
16	7	15	2.5	—	7	68	418	5	90	3.16
12	10.5	15	2.5	—	6	72	690	6	92	3.38
7	0.1	15	2.5	—	7	66	480	6	90	3.50
18	9	15	2.5	—	6	73	705	4	93	4.16
10	5	15	2.5	—	6	66	622	7	90	4.39
11	3	15	2.5	—	6	66	500	7	90	5.23
19	9.1	15	2.5	—	6	73	765	5	90	5.65
17	2	30	1	1 mmAl+0.1 mmAg	7.5	63	402	5	90	6.23
24	8	30	2.62	—	6	75	38	4.6	91	7.16
27	1.5	15	2.6	—	4.5	70	800	5	87	7.97
25	11	30	2.62	—	6	70	60	2.3	95	10.12
21	6	30	2.5	—	7	66	800	5	89	17.01

Fig. 4 Relationship between fluoroscopic dose and exposure dose.

Fig. 5 Distribution of fluoroscopic dose.

値である。

照射野サイズ、パルス・フレームレート、固有ろ過、付加フィルタに着目すると、FPD 装置では透視時に付加フィルタの使用率が高かった。透視基準線量が高値を示した 4 施設の I.I. 装置は付加フィルタを使用していない施設が多かった。また、撮影時に付加フィルタを使用している施設は、FPD 装置に比べ、I.I. 装置の方が明らかに少なかった。

2-2 FPD 群と I.I. 群の比較

2-2-1 透視および撮影時の基準線量測定

全 27 装置の基準線量測定結果を平均±標準偏差にて示す。透視基準線量は 29.80 ± 17.9 mGy/min、撮影基準線量は 5.00 ± 2.97 mGy/s となった。装置間格差は、透視基準線量では I.I. 群間で 7 倍、FPD 群間で 4 倍となった。同様に、撮影基準線量では I.I. 群間で 9 倍、FPD 群間で 3 倍となり、FPD 群より I.I. 群の方が装置間の差が大きい結果となった (Fig. 4)。また、透視基準

線量が高値を示した装置が必ずしも撮影基準線量も高値になるとは限らなかった。

2-2-2 FPD 群と I.I. 群の基準線量の比較

両群の透視基準線量の分布を Fig. 5 に、撮影基準線量の分布を Fig. 6 に示す。この結果から正規分布を示さなかったため 2 群間の検定には、Mann-Whitney's U test を用いて行った。なお、有意水準は 5% とした。

1) PCI 施行時の透視および撮影における両群の基準線量の比較

PCI 施行時の基準線量について、FPD 群 ($n=13$) と I.I. 群 ($n=14$) を抽出し比較した。その結果、透視基準線量では、FPD 群で 23.0 ± 11.5 mGy/min、I.I. 群で 36.1 ± 21.4 mGy/min ($P=0.059$)、撮影基準線量では、FPD 群で 4.03 ± 1.13 mGy/s、I.I. 群で 5.90 ± 3.91 mGy/s ($P=0.108$) となり、両基準線量において有意差は認められなかった (Fig. 7, 8)。

2) 透視パルスレート、撮影フレームレートが同一であった両群の比較

Fig. 6 Distribution of exposure dose.

Fig. 7 Comparison between the FPD and I.I. in fluoroscopic dose.

Fig. 8 Comparison between the FPD and I.I. in exposure dose.

Table 5 Comparison between the FPD dose and I.I. dose in each factor

		Factor	FPD	I.I.	P-value
Fluoroscopy [average±SD (mGy/min)]	Pulse rate	15 p/s	26.1±11.4	35.8±23.9	0.573
	SID (cm)	90	29.9±13.8	23.4±5.60	0.589
	Total filtration	3.5 mmAl+0.4 mmCu	17.7±4.76	19.5±4.64	0.755
	Inch size	FPD (8) vs I.I. (7)	14.1±2.24	30.7±22.9	0.222
Exposure [average±SD (mGy/s)]	Frame rate	15 f/s	4.22±0.94	4.21±1.76	0.674
	SID (cm)	90	4.29±1.15	4.69±1.22	0.589
	Total filtration	2.5 mmAl	4.69±0.50	5.51±4.41	0.529
	Inch size	FPD (8) vs I.I. (7)	4.27±0.30	6.69±8.02	0.404

透視パルスレートが 15 p/s であった FPD 群(n=10), I.I. 群(n=8)を抽出し比較した結果, FPD 群で 26.1±11.4 mGy/min, I.I. 群で 35.8±23.9 mGy/min(P=0.573)となった。また, 撮影フレームレートが 15 f/s であった FPD 群(n=12), I.I. 群(n=10)を抽出し比較した結果, FPD 群で 4.22±0.94 mGy/s, I.I. 群(n=10) で 4.21±1.76 mGy/s (P=0.674)となり両群間に有意差は認められなかった (Table 5)。

3)SID が同一であった両群の比較

SID が 90 cm であった FPD 群(n=6), I.I. 群(n=6)を抽出して比較を行った。透視基準線量では, FPD 群で 29.9±13.8 mGy/min, I.I. 群で 23.4±5.60 mGy/min となった(P=0.589)。また, 撮影基準線量では FPD 群で 4.29±1.15 mGy/s, I.I. 群で 4.69±1.22 mGy/s(P=0.589)となり, 両群間に有意差は認められなかった (Table 5)。

4)総ろ過が同一であった両群の比較

総ろ過は固有ろ過と付加フィルタを組み合わせたものとし, 透視基準線量において総ろ過が 3.5 mmAl+0.4 mmCu 相当の FPD 群(n=8), I.I. 群(n=6)を抽出して比較を行った。透視基準線量において, 総ろ過が FPD 群で 17.7±4.76 mGy/min, I.I. 群で 19.5±4.64 mGy/min となった(P=0.755)。また, 撮影基準線量において, 総ろ過が 2.5 mmAl 相当の FPD 群(n=6), I.I. 群(n=8)を抽出して比較を行った。その結果, FPD 群で 4.69±0.50 mGy/s, I.I. 群で 5.51±4.41 mGy/s(P=0.529)となり, 両群間に有意差は認められなかった (Table 5)。

5)照射野サイズが同一であった両群の比較

まず, FPD 群と I.I. 群での照射野サイズは, 円形と正方形で表示方法が異なるため, 照射野サイズの比較では, 照射野面積が同等な FPD 群 8 inch と I.I. 群 7 inch で比較を行った。透視基準線量において照射野サイズが 8 inch の FPD 群(n=5), 7 inch の I.I. 群(n=5)を抽出し比較を行った。FPD 群で 14.1±2.24 mGy/min, I.I. 群で 30.7±22.9 mGy/min となった(P=0.222)。また, 撮影基準線量において, FPD 群で 4.27±0.300 mGy/s, I.I. 群で

6.69±8.02 mGy/s(P=0.404)となり, 両群に有意差は認められなかった (Table 5)。

3. 考 察

アンケートの結果から装置の線量表示機能 (Fig. 3) については, FPD 装置では面積線量計値 100%, AK 値 84.6%と I.I. 装置よりも装着率は高かった。これは, 2000 年に作成された IEC 60601-2-43¹⁰⁾およびそれを参考にした JIS Z 4751-2-43(2005)¹¹⁾から線量表示値を記載することが規定され, この規定によって装置メーカーも装置の線量表示機能を導入したと考えられ, われわれユーザはこの機能を有効に利用すべきと考える。また, 付加フィルタにおいて, FPD 装置では複数パターンから選択することができるようになり, 付加フィルタを最適に活用することで被ばく線量を低減させることが可能である¹²⁾。

次に, Table 1~4 に示すように各装置の設定条件はさまざまであることもわかった。このことが Fig. 4 に表れており, 田島ら⁸⁾も述べているように格差の原因と考えられる。FPD 群より I.I. 群における装置間格差が大きい要因として, FPD 装置の使用年数が最大で 5 年と短いに対し, I.I. 群では使用年数が最大で 11 年と長く, I.I. の経年劣化によるばらつきが影響したものと考えられる¹³⁾。

Fig. 4 に示す No. 21 の装置においては撮影基準線量が明らかに他装置より高値を示していた。この装置は I.I. 装置でありフレームレート 30 f/s と高く, 他の 30 f/s で総ろ過が同等の装置と比較しても高値であったがメーカーが No. 21 のみ異なっていた。よって, 同等のフレームレートおよび総ろ過であったとしても, メーカー間による差が影響したものと考えられる^{12, 14)}。また, No. 26 の装置について, 透視基準線量に比べると撮影基準線量が大幅に低い値を示した。この装置も I.I. 装置であったが, 付加フィルタを除く設定条件に大きな違いは認められなかった。Full auto 設定の付加フィルタに何ら

Table 6 Single regression analysis of reference dose and each factor in fluoroscopic dose

Factor	System	Reference dose vs factor			
		Pulse rate	SID (cm)	Total filtration	Inch size
Fluoroscopy	FPD	P=0.186	P=0.324	P=0.601	P=0.036*
	I.I.	P=0.698	P=0.207	P=0.0033*	P=0.047*

*P<0.05

Table 7 Single regression analysis of reference dose and each factor in exposure dose

Factor	System	Reference dose vs factor			
		Frame rate	SID (cm)	Total filtration	Inch size
Exposure	FPD	P=0.027*	P=0.894	P=0.09	P=0.233
	I.I.	P=0.0045*	P=0.861	P=0.618	P=0.828

*P<0.05

かの不具合を生じている可能性もあるが、原因について詳細は不明であった。

基準線量に影響する因子は数多く存在する¹²⁻¹⁵⁾。その中でも今回われわれは、透視のパルスレート、撮影のフレームレート、SID、総ろ過、照射野サイズに重点を置き、FPD装置とI.I.装置の装置間の比較を行った。その結果、どの因子においても両群に有意な差は認められなかった。また、測定を行った基準線量に影響を及ぼしている因子を明らかにするため、基準線量とパルスレート・フレームレート、SID、総ろ過、照射野サイズの関係について単回帰分析を行った。その結果をTable 6, 7に示す。透視では、FPD群の照射野サイズ(P=0.036)、I.I.群の総ろ過(P=0.0033)および照射野サイズ(P=0.047)に有意差を認めた。撮影では、FPD群のフレームレート(P=0.027)、I.I.群のフレームレート(P=0.0045)に有意差を認め、これらの因子が基準線量に関与している結果となった。よって、上記の因子を十分理解したうえで線量の最適化を行うことが重要であり、メーカー任せではFPD装置へ更新してもI.I.装置より被ばく線量が増加してしまう可能性もあると考えられる。

次に、JIS Z 4702に透視における過度の照射防止として、高線量率透視以外の場合、患者への入射面におけるX線ビームの中心において、空気カーマを50 mGy/minを超えないように制御できることとある¹⁶⁾。装置表示の空気カーマから患者入射皮膚線量への変換は1.11~1.4を乗ずるとの報告¹⁷⁻¹⁹⁾から、JISが示す空気カーマ50 mGy/minに乗ずると55.5~70.0 mGy/minとなり、今回測定した入射表面線量において14.8%がこの範囲以上であり、いずれもI.I.群の4装置であった。No. 27の装置においては照射野サイズ、総ろ過、

管電流が関係していると思われるが、他の3装置においては、I.I.使用年数が8~11年と長期間の装置でI.I.の劣化が原因と考えられ、適正な線量管理を行うためにはI.I.装置は定期的なI.I.交換が必要であると考え¹²⁾。

また、Fig. 4に示すとおり基準線量の低い領域にはFPD装置が多く、基準線量が高くなるに従いI.I.装置が多くなる傾向にあったが、必ずしもFPD装置がI.I.装置より低い基準線量を示すわけではなかった。これは、今日、循環器領域においては画質に対する基準は設けられておらず、各施設が求める画質は術者によってさまざまであると思われる。そのためFPD装置であっても高画質の画像を術者が求めた場合、I.I.装置以上の線量が必要となる場合もあると推察される。

今回の検討から、施設によって基準線量に格差が見られたことから、基準線量に影響をあたえる因子である照射野サイズやフレームレートの変更により基準線量の低減は実施できると考える。また、線量測定についてはガイドラインでも記載されているが、画質に対する評価基準はまだ確立されていない。今後、画質の評価基準の確立をはじめ、今回われわれが行った線量測定のようにより多くの線量測定データから基準線量の標準化と画質の評価を行うことができれば、術者の求める画質の格差を縮小することが可能になるものとする。

4. まとめ

アンケート調査および同一の線量計、ファントムを用いた多施設の基準線量測定を行った結果、循環器撮影装置の施設間格差の現状が把握できた。また、FPD群とI.I.群の基準線量は透視、撮影ともに有意な差は認めら

れなかった。基準線量を測定し FPD 装置の特徴を有効に活用し、最適な線量管理を行うことが被ばく低減に繋がるものと考えられる。また、本研究が装置の線量管理の最適化と被ばく線量の適正化のデータベースとして役立つことを期待する。

謝 辞

この調査を行うにあたり、線量測定にご協力いただいた各施設の担当者の皆様および医療法人あかね会土谷総合病院放射線室の皆様がこの場を借りて感謝いたします。

本稿の要旨は、日本放射線技術学会第 37 回秋季学術大会(2009 年 10 月、岡山)にて発表した。

参考文献

- 1) Koenig TR, Wolff D, Mettler FA, et al. Skin injuries from fluoroscopically guided procedures: part 1, characteristics of radiation injury. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177(1): 3-11.
- 2) Koenig TR, Mettler FA, Wagner LK. Skin injuries from fluoroscopically guided procedures: part 2, review of 73 cases and recommendations for minimizing dose delivered to patient. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177(1): 13-20.
- 3) ICRP Publication 85. IVR における放射線傷害の回避. 東京: 社団法人日本アイソトープ協会, 2003.
- 4) 水谷 宏, 梅津芳幸, 江口陽一, 他. IVR における患者被曝線量の測定と防護に関する研究班報告. *日放技学誌* 2003; 59(3): 369-381.
- 5) 日本医学放射線学会警告. 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.
- 6) 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(12): 1444-1450.
- 7) IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン. 医療放射線防護連絡協議会, 東京, 2004: 5-6, 59-72.
- 8) 田島 修, 佐藤久弥, 佐藤公一, 他. 心臓カテーテル検査における透視線量および被曝低減技術の標準化(ガイドライン化を目指して). *全循研誌* 2004; 16: 18-21.
- 9) 一ノ瀬良二. DIGITEX safire の使用経験・島津ユーザー. *全循研誌* 2005; 17: 56-61.
- 10) IEC 60601-2-43. Medical electrical equipment-part 2-43: particular requirements for the safety of X-ray equipment for interventional procedures. 2000.
- 11) 日本工業規格 Z 4751-2-43. IVR 用 X 線装置-安全. 2005.
- 12) 水谷 宏. 検査技術と装置管理による被曝低減. *日放技学誌* 1996; 52(1): 37-41.
- 13) 全国循環器撮影研究会編集委員会 編. 循環器被ばく低減セミナーテキスト. 2009.
- 14) 土屋 明. 装置性能の国際的動向. *日放技学誌* 1996; 52(1): 27-31.
- 15) 大塚昭義, 東田善治, 宇津見博基, 他. 患者被曝線量を左右する因子の系統的研究(第 1 報 照射野と管電圧について). *日放技学誌* 1979; 34(5): 507-518.
- 16) (社)日本画像医療システム工業会 QA 委員会. 医用 X 線高電圧装置通則 JIS Z 4702: 1999 ガイド. 16-17.
- 17) 北井孝明, 小川 武, 佐野禎彦. フラットパネル・デジタル・ディテクタ・アンギオシステムによる冠動脈造影の患者被曝線量. *日放技学誌* 2003; 59(3): 423-426.
- 18) 福田篤志, 越田吉郎, 山口一郎, 他. Flat Panel Detector 搭載型心血管撮影装置における冠動脈撮影時のインターベンショナル基準点空気カーマから入射皮膚線量への変換係数の推計. *日放技学誌* 2004; 60(5): 725-733.
- 19) 尾崎道雄, 武 俊夫, 住真一郎, 他. 心臓カテーテル検査における推定被曝線量解析ソフトの開発と放射線照射部位の推定. *日放技学誌* 2011; 67(5): 507-516.

図表の説明

- Fig. 1 基準線量測定の幾何学的配置図
 Fig. 2 透視パルス数と撮影フレーム数の割合
 Fig. 3 DAP と AK の線量表示機能の割合
 Fig. 4 透視基準線量と撮影基準線量の関係
 Fig. 5 透視基準線量の分布
 Fig. 6 撮影基準線量の分布
 Fig. 7 透視基準線量における FPD 群と I.I. 群の比較
 Fig. 8 撮影基準線量における FPD 群と I.I. 群の比較

- Table 1 透視における FPD 装置の設定条件
 Table 2 透視における I.I. 装置の設定条件
 Table 3 撮影における FPD 装置の設定条件
 Table 4 撮影における I.I. 装置の設定条件
 Table 5 各因子における FPD 群と I.I. 群の基準線量の比較
 Table 6 透視における基準線量と各因子の単回帰分析
 Table 7 撮影における基準線量と各因子の単回帰分析

問合先

〒730-8655 広島市中区中島町 3-30
 医療法人あかね会土谷総合病院診療技術部放射線室 石橋 徹