

心血管IVR装置間における患者照射基準点線量の実測と線量表示値の比較

東北大学医学部保健学科放射線技術科学専攻 ○上杉 直人(Uesugi Naoto)

石井 浩生 宮田 恒平 加藤 慎子¹⁾ 三戸 麻莉菜

東北大学災害科学国際研究所災害放射線医学分野及び

東北大学大学院医学系研究科保健学専攻 稲葉 洋平 千田 浩一

【目的】

2015年6月7日に医療被ばく研究情報ネットワークJ-RIME (Japan Network for Research and Information on Medical Exposures) や関連専門家団体により日本で初めての診断参考レベル(DRLs 2015)が策定された¹⁾。その中でIVR(Interventional Radiology)におけるDRLs 2015は、20 mGy/min (VR基準点: 現在は、患者照射基準点)である。今後各施設では線量の最適化と管理を行うためには自施設の線量を実測評価し、DRLs 2015と比較検証する必要がある。今回我々は、ある条件下において心血管IVR装置の線量実測値と線量表示値(Air Kerma: AK)が乖離する可能性があることを経験した。そこで本研究では、心血管IVR装置間における患者照射基準点(以下、IVR基準点)線量の実測値と装置表示値AKの比較を行うことを目的とする。

【方法】

1.IVR基準点線量実測値と線量表示値AKの比較

対象は、心血管IVRを施行している宮城県内の5施設9装置(同一メーカー)。使用線量計は、スキンドーズモニタ SDM (Skin Dose Monitor) (Fig.1)とし、日本品質保証機構(JQA)にて校正された電離箱線量計を用いて校正した。ファントムは、アクリルファントム20枚を用いた。測定点は、「IVR基準点における測定マニュアル」²⁾記載のIVR基準点にSDM線量計を配置して実測した(Fig.2)。焦点-X線検出器間距離は、100 cmとした。アクリルファントム、SDMは全施設で同一のものを使用した。透視モードは、各々の施設において経皮的冠動脈インターベンションPC (Percutaneous Coronary Intervention) で用いるものとした。線量表示値AKは、モニタに表示される値を測定の際に読取を行った(Fig.3)。

2.寝台を移動したときの、実測値と線量表示値AKの比較

IVR基準点からX線検出器にアクリルファントムが密着するまで5 cm移動させながら実測値と表示値を評価した。その他は、1.と同様とした。



Fig.1 SDM線量計

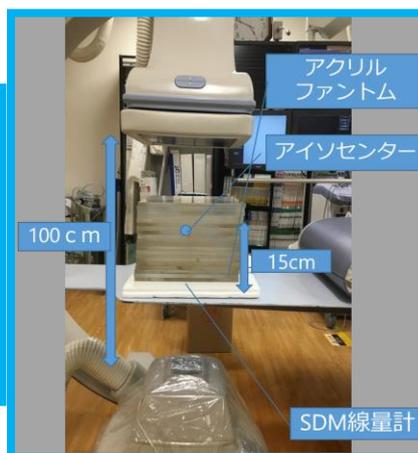


Fig.2 幾何学的配置図

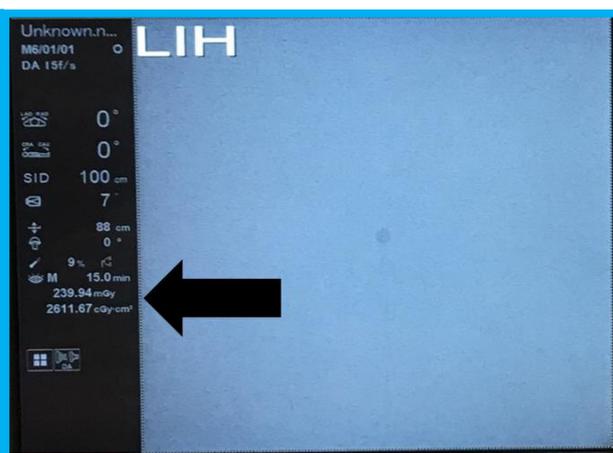


Fig.3 線量表示値AKの読取

【結果・考察】

全9装置の透視条件と測定結果をTable 1にまとめた。IVRにおけるDRLs 2015は、20 mGy/min (IVR基準点)である。Table 1のIVR基準点線量の実測値をみるとDRLs 2015未満だったのは、9装置中3装置(33%)のみに留まった。平均値でも、透視線量率は、 21.9 ± 9.2 mGy/minを示し、DRLs 2015を越える結果となった。また、最少線量率は、5.7 mGy/minで最大線量率は、31.6 mGy/minより最大約6倍の大きい格差がある。以上より、各施設では、線量最適化の余地があると言える。さらに、DRLs 2015未満の施設が多くないことが懸念される。

Table 1 透視条件と測定結果(9装置)

Cu:銅、Ta:タンタル

装置	管電圧 (kV)	管電流 (mA)	時間 (msec)	付加フィルタ (mm)	パルスレート (pulses/sec)	FOV (inch)	IVR基準点線量率 (mGy/min)
A	70	127	11.3	0.2 Cu	7.5	5	23.9
B	70	120	10.9	0.2 Cu	7.5	5	26.9
C	70	141	12.2	0.3 Cu	7.5	6	31.6
D	70	147	10.2	0.3 Cu	7.5	5	25.7
E	70	124	9.4	0.2 Cu	7.5	5	26.1
F	80	60	6.4	0.3 Cu	10	7.9	13.2
G	80	58	6.3	0.3 Cu	10	7.9	12.6
H	80	63	6.5	0.5 Cu	7.5	8	5.7
I	80	75	6.8	0.06 Ta	15	7	24.3

Table 1の管電圧をみると、70 kV(5装置)と80 kV(4装置)の2群に分けたため、どちらが、線量低減効果があるか統計学的検定を行った。同様に、パルスレートを7.5 pulses/sec(7装置)とその他(3装置)の2群に分けて検定を行った。管電圧の比較では、それぞれの線量は、 26.8 ± 2.6 mGy/min、 13.8 ± 6.7 mGy/min ($p=0.03$)を示し、有意に80 kV設定装置の方が線量低減効果は大きいことが言えた。また、パルスレートの比較では、それぞれの線量は、 23.0 ± 8.7 mGy/min、 16.5 ± 5.5 mGy/min ($p=0.19$)を示した。有意差はないことがわかり、パルスレートを下げただけでは線量低減効果は小さい。Chidaらの報告³⁾で、パルスレートを小さくしてもパルス幅が大きくなるなど1パルス当たりの線量が大きくなる場合は注意を要すると述べている点からも理解できる。

- 1.線量実測値と線量表示値AKの比較を示す。今回の9装置におけるIVR基準点線量の実測値と線量表示値AKを比較すると、線量実測値を基準にした場合、線量表示値AKの方が約2倍小さい値を示す装置が3台あった。つまり、線量表示値AKで患者被曝線量評価した場合には、過小評価してしまう可能性があることが明らかになった。したがって、患者被曝線量を線量表示値AKで管理している施設では、一度自施設で実測評価を行い、線量表示値AKの挙動を確認し運用上注意する必要がある。
- 2.寝台を移動したときの実測値と線量表示値AKの相違については、2つのタイプに分けられた。寝台を検出器に近づけたとき、実測値/表示値が一定のもの(AK表示型:5台)と減少するもの(寝台追従型:4台)が明らかになった。AK表示型は、IEC規格に記載されているようにIVR基準点におけるAK値を常に表す。ゆえに、寝台を動かしたときは、実測値とは乖離する場合がある。しかしながら、IVR基準点のAK値を常に示しているため安全側の線量表示値になっていると言える。寝台追従型は、寝台の位置を考慮した線量表示値になっているため実測値と表示値の比は、寝台を変化させてもほぼ一定値を示した。ゆえに、寝台追従型の線量表示値は、患者の皮膚表面線量に近い値が把握できる。しかし今回の条件は、正面方向のデータしか使用しておらず、角度を考慮していないため、Cアーム角度を変化させた場合については今後の検討課題にしたい。

【結語】

心血管IVR装置におけるIVR基準点線量の実測値と線量表示値AKの比較を行った。線量表示値AKで評価した場合、過小評価する場合がある。患者被曝線量をAKで管理している施設では運用上注意する必要がある。

【参考文献】

- 1) 最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定。
<http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf> (cited 2016 November15).
- 2) 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. 東京, 2004: 5-6, 59-72.
- 3) Chida K, Fuda K, Saito H, et al. Patient skin dose in cardiac interventional procedures: conventional fluoroscopy versus pulsed fluoroscopy. Catheter Cardiovasc Interv 2007; 69 (1):115-121.