

線量管理システムで計算される線量情報と線量計による測定線量の比較検討

○河野 敦¹⁾、宇都宮 慎一¹⁾

¹⁾愛媛県立中央病院

【目的】

2020年、医療施行規則一部改正により、医療被ばくの線量記録が新たに規定・施行され、線量管理システムの導入を進める施設が増加した。血管造影検査において線量管理システムで計算される線量情報と線量計で測定した線量の比較検討を行った。

【使用機器】

血管撮影装置「Allura Clarity FD10/10:Philips」
線量管理システム「Dose Manager:富士フイルムメディカル」(以下DM)、
ファントム「胸部ファントムN-1:京都科学」
電位計:EMF521A型(EMFジャパン)
線量計:DC300型 3cm²指頭形(EMFジャパン)

【方法】

電離箱線量計をファントム背部に配置し、線量計が関心領域中心に位置するようポジショニングする。Zoom size 8inch/SID=120cmの条件でX線透視(高線量モード・15p/s)を5分間曝射し、テーブル高2cm毎に計測を行う。
角度:①AP/②CAU30/③CRA30/④LAO50で、入射表面線量と入射皮膚線量について、DMによって計算された数値と線量計で測定および推定される数値を比較する。

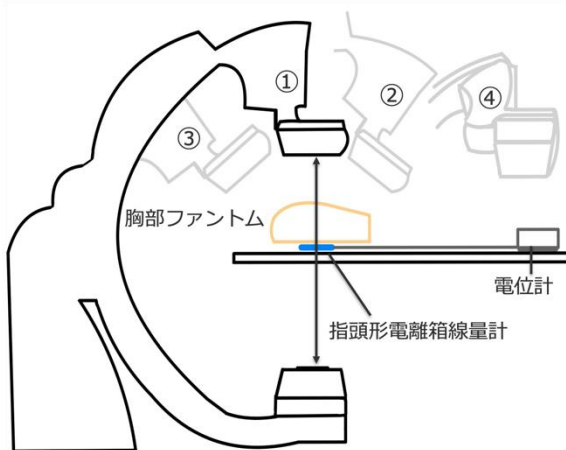


Figure.1 配置模式図

電離箱線量計で測定した空気カーマ(K_{air})より、入射皮膚線量(ESD)は式(1)(2)で算出される

$$ESD = KID \times TF \quad (1)$$

$$TF = \left(K_{air} \times \frac{D_{tiss}}{D_{air}} \right) / KID \quad (2)$$

Dose Manager上で計算される空気カーマ(AK_{IRP})及び入射皮膚線量(ESD)は式(3)(4)を基に算出とされている。

$$ESD = AK_{IRP} \times T \times BF \times \frac{D_{tiss}}{D_{air}} \quad (3)$$

$$AK_{IRP} = \left(\frac{DAP}{A_{IRP}} \right) \times (Cf) \quad (4)$$

KID : 装置表示線量値[mGy]

K_{air} : 線量計で測定した空気カーマ[mGy]

D_{tiss}/D_{air} : 組織吸収線量変換係数比

(空気に対する皮膚の質量エネルギー吸収係数)

AK_{IRP} : 患者照射基準点における空気カーマ

T : テーブルX線量吸収係数

BF : 後方散乱係数[mGy・cm²]

DAP : 面積線量計の表示値[mGy・cm²]

A_{IRP} : IVR基準点の照射面積[cm²]

Cf : 面積線量の補正係数

【結果】

電離箱線量計測定値による実測ESDとDM算出ESDの各X線照射角度における値をTable.1に示す。いずれの測定点においてもDM算出値が実測値に対し過大評価となった。

Figure.2に実測ESDに対するDM算出ESDの相対誤差を示す。概ね10%–20%DM算出値が過大評価となり、いずれの角度においても、テーブル高が低いほど誤差が大きくなる傾向を示した。

【検討①】

X線照射角度①A-Pにおける空気カーマ(装置表示線量 KID)とDM算出式(4)による AK_{IRP} 比較・検討を行う。

装置表示値とDM計算空気カーマはテーブル高に限らず約21%の相対誤差があり、DM算出値は過小評価となっていた。ここでDM空気カーマ算出式(4)にて面積線量補正係数 Cf を当院の実測で算出した値1.04で再計算することで得られた値は、装置表示値と7%の相対誤差となった。(Figure3)

【検討②】

X線照射角度①A-PにおけるESDについて検討する。検討①で Cf 補正された AK_{IRP} を用いてESDを算出すると実測ESDとの差は広がる結果となった。(Figure.4)

Table.1 各照射角度別の実測 ESD とDM 算出 ESD

table high	ESD (mGy)							
	A-P		CAU30°		CRA30°		LAO50°	
	実測	DM算出	実測	DM算出	実測	DM算出	実測	DM算出
-14	208.0	254.4						
-12	189.5	226.1						
-10	175.3	207.9						
-8	161.4	187.2						
-6	149.6	171.9	290.6	331.7	236.7	294.4		
-4	137.1	155.5	258.7	293.0	194.4	256.4		
-2	126.8	142.1	244.5	264.5	180.5	233.2	125.2	159.6
0	117.6	130.4	217.7	235.0	159.7	206.7	110.2	135.9
2	109.2	120.3	204.2	217.8	145.4	187.1	97.7	117.1
4	101.6	110.6	185.6	195.8	135.4	170.3	87.1	103.4
6	92.1	99.0	168.4	188.2	114.0	160.9	77.5	91.7
8	86.6	92.3	155.3	173.1	114.1	145.7	68.8	80.5
10	78.2	82.5					61.5	75.0
12							56.5	68.8

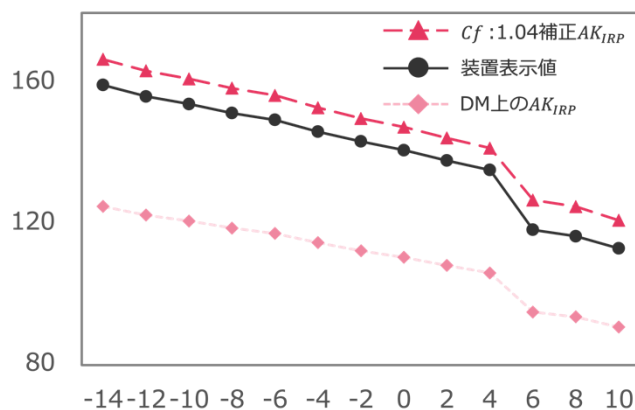
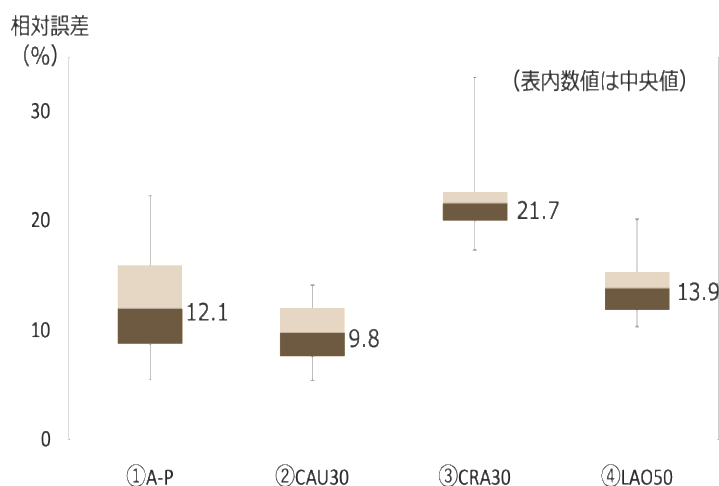
Figure3.装置表示線量とDM算出式 AK_{IRP} の比較

Figure.2 実測ESDに対するDM算出ESDの相対誤差

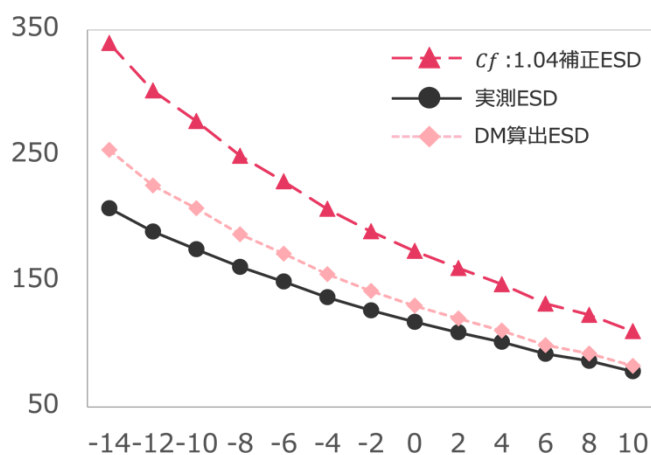


Figure.4入射皮膚線量(ESD)の比較

【考察】

検討②の要因について、算出式(3)において、テーブルX線吸収係数 T と後方散乱係数 BF が実際の値とかけ離れていることが考えられる。

これらのDM設定係数に関して、患者・装置的な要因や施設毎の幾何学的な条件があるため、実測値へ擦り合わせるように設定を組むことは困難である。

【結語】

線量管理システムで計算されるESDは今回の実測、検討では全て過大評価を示した。血管撮影装置から取得する面積線量値に各種係数を乗じて計算されるため、係数の設定値次第では大きな誤差を生じる原因になる。

装置特性および線量管理システムの特性を理解したうえで使用することが重要である。

【参考文献】

面積線量計による患者被曝管理の検討/坂本肇, 他 日本放射線技術学会雑誌/56 巻(2000)10 号

DICOM Radiation Dose Structured Reportを利用した血管撮影部門における放射線管理データベースの有用性/上野 登喜生,他 日本放射線技術学会雑誌 70 (12), 1392-1402, 2014