

冠動脈造影検査における管電圧設定の違いによる被ばく線量と画質への影響

公益財団法人 星総合病院

○佐藤 智亮(Sato Tomoaki)

国分 達郎 続橋 順市

福島県立医科大学附属病院 災害医療部¹⁾

福島県立医科大学附属病院 放射線部²⁾ 角田 和也¹⁾²⁾

【目的】

令和4年に全国循環器撮影研究会で認定しているIVR被ばく低減推進施設認定を更新する際、「線量を抑えるために管電圧を上げるとよい」と認定委員の方から指摘があった。それにより、管電圧を高くした条件を作成した。

本検討では、従来使用していたプロトコルと管電圧のみを高くしたプロトコルの比較検討を行った。従来使用していた管電圧設定と、指摘により管電圧設定を高くした2種類の透視条件を用いて線量評価と画質評価を行い、冠動脈造影検査における管電圧設定の変化による影響の基礎的評価を目的とした。

【方法】

血管撮影装置はAllura Clarity FD10/10 (Philips 社)を使用した。比較した管電圧条件は、最低管電圧を従来当院で使用している40 kVと、新たに作成した60 kVの2種類の設定とした。管電圧以外の設定条件は、当院で使用している冠動脈造影検査のプロトコルである、Flat Panel Detector (以下FPD) 入射線量率230 nGy、付加フィルタ銅0.4 mmアルミニウム1.0 mm、透視パルス7.5 p/sとした。インチサイズは冠動脈造影検査で使用している10 inchとした。

線量評価時の機器配置は、寝台の高さは患者照射基準点とし、寝台上には20 cmのpolymethyl methacrylate (PMMA) を配置、焦点受像機間距

離100 cmとした。このとき透視時の装置表示の管電圧、管電流、空気カーマ率 (以下Kar)、面積線量積率 (以下KAP) を記録した (Fig.1)。

画質評価時の透視条件は線量評価時と同様とした。線量評価時と同様の管電圧となるように、機器配置はPMMAを9 cmに調整した。PMMA上に画質評価ファントムを配置した (Fig.2)。画質評価ファントムはKCファントム (三田屋製作所) を使用した。このファントムの透視保存画像を視覚評価した。視覚評価は中央の1.5 mm 銅板領域で、空間分解能とコントラスト分解能を評価した。空間分解能はワイヤーチャートが視認できる最小の太さで評価し、コントラスト分解能は陰影を確認できる最小のアルミニウムステップ厚で評価した。視覚評価の結果はEZRを使用して統計解析を行った。管電圧の違いに対する空間分解能とコントラスト分解能をwilcoxonの順位和検定にて統計解析を行い、P値が0.05未満を有意差ありとした。

【結果】

記録した装置表示値を示す (Table 1)。最低管電圧を60 kVと高く設定したほうが、管電圧が2 kV高くなった。また、60 kVのほうが管電流は低く、 K_{ar} 、KAPも低い値を示した。

画質評価の結果を示す (Table 2)。空間分解能、コントラスト分解能ともに有意差は認めなかった。

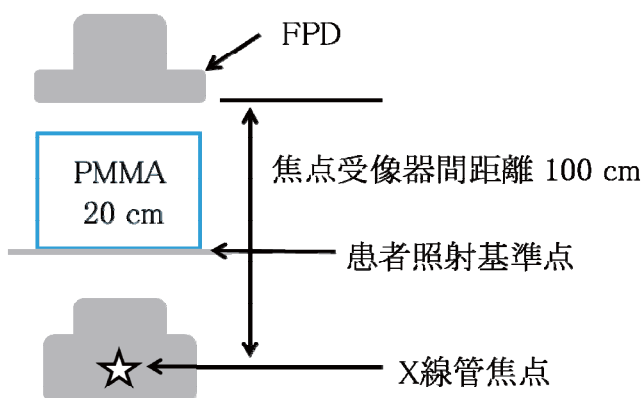


Fig.1 線量評価機器配置

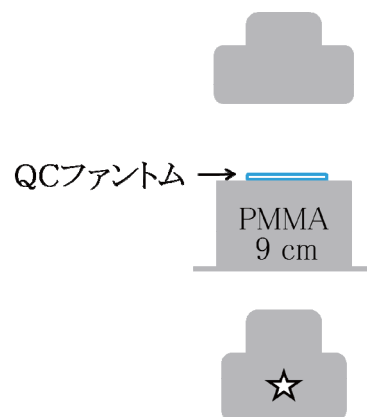


Fig.2 画質評価機器配置

Table 1 装置表示値

	①60 kV	②40 kV
管電圧 (kV)	76±0	74±0
管電流 (mA)	4.8±0	5.4±0.05
$K_{a,r}$ (mGy/min)	6.03±0	6.35±0
KAP rate (mGy·cm ² /s)	13.3±0.05	14.1±0.05

【考察】

管電圧を従来条件の40 kVと新たに作成した60 kVの2種類について線量評価と画質評価を行った。最低管電圧を上昇させた場合、管電圧は上昇、管電流、 $K_{a,r}$ 、KAPは低下したが有意差は生じなかった。最低管電圧を高く設定したことで、透過力が大きくなった。一方で、管電圧以外の透視条件は同一の設定であり、flat-panel detector (FPD) 入射線量率も同一であった。管電圧を変化させたときにFPD入射線量率が同一となるように、Spectral shaping filterによって管電流やパルス幅などの条件を自動に制御する機構が作動したと考えられる。今回、管電圧以外の透視条件を同一であり、付加フィルタも固定である。透視時のリアルタイムのパルス幅は実測不可能であったが、機器設定上は4～5 msとなっており、その範囲と考えられる。装置表示値の結果から、管電圧を高く設定すると管電流は低くなっていた。そのため、今回検討した装置においては、管電圧設定を変更したとき、管電流がFPD入射線量率を制御していると考えられる。

今回の検討方法では視覚評価上、有意差は生じなかった。しかし、管電圧が上昇しているため、散乱線が増加し空間分解能の低下の可能性が考えられた。線量測定と同一の機器配置で管電圧も同様の時の画質を検討したが、今回の機器配置では、FPDとKCファントムの距離が離れてしまい、FPDからの後方散乱の影響も考慮した画質評価としては不十分であった可能性が考えられる。ファントムの後方散乱を考慮した機器配置として、画質評価ファントムとFPDを近接させ、パルス幅の影響も検討できる動態ファントムを使用するなどの方法でより正確な画質評価ができるようになると思われる。

Table 2 画質評価結果

	①60 kV	②40 kV
画質評価用画像		
空間分解能 (mm)	0.25±0.03	0.25±0.05
コントラスト分解能 (mm)	0.51±0.09	0.54±0.11

検討課題として、今回画質評価はKCファントムのみで評価したため、動態ファントムの使用や臨床画像での評価が必要と考える。また、インチサイズが1種類のみでの評価であったため、拡大時に管電圧変化の影響があるかの検討も必要になると考える。本検討では最低管電圧を20 kV上昇させたが、更に高く設定した場合、 $K_{a,r}$ やKAPの低減の可能性を見出すことができた。しかしながら管電圧が高くなることで、散乱線も増加すると考えられ、術者被ばくの影響も検討が必要である。

【まとめ】

最低管電圧を高く設定することで、管電流は低下傾向を示した。管電圧を高く設定したときの画質評価方法として、後方散乱を加味した方法が有用であると示唆された。

【参考文献】

- 市川 尚 他. Spectral shaping filter を搭載した血管撮影装置における被ばく線量および画質の評価.
(ア) 日本放射線技術学会雑誌 75(1)2019: 13-23.
- 布田, 千田. X線パルス透視の被曝線量に関する実験的検討: 低パルスレート透視と高パルスレート透視の
(ア) 比較. 東北大学医学部保健学科紀要 13(2), 2004: 85-91.
- Kakuta K, et al. Effect of shape of automatic dose rate control and wedge compensation filter on radiation dose in an angiography system with a flat-panel detector. Radiol Phys Technol 16(4), 2023:560-568.