

デジタルマンモグラフィにおける新画像処理による撮影条件の検討

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部 ○伊藤 美保(Ito Miho) 池田 昌子

【目的】

AMULET Innovalityに微細構造鮮明化処理(Fine Structure Control、以下FSC)が導入された。FSCは、ノイズ抑制と鮮鋭性向上の効果があると言われている。Table 1は現在の臨床条件に近い条件(W/Rh、28 kV、71 mAs)で撮影したDMQCファントムによる評価データである。CNR、SCTF4 LP/mmがFSC導入により向上した。

本研究は、DMQCファントムによる評価で、FSC導入による被ばく低減の可能性と、AGDが国内の診断参考レベル(以下、DRL)である2.4 mGyで撮影した場合、現在の臨床条件の画像より画質の向上がみられるかを評価した。

Table 1 FSC 導入前後の比較

DMQCファントム 評価	CNR	空間分解能 (SCTF)		AGD (mGy)
		2LP/mm	4LP/mm	
FSC導入前	6.358	1.054	0.653	0.99
FSC導入後	13.638	1.021	0.858	

【検討項目】

- ①被ばく低減の可能性⇒日本乳がん検診精度管理中央機構(以下、精中医)の施設認定の評価基準値をクリアする平均乳腺線量(以下、AGD)と最適な線質を検討する。
- ②画質向上の可能性⇒国内のDRLであるAGD2.4 mGyで撮影した画像の評価と、最適な線質を検討する。

【使用装置および機器】

- ・乳房X線発生装置:FUJI FILM社製 AMULET Innovality
- ・線量計:Radcal社製 model9015、シャロー型6cc電離箱(10×5—6M)
- ・ファントム:DMQCファントム
- ・解析ソフト:MMG-Viewer(DMQCファントム付属ソフト)、Microsoft 製 Excel2016

【撮像条件・評価項目】

- ・Target/Filter:W/Rh
- ・管電圧:26 kV、28 kV、30 kV、32 kV、34 kV
- ・線量:AGDが0.4 mGyを下回る最も近い値と、0.8、1.2、1.7、2.0、2.4 mGyを上回る最も近い値
- ・評価項目:CNR、SCTF、低コントラスト検出能、入射表面線量(=入射空気カーマ)、AGD

【方法】

- ・CNR、SCTF、低コントラスト検出能:DMQCファントムの使用方法に準じて撮影・解析をして求めた。精中医の評価基準値(Table 2)を満たす事を条件に検討を行い、評価した。
- ・入射表面線量(=入射空気カーマ)の測定:線量計検出器の実効入射面を乳房支持台の左右中央、胸壁から60 mm、乳房支持台からの高さを40 mmに配置して測定した。3回測定を行い、平均値を入射表面線量とした。
- ・AGDの算出:Danceの式により算出した。国内のDRLは施設認定にエントリーした施設のAGDを基に設定しているため、施設認定の条件に近くなるように考慮した。当院の2016年4月の施設認定の結果報告書より、AGDの算出に用いられた等価PMMA厚を求めると43.02 mmであった。この値を係数gの決定に用いた。

Table 2 DMQC ファントムの評価基準値

	CNR	SCTF		低コントラスト検出能
		2LP/mm	4LP/mm	
評価基準	9.000以上	0.800以上	0.600以上	※

※MMG-Viewer で平均化(n=20)したデータをグラフ化して0.5 mm 以上(2本目)のカーボン線が識別できること

【検討項目】

- 1)CNRが各管電圧でCNR9(評価基準値の最低ライン)となるAGDと入射表面線量を近似式より算出した。評価項目を検討し、最適な線質を決定した。
- 2)各電圧でAGDが2.4 mGyのCNRと入射表面線量を近似式より算出した。評価項目を検討し、最適な線質を決定した。

【結果：検討項目①】

CNR9のとき、AGDが1番低い値となったのは26 kVで、0.39 mGyであった。入射表面線量が最も低い値となったのは、28 kVで1.31 mGyであった(Table 3)。

SCTFの結果は、SCTF 2 LP/mm、4 LP/mmどちらも、全ての管電圧において評価基準値を上回っていた(Fig.1)。CNRが9となるAGDに近い値である、0.4mGyを下回る線量で撮影した26 kVと28 kVの低コントラスト

Table 3 CNR9 となる AGD と入射表面線量

管電圧 [kV]	26	28	30	32	34
AGD[mGy]	0.39	0.40	0.44	0.49	0.57
入射表面線量[mGy]	1.34	1.31	1.35	1.49	1.73

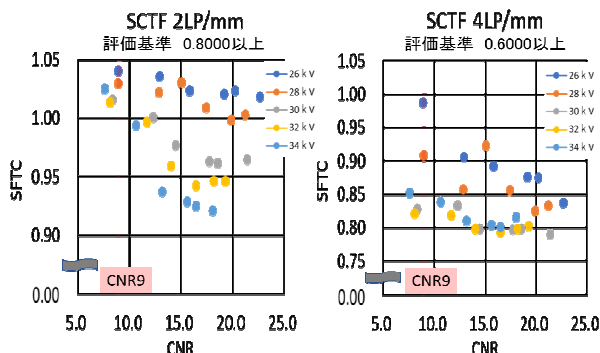


Fig.1 CNRとSCTF(2 LP/mm、4 LP/mm)の関係

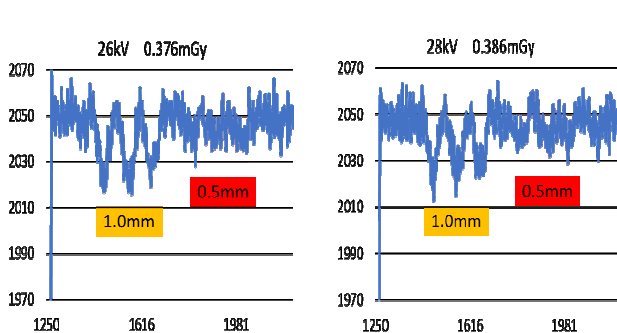


Fig.2 低コントラスト分解能(26kV,28kV:0.4mGy 以下)

Table 4 AGD2.4 mGy の CNR と入射表面線量

管電圧 [kV]	26	28	30	32	34
CNR	21.57	20.59	20.06	19.10	17.85
入射表面線量[mGy]	8.28	7.70	7.48	7.38	7.29

Table 5 CNR17.85 の AGD と入射表面線量

管電圧 [kV]	26	28	30	32	34
AGD[mGy]	1.62	1.76	1.87	2.08	2.40
入射表面線量[mGy]	5.59	5.65	5.83	6.39	7.29

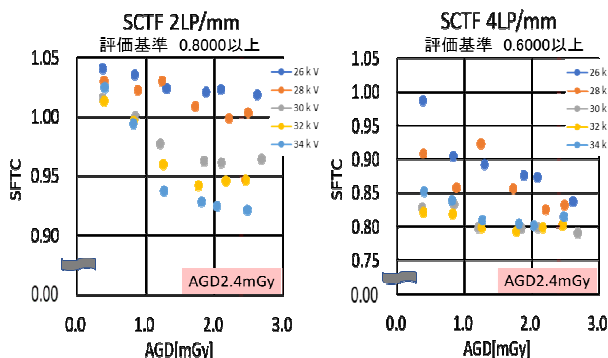


Fig.3 AGDとSCTF(2 LP/mm、4 LP/mm)の関係

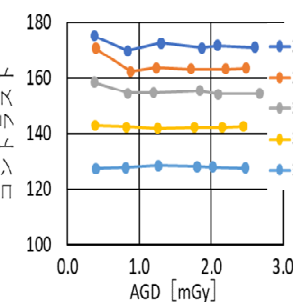


Fig.4 AGDとコントラストの関係

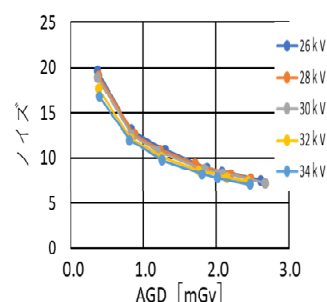


Fig.5 AGDとノイズの関係

分解能のグラフを示す(Fig.2)。1.0 mmのカーボン線は識別出来ていた。0.5 mmのカーボン線はノイズ成分が多く判別が難しいが、識別可能であった。

【結果:検討項目②】

AGDが2.4 mGyの時、CNR、入射表面線量が1番高かったのは26 kVでCNRは21.57、入射表面線量は8.28 mGyであった。1番低かったのは34 kVの時でCNRは17.85、入射表面線量は7.29 mGyであった(Table 4)。SCTFの結果は、SCTF2 LP/mm、4 LP/mmどちらも全ての管電圧において評価基準値を上回っていた(Fig.3)。AGDが2.4 mGyを上回る最も近い線量で撮影をしたデータによる低コントラスト検出能のグラフは1.0 mm、0.5 mmのカーボン線共に、全ての管電圧で識別可能であった。

【考察】

DMQCファントムの評価基準値を満たす最も低線量な撮影条件は26 kVでAGD0.39 mGyであった。AGD2.4 mGyでは、現在の臨床条件よりも高いCNRの画像出力が可能であることが確認できた。AGD2.4 mGyではCNRを考慮すると26 kVが最適であり、皮膚面の被ばくを考慮すると、34 kVが適していると考えられる。

追加検討として各電圧で、CNR17.85(AGD2.4 mGy、撮影条件:34 kV)になるAGDと入射表面線量を求めた(Table 5)。26 kVがAGD、入射表面線量共に最も低くなった。DMQCファントムの撮影の場合、管電圧26 kVが最も適していると言える。

CNRの結果をコントラストとノイズに分けてグラフに示す(Fig.4, 5)。グラフより、コントラストは線質に強く依存していると言える。ノイズは線量に強く依存し、線量が多いほど少なくなることが分かった。AGD2.4 mGyで、26 kVのCNRが一番高くなったのはコントラストの違いによる影響が大きいと言える。

【結語】

今回はDMQCファントムによる検討を行った。DMQCファントムの評価基準値を満たす最も低線量な撮影条件は26 kVでAGD0.39 mGyであった。現在の臨床撮影条件より被ばく低減が出来る可能性がある。AGDの上限を国内のDRLである2.4 mGyとすれば、現在より高画質の画像出力が可能である。DMQCファントムの撮影の場合、管電圧26 kVが最適であるといえる。

但し、臨床で使用する為には低線量による粒状性の評価や、視覚評価、臨床画像評価も必要であると考えられる。