



原著

FPD導入に伴うX線撮影条件設定の評価

松永直樹, 三輪俊弘, 森本崇史, 枚田敏幸

済生会滋賀県病院 画像診断科

要旨

当院では、2020年3月より救急撮影装置機器が更新され、一般撮影用X線平面型検出器（Flat Panel Detector：以下、FPD）が導入された。FPDは従来のComputed Ragiography（以下、CR）システムと比較してX線量子検出効率（Detective Quantum Efficiency：以下、DQE）に優れ、線量低減が可能である。本研究では、線量シミュレーションによる被ばく線量の低減率と診療放射線技師による視覚評価、線量指標の3項目について検討した。FPDは従来のCRシステムと比較して被ばく線量が各部位で30%～60%の低減ができた。視覚評価では、各部位で70%～100%の診療放射線技師が同程度以上と評価した。胸部正面撮影の目標線量指標は392となった。FPD導入に伴って、画質を担保しながら大幅な線量低減が可能となった。また、FPD固有の線量指標を導入したことにより患者の体格に応じた線量（Exposure Index：以下、EI）を照射することが容易になった。

背景

当院では、2020年3月より救急撮影装置機器が更新され、FPDが導入された。FPDは従来のCRシステムと比較してDQEに優れ、線量低減が可能である¹⁾。メーカー推奨のDQEはCRシステムで17.5%、FPDで31%となり、画像に寄与するX線が約1.7倍増加した。従来に比べて、被ばく低減が可能となったことから撮影条件を見直す必要が生じた。そのため、今回は、線量シミュレーション、視覚評価、EI²⁾について検討を行った。

対象と方法

使用機器

- X線撮影装置 Radnext50 (HITACHI)
- FPD CALNEO Smart (FUJIFILM)
- CR FUJI IP CASSETTE TypeC (FUJIFILM)
- SDEC (Surface Dose Evaluation Code)

1. 線量シミュレーション

救急撮影において撮影頻度の高い胸部・腹部・骨盤の正面臥位撮影を検討した。各部位の撮影条件を表1に示す。また、体厚による比較も合わせて行った。それぞれの撮影条件を計算ツール Surface Dose Evaluation Code（以下、SDEC）³⁾に入力して入射表面線量を算出し、線量の低減率を割り出した。

2. 診療放射線技師による視覚的評価

2020年3月にCRシステムで撮影した患者の中で、4月にfollow upのためにFPDで撮影した患者を対象とした。対象部位は胸部・腹部・骨盤の正面臥位撮影とした。CRと比較して優れている、やや優れている、同程度、やや劣っている、劣っているの5段階評価とし、救急業務に携わる診療放射線技師13名による視覚評価を行った。また、同程度以上の評価のものとそれ未満の評価とでt検定を行い、p値を算出した。p<0.05のとき有意であると判断した。

3. EItの設定

2020年11月から2020年12月の2ヶ月間にFPDで撮影した胸部正面臥位で撮影した73名を対象にEI値を測定した。その中央値を目標線量指標(Target Exposure Index:以下、EIt)とした。

結 果

1. 線量シミュレーション

胸部のFPDにおける入射表面線量はCRと比較して約50%低減した。

表1 胸部・腹部・骨盤の撮影条件

部位	方式	管電圧[kV]	mAs値	SID[cm]
胸部	CR	90	2	100
	FPD	90	1	100
腹部	CR	80	15	100
	FPD	80	10	100
骨盤	CR	70	20	100
	FPD	85	5	100

表2 線量シミュレーションの結果

部位	方式	体厚		
		15cm	20cm	25cm
胸部	CR [mGy]	0.33	0.37	0.42
	FPD [mGy]	0.16	0.19	0.21
腹部	CR [mGy]	1.92	2.17	2.46
	FPD [mGy]	1.28	1.44	1.64
骨盤	CR [mGy]	1.83	2.06	2.34
	FPD [mGy]	0.73	0.83	0.94

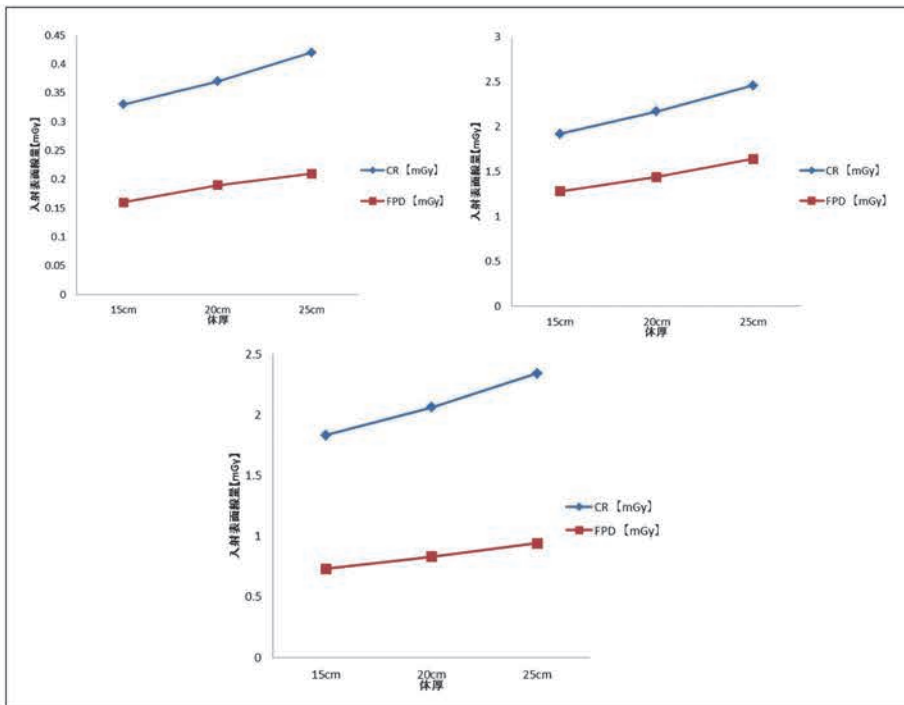


図1 線量シミュレーションの結果 (左上段 胸部, 右上段 腹部, 下段 骨盤)

腹部のFPDにおける入射表面線量はCRと比較して約33%低減した。

骨盤のFPDにおける入射表面線量はCRと比較して約60%低減した(表2, 図1)。

2. 診療放射線技師による視覚的評価

胸部では、77%以上の診療放射線技師が従来のCRと比較して同程度、やや優れている、優れている(p=0.04698)と評価した。また、23%の診療放射線技師が従来と比較してやや劣っていると評価した。

腹部では、92%以上の診療放射線技師が従来

のCRと比較して同程度、やや優れている、優れている(p=0.00014)と評価した。また、8%の診療放射線技師が従来と比較してやや劣っていると評価した。

骨盤では、100%の診療放射線技師が従来のCRと比較して同程度、やや優れている、優れていると評価した(図2)。

3. EItの設定

2020年11月から2020年12月に撮影した胸部正面臥位で撮影した73名のEI値の中央値は392であった(図3)。

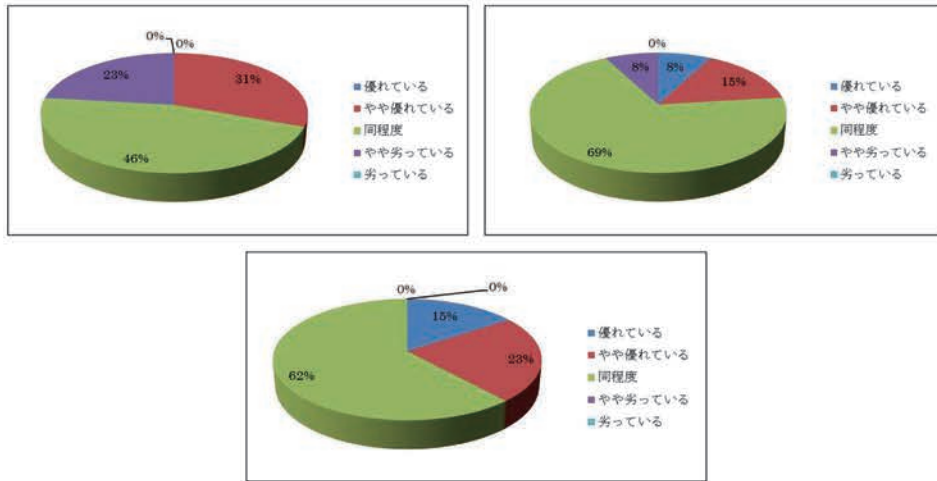


図2 視覚評価の結果(左上段 胸部, 右上部 腹部, 下段 骨盤)

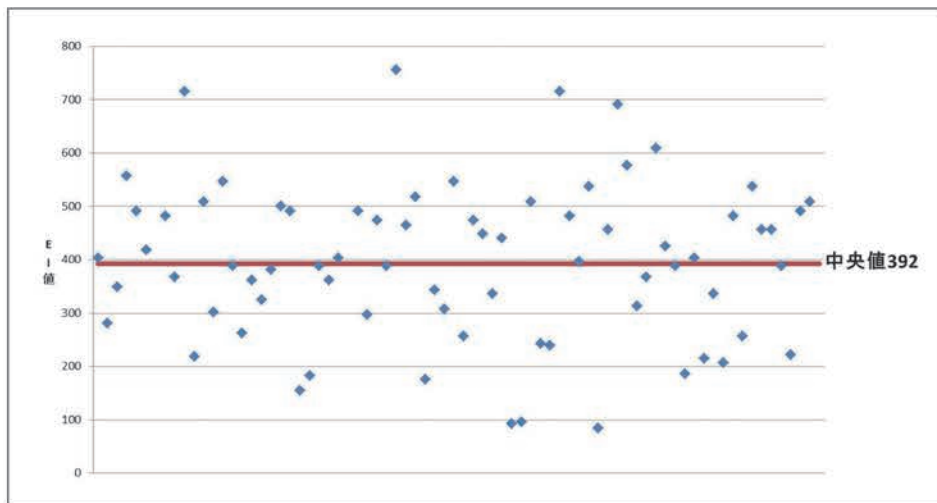


図3 EItの結果

考 察

線量シミュレーションに関しては、DQEを用いて、線量を30～60%の低減を実現することができた。今回参考にしたDQEはメーカー推奨の値であり、自らDQEを測定・算出することで、自施設にとってさらに最適な撮影条件の設定が行えると考えられる。

次に、診療放射線技師による視覚的評価についてはCRと比較して各部位ともに同程度以上の評価を得られたが、胸部に関しては劣っている意見の割合が他部位と比較して高かった。これは、検出効率が高いことによりやせ形の患者に対して過線量となり、画素値が飽和し黒とびが発生したことが考えられる(図4)。また、CRからFPDへの変更による再現性を維持することが困難であったことも要因の一つであると考えられる。対して、腹部や骨盤の評価が優れている要因としてFPDのダイナミックレンジが広いことが考えられる¹⁾。従来では腹囲の大きい患者は腹腔内臓器や骨盤に脂肪が重なることにより観察が困難であったが、FPDでは関心領域の観察が可能となっている。今後の課題としては、臨床医や放射線科医による視覚評価を行っていくことで、臨床的評価を行っていくことが必要であると考えられる。



図4 黒とび画像

本研究で、CRシステムでは行えなかったEIを導入することによりEItを設定でき、この値とのずれ量を表す偏差指標 (Deviation Index: 以下DI) も併せて用いることが可能となった。DIは以下の式①で表される。

$$DI=10 \log \frac{EI}{EIt} \dots\dots①$$

米国医学物理学会 (American Association of Physicists in Medicine) にて推奨されているDIの使用法⁴⁾を表3に示す。経験年数の浅い診療放射線技師は、患者の体格に応じて撮影条件の微細な調整が困難であったが、これにより、適切な線量への調整が容易となった。

結 語

FPD導入に伴って、画質を担保しながら線量の大幅な低減が可能となった。また、EIt・DIを設定することによって、患者の体格に関わらず、安定した画質の画像を提供できるようになった。今後の課題として、臨床的な評価や物理的評価を行うことで、被ばくと画質の適性を図っていくことが望まれる。

本研究は、済生会滋賀県病院倫理委員会の指針に従って患者データの収集と処理を行った。

表3 DIの使用法 (AAPM推奨)

>+3	ただちに原因究明	2倍線量以上
+1～+3	過線量	再撮影はしない
-0.5～+0.5	適正線量	
-1～-3	再撮影を考える	
<-3	再撮影	½線量

参考文献

- 1) 岸本健治, 有賀英司, 石垣陸太ら: デジタル画像の画質と被ばくを考慮した適性線量の研究. 日本放射線技術学会雑誌. 2011;67(11): 1381-1397
- 2) J.Valentin. Managing Patient Dose in Digital Radiology. ICRP publication. 2004; 93: 24
- 3) 加藤秀起, 藤井茂久, 吉見勇治: 診断用X線領域における入射表面線量計算ソフトSDECの開発日本放射線技術学会雑誌. 2009-10-20; 65(10): 1400-1406
- 4) American Association of Physicists in Medicine. AAPM report No.116 Exposure Indicator for Digital Radiography 2009

論文受付: 2021年4月8日 論文受理: 2021年6月4日