

FPD 搭載型血管撮影装置における照射線量と画質に関する研究

秋田県成人病医療センター ○加藤 守 (Kato Mamoru)
 (東北大学大学院医学系研究科保健学専攻)
 青森県立中央病院 伊丸岡 俊治 (Imaruoka Toshiharu)
 青森労災病院 坂本 幸夫 (Sakamoto Sachio)
 岩手県立中央病院 武蔵 安徳 (Musashi Yasunori)
 東北大学病院 中田 充 (Nakada Mitsuru)
 仙台厚生病院 芳賀 喜裕 (Haga Yoshihiro)
 東北厚生年金病院 森島 貴顕 (Morishima Yoshiaki)
 山形大学医学部附属病院 山田 金市 (Yamada Kinichi), 大沼千津(Ohnuma Chidu)
 白河厚生総合病院 知々田 勝之 (Chichida Katsuyuki)

【目的】

本研究は、FPD搭載型血管撮影装置の多施設・多機種における冠動脈造影時の線量の比較を行うと同時に、同一QCファントム(Fig.1)を用い画質を評価する。

【方法】

- 冠動脈造影時の線量を比較するために、IVR基準点(IRP)における空気吸収線量を測定し比較した。IRPの空気吸収線量はIECに準じ、アクリル20cmを寝台に乗せ可能な限りX線管から離し、線量計をIRPの空中に固定し測定した。パルスレート、フレームレート、FOV(F-1)は通常臨床にて使用する条件とした。(詳細な測定配置等は昨年の中間報告をご参照ください。)また、通常使用のFOV(F-1)の他に、一辺が20cm相当のFOV(F-2)にサイズダウンした線量を測定した。
- FDD90cmとし、Cu1.5mmとQCファントムを一緒に寝台の撮影中心に合わせ、寝台高さをIRPに合わせる。FOV(F-1,2)にて線量測定し画質を評価する。
- QCファントムの評価。
 - ダイナミックレンジ評価(FOV=F-2)
低・高濃度領域のアルミステップ(A・C:両端)の視認可能な合計個数で評価した。
 - 低コントラスト分解能評価(FOV=F-2)
中濃度領域のアルミステップ(B:中央)の視認可能な個数で評価した。
 - 空間分解能評価(FOV=F-1)
中濃度領域のワイヤーチャート(中央)の視認可能な本数で評価した。

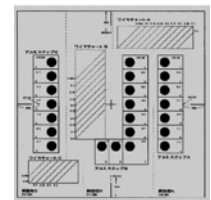


Fig.1 QC ファントム

【結果】

- 測定・比較に用いた装置は14機種で(Fig.2)、メーカー・機種によりFPDのピクセルサイズは異なっていた(150 μ m/154 μ m/184 μ m/194 μ m/200 μ m)。ワイヤーチャートの直径は6本目が200 μ m、7本目が150 μ mであり、分解能評価の目安と考えた。
- アクリル20cmでのFOV(F-1)のIRP空気吸収線量は、透視が平均17.7 \pm 10.3mGy/min(Fig.3)、撮影の平均は0.33 \pm 0.21mGy/frameであった(Fig.4)。また、FOV(F-2)におけるそれらは、13.2 \pm 6.8mGy/min(Fig.5)、0.20 \pm 0.08mGy/frame(Fig.6)であった。
- QCファントムでのFOV(F-1)のIRP空気吸収線量は、透視が平均17.5 \pm 15.5mGy/min(Fig.7)、撮影の平均は0.32 \pm 0.17mGy/frame(Fig.8)であった。FOV(F-2)におけるそれらは、13.7 \pm 9.5mGy/min(Fig.9)、0.23 \pm 0.09mGy/frame(Fig.10)であった。QCファントム視認時の管電圧をTable1に示す。
- Fig.11~13に透視におけるQCファントム評価結果を示し、Fig.14~16に撮影によるQCファントム評価結果を示す。Figは折れ線グラフが線量を意味し右側の軸に相当し、評価ポイントは棒グラフ示して左軸に相当する。

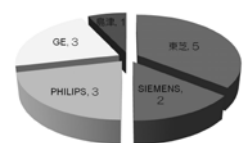


Fig.2 メーカー別分類

Table 1 QC ファントム視認時の管電圧

	Fluoroscopy (kV)		Digital Cine (kV)	
	F-1	F-2	F-1	F-2
Av	75.1	74.8	73.8	72.8
SD	4.3	4.1	1.7	1.5

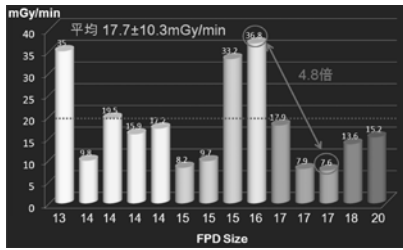


Fig.3 透視 : アクリル 20cm
IRP 空気吸収線量率(F-1)

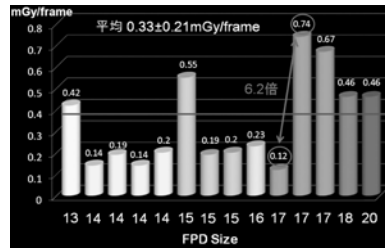


Fig.4 撮影 : アクリル 20cm
IRP 空気吸収線量率(F-1)

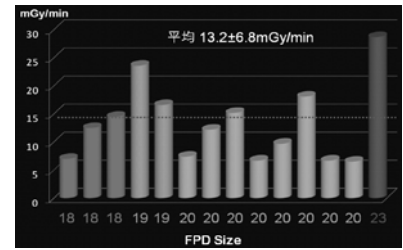


Fig.5 透視 : アクリル 20cm
IRP 空気吸収線量率

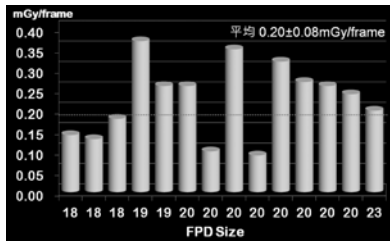


Fig.6 撮影 : アクリル 20cm
IRP 空気吸収線量率(F-2)

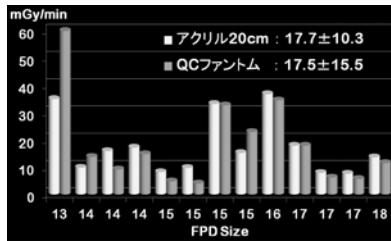


Fig.7 透視 : QC ファントムとアクリルの
IRP 空気吸収線量率(F-1)

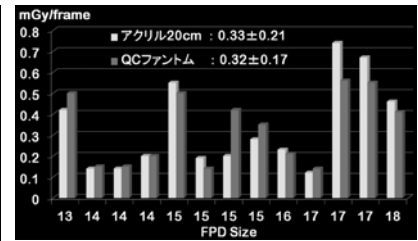


Fig.8 撮影 : QC ファントムとアクリルの
IRP 空気吸収線量率(F-1)

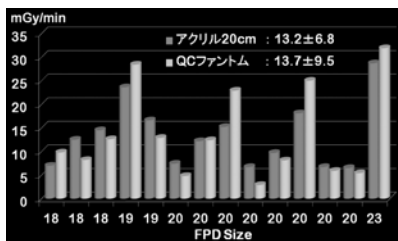


Fig.9 透視 : QC ファントムとアクリルの
IRP 空気吸収線量率(F-2)

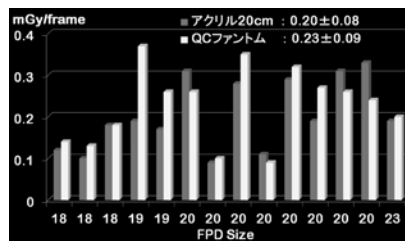


Fig.10 撮影 : QC ファントムとアクリルの
IRP 空気吸収線量率(F-2)

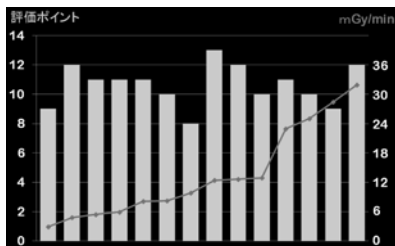


Fig.11 透視におけるダイナミック
レンジ評価(F-2)

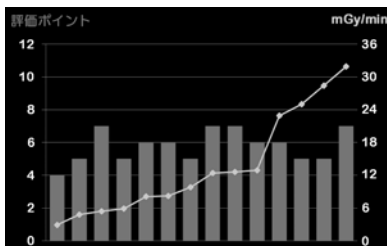


Fig.12 透視における低コントラスト
分解能評価(F-2)

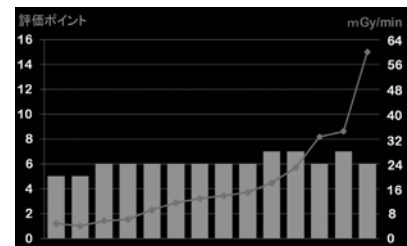


Fig.13 透視における空間
分解能評価(F-1)

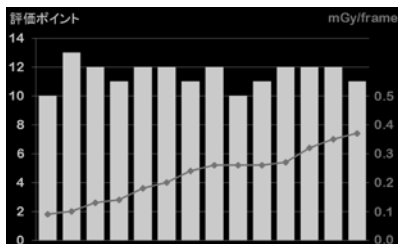


Fig.14 撮影におけるダイナミック
レンジ評価(F-2)

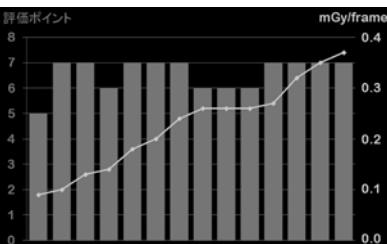


Fig.15 撮影における低コントラスト
分解能評価(F-2)

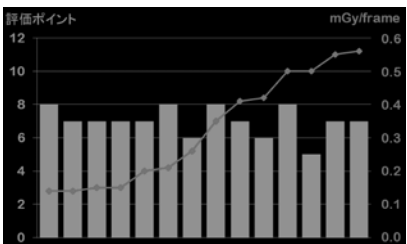


Fig.16 撮影における空間
分解能評価(F-1)

【考察】

1. 使用したQCファントムは基板が銅製であり、付加フィルタとして用いたのも銅板であった。アクリル20cmのIRPの空気吸収線量と同様な条件設定を考慮したため、QCファントム使用時のIRP空気吸収線量はアクリル20cmとの比較において、平均値は非常に良く一致した。しかし、アクリル使用時、あるいは臨床時とは散乱線の影響が異なっていたと考えられる。臨床の条件を全て同じには出来ないが、同一QCファントムを用いて線量と画質を評価する事で、標準化の取り組みが行えると考える。
2. 同一メーカーでも機種によりFPDのピクセルサイズが異なる装置もあり、分解能の評価は線量だけではなく、FPDの分解能(MTF)などを考慮すべきと考えた。QCファントムのワイヤーチャートの直径もFPDのピクセルサイズを考慮し、 $200\mu\text{m}$ ~ $150\mu\text{m}$ のワイヤーチャートの直径を細分化すべきと考えた。
3. 透視時のアクリル20cmでのIRP空気吸収線量の平均値は全国循環器撮影研究会：被曝低減推進施設認定の施設平均値と比べて十分に低い値で、被曝低減の努力が伺える。しかし、最大線量と最小線量を比較すると約5倍の格差があり、施設によっては、今後も線量低減の継続が必要である。撮影線量は先の認定施設の平均値より若干高めで、最大線量と最小線量を比較すると約6倍の格差があり、更なる線量低減策が必要である。撮影時の付加フィルタの追加が有効と考える。
4. QCファントムの評価は、同一ファントムをAuto条件で透視・撮影したにもかかわらず、線量の格差は透視で15倍、撮影で6倍であった。しかし、ファントムの評価は線量の差ほど格差は無かった。低線量で評価ポイントが低い施設があるが、高線量にもかかわらず評価ポイントが低い施設が存在する。特に空間分解能評価はFPDのピクセルサイズ以上の分解能は望めないとことから、線量を適切に低減する必要があると考える。標準化を考えた場合、高線量施設が線量を低減し評価ポイントで再評価する必要があり、臨床画像も加えて線量と画質を見直す必要がある。ICRPの2007年勧告の受け入れが日本でも検討され、その中には診断参考レベルの構築が提唱されている。線量の標準化は遠からず我々に課される事が十分予測され、現時点での線量低減は今後を見据えた重要な布石になると考える。
5. 最終報告時にX線管電圧の状況についての質問を頂いたので、ここで報告させていただく。QCファントムの透視・撮影時のX線管電圧はTable1に示す通りである。透視管電圧の平均は約75.1kVで標準偏差は4.3である。撮影時の管電圧の平均は約73.8kVで標準偏差は1.7である。標準偏差が示すように管電圧に施設毎の変動が少ない事が理解できる。透視の設定管電圧から撮影条件にフィードバックされるが、被曝低減には設定管電圧を高くする必要があると考える。透視・撮影の設定管電圧を80kV以上に設定する事で更なる被ばく低減効果が得られると考える。

【結論】

血管撮影装置の線量と画質を同一ファントムで評価した。透視線量は平均値では十分に低い値であった。しかし、画質を考慮すると更なる線量低減の必要性が強く感じられる。特に、高線量で評価ポイントが低い装置は線量の再検討が必要と考える。線量の標準化には同一ファントムを用いた画質と線量の同時評価が有効である。

【謝辞】

本研究の助成を頂いた日本放射線技術学会東北部会、梁川前会長はじめ江口会長および会員の皆様に深く御礼申し上げます。

また、測定に際し御協力頂いた各施設のスタッフの皆様に、この場をお借りして深く御礼申し上げます。