

医療放射線における最適化の現状と課題 — 技術的側面から考える — 血管IVR

福島県立医科大学附属病院 放射線部 内沼 良人(Uchinuma Ryoto)

【はじめに】

2020年4月1日に施行された医療法施行規則の一部改正で、管理者が確保すべき安全管理体制の項目に診療用放射線に係る安全管理が新たに規定された。その中には、放射線診療を受ける者の当該放射線による被ばく線量の管理および記録、その他の診療用放射線の安全利用のための方策の実施というものが記された。当院においても線量管理体制を新たに構築するため、各モダリティより1名程度担当者を選任すると共に線量管理システムを新たに導入し線量管理に努めている。

【当院の現状】

当院の血管撮影室における線量管理システムを使用した管理体制について報告する。血管撮影装置は診断部門に3台、手術室に1台設置されており全ての装置でDICOM Structured Report (RDSR) に対応している。はじめに血管撮影装置で得られた画像及びRDSRは全て画像サーバーへ転送される。画像サーバーへ転送された後、線量管理システムにてRDSRをもとに検査ごとに管理を行っていく。管理項目は透視時間、Dose Area Product (DAP)、空気カーマ (Kair,r)、Peak Skin Dose (PSD) を使用しており、各項目に2段階のアラートレベルを設けその値を越すものについてはアラート表示を自動表示する。またDRLs 2020で規定された検査項目においてはDRLsの2倍の値を超える検査においてもアラートを表示する。次にアラートが表示された当該検査において、検査内容の分析を行い線量超過に至った原因を探る。原因のほとんどは患者が標準体格よりも大柄な体格によるものや高難度な手技に伴う検査時間の延長などであるが、線量管理業務を通じて今まで以上に“線量の見える化”が明確になり、より最適化に取り組みやすくなったと考える。アラート表示がされた検査を中心にプロトコルの見直しなど、技術的な対応として線量の最適化を行っている。最適化を行うことにより術者は安心して検査に臨め、患者の利益につながるものと考えている。

そこで本講演においては当院で行っている最適

化の現状として以下の2項目を中心に述べる。1つ目は視認性向上技術であるアプリケーションの使用法の最適化。2つ目に心臓カテーテルアブレーション治療（経皮的心筋焼灼術）における線量最適化である。

1. 視認性向上技術 ガイドアプリケーションの使用法の最適化

冠動脈疾患の治療などにおいて、治療ガイドとしてのアプリケーション機能の強化が臨床現場から求められており、様々なアプリケーションが利用可能である。その中の一つに高速画像強調処理技術により心臓冠動脈ステントの視認性を向上させる技術があり、当院においても必要に応じて使用している。Philips社製血管撮影装置においてステントを目的部位へ正確に配置する際に有用なStent BoostとStent Boost Liveと呼ばれるアプリケーションがある。2つの共通点として、動いている2個のマーカーを自動認識し静止画像を再構成し、ステントを拡大/強調表示することができる。Stent Boostは最長40フレームの画像を撮影後の約2~3秒後、再構成された画像の確認ができる。これに対しStent Boost LiveはLive画像にて強調されたステントの確認でき、撮影しながら位置の修正などが可能となる。Stent Boostよりも長い時間の撮影が可能となり撮影時間の延長に伴う被ばく線量の増加が懸念され、適切な使用が望まれる。

通常撮影 (DA) とStent Boost、Stent Boost Liveの線量比較のための撮影を行った (Fig.1)。冠動脈検査プロトコルを使用し寝台上にアクリル10 cm及び動態ファントムを配置し、直線運動 (移動量10 mm) を繰り返し行い心臓の動きを模擬した。撮影線量は装置表示値を示す。

どの撮影方法においてもFPDのサイズを小さくするほど線量が大きくなり、Stent Boost、Stent Boost LiveはDAに比べより線量を必要とすることが分かった。Stent Boost、Stent Boost Liveの線量差はほとんどなかった。しかし再構成画像の拡大表示は

7インチまではインチサイズに応じた拡大表示がされるが、6インチの拡大表示は7インチと同じであるにも関わらず、線量はより多く必要であった。

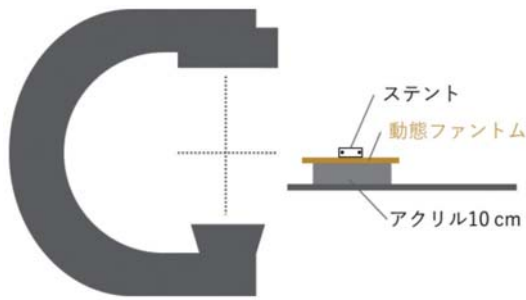


Fig.1 線量比較のための測定配置図

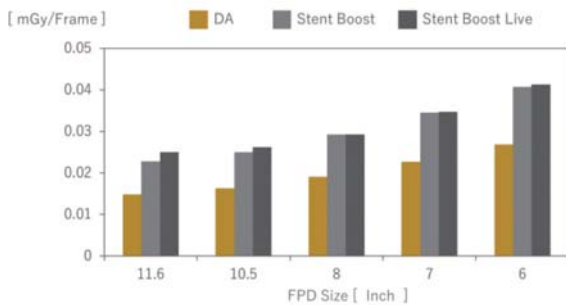


Fig.2 各FPDサイズの線量比較

医師による手技が円滑に進むようにサポートしつつ、DA撮影に比べ多く線量が必要であることを考慮し、過度のインチ拡大/撮影時間の延長は慎重に行うべきであり適切な使用が望ましいと考える。また本検討の限界として、ファントム検証であり心拍を想定したステントの移動は規則的な移動にとどまっており、実際の撮影時は不規則な心拍による移動に加え呼吸性移動も加わることから理想的な画像を得るためには撮影時間の延長が必要な場合も考えられる。またマーカー付きステントが撮影視野の辺縁になってしまうことや、撮影中のフレーミングのための寝台移動をすることは良好な画像が得られない可能性があると考えられる。

2. 心臓カテーテルアブレーション治療（経皮的心筋焼灼術）における線量最適化

当院の現状を報告する。全ての症例で医師からの指示によりCアームのグリッドを外して検査を行っている。目的は被検者とスタッフ、特に術者の被ばく線量を可能な限り低減することである。グリッドを外すことで画質が劣る可能性があることを伝えたくうえで、画像を確認し検査に支障がないとの判断で行っている。

グリッドを外し検査を行うことの注意点として以下が挙げられる。Philips社の推奨はグリッドを外さ

ずに行うこと。また脱着作業が煩雑であり、スタッフへの教育も必要であるということ。正確に取り付けができずに検査にあたったことや、取り付け忘れてカテーテルアブレーション治療以外の検査を行ってしまったことも経験した。また検査途中に脱着する際は落下に十分注意しなければならない等多くの注意点がある。

以上の問題点を改善するために、グリッド無しの線量程度になる様に、グリッド有りで線量パラメーターの最適化を図った（Table 1）。また変更前後でファントム画像による画質と撮影と透視の装置表示値の線量を比較した。

Table 1 設定変更項目

	変更前	変更後
Filter (Cu)	0.4 mm	0.9 mm
fluoroscopy Dose	65 nGy/s	20,40,60 nGy/s
Exposure Dose	60 nGy/s	30,40,50 nGy/s

線量パラメーター変更に伴う線量率低減率をグリッドを外した線量率と比較し示す（Fig.3, 4）。

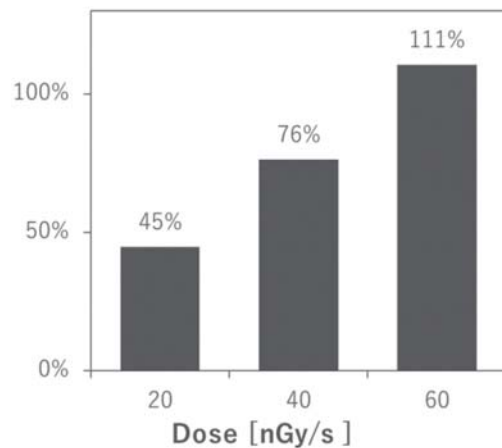


Fig.3 透視線量パラメーター変更に伴う線量率低減率

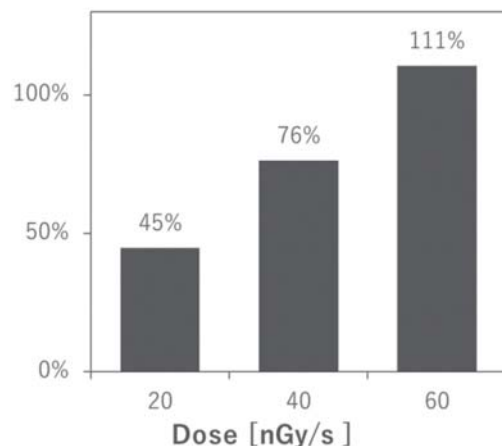


Fig.4 撮影線量パラメーター変更に伴う線量率低減率

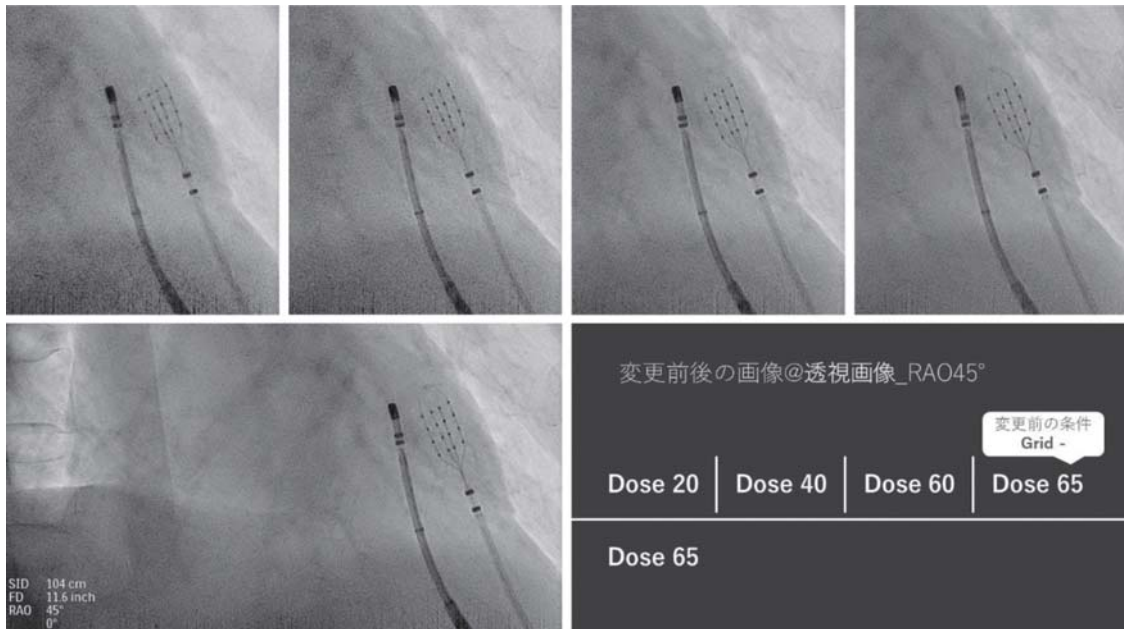


Fig.5 透視線量パラメーター変更前後のファントム画像比較

Table 2 透視時間と線量の結果

BMI	検査種別	透視時間 (min)	空気カーマ (mGy)	DAP (mGy/cm ²)
21.0 標準体型	非 PVI RFCA	33.1	25.4	3.497
25.8 やや大型	PVI RFCA	49.8	70.2	9.912
29.4 やや大型	PVI RFCA	37.9	65.1	9.810

線量パラメーター変更に伴う透視のファントム画像を示す (Fig.5)。

最も線量を下げたDose 20 nGy/s においては画像のようにRAO Viewで肺野と重なる箇所デバイスの視認性は概ね良好であるが、LAO Viewで心臓が椎体と重なる箇所はノイズが目立ちDose 20 nGy/s ではデバイスの視認性が劣るとの評価であった。

また3例のみの症例数に留まっているが、標準体型、やや大型の体型程度であればグリッド有りでグリッド無しに比べ76%低減のDose 40 nGy/sのパラメーターでも問題なく検査が行えており、Dose 40 nGy/sを採用することにした。実際の透視時間と線量の例を示す (Table 2)。

当該装置を使用し当院で行ったアブレーション検査全体の平均で空気カーマは187 mGyとなり検査区分分けや体形は考慮されていないが、全体の平均よりも少ない線量で検査が行えている。

【まとめ】

当院で行っている最適化の現状について報告した。1つ目はガイドアプリケーション機能の使用方法についての最適化を報告した。2つ目は心臓カテーテルアブレーション治療での透視、撮影パラメーターの最適化を行ったことで線量低減が図れたことについて報告した。

引き続き血管撮影室業務に関わる最適化を他の職種と協力しながら行っていきたい。