4. 医療被ばくの最適化と線量管理
── IVR・動画DRへの展開

松原 孝祐 金沢大学医薬保健研究域保健学系

医療における放射線利用は，診断・治療に大きな利益をもたらす一方，適切な放射線防護が求められる。医療被ばくの最適化には，線量情報を収集・評価するだけでなく，その情報を活用し，医療上の目的と放射線防護の両立を図ることが重要である。また，その判断においては，線量の数値だけでなく，患者の状態や医療上の利益，放射線によるリスクを総合的に考慮する必要がある。特に，血管撮影やインターベンショナルラジオロジー（interventional radiology：IVR）では，透視や撮影を組み合わせて手技を進めるため，検査・治療中の線量情報を適切に把握し，医療上の目的を損なうことなく，被ばくの最適化につなげることが重要である。

本稿では，動画対応デジタルラジオグラフィ（digital radiography：DR）を用いたIVRにおける医療被ばくの最適化と線量管理を中心に，その考え方を論じるとともに，患者および医療従事者の被ばく管理における課題と，線量情報を活用した最適化について考察する。さらに，放射線防護の倫理的な視点を踏まえ，人工知能（artificial intelligence：AI）やデータ活用が線量管理の高度化と臨床判断の支援にどのように貢献しうるか，今後の展望を述べる。

医療被ばくの最適化とIVRにおける線量評価の課題

医療被ばくの最適化では，診断に必要な画質や治療の目的を踏まえ，医療上の利益を損なうことなく，合理的に達成可能な範囲で被ばくを低減することが重要である。そのためには，線量情報を継続的に収集・分析し，その結果を検査・治療の手順や照射条件の見直しに活用することが有効である。線量管理システムは，こうした線量情報の継続的な収集・分析を効率的に行い，最適化に向けた課題の把握を支援するものである。

診断参考レベル（diagnostic reference levels：DRLs）は，医療被ばくの最適化を支援するためのツールである。日本の診断参考レベル（2025年版）（DRLs 2025）[1]では，IVR領域において，基準透視線量率がDRL値から参考値へと変更されたほか，手技別DRLsの対象が拡充された。具体的には，経カテーテル大動脈弁留置術，子宮筋腫に対する子宮動脈塞栓術，肺動静脈奇形に対する塞栓術，バルーン閉塞下逆行性経静脈的塞栓術，下肢領域の血管内治療などが新たに対象となった。施設における代表的な線量をDRL値と比較し，DRL値を上回る場合には，その要因を検討した上で，必要に応じて撮影条件や検査・治療手順を見直すことが求められる。しかし，実際には，DRL値との比較だけでは，医療被ばくの最適化が十分に達成されているかを判断することは難しい。特にIVRでは，同一の手技であっても，手技の難易度や患者背景などによって線量が異なる可能性がある。実際に，IVR手技を難易度別に分類して線量を分析した研究[2]では，同一手技において，難易度が高いほど面積空気カーマ積（P_{KA}）が増加する傾向や，P_{KA}および患者照射基準点における累積空気カーマ（$K_{a,r}$）と透視時間の相関が，手技の難易度や種類によって異なる傾向が示されている。このことは，線量指標を評価するだけでは，手技に伴う線量の違いを十分に解釈できない場合があることを示している。今後は，手技の難易度や患者背景などを考慮した線量評価を進め，症例の特性による線量の違いと照射条件や手技の工夫によって改善できる要因を区別して評価することが求められる。

IVRにおける線量指標と被ばく管理

IVRにおける線量指標として，先に述べた$K_{a,r}$とP_{KA}があり，これらはいずれも検査・手技全体の患者被ばくに関連する線量指標である。$K_{a,r}$は患者照射基準点における累積空気カーマである。放射線による皮膚障害のリスクを評価する際の指標として活用できるが，患者からの後方散乱は含まれておらず，皮膚表面の吸収線量を直接示すものではない。一方，P_{KA}は空気カーマと照射野面積の積であり，照射範囲を反映した指標で

〈0913-8919/26/￥300/論文/JCOPY〉