

## 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 —

核医学

東北大学病院 診療技術部放射線部門 ○田頭 豊(Dendo Yutaka)

### 【はじめに】

診療用放射線による患者の医療被ばくには線量限度が設けられていない。被ばくによるデメリットよりもメリットが上回る場合において医師が放射線診療の正当化の責任を負うが、私たち現場の診療放射線技師は患者に対して真摯に検査説明を行う責務がある。「検査で受ける被ばくは大した量ではありません。人体への影響は極めて低いものです。」と安易に説明しがちであるが、少し立ち止まって考えていただきたい。

診断参考レベルDRLs2020に示される18F-FDG PETによる患者被ばくはおよそ14.7 mSvである<sup>1)</sup>。この被ばく線量による発がんの過剰絶対リスクは0.049%であり、相加リスクは2032人に1人と計算される<sup>2)</sup>。1人の患者が2000回もPET検査を受けることはあり得ないが、一方で当院では年間およそ4500件のPET検査を行っている。私たちはこの意味を正しく理解した上で、放射線被ばくの最適化に全力で取り組まなければならない。

### 【核医学検査の記録・管理対象】

同一検定量の放射性薬剤であっても、投与時刻により患者が受ける被ばく線量は異なる。他の撮影モダリティでは撮影装置が線量情報を発生するが、核医学検査ではその限りではない。ドーズキャリブレーションを用いた測定値に対して、時間減衰に関する補正を行い、患者への投与時点の放射線量（実投与量）を記録することが定められている。

放射性薬剤の集積は対象臓器の機能により左右されるため、単純に患者の体型によって線量（投与量）をコントロールすることは困難である。そのため最適化のための第一ステップとしては、関連団体による各種ガイドラインを遵守することが求められる。成人ではJ-RIMEのDRLs2020<sup>3)</sup>、小児に関しては小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン<sup>4)</sup>が該当する。実投与量の記録先を、放射線情報システム（RIS）にする、あるいは撮影装置に入力しDICOMとして情報を持たせるかは施設の運用によるが、いずれの場合も手作業で数値

を入力する必要がある。業務のワークフローを妨げないため、先行研究ではExcel VBAを用いた管理ソフトウェアが報告されている<sup>5)</sup>。当院でも同報告を参考に、VBAフォームにより少ない入力項目で減衰補正を計算し、RISに実投与量を記録している（Fig.1）。RISからは患者情報、検査名と実投与量をCSVファイルで出力することが可能であり、年1回統計作業を行い投与量の最適化を確認している。

Fig.1 実投与量計算VBA

### 【最適化のための方策】

患者に投与後のシリンジには一定量の放射性薬剤が残存する。薬剤の種類によっては粘性が高いものがあり、残存量の程度によっては投与量の不足につながることもある<sup>6)</sup>。当院では線量管理を始めてから蓄積されたデータにより、薬剤ごとの残存率を推定し、それを考慮した量を準備することで投与量を安定化することが可能となった。また、放射性薬剤を分注する際の放射線技師の手指被ばくを低減するため、分注時刻ごとの液量・放射線量早見表を作成している（Fig.2）。

現状、SPECT撮像の標準化に関するガイドライン<sup>7,8)</sup>は再構成条件等による画質の最適化を主目的としており、装置スペックに合わせて投与量を減らすことを目的としていない。また、核医学検査は撮像時間が長いものも多く、被ばく低減よりも撮像時間短縮を優先してしまう場合が多い。今後、深

層学習を応用した画像再構成法などが普及すれば、投与量低減の余地は十分にあるため、私たち放射線技師は画質評価法の最新の動向に注視し続ける必要がある。

GSA 投与量 1.50ml	DRL 200MBqに するには		成人投与量 150MBqに するには	
	全量投与量	準備量	全量投与量	準備量
0.30	277.0 MBq	0.84 ml	0.67 ml	
0.60	261.5 MBq	0.89 ml	0.71 ml	
0.90	246.8 MBq	1.01 ml	0.75 ml	
1.20	231.9 MBq	1.12 ml	0.79 ml	
1.50	218.0 MBq	1.18 ml	0.84 ml	
1.50	185.0 MBq	1.41 ml	1.00 ml	

PMT 投与量 2.0ml	DRL 200MBqに するには		成人投与量 150MBqに するには	
	全量投与量	準備量	全量投与量	準備量
0.30	277.0 MBq	1.88 ml	1.34 ml	
0.60	261.5 MBq	1.99 ml	1.41 ml	
0.90	246.8 MBq	2.11 ml	1.50 ml	
1.20	231.9 MBq	2.23 ml	1.59 ml	
1.50	218.0 MBq	2.36 ml	1.68 ml	
1.50	185.0 MBq	2.81 ml	2.00 ml	

Fig.2 放射性薬剤の減衰を考慮した液量・放射能早見表

### 【R-RDSRについて】

被ばく線量情報構造化レポート (RDSR) の中で、核医学検査に特化したR-RDSRという標準規格が存在する。当院でも装置の更新に伴い、SPECT装置からDICOMファイルとしてR-RDSRを出力することが可能になった。しかし、実際にはこれまでRISに入力していた情報と同じ内容を装置に入力する作業量は変わらず、後からの修正が困難といった課題がある。そのため、情報量が増えるなどというメリットは現状では無い (Fig.3)。ただし、当院では線量管理システムを導入しており、R-RDSRを主体とした線量管理の一元化を今後の方針としている。今後、現場の技師の負担が増えないような効率的なワークフローの確立が課題となっている。

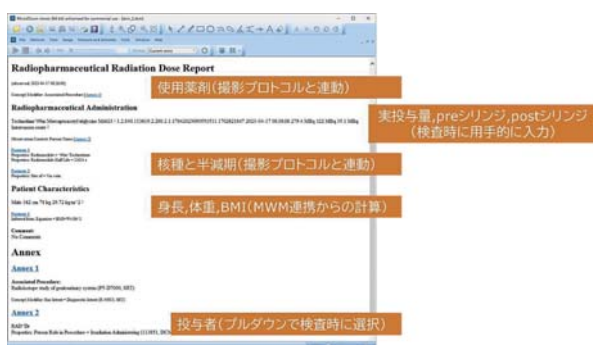


Fig.3 R-RDSRの内容の例

### 【おわりに】

実投与量情報の発生源が撮影装置ではないため、記録や管理が難しい状況にある。また、画質 (集積) は機能によって左右されるため、事前の予測に基づく最適化は困難である。現時点では、各種ガイドラインの遵守が最優先の目標となっている。標準規格 (R-RDSR) や線量管理システムの導入は、核医学分野においては管理を容易にするための劇的な変化ではない。深層学習など技術の進歩によって投与量の低減余地は十分にあり、これからも放射線技師は画質評価法の最新の動向に注意を払い続ける必要がある。

### 【参考文献】

- 1) The Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI). <https://www.snmmi.org/index.aspx>. (Accessed June 15, 2023).
- 2) XrayRisk.com. <https://www.xrayrisk.com/>. (Accessed June 15, 2023).
- 3) 医療被ばく研究情報ネットワーク (J-RIME). 日本の診断参考レベル (2020年版), 2020. [http://www.radher.jp/J-RIME/report/JapanDRL2020\\_jp.pdf](http://www.radher.jp/J-RIME/report/JapanDRL2020_jp.pdf) (Accessed June 15, 2023).
- 4) 日本核医学会. 小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン, 2020. <http://www.med.nihon-u.ac.jp/department/syounikaku/GL2020.pdf> (Accessed June 15, 2023).
- 5) 脇田 幸延, 山永 隆史, 片山 豊, 他. 核医学領域におけるVisual Basic for Applicationsを用いた線量管理ソフトウェアの開発と実投与量の評価. 日本放射線技術学会雑誌 2022; 78(11): 1273-1281.
- 6) 都能 和俊, 太田 翔也. 放射性医薬品の実投与量に三方活栓とシリンジ内の残存量が及ぼす影響—異なる三方活栓と共洗いの効果—. 日本放射線技術学会雑誌 2022; 78(12): 1415-1424.
- 7) 日本核医学技術学会SPECT標準化委員会. 脳血流SPECT撮像の標準化に関するガイドライン1.0. 核医学技術 2017; 37: 505-516.
- 8) 日本核医学技術学会標準化推進小委員会. 心筋血流SPECT撮像の標準化に関するガイドライン1.0. 核医学技術 2020; 40: 413-426.