

核医学検査における投与量適正化について

秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部 佐藤 郁(Sato Kaoru)

核医学検査の被検者被ばくは、主に核種の物理学的半減期と体内に取り込まれた薬剤動態による生物学的半減期より算出される実効半減期により決まる。使用薬剤は、調製済のシリンジ又はバイアル購入とジェネレーターを用いたキット調製およびサイクロロンでの院内製造があり、施設の運用状況に応じて入手方法を選択されている。最近では、調製済の薬剤が選択されることが多くなり、前日までに注文を行う。投与量は、診断に必要とされる画質が得られるよう適切な量の設定がされるべきである。特殊な場合を除き各被検者に対して1薬剤全量を投与して使用することが一般的であり、同一薬剤でも投与時刻により実投与量が変化する(Fig.1 a, b)。実際の運用においては、撮像装置性能(感度など)と撮像プロトコールおよび検査予定時刻並びに被検者体重など様々な条件を考慮して投与量を決定している。

123I製剤の投与 (SPECT)



Fig.1 a

18F製剤投与(FDGPET)



Fig.1 b

核医学検査における投与量の適正化については、2015年に公表された本邦の診断参考レベル(DRL)をもちいて評価を行うことが可能となった(Table 1)¹⁾。核医学検査のDRLは、全国調査データの結果に基づき平均的な体格の成人における投与量(MBq)の75パーセンタイル値として示されている。各施設の状況に合わせてジェネレーター、シリンジなどの調製済み薬剤のいずれでも参照できる値が採用されている。調剤済み製剤を使用している施設では、必ずしも被検者ごとにドーズキャリブレーションによる実測を必要とせず物理的半減期による計算で実投与量を推定することが可能である。

標識済み製剤使用時の注意点として、投与量の記録を検定時刻の放射線量をしている場合には、検定時刻前に投与した場合は過小評価となり検定時刻後の投与では過大評価してしまい記録と実投与量に差が生じて正確な評価が困難になる。表計算ソフトなどで減衰計算も可能であるが、アイソトープ協会の放射性医薬品共同受注システム(RIOS-NET)のwebページ上で核種ごとの減衰計算が簡便に行えるため実投与量の算出などに利用できる。PET製剤は、¹⁸F-FDGがバイアル製品として販売されて普及している。地域により多少異なるが、検定時刻の約1半減期前に配送されるため、製品によるが配送直後において300MBqを超える放射線量となる(Fig.1 b)。PET薬剤の投与は、従事者の被ばくを考慮して投与装置が用いられている。投与装置によりセットしたバイアル全量を投与する機能に限定されているものもあり、配送直後における低体重の被検者への投与には注意が必要と考える。検査予約時に体重など身体情報も取得して投与の順番を調整するなど対策が必要と考える。

X線発生装置を使用しているモダリティなどでは、被検者ごとに装置出力情報が自動で連携され保存されるシステムが標準的になってきている。一方、核医学検査の実投与量の記録は、担当者による入力一般的なであ

Table 1

最新の国内実態調査に基づく診断参考レベルの設定 核医学のDRL

検査及び放射性薬剤	DRL (MBq) ²⁾
骨: ^{99m} Tc-MDP	950
骨: ^{99m} Tc-HMDP	950
骨髄: ¹¹¹ In-Cl	120
脳血流: ^{99m} Tc-HM-PAO(安静あるいは負荷1回のみ)	800
脳血流: ^{99m} Tc-HM-PAO(安静+負荷)	1200
脳血流: ^{99m} Tc-ECD(安静あるいは負荷1回のみ)	800
脳血流: ^{99m} Tc-ECD(安静+負荷)	1100
脳血流: ^{99m} Tc-HMP(安静あるいは負荷1回のみ)	200
脳血流: ^{99m} Tc-HMP(安静+負荷)	300
脳疾患:イマゼニル(¹²³ I)	200
トホミトリスホネラ:イソフルペン(¹²³ I)	190
脳槽・脊髄腔: ¹¹¹ In-DTPA	70
甲状腺摂取率: ¹²³ I-NaI	10
副甲状腺: ^{99m} Tc-pertechnetate	300
副甲状腺: ^{99m} Tc-pertechnetate	300
副甲状腺: ^{99m} Tc-MIBI	900
肺換気: ¹³³ Xe-ガス	200
肺換気: ¹³³ Xe-ガス	480
肺血流: ^{99m} Tc-MAA	280
RIヘリウム: ^{99m} Tc-MAA	500
肝・脾: ^{99m} Tc-phytate	200
肝機能: ^{99m} Tc-GSA	280
肝臓: ^{99m} Tc-PMI	280
肝・脾: ^{99m} Tc-Sn3DIP	180
心筋血流: ²⁰¹ Tl-Cl	180
心筋血流: ^{99m} Tc-tetrofosmin(安静あるいは負荷1回のみ)	900
心筋血流: ^{99m} Tc-tetrofosmin(安静+負荷)	1200
心筋血流: ^{99m} Tc-MIBI(安静あるいは負荷1回のみ)	900
心筋血流: ^{99m} Tc-MIBI(安静+負荷)	1200
心筋脂肪代謝: ¹⁸ F-GBMPP	130
心交感神経機能: ¹²³ I-MIBG	130

り撮像装置または放射線部門システム(RIS)への入力と記録が行われている。線量管理用ソフトウェアが提供されて使用可能となってきたが、実投与量情報の保存状況が統一されていないなどにより、他モダリティと比べ対応が遅れている。このため施設の状況に合わせた実投与量の記録と集計ならびに解析が必要である。今後は、実投与量ならびに被検者の体格情報なども合わせた集計と解析が行えるシステム導入・環境整備が必要と考える。

当センターでの対応としては、RIの受入れと投与及び保管廃棄までの管理を行っているRISを線量管理への応用も可能と考えて線量管理の試みを行っている。実際の利用方法を紹介する。RI受け入れは、放射線医薬品管理画面で薬剤の種類と放射エネルギーおよび製品番号の入力を行う(Fig.3 a)。RIの使用は、検査実施入力画面で受入れ済のRI薬剤が選択して使用可能状態となる。シリンジ薬剤は、投与時刻での放射エネルギーを物理的半減期による計算を実行することが可能となっている(Fig.3 b)。ジェネレーター使用やバイアルからの取り分けによりドーズキャリブレーションによる実測した場合は、直接測定値を入力する。使用済の薬剤は、放射線医薬品管理画面で保管廃棄にステータスの変更を行う。この一連の操作により検査の実施情報に各被検者の実投与量が記録される。データの集計と解析は、RISよりCSV形式で出力してExcelなどの表計算ソフトにより行うことが可能となっている。当センターの¹²³I製剤の集計結果をFig.4に示す²⁾。平均体重群における実投与量の中央値は、184 MBqでDRL値と比して低値であった。

投与量の検討には、画質についても考慮が必要でありファントム試験など画像評価法を示したガイドラインなどを参考にして、施設ごとにエビデンスを持った決定が必要である。

■ 薬剤の受入れ



Fig.2 a

■ 半減期補正を用いた投与量の記録

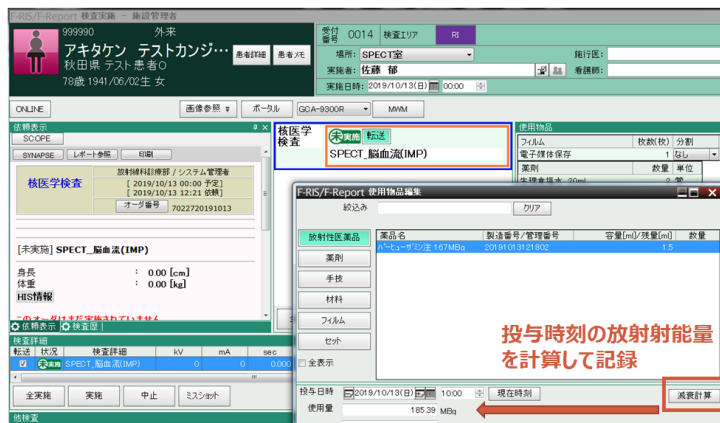


Fig.2 b

当センターの¹²³I製剤投与量

- ・ DRL 200MBq

n=38

¹²³ I	平均値	最小値 - 最大値
体重 (kg)	65 ± 2	62 - 68
実投与量 (MBq)	174 ± 17	129 - 194
	中央値 184	

2019/3/1 ~ 9/30

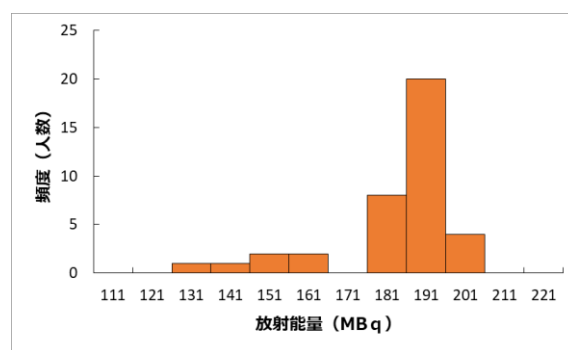


Fig.3

【参考文献】

- 1) 最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定 平成 27年6月 7日
- 2) 診療用放射線に係る安全管理体制に関するガイドライン 公益社団法人 日本医学放射線学会