Ⅲ ガリウム標識PET薬剤

1．ガリウムジェネレータの基礎

磯田　拓郎　九州大学大学院医学研究院臨床放射線科学分野

^{68}Gaは，半減期約68分の陽電子放出核種であり，PET用放射性医薬品の標識核種として広く用いられている。近年，前立腺特異的膜抗原（PSMA）を標的とした前立腺がん診療をはじめ，ソマトスタチン受容体や線維芽細胞活性化タンパク質（FAP）などを標的とするradiometal theranosticsの進展に伴い，その重要性は高まっている。わが国でも，PSMA PETの保険適用を契機として，^{68}Ga標識薬剤を臨床で使用する機会が増加している。

^{68}Gaの供給法には^{68}Ge/^{68}Gaジェネレータ法とサイクロトロン製造法があるが，現在の保険診療ではジェネレータが重要な供給源となっている。本稿では，^{68}Ge/^{68}Gaジェネレータの原理，供給特性，標識薬剤製造との関係を概説するとともに，国内で診療に用いる際の法的・実務的事項について解説する。

^{68}Ge/^{68}Gaジェネレータの原理

^{68}Ge/^{68}Gaジェネレータは，長半減期の親核種^{68}Geから，PET診断に用いる娘核種^{68}Gaを繰り返しうる装置である（図1）。^{68}Geは，半減期約271日で電子捕獲により^{68}Gaへ壊変し，^{68}Gaは半減期約68分で，主として陽電子放出により^{68}Znへ壊変する。この半減期の大きな差を利用し，^{68}Geを装置内に保持したまま，生成した^{68}Gaのみを必要時に取り出すことができる[1]。

ジェネレータ内部では，^{68}Geがカラム充填材に保持され，その壊変により^{68}Gaが生成される。一定時間経過後，塩酸などの溶離液を通すことで^{68}Gaを溶出し，標識反応に用いる。溶出後も^{68}Geはカラム内に残存するため，新たな^{68}Gaが再び生成され，繰り返し溶出することが可能である。

^{68}Geの半減期は^{68}Gaに比べ十分に長いため，短時間の運用では^{68}Geの放射能はほぼ一定とみなすことができる。^{68}Gaは，溶出後速やかに再蓄積し，平衡時に対して1時間後に約46％，2時間後に約71％，3時間後に約84％，4時間後には約91％まで回復する（図2 左）。このため，必要な放射能量が確保できれば，同一日に複数回溶出することが可能である。一方，長期的には^{68}Ge自体が減衰するため，ジェネレータの出力も使用期間とともに低下する（図2 右）。したがって，その供給能力は，「前回溶出からの経過時間」と「導入後の使用期間」という2つの時間軸で考える必要がある。

ジェネレータの構造と^{68}Gaの供給特性

前述のとおり，^{68}Ge/^{68}Gaジェネレータは，^{68}Geをカラム内に保持し，その壊変によって生成した^{68}Gaを溶離液により選択的に回収する構造となっている。カラム材料や溶離条件，溶出液量は製品により異なるが，^{68}Geを保持しつつGa^{3+}を溶出するという基本原理は共通している。

ジェネレータから得られる^{68}Gaの放射

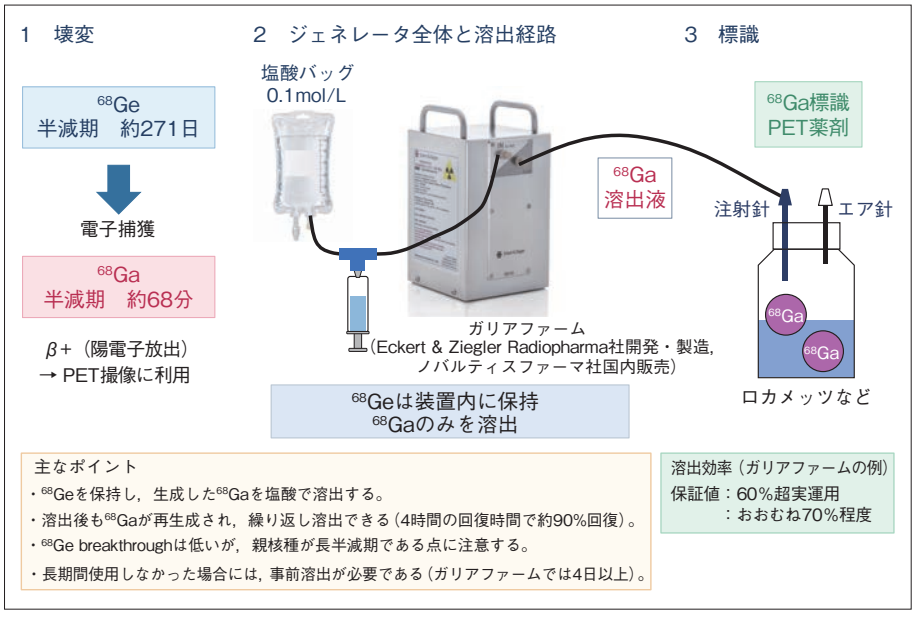


図1　^{68}Ge/^{68}Gaジェネレータの原理と^{68}Ga溶出

〈0913-8919/26/￥300/論文/JCOPY〉