

## 2. 心筋血流PETの有用性と進化

吉永恵一郎\*1/真鍋 治\*2/ 玉木 長良\*2

\*1 国立研究開発法人放射線医学総合研究所分子イメージング研究センター

\*2 北海道大学大学院医学研究科核医学分野

マルチモダリティの普及により、非侵襲的な冠動脈疾患の診断法に多くの選択肢が出てきた。その中で、核医学診断は心筋血流および心筋虚血の生理的機能を評価する方法として重要な位置を占めている。なかでも、心筋血流PET/CTは定量性に優れており、従来の視覚的評価に定量的な診断情報をもたらすことが可能である。

心筋血流PET領域における近年の進化は、フッ素 ( $^{18}\text{F}$ ) 標識心筋血流製剤に代表される新たな心筋血流検査用トレーサの開発と臨床導入、およびPET/CTの臨床導入など撮像装置の進化という2つの側面が検査法の発展に寄与している。

2012年度から、わが国においても心筋PET/CTの保険適用が拡大され、循環器領域でのPETの臨床応用が広がりつつある。本稿では、心筋血流PET/CTの近年の発展について概説する。

### 心筋血流PET/CT用放射性薬剤の進化

ルビジウム ( $^{82}\text{Rb}$ )、 $^{13}\text{N}$  アンモニア、 $^{15}\text{O}$  水の3種類の放射性薬剤が従来、臨床および研究目的で主に使用されている<sup>1), 2)</sup>。また近年、 $^{18}\text{F}$  標識の心筋血流製剤も数種類の放射性薬剤の開発が進み、米国にて臨床治験が進んでいる<sup>3)</sup>。 $^{11}\text{C}$  酢酸は心筋酸素代謝評価に用いられるが、心筋血流計測も可能である<sup>4), 5)</sup>。

### 1. 負荷検査プロトコール

PET検査で用いられる放射性薬剤は、物理的な放射能の半減期が、従来から

臨床で用いられているシングルフォトン断層撮影 (SPECT) 用放射性薬剤よりも短い。投与した放射性薬剤の影響は短時間で消失するため、負荷時および安静時検査を一連の検査として実施することが可能であり、このことは心筋血流PET/CTにおいて重要である (表1)。北海道大学 (以下、北大) ではこの特性を活用して、通常の臨床プロトコールに加えてほかの負荷検査法などを検査に組み入れている<sup>6)</sup>。

$^{82}\text{Rb}$  は最も半減期が短い心筋血流検査用の放射性薬剤で、半減期が76秒である<sup>5)</sup>。安静時画像収集を終了した時点で5半減期以上の時間が経過しているため、引き続き負荷検査を行うことが可能である (図1 a)。現状では、2種類ある自動注入装置共に薬剤充填などに10分間を要している。そのため、検査間隔は注入装置の性能に依存している。負荷時および安静時の一連の検査はPET/CTで40分以内、大部分が30分程度である。 $^{15}\text{O}$  水も半減期が110秒と短く、安静時データ収集後に続けて負荷検査を実施

することが可能である。データ解析を容易にする目的で、 $^{15}\text{O}$ -COによる心プール画像の撮像を追加する場合もある (図1 b)<sup>7)</sup>。 $^{13}\text{N}$  アンモニアは半減期が10分であり、安静時の薬剤投与後から通常35~40分間隔を空けて負荷時の薬剤投与を行う必要がある (図1 c)<sup>8)</sup>。また、放射性薬剤は2回合成となる。

上記の特性を勘案し、北大では、 $^{82}\text{Rb}$  のジェネレータが入手できる際には、臨床検査は $^{82}\text{Rb}$  を選択している。また、後述するが、心筋血流量の定量評価を優先する際には $^{15}\text{O}$  水を選択している。

米国の臨床治験では、 $^{18}\text{F}$ -flupiridaz は半減期が110分であるため、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  標識の放射性薬剤を用いた心筋血流SPECTと類似の検査プロトコールをとっている。安静時検査後に50分程度間隔を空けて負荷検査を行う。その際の投与量は安静時の3倍程度となっている<sup>9)</sup>。

### 2. 放射性薬剤の供給

$^{82}\text{Rb}$  は、ストロンチウムジェネレータから合成され、サイクロトロンを必要と

表1 心筋血流PET/CT用放射性薬剤

| アイソトープ           | 放射性薬剤                      | 半減期  | 供給                |
|------------------|----------------------------|------|-------------------|
| $^{82}\text{Rb}$ | $^{82}\text{Rubidium}$     | 76秒  | ジェネレータ            |
| $^{15}\text{O}$  | $^{15}\text{O-water}$      | 110秒 | サイクロトロン           |
| $^{62}\text{Cu}$ | $^{62}\text{Cu-PTSM}$      | 9.8分 | ジェネレータ            |
| $^{13}\text{N}$  | $^{13}\text{N-ammonia}$    | 10分  | サイクロトロン           |
| $^{11}\text{C}$  | $^{11}\text{C-acetate}$    | 20分  | サイクロトロン           |
| $^{18}\text{F}$  | $^{18}\text{F-flupiridaz}$ | 110分 | サイクロトロン<br>デリバリー? |