

## 2. PET/CTによる心筋性状診断

真鍋 治\*1/相川 忠夫\*2/玉木 長良\*3

\*1 北海道大学大学院医学研究科病態情報学講座核医学分野

\*2 北海道大学大学院医学研究科循環病態内科学分野

\*3 京都府立医科大学放射線診断治療学

## PETの特徴

PETを含めた核医学検査では、投与された放射性物質の分布が画像化される。PETで用いられる核種は、物理学的半減期が短く、生理活性物質の構成元素である炭素(C:半減期約20分)、窒素(N:半減期約10分)、酸素(O:半減期約2分)や、これらに近いサイズの原子であるフッ素(F:半減期約110分)などの放射性同位体である。CTやMRIが主に組織の形態を評価する検査なのに対して、PETを用いることにより各臓器の機能や病変の情報を視覚化することができ、定量性にも優れるという特長がある。CTやMRIで使われる造影剤に比べて副作用が非常に少なく、体内にペースメーカーなどの金属が留置されている患者や腎機能が低下している患者でも検査を行うことが可能である。

心臓検査に用いられるPET用製剤は、いくつも報告されているが、 $^{13}\text{N-NH}_3$ 、 $^{82}\text{Rb}$ 、 $^{15}\text{O-H}_2\text{O}$ などによる血流評価と、 $^{18}\text{F-fluorodeoxyglucose}$  (以下、FDG)による糖代謝評価が臨床的に広く用いられている。そのほかにも、核医学検査を用いることにより、心筋の代謝情報や交感神経分布の画像化、定量化が可能であるが、これはほかのモダリティにはできない特有の検査である。

PETを用いた  
心筋血流評価

心筋血流は、導管血管である冠動脈および微小循環によって賄われる。健全心筋への血流は、安静時には $1\text{ mL}/\text{min}/\text{g}$ 程度であり、ATPやadenosine負荷時には $3\sim 5\text{ mL}/\text{min}/\text{g}$ 程度に上昇すると言われている。冠動脈の狭窄度と血流量の減少は、直線的な関係ではなく、負荷時の心筋血流量(myocardial blood flow: MBF)は $45\sim 50\%$ 程度の狭窄で減少し始めるのに対して、安静時のMBFは $80\sim 90\%$ の狭窄で減少し始める<sup>1)</sup>。

代表的な心筋血流PET製剤は、 $^{13}\text{N-NH}_3$ 、 $^{15}\text{O-H}_2\text{O}$ 、 $^{82}\text{Rb}$ であり、本邦では2012年4月から、 $^{13}\text{N-NH}_3$ を用いた心筋血流PET検査が保険適用となっている。その $^{13}\text{N-NH}_3$ は、画質が良く、視覚的・定量的評価に優れている。一方で、物理的半減期が10分であり、サイクロトロンを有する施設でしか検査ができず、安静・負荷の検査を連続で行うことも難しいというデメリットがある<sup>2)</sup>。 $^{15}\text{O-H}_2\text{O}$ は、血流追従性が非常に良いため、心筋血流定量に理想的であるが、心筋に停滞しないため視覚的評価に向かない。 $^{15}\text{O-H}_2\text{O}$ の物理的半減期は約2分と短く、安静・負荷の連続検査に適しており、30分程度で一連の検査が終わるが、やはりサイクロトロンがない施設では行うことができない<sup>2)</sup>。 $^{82}\text{Rb}$ は、北米を中心に広く臨床応用されている(現在本邦で

は保険適用とされていない)。ジェネレータ産生放射線医薬品であるため、サイクロトロンがないPET施設でも検査ができるということが最大のメリットである。親核種の $^{82}\text{Sr}$ の物理的半減期は約25日であり、一度ジェネレータを購入すると、1~2か月は何度でも検査を行うことが可能であり、特に検査数の多い施設ではメリットが大きい。 $^{82}\text{Rb}$ の物理的半減期は約76秒と短く、30分程度で一連の検査を行うことが可能である<sup>2)</sup>。現在、画質・血流追従性共に高い $^{18}\text{F}$ 標識血流製剤の開発も進められている。 $^{18}\text{F}$ の物理的半減期が110分と比較的長いため、 $^{18}\text{F-FDG}$ と同様、デリバリーによりサイクロトロンのない施設でも検査を行うことが可能になると予想され、今後の報告が期待される<sup>3)</sup>。

$^{13}\text{N-NH}_3$ や $^{82}\text{Rb}$ を用いることにより、心筋の血流分布を画像化できるため、相対的な血流評価を行うことができ、安静時と負荷時の検査を比較することで、虚血性病変の評価が可能である。PETでは吸収補正が行われるため、SPECT検査で問題となっていた横隔膜や乳房などによる吸収に伴うアーチファクトが改善される。それに伴い、虚血や心筋障害の正確な評価が可能となり、特に特異度が高くなる<sup>4)~6)</sup>。

PETは定量性に優れているため、compartment modelなどを用いることにより、MBFや冠血流予備能(coronary flow reserve: CFR = 負荷時MBF/安静時MBF)を絶対値として算出することができ、SPECT検査では検出が難し