

## 心筋交感神経PETの初期使用経験

松成 一朗<sup>\*</sup>      野村 祐介<sup>\*\*</sup>      陳 偉萍<sup>\*</sup>  
 竹田のぞみ<sup>\*</sup>      梶波 康二<sup>\*\*</sup>      中嶋 憲一<sup>\*\*\*</sup>  
 滝 淳一<sup>\*\*\*</sup>      絹谷 清剛<sup>\*\*\*</sup>

これまで心筋交感神経イメージングには、シングルフォトン放出核種である<sup>123</sup>I-MIBGが広く臨床使用されている。しかし、<sup>123</sup>I-MIBGは心不全などでは心筋への取り込みが低下し、SPECTを用いて局所の交感神経画像を得るのが困難な例が存在した。これまで我々は、<sup>11</sup>C-Hydroxyephedrine (HED) を用いた心筋交感神経PETをウサギを用いて検討してきた<sup>1)</sup>。

今回、心筋交感神経PETの臨床応用に国内で初めて成功したので、少数例ながら初期使用経験を報告する。

### 【方法】

・対象としたのは8例で、内訳は正常1例、非虚血性心不全2例、虚血性心疾患5例である。すべての症例で<sup>11</sup>C-Acetateによる心筋酸素代謝PET、<sup>11</sup>C-HEDによる心筋交感神経PET、心エコーによる左室機能評価を行い、血中NEおよびBNP濃度を測定した。また正常の1例を除き、同時期に<sup>123</sup>I-MIBGを施行した。

・PETデータ解析には専用プログラムであるMunichHeartを使用した。<sup>11</sup>C-Acetateダイナミックデータから $K_{\text{mono}}$ を算出し、<sup>11</sup>C-HEDから心筋交感神経の定量指標であるRetentionを算出した。また、10-15分後像、30-40分後像から洗い出し率を算出した。

・<sup>123</sup>I-MIBGでは、H/M比および洗い出し率を算出した。

### 【結果】

・図1に正常例および非虚血性心不全例(LVEF 22%)の<sup>11</sup>C-HED画像を示す。心不全例では、正常例に比べて明らかに心筋への取り込みが低下していたが、心筋の描出は良好であった。また<sup>11</sup>C-HED洗い出し率は22.4%と、正常例の-1.7%に比べ亢進していた。

・図2に、陳旧性心筋梗塞例(3枝病変)の<sup>11</sup>C-Acetate早期像(血流画像)、<sup>11</sup>C-HEDおよび<sup>99m</sup>Tc-

MIBI心筋血流画像、<sup>123</sup>I-MIBG早期像を示す。PETでは前壁の梗塞による欠損に加えて、<sup>11</sup>C-HED画像で側壁から下壁にかけて血流・交感神経ミスマッチを認めた。<sup>123</sup>I-MIBGでも同様の所見を認めたが、画質ではPETの方が鮮明であった。

・<sup>11</sup>C-HED Retentionは<sup>123</sup>I-MIBG早期像H/M比、後期像H/M比とも $R=0.76, 0.77$ と有意な正の相関を認めた(図3)。また、<sup>123</sup>I-MIBG後期像H/M比は血中BNP濃度と $R=-0.68$ と負の相関傾向を認めたが、例数が少ないため有意とはならなかった。一方、<sup>11</sup>C-HED Retentionは血中BNP濃度と $R=-0.78$ と有意な負の相関を認めた。さらに、血中NE濃度と<sup>123</sup>I-MIBG洗い出し率には有意の相関を認めなかったが、<sup>11</sup>C-HED洗い出し率と有意の正相関を認めた( $R=0.92$ )。

### 【考察】

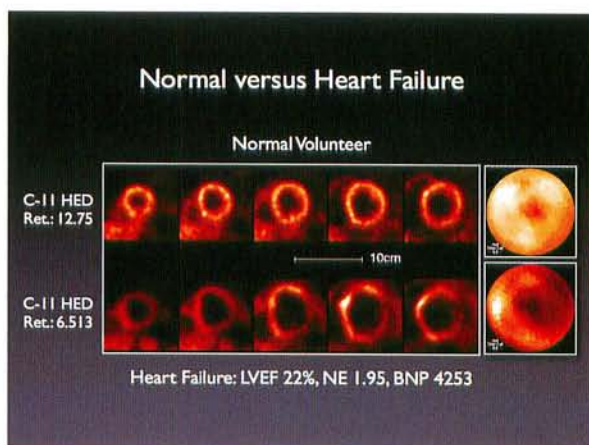
<sup>11</sup>C-HEDは、最も広く臨床使用されている心筋交感神経PETトレーサーであるが、これまでの臨床例の報告はすべて欧米の研究施設からであった<sup>2)</sup>。今回我々は、国内で初めて心筋交感神経PETを臨床応用し、左室機能低下例でも鮮明な心筋画像が得られることを確認した。また、一般臨床で用いられている<sup>123</sup>I-MIBGに比べ画質に優れており、感度・分解能に優れるPETの物理的特性を反映しているものと考えられた。

また、<sup>11</sup>C-HEDでの心筋交感神経の定量指標としては動脈入力関数に対する心筋集積の比であるRetentionが用いられているが、これが<sup>123</sup>I-MIBGのH/M比と有意に相関することが示された。これまで<sup>11</sup>C-HEDと<sup>123</sup>I-MIBGを臨床例で直接比較した報告はほとんどなく、両者の所見を解釈する上で有用な知見と考えられた。さらに、全身の交感神経活性の指標である血中NEと<sup>11</sup>C-HED洗い出し率とが有意の相関を認めたが、これまで<sup>11</sup>C-HED洗い出し率の臨床的意義に関する報告はほとんどなく、今後の検討課題としたい。

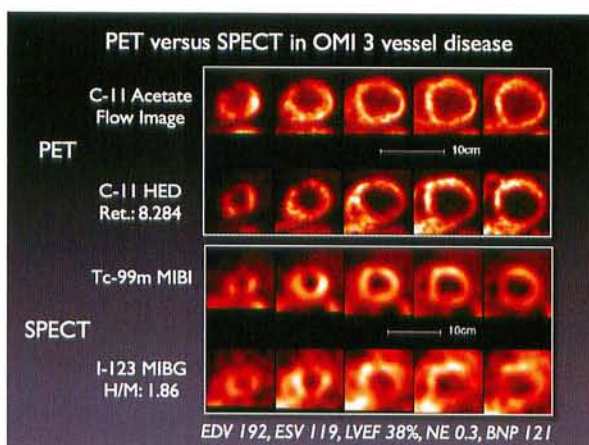
\*先端医学薬学研究センター

\*\*金沢医科大学 循環制御学(循環器内科)

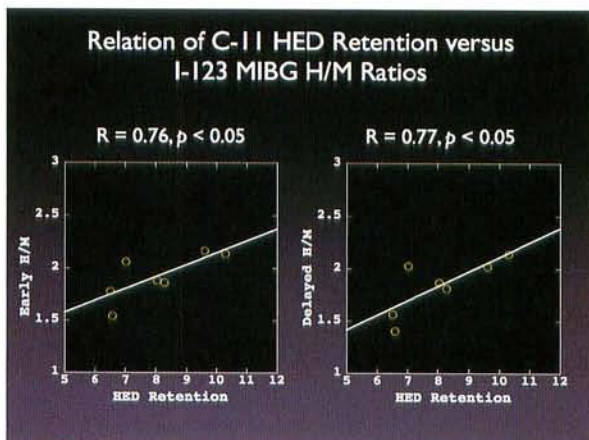
\*\*\*金沢大学 バイオトレーサ診療学



▲図1 正常例(上)および非虚血性心不全例(LVEF 22%)  
(下)の<sup>11</sup>C-HED画像



▲図2 陳旧性心筋梗塞例(3枝病変)の<sup>11</sup>C-Acetate早期像(血流画像)・<sup>11</sup>C-HED画像(上段), および<sup>99m</sup>Tc-MIBI(心筋血流画像)・<sup>123</sup>I-MIBG早期像(下段)



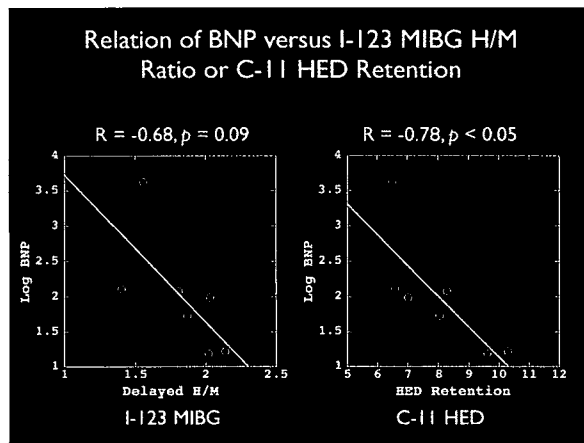
▲図3 <sup>11</sup>C-HED Retentionと<sup>123</sup>I-MIBG早期像H/M比(左), 後期像H/M比(右)の関係

**【結語】**

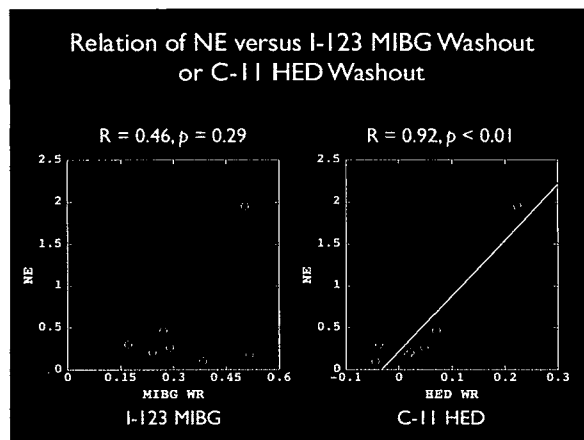
今回少数例の検討ながら  $^{11}\text{C}$ -HED を臨床応用し、左室機能低下例でも鮮明な心筋画像が得られることを確認した。今後は症例を重ね、 $^{11}\text{C}$ -HED 洗い出し率の臨床的意義、 $^{11}\text{C}$ -Acetate との関連、心エコーにより得られる Strain や Strain rate との関連などを検討する予定である。

**(文献)**

1. Nomura Y, Matsunari I, Takamatsu H, et al. Quantitation of cardiac sympathetic innervation in rabbits using  $^{11}\text{C}$ -hydroxyephedrine PET: relation to  $^{123}\text{I}$ -MIBG uptake. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006.
2. Bengel FM, Ueberfuhr P, Schiepel N, et al. Effect of sympathetic reinnervation on cardiac performance after heart transplantation. *N Engl J Med* 2001;345:731-738.



▲図4  $^{123}\text{I}$ -MIBG 後期像 H/M 比 (左) および  $^{11}\text{C}$ -HED Retention (右) と血中 BNP の関係



▲図5 血中 NE 濃度と  $^{123}\text{I}$ -MIBG (左) および  $^{11}\text{C}$ -HED (右) 洗い出し率との関係