

放射線科学

ポジトロン核医学診断システムについて

伊藤 健吾

1. はじめに

昭和63年度予算で名古屋大学医学部附属病院にポジトロン核医学診断システムを設置することが認められ、平成元年4月以降の調整を経て同年9月より臨床応用が開始された。ポジトロン核医学診断システムはまだ全国で十数施設に過ぎず比較的馴染みの薄い検査法である。また、本学のポジトロン核医学診断システムは他の施設には見られない独自の特徴を備えている。そこで本稿では施設の概要とこれまでに得られた成果及び今後のポジトロン核医学研究の計画について紹介する。

2. 施設の概要

1) 建屋

本学のポジトロン核医学診断システムの予算化に当たっては新設建屋は認められず、既存の建屋を改修してこれに当てるものとされた。設置場所としては中央診療棟地下一階の放射線治療棟の一部が当てられ、旧コバルト固定治療室が壁厚を増してサイクロトロン本体室になり、サイクロトロンにより生成されたポジトロン核種を有用な放射性薬剤に合成するホットラボは工作室が改修されている。実際の検査が行われるポジトロンCT (PET) 室は温熱治療室として使われていた部屋である。既存の建屋の改修であるためスペースに余裕はないが、サイクロトロン、PETの操作室が集中的に配置されるなど機能的な運用が可能なように工夫されている。今回の改修に伴ってラルストロン治療室の位置が変更され、隣接して現在計画中の中性子治療のための研究室が設置された。

2) 設備

a. サイクロトロン

BC-2211型サイクロトロン(日本製鋼所)である。このサイクロトロンは

プロトン (p) : 22MeV, デューترون (d) : 11MeV の加速性能を持ち、将来複数台のPETを使用するのに十分なポジトロン核種を生成出来る。また、これだけの加速性能があればこれまで小型サイクロトロンでは不可能とされてきた中性子治療が可能である。

b. 放射性薬剤自動合成装置

ポジトロン核種を有用な放射性薬剤に合成するために現在8種類の自動合成装置を保有しており、そのうち ^{18}F -2-fluoro-2-deoxy-glucose (^{18}F -FDG), ^{15}O - H_2O , ^{11}C -methionine, ^{13}N - NH_3 , ^{15}O ガス($\text{CO}_2, \text{O}_2, \text{CO}$) が実際に使用可能な状態にある。

c. PET

HEADTOME-IV (島津製作所) は高分解能PET (分解能は半値幅で4.5mm) であり一度に7スライスの断層像を得ることができる。この他当院のPETには後述するように54方向平面画像データ収集モードがあり、そのシネモード表示により3次元立体画像表示が可能である。

3. ポジトロン核医学診断の特徴

ポジトロン核医学診断の利点としては以下の点が挙げられる。

- 1) ポジトロン核種 ($^{11}\text{C}, ^{15}\text{O}, ^{13}\text{N}, ^{18}\text{F}$) はいずれも生体を構成する、あるいは類似の挙動を示す元素であり、理論的には生体を構成するあらゆる化合物に標識可能である。
- 2) 上記の標識化合物は基本的に体内でもとの化合物と同一の挙動を示す為、*in vivo*での代謝のイメージングが可能となる。
- 3) ポジトロン核種は陽電子 (ポジトロン) を放出し、放出された陽電子は180度方向に511 KeVの2本の消滅 γ 線を出すので、体外計測により標識化合物の体内での分布を高分解能の断層画像として表示することが出来る。
- 4) 標識化合物の体内での分布の経時的変化をモデル化された数式を用いて解析することにより局所での代謝率などを求めることが出来る。
- 5) ポジトロン核種はいずれも半減期が短く (最長 ^{18}F :110min)、被験者の被曝の軽減が可能である。

一方、PETの問題点としては次のような点がある。

- 1) 巨額の設備投資と多数の人員を必要とする。
- 2) 「定量的」評価のためには動脈血採血が必要であり、非観血的検査とはい

難い。

3) 少ないとは言え、被験者及び従事者の被曝は避けられない。

4. 研究成果

臨床応用開始以来これまでに行った研究成果について述べる。

1) 54方向平面画像データ収集モードによる3次元立体画像表示

これは前述したように当院のPETに装備されている特別仕様の画像データ収集および表示のソフトウェアであり、島津製作所との共同開発がなされた。PETの画像表示はこれまで断層像が主体であったが標識化合物の体内分布について全身の各臓器の相関を見るには平面画像が必要となる。さらにこれを3次元的に捉えることができれば得られる情報は多くなる。糖尿病等の全身の代謝性疾患における糖代謝の動態など知る上で有用な手段となると考えられ、さらにPETによる腫瘍のイメージングにおいても転移巣の検索に有用である。

2) 中枢神経系疾患

多系統萎縮症等の変性疾患、てんかんを中心に痴呆、脳血管障害、脳腫瘍の症例を含めて $^{18}\text{F-FDG}$ による糖代謝、 $^{15}\text{O-H}_2\text{O}$ による血流を検討した。とくに多系統萎縮症等の変性疾患（神経内科との共同研究）、てんかん（小児科との共同研究）については従来のCT、MRIではわからない糖代謝や血流の異常が明らかになり病態の詳細な検討が可能であった。得られた新しい知見は国際学会、雑誌に発表されている。またCT、MRIとの複合診断にも重点を置いている。今後、神経受容体のイメージングなどより多角的な中枢神経系の研究へ進んでいかなければならないがそれには新しい有用な放射性薬剤の開発が必須である。

3) 腫瘍

直腸癌の再発の他に膵癌、脳腫瘍、肺癌などにおいて $^{18}\text{F-FDG}$ （一部、 $^{11}\text{C-methionine}$ ）によるイメージングを行っている。腫瘍における糖代謝（アミノ酸代謝）の亢進を利用して腫瘍の陽性描画が可能であり、良悪性の鑑別、悪性度の判定、治療効果の判定などに客観的な指標を与えることが期待される。実際に直腸癌再発の診断、膵癌と腫瘍形成性膵炎との鑑別においてこれまでの手段では得られなかった高い診断能が明らかになり、他の部位も含めて腫瘍はPETの臨床的な有用性と言う点で最も期待できる分野と考えられる。これらの成果も国際学会、雑誌に発表されている。転移巣の診断などに54方向平面

画像及びその3次元立体画像表示の有用であるのは前述の如くである。

4) 心臓

心疾患におけるPETの応用も期待されている分野である。虚血性心疾患、心筋症などで心筋の血流、糖代謝、脂肪酸代謝等の情報を得ることは、心筋 **viability** の判定、予後の判定、治療手段の選択などに有用であり、循環器内科と共同で研究を進めている。

6. 終わりに

我々の目標はポジトロン核医学診断を含む総合画像診断法を確立して老化を含む中枢神経系疾患の解明、癌の診断、心疾患の診断を行い健康福祉の増進に寄与することである。その道は緒についたばかりであるが中核となるポジトロン核医学診断はその成り立ちからして学際的な協力無くしては不可能である。今後の発展のために学内だけでなく国内、さらには国際的な協力体制を確立する必要性を強く感じている。

(名古屋大学医学部附属病院講師)