

### 3. SPECT——臨床の立場から——

中 嶋 憲 一 (金沢大学医学部附属病院核医学科)

SPECT は核医学の臨床において広く普及し、現在は臨床診断に不可欠の診断法となっている。また、新しい薬剤の登場により、従来は脳血流や心筋血流が中心であったのに対して、対象臓器も拡大し、様々な代謝や機能情報をも反映する画像が得られるようになりつつある。

#### 1. SPECT 画像の現状と問題点

SPECT 画像の利点は、断層としての特徴である深部病変評価のほか、病変コントラストや定量性の改善が得られることである。しかし、一方では様々な限界もあげられる。

##### 1) 分解能

現状で 3 検出器型装置を用いると、半値幅はファンビームコリメータで回転半径 13.2 cm のとき 5 mm 台、平行孔コリメータで回転半径 20 cm のとき 11 mm 台である。しかし、レセプターの定量や、微小癌の検出、小児での SPECT の一般化にはいまだ不十分である。

##### 2) 定量性

SPECT は定量性が改善したとはいえ、実際には半定量にとどまっている。正確に病変部集積を定量するためには、ほぼ半値幅の 2 倍の大きさが必要であり、現在の一般的な体幹部 SPECT の分解能を 1.5 cm とすれば 3 cm 以上の大さのものでなければ定量できないことになる。さらに、臨床的に有効な吸収補正法と散乱補正法は、いまだ確立されていない。また心臓では心電図同期も重要である。

##### 3) 感度

感度の改善は分解能の改善とのバランスで決定されるが、感度の高いコリメータの利用や、多検出器型装置の開発により改善が図られてきた。感度の改善は短時間収集や動態収集に不可欠である。

##### 4) 収集時間

検査の種類にもよるが、1 SPECT あたり通常

約 15-30 分程度を要する。多検出器装置はその時間にある程度改善させたが、重症患者、小児、負荷検査では、さらに短縮が望まれる。

##### 5) 動態収集法

体内動態が急速に変化する薬剤で重要な役割を果たす。シミュレーションでクリアランスの早い薬剤について検討すると、定量的なアーチファクトを生じないためには、薬剤の半減期の 1/2 以下の収集時間が必要である。今でも装置の機構上は 1 SPECT あたり 5-10 秒で連続収集ができるが、現状ではその特徴を十分に活かせる放射性医薬品が少ない。

##### 6) PET よりも SPECT が優れている点

まず、SPECT にはどこの病院でも使える手軽さ、一日にこなせる検査数やスタッフの必要数など、実際の適応の広さは SPECT が優位にたつ。多核種シンチによる多機能の定量的な分離についても期待がもたれる。

##### 7) 他の検査との相互比較と統合化

#### 2. SPECT の今後の展望

臨床的 requirement には際限がないので、常に現実にできる以上の性能が SPECT に期待されることになる。しかし、近い将来に、どこまで改善が得られれば何ができるかを考えてみると、

空間分解能 5 mm が達成できれば...1 cm 程度の微小癌の検出と定量、レセプター定量の見込み

時間分解能 5 秒が達成できれば...半減期 10<sup>2</sup> 秒程度の早い動態の検査、臓器への入力関数の推定

心電図同期収集 2 分が達成できれば...SPECT による心プール負荷検査のルーチン化

不均一吸収体での完全な吸収補正と散乱補正...SPECT の定量に大きく貢献

これらの臨床での要請は、SPECT 装置だけの進歩では解決できないものである。新しい放射性医薬品の開発、より specific で特徴的な薬剤の開

発、解析法の進歩などの領域とともに、今後の展

開が期待される。

#### 4. ポジトロン・ボリューム・イメージング

村 山 秀 雄 (放射線医学総合研究所物理研究部)

**【はじめに】** PET 装置はすでに市販品が利用されており、実用段階にある。しかし、現状の装置の定量性にはまだ改善の余地が多く残されており、本来放射型イメージングが備えている潜在能力を十分引き出しているとは言えない。従来の PET は、原理的に X 線 CT の方法論を転用しており、3 次元を 2 次元の積層とみなした 2 次元イメージングである。そのため、ポジトロン・イメージングの持つ潜在能力を犠牲にしてシステムが構成される場合が多く、そのシステムの上では装置の定量性を飛躍的に向上させるのが困難であった。特に感度についての制限は致命的であり、体内から放出される消滅放射線の 98% 以上を無駄に逃していた。断層面のイメージング(トモグラフィ)にその基礎を置く PET の手法を乗り越える試みとして、近年、ポジトロン・ボリューム・イメージング(PVI)と呼ぶべき新しい方法が開発されつつある。PVI では、消滅放射線を 3 次元的に収集することにより、従来の PET に対して感度を 10 倍以上にすることが原理的に可能となる。

**【3 次元像再構成】** PVIにおいては、投影データが 3 次元的に得られるために 3 次元像再構成法を適用する必要がある。その像再構成法は 2 次元の単純な拡張では把握できない概念がいくつも含まれている。たとえば PVI では冗長な測定投影データが得られるために、解析的な方法にのみ限定しても像再構成アルゴリズムは唯一ではなく、いくつもの可能なアルゴリズムが存在し得る。これらのアルゴリズムは、計算手順の違いによっていくつかに大別できる。1 つは 2 次元投影データに 2 次元補正フィルタを乗じてから 3 次元像空間に逆投影する方法(FILBK 法)であり、もう一つは投影データを逆投影してこれに 3 次元補正フィ

ルタを乗じる方法(BKFIL 法)である。BKFIL 法では、フィルタ補正が簡単なので計算時間の上では有利である。FILBK 法はより広範囲なアルゴリズムを含む点に特徴がある。一方、線積分投影データを面積分投影データに変換して、3 次元面積分投影空間上で 3 次元フィルタ処理した後に逆投影を行う方法(RT 法)もある。現実の PVI 装置では、被検体の導入路を確保するために  $4\pi$  の全立体角を測定範囲とすることはできない。このような場合の PVI 装置用像再構成アルゴリズムも提案されている。フィルタの工夫により解決をはかることも可能である。また、走査を行わない方式に適した逐次近似型アルゴリズムの研究も進められている。従来の多層型 PET 装置のスライスシールドを除去し、上記のアルゴリズムを適用する試みが行われており、いわば 2 次元と 3 次元の中間的 PVI 装置とみなすことができる。

**【問題点】** ボリューム・イメージングでは、投影データが膨大となる傾向にあり、3 次元像再構成のための計算時間が従来のミニコンピュータでは長くかかり過ぎる。このため、同時計数回路の開発のみならず、超高速のスーパーコンピュータに匹敵するワークステーションが必要となる。さらに、スライスシールドの除去により、真の同時計数のみならず散乱同時計数や偶発同時計数が増大するため、計数率特性を向上すると共にこれらの補正を考慮しなければならない。

**【将来の展望】** 将來のポジトロンイメージング装置は多種多様であり、目的に応じてこれらの装置を使い分けるようになるであろう。PVI 装置が特定の機関に設置されて開発が進められ、主に脳研究を目的に使用されると考える。当面は現在の多層型 PET を改良し、2 次元と 3 次元の中間的