

シンポ IV

4. SPECT の散乱・分解能・吸収補正

篠 原 広 行

(昭和大学藤が丘病院放射線科)

SPECT 装置には再構成像の点広がり関数の半値幅や 1/10 幅が小さいことと、位置に依存せずピーク値が一定の円対称な関数になることが望まれる。それには、散乱、分解能、吸収補正が正確になされた投影データに基づいて画像再構成が行われる必要がある。散乱補正については、はじめに散乱が位置に依存しないと仮定したコンボリューション法が提案され、SPECT 装置が複数エネルギーの投影データを同時に収集することが可能になったのに伴い、dual energy window, triple energy window (TEW), dual photopeak window などの Multiple window 法が開発された。とくに、Ogawa らによる TEW 法は散乱の位置依存性を考慮した精度の高い補正法であり、なおかつ簡便性に優れていることが国際的にも認められている。その後、Transmission CT (TCT) を備えた SPECT 装置が実用化すると、散乱補正に TCT の形態情報を取り入れた TDCS (Transmission dependent convolution subtraction) 法が Meikel, Narita らにより開発された。この方法は雑音の増強も少なく、 ^{99m}Tc や ^{201}Tl の心筋 SPECT においても定量性が高いことが報告されている。TCT による吸収補正が一般的になれば、その付加価値として TDCS 法による散乱補正も同時に行えることになる。

分解能補正については、はじめにコリメーター検出器の分解能が位置に依存しないと仮定し、回転中心での半値幅を用いた Wiener 型のぼけ補正フィルタによる処理が行われた。線源—コリメータ間の距離に依存した分解能補正に応用可能な理論として、投影データのサイノグラムの 2 次元フーリエ変換に関し frequency-distance relation (周波数と

距離の関係) が Edholm により報告された。空間領域の投影データから原画像の深さ方向の位置の情報は得られないが、周波数領域ではそれが特定の周波数に現れてくるという理論である。Glick らは散乱がないとした計算機シミュレーションにより、一様な線減弱係数の楕円吸収体に frequency-distance relation を利用した分解能補正と数学的に厳密な吸収補正を行えば、再構成像の点広がり関数は位置依存性が少なく円対称に近いことを報告している。

SPECT の吸収補正は一様吸収体を仮定し、簡便な Sorenson 法あるいは Chang 法が用いられてきた。これらの方法より精度が高く、信号対雑音比を最大にする Weighted Back Projection (WBP) 法が Tanaka により開発された。さらに、一様吸収体に対し数学的に厳密な吸収補正法が, Bellini, Hawkins, Inouye らによって確立された。1995 年には 180 度対向する投影データの重みを変えることにより、信号対雑音比を最大にする厳密解が Metz や Kudo らによって理論化された。

不均一吸収体に対しては、Chang の逐次近似法が実用化されてきた。ML-EM などの確率的な吸収補正法は負の値をもたないなど、SPECT の画像再構成に適していたが、これまで演算時間が障害になっていた。しかし、近年、OS-EM に代表される高速アルゴリズムが開発され、その中に散乱補正を組み込んだ SPECT 装置もある。

SPECT の散乱・分解能・吸収補正などの処理は、各段階で少なからず雑音の増強を伴う。信号対雑音比をできるだけ低下させないで、3 つの因子を考慮した画像再構成法の開発が期待される。