

1. CT : Photon counting CTの可能性

Neuroradiology
Frontier 2024

特集

中枢神経の
画像診断最前線

樋渡 昭雄 名古屋市立大学大学院医学研究科放射線医学分野

CTは、1971年の臨床応用以来、Spiral CT、Multi-detector CT、Dual-Source CTやDual-energy CT、逐次近似法など、10～20年おきに大きな技術革新が起き、それが成熟したところで次の発展が起きるといって、段階的な成長を繰り返してきた。近年での大きなトピックは、Photon counting CT (PCD-CT) の出現であり、本邦では2022年から臨床機が導入されている。当院では、国内6台目として2023年3月より稼働しており、本稿では、その特徴と今後の展望、当院での臨床経験などを概説する。

PCD-CTと従来のCTとの相違点

従来のCTは、X線フォトンエネルギーごとに区別せず積分値として計測することから、エネルギー積分型検出器energy integrating detector (EID)-CTと呼ばれる^{1)~3)}。検出素子としては、酸硫化ガドリニウム (GoS) やヨウ化セシウム (CsI) など、シンチレータ素材が用いられている¹⁾。この方式では、検出器に入射したX線がシンチレータと相互作用して可視光を発生し、フォトダイオードによって電流に変換する。その後、デジタル化され電気信号となるが、これらの過程でアナログ伝送回路を使用する必要があり、電気ノイズが生じる。また、検出器内に隔壁構造が必要で、そのために線量利用率が70～80%程度に制限される⁴⁾。

一方、PCD-CTは、検出素子としてはテルル化カドミウム (CdTe)、それに亜鉛を加えたCZT、シリコンなどが用いられている^{1), 2), 5)}。これは半導体との相互作用で生じる電子正孔対を電界により分離し、電子を陽極に引き寄せることにより電気信号を得る。すなわち、X線フォトン直接電気信号に変換し、その電気信号のパルス波高がX線フォトンエネルギーに比例するために、個々のX線フォトンエネルギー情報を得ることができる。そのために高い空間および組織分解能を持つ画像が取得可能で、放射線被ばくの低減、スペクトラリメー

ジングの精度向上が期待されている³⁾。また、シーメンス社製「NAEOTOM Alpha」は2管球を有しているため、高い時間分解能も併せ持ち、心臓を含めた全身の詳細な解剖構造の把握と機能情報の取得が可能である。

これらの構造の違いにより、PCD-CTにはEID-CTにはない特徴がある。

1. 高空間分解能

PCD-CTの検出器には、EID-CTに用いられている物理的な隔壁が不要で、ピクセル状の陽極面積を狭小化することができる。そのため、面内の空間分解能は0.11 mm、体軸方向のスライス厚0.2 mmでの高空間分解能での撮影が可能である。なお、NAEOTOM Alphaでは、画像マトリックスは512, 768, 1024の3種類が選択可能である。また、同一サイズの検出器 (0.25 mm × 0.25 mm) と比較すると、PCDのノイズはEIDよりも19%低下すると報告されている^{1), 6)}。

2. 電気ノイズ除去によるCT値の定量性向上、放射線被ばく低減

電気ノイズは低いエネルギー領域に分布する (20～25 keV 以下) ため、X線フォトン検出の下限値を適宜に設定することで、意図的に電気ノイズを除去可能である^{1), 5)}。そのため、特に低線量撮影時に生じるノイズ増加、アーチファクトを低減可能である。また、ノイズ低減により、CT値の再現性向上および正確な定量解析の実現が期待される。