

2. 脳・中枢神経領域における photon counting CT の臨床応用と今後の展望

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

特集 マルチベンダー化で動き出す

Photon
counting
CT新時代

—次世代のCTは
臨床に何をもたらすか—

photon counting CT (PCCT) は、心血管、胸部、腹部、筋骨格領域などとともに、中枢神経領域でも臨床応用が急速に拡大している。中枢神経領域では、頭蓋骨によるビームハードニング、金属デバイス周囲のアーチファクト、急性期脳卒中における迅速な病態評価や微細血管の描出の必要性など、CT に特有の臨床的価値、課題がある。PCCT は、これらの課題に対して高い空間分解能、良好なコントラストノイズ比、スペクトラル情報、電子ノイズ低減、線量効率向上という複数の利点を同時に提供可能である^{1)~13)}。

本稿では、脳・中枢神経領域における PCCT の利点や、単純 CT および脳血管 CT angiography (CTA) の活用、さらには急性期脳卒中、脳動脈瘤とその治療後評価、腫瘍、側頭骨、脊髄血管、髄液漏・髄液静脈瘤などへの臨床応用と今後の展望を概説する。

PCCT の脳・中枢神経領域における利点

中枢神経領域における PCCT で特に重要なことは、第1に微細構造の描出能である。脳血管、穿通枝、硬膜枝、頭蓋底孔、側頭骨内の耳小骨・蝸牛・半規管などはきわめて小さく、部分容積効果の影響を受けやすい。PCCT の ultra high resolution (UHR) 撮影は、これらの描出を改善しうる^{1)~5)}。第2にスペクトラル情報であり、virtual monoenergetic image (VMI), iodine map, virtual non-contrast (VNC) などを1回の

撮影データから再構成できる。低 keV VMI はヨード造影効果を増強し、造影剤量低減や小血管の視認性向上に寄与する。一方、高 keV VMI は金属や頭蓋底近傍のアーチファクト低減に有用である。第3に優れた線量効率であり、従来の energy integrating detector CT (EID-CT) と同等あるいはより高い画質を維持しながら被ばく低減を図れる可能性がある。これは、複数回の検査が必要な脳血管疾患、小児、術後フォローアップでは特に意義が大きい。

頭部単純 CT : 急性期診療の基盤

単純 CT は、頭蓋内出血、外傷、急性期脳梗塞、水頭症などの初期評価に不可欠である。PCCT では、灰白質-白質コントラストを保ちながら画像ノイズを抑え、頭蓋骨近傍のアーチファクトを低減できることが報告されている⁶⁾。特に後頭蓋窩では、錐体骨に起因するビームハードニングが脳幹・小脳の評価を妨げることがあるが、スペクトラル再構成と高い線量効率の組み合わせにより改善が期待される。

超急性期脳梗塞では、早期虚血性変化は微細な濃度差として現れるため、低コントラスト分解能が診断能を左右する。PCCT の高い信号効率と再構成技術は、皮髄境界の不明瞭化といった early CT sign の検出を支援する可能性がある。ただし、UHR 化は空間分解能を高める一方で、画像ノイズを増加させ

うるため、急性期脳実質評価では「最も薄いスライス」が常に最適とは限らない。病態と読影目的に応じ、スライス厚、カーネル、VMI エネルギーを最適化することが重要である。

脳血管 CTA : 微細血管と石灰化病変の評価

神経領域における PCCT の恩恵が最も大きいものの一つが CTA である。高空間分解能により、末梢動脈、細い硬膜枝、脊髄血管などの描出能向上が期待され、低 keV VMI によってヨードのコントラストを増強できる^{4), 7)}。頸動脈や頭蓋内動脈の高度石灰化の場合、従来 CT ではブルーミングアーチファクトが内腔を過小評価する原因となる。PCCT では小型検出器素子と高分解能再構成により石灰化のブルーミングアーチファクトが低減され、狭窄率評価の精度向上が期待される。

また、PCCT では撮影時にスペクトラル情報が保持されるため、通常の CTA 画像に加えて、VMI などスペクトラル画像を後処理で作成できる。これは、造影効果が不十分な症例や、腎機能低下例で造影剤量を抑えたい場合に有利である。さらに、頭蓋底部では骨と血管が近接するため、微細動脈の評価に骨除去処理が重要となる。高空間分解能とスペクトラル分解能を組み合わせることで、骨性構造と造影血管の分離が改善する可能性があり、従来 CTA と digital subtraction angiography (DSA) の間