

6. 骨軟部画像診断における photon counting CTの可能性

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—

福田 健志 東京慈恵会医科大学放射線医学講座
中嶋 直人/石坂 友 メディカルスキャンニング南新宿

骨軟部領域の画像診断では、単純X線写真やMRIが中心的な役割を担っており、CTは主に骨評価を目的として用いられることが多く、その利用は比較的限定的であった。しかし、photon counting CT (PCCT) は、従来のenergy integrating detector CT (EIDCT) と比べ、高空間分解能、低ノイズ、高コントラスト、さらに、スペクトラルイメージングを全撮影で利用できるという特徴を有し、これまでCTでは困難であった構造の評価への応用が期待されている。近年は、複数メーカーから臨床用装置が登場し、本格的な普及期を迎えつつある。本稿では、われわれの基礎的検討を交えながら、骨軟部領域におけるPCCTの特徴と、今後期待される臨床応用について概説する。

PCCTの利点を理解する上で重要な原理

従来のEIDCTでは、X線をいったん可視光に変換してから電気信号として積算するのに対し、PCCTでは半導体検出器を用いて個々のX線光子を直接検出し、そのエネルギー情報も同時に取得する。この方式により、電子ノイズを効果的に除去できるほか、隔壁構造のない小型化した検出器により高い空間分解能が実現する。また、低エネルギー光子の情報を効率良く利用できることから組織コントラストも向上し、高画質なスペクトラル画像を追加撮影なしに取得できることがPCCTの大きな特徴である。

骨評価に関する PCCT vs. EIDCT

これまでのPCCTとEIDCTの比較研究では、PCCTのultra high resolution (UHR) 画像とEIDCTのstandard resolution (STD) 画像を比較しているものや、線量、スライス厚、マトリックス、カーネルなどの撮影、再構成条件が十分に統一されていないものが多く、検出器そのものの違いを公平に評価することは容易ではなかった。特に骨評価では、カーネルや空間分解能の違いが骨梁や骨皮質の見え方に大きく影響するため、PCCTの真の利点を評価するには、可能な限り条件をそろえた比較が必要である。そこで、献体前腕を用いて、PCCTと複数のEIDCTを標準化された条件下で比較したわれわれの研究を紹介したい¹⁾。明らかな外傷歴や関節疾患のないThiel固定献体の4前腕を用い、PCCTとしてシーメンス社の「NAEOTOM Alpha」、比較対象のEIDCTとして「SOMATOM Drive (以下、Drive)」 「SOMATOM X.cite (以下、X.cite)」 「SOMATOM Force (以下、Force)」 「SOMATOM Definition AS (以下、AS)」 「SOMATOM Definition Flash (以下、Flash)」の同じベンダーによる5機種を使い撮影を行った。正常骨構造の評価では、4前腕を各装置で撮影し、STD modeとUHR modeのそれぞれで比較した。また、1前腕には橈骨遠位端プレートを設置し、金属アーチファ

クトを評価した。撮影条件は、臨床で使用可能な範囲で可能な限り統一した。線量は、最新のEIDCTであるDriveにおける当施設の臨床プロトコルを基準として設定し、STD modeではCTDI_{vol}3.83mGy、UHR modeではCTDI_{vol}4.99mGyとした。全撮影でスライス厚0.6mm、increment 0.3mm、field of view 100mm、マトリックス512×512を用い、骨評価では各装置間で可能な限り同等のカーネルを使用した。金属アーチファクト評価では、STD mode、CTDI_{vol}3.83mGyで撮影し、tin filter (Sn filter) なし画像 (Sn-)、Sn filter あり画像 (Sn+)、および120keVのvirtual monoenergetic image (VMI) を比較した。ただし、Sn+およびVMIは、各装置の技術的制約により、取得可能な装置のみで評価した。

1. PCCTによる骨構造の見え方に関する主観評価

主観評価にはDriveによるSTD mode画像を基準として、同等の見え方を3とする1～5の5段階評価を、2名の放射線科医が行った。

STD modeでは、骨皮質の描出スコアはいずれの装置でも中央値3であり、PCCTと各EIDCTとの間に有意差は認められなかった。また、骨梁構造の描出についてもPCCTは中央値3 (3～4) であり、各EIDCTとの比較で有意差は認められなかった (図1)。同様に、UHR modeにおいても骨梁構造の描出スコアはPCCTですべて5であったが、Drive、