

1. 核医学による腹部画像診断の最新動向と未来への展望

5) 腹部領域におけるデジタルPET-CTの初期経験

核医学

Precision Medicine時代の

Abdominal
Imaging

2022

井上健太郎 仙台厚生病院放射線科・先端画像医学センター

2021年12月より、キヤノンメディカルシステムズ社製のデジタルPET-CT装置である「Cartesion Prime」の臨床使用を開始した。これまで当院では、2005年に導入した他社製のPET-CT装置2機種を使用していたが、そのうち1機種の保守可能期限切れに際して最新機種であるCartesion Primeを導入したところである。

Cartesion Primeの特徴

Cartesion Primeは、従来の光電子増倍管に替えて半導体光検出素子 (silicon photomultiplier: SiPM) を用いたPET-CT装置、いわゆるデジタルPET-CT装置である。他社からすでに供給されている装置同様、陽電子の対消滅によって生じる511 keVの γ 線を受けるのはシンチレータ (Cartesion PrimeではLYSOクリスタル) であり、生じたシンチレーション光をSiPMで検出する。従来の光電子増倍管を用いた装置では、一つの光電子増倍管が複数のクリスタルに対応していたが、本機種ではクリスタルとSiPMが1:1対応するためアンゲロジックと呼ばれる重心演算を用いず、画像の歪み補正や位置演算が不要となり、シンチレーションを効率的に用いられるとされる。また、SiPMはtime-of-flight (以下、TOF) 時間分解能の向上に寄与し (本機種では < 280 ps), SNRの低下あるいは実効的な感度の向上が得られる。

PET画像の再構成については、現状、当施設ではキヤノンメディカルシステム

ズ社独自のノイズ低減画像再構成法である“Clear adaptive Low-noise Method (以下、CaLM)”を用いている。この手法により、従来のGaussianフィルタを用いるよりも、コントラストの低下を抑えながら統計ノイズを低減できるとされる。3段階の強さから選択できるが、当施設ではCaLM (mild) を選択しており、コントラストとノイズのバランスの取れた画質が得られていると感じている。ほかにも、キヤノンメディカルシステムズ社独自の深層学習を用いた技術である“Advanced intelligent Clear-IQ Engine (以下、AiCE)”という手法も使用可能である。これは、長時間収集したデータを教師データとして、さまざまなノイズを含む入力データを教師データに近づけるような最適化を設計段階で行っているもので、ノイズ低減、画質改善が得られる¹⁾。AiCEのような人工知能を用いた画像再構成技術は近年、開発が目覚ましいところであり、今後の発展が期待されるものであるが、現状では使用していない。本機種導入時のボランティア画像を図1に示す。視覚評価では、CaLMでの再構成画像でも十分な画質が得られていると感じられ、以前からの機種をしばらく併用する状況でもあり、どちらかといえば見慣れた画像に近いCaLMを採用している。

これら検出装置および画像処理法の改善は、ノイズ低減、画質改善、小病変の検出能向上に寄与するもので²⁾、実際の画像では総合的に作用しており、これらの改善により収集時間の短縮や

FDGの投与量削減も期待できるが、個々の要素の寄与程度については本稿では論じられない。

症例提示

前述のように、当院の従来のPET-CT装置は2005年に導入したものである。臨床上必要な役割は果たしてきたと思うものの、最新機種であるCartesion Primeと比較するのはやや不公平感がしないでもないが、腹部領域のFDG-PET-CT診断にどのような改善が期待できるかという参考として、比較提示させていただきたい。以下の提示症例では、Cartesion Primeでの画像はCaLM (mild) を用いた画像再構成、point spread function補正使用、TOF使用で行っている。従来機種での画像は3D-OSEMでの再構成、point spread function補正なし、TOFなしである。以下、PET画像はSUV 0~6のウィンドウ表示である。

●症例1 (図2)

70歳代、男性。PET-CT検診受診者で、今回検査時の体重86.6 kg, body mass index (BMI) 31.4の肥満体形である。腹部大動脈瘤に対してY-graftを用いた人工血管置換術の既往がある。1年2か月前に検診として従来機を用いたFDG-PET-CT検査を行っており、今回のPET-CT画像とともに提示した(図2)。今回は右肋骨骨折を伴っておりMIP画像、肝レベルの軸位断画像で描