

冠動脈CTにおけるdeep learning reconstructionの強度の検討

石巻赤十字病院 放射線技術課 ○高橋 和也(Takahashi Kazuya)

村上 大樹 長本 圭祐 児玉 健太郎 佐藤 美佳

【はじめに】

近年、他の再構成法と比較してdeep learning reconstruction (DLR) の有用性が報告されているが、DLRの強度の検討に関する報告は少ない。当院での冠動脈CTは症例に応じて、DLRであるAdvanced intelligent Clear-IQ Engine (AiCE) とPrecise IQ Engine (PIQE) を使用している。そこで、AiCEとPIQEそれぞれについて、強度の違いが画質に及ぼす影響を把握するため、画質評価を行い比較する事とした。

【方法】

X線CT装置は、Aquilion ONE PRISM Edition (キャノンメディカルシステムズ株式会社) を使用した。撮影条件は冠動脈CTを想定して、撮影モード: volume scan、管電圧: 120 kV、管電流: AEC (設定は0.5 mmスライスでSD25、再構成処理はAIDR 3D standard)とした。再構成関数は、AiCEではBody sharp、PIQEではCardiacを用いて、強度mild・standard・strongでの画質を比較した。再構成FOVは200 mm、再構成スライス厚は0.5 mm、再構成スライス間隔は0.5 mmとした。画質評価は物理評価、冠動脈ステント内腔の描出能、視覚評価を行った。

1.物理評価

Task-based transfer function (TTF) は冠動脈CTを想定して、TOSファントム内のCT値約340 HUのロッドにて、circular edge法で測定した。Noise power spectrum (NPS) は水ファントムにて、radial frequency法で測定した。撮影はそれぞれ10回行い、得られたデータを解析後、加算平均して算出した。解析ソフトはCT measure ver.099d (日本CT技術学会) を用いた。

2.冠動脈ステント内腔の描出能

内径2.5 mmのチューブ内に冠動脈ステントを留置して容器に配置し、容器内を水で満たした後、CT値約350 HUの希釈造影剤でチューブ内を満たした。こちらをファントム①とする。使用した冠動脈ステントは(1)Resolute OnyxTM (Medtronic) 2.5 mm×34 mm、(2)SYNERGYTM XD (Boston Scientific) 2.5 mm×24 mm、(3)XIENCE SkypointTM (Abbott) 2.5 mm×48 mmとした。

解析はImaje Jを用いて、ステント部分のprofileを取得後 (Fig.1)、ステント内腔のfull width at half maximum (FWHM) を測定して比較した。FWHMはFig.2における①と②の加算平均とした。

3.視覚評価

内径1 mm、2.2 mm、2.5 mmのチューブを容器に配置して水を満たした後、CT値約350 HUの希釈造影剤でチューブ内を満たした。こちらをファントム②とする。放射線技師歴9年目以上の放射線技師10名に、ファントム① (Fig.3) においては冠動脈ステント内腔の視認性、ファントム② (Fig.4) においては血管の視認性を5段階評価してもらった (5:Excellent、4:Very Good、3:Good、2:Average、1:Poor)。



Fig.1 profile取得

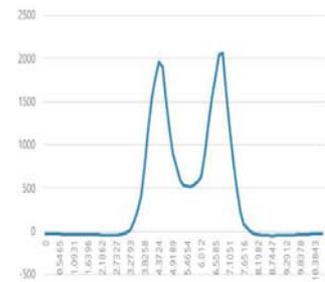


Fig.2 FWHM

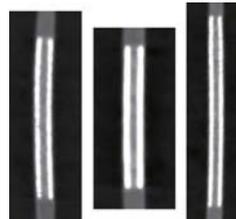


Fig.3 ファントム①



Fig.4 ファントム②

【結果】

1.物理評価

TTFは、AiCEでは強度によらず同等であり、PIQEでは強度が強くなるにつれてやや低くなった (Fig.5)。NPSは、AiCEとPIQEともに強度が強くなるにつれて低くなった (Fig.5)。

2.冠動脈ステント内腔の描出能

全てのステントにおいて、AiCEでは強度が強くなるにつれてFWHMは大きくなり、PIQEではstrongでFWHMが最も小さくなった (Fig.6)。

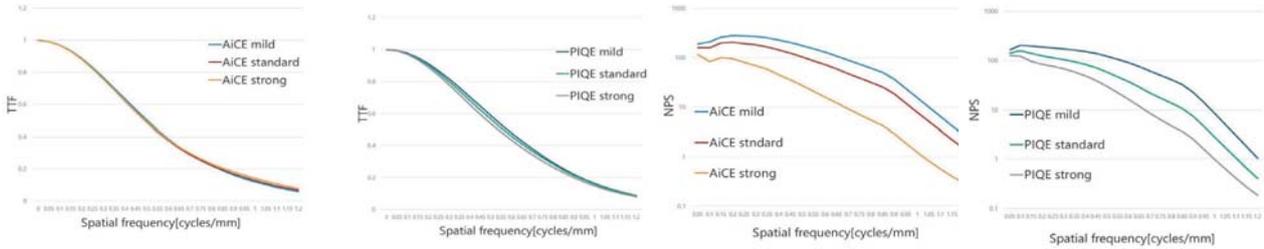


Fig.5 TTF・NPS

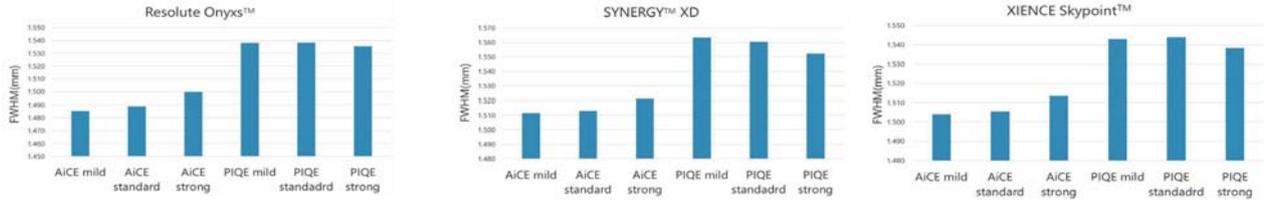


Fig.6 FWHM

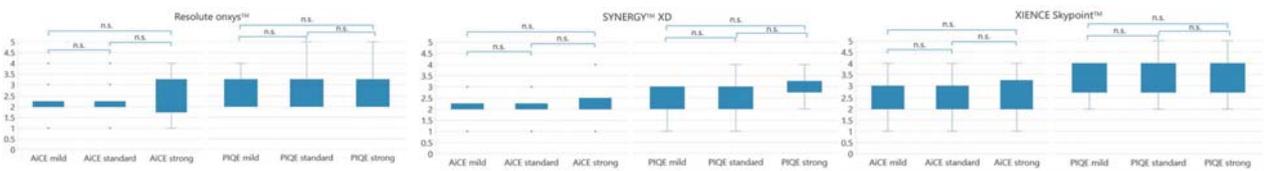


Fig.7 視覚評価 (ファントム①)

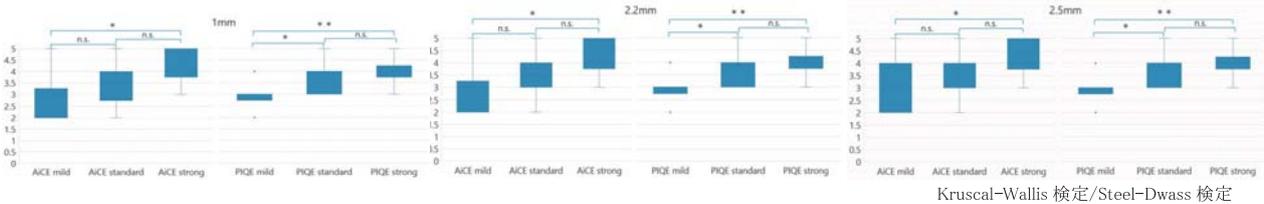


Fig.8 視覚評価 (ファントム②)

Kruskal-Wallis 検定/Steel-Dwass 検定

**: $P < 0.01$ *: $P < 0.05$

3. 視覚評価

ファントム①のステント内腔の視認性については、全てのステントにおいて、AiCEとPIQEで強度の違いによる有意差は見られなかった (Fig.7)。

ファントム②の血管の視認性については、内径1 mm、2.2 mm、2.5 mm全てにおいて、AiCEではmildとstrongで有意差が見られ、PIQEではmildとstandard、mildとstrongで有意差が見られた (Fig.8)。

【考察】

AiCEとPIQEでは、各強度における空間分解能の違いよりも、ノイズ特性の違いの方が血管の視認性への影響は大きいと考えられた。また、AiCEではPIQEと比較してステント内腔のダークバンドアーチファクトが顕著であったことから、ステント内腔の画質は強度の違いよりも再構成法の違いによる影響が大きいと考えられた。今回はファントム実験だっ

たため、石灰化やプラークへの影響など、臨床画像での検討も引き続き行っていく。

【結語】

AiCEとPIQEにおいて、強度の違いは冠動脈ステント内腔の描出能への影響は少ない事と、強度を強くすると血管の視認性が向上する可能性が高い事が分かり、冠動脈CTにおける強度strongの有用性が示唆された。

【参考文献】

- 1) 酒向健二, 吉田朱里, 原孝則, 超解像Deep Learning Reconstructionを用いた冠動脈ステント描出能の評価, 日本CT技術学会雑誌, 2023; 11:5-9
- 2) 田浦将明, 菊地隼人, 高橋祐樹, 他, PCI施行後の冠動脈CTにおける撮影条件の検討, 日本放射線技術学会東北支部雑誌 (Web), 2017;26