

超高精細 CT におけるスライス厚測定

公立大学法人福島県立医科大学附属病院放射線 ○齋藤 将輝 (Saito Masaki)

深谷 岳史 村上 克彦 高橋 克広

遠藤 有 濱尾 直実 伊藤 彩 佐藤 孝則

一般財団法人大原記念財団大原総合病院画像診断センター 村松 駿 森谷 浩史

B.B.M.I.L.

片倉俊彦

【背景および目的】

超高精細CTの最小スライス厚は0.25 mmであるが、コイン法やビーズ法で用いる既存のファントムでは大きすぎる、また、最小画像再構成間隔0.1 mmではサンプリングが荒すぎる、これらの諸問題点からも精度の良い測定報告は少ない、また細い金属線を用いたワイヤ法ではHelical Scanによる投影角度依存の影響が問題で推奨されない。先行研究において、この問題を緩和するため直交ワイヤ法が提唱されたが、我々の先行研究において、金属線の合成数が3本以上で精度が担保できた。そこで今回、金属線3本の合成ワイヤ法を用いて超高精細CTにおけるスライス厚0.25 mmの測定を試みたので報告する。

【使用機器】

CT装置 : Aquilion Precision (キヤノンメディカル社製)

ファントム : タングステン製傾斜金属線 (30、40、50 μm) ファントム (自作)

解析ソフト : 自作解析プログラム (MATLAB)

ト

【検討・方法 ①—金属線の太さの検討】

太さの異なるタングステン製の金属線 (30、40、50 μm) について、合成ワイヤ法で用いる金属線の最適な太さを検討した。測定および解析方法を以下に示す。

- 3種類の太さの金属線それぞれ3本ずつを撮影スライス面から体軸方向へ10°程度傾斜させて張り、蜜蝋で固定。
1. で作成した自作の蜜蝋ファントムをセンターから50 mm離れた位置でHelical Scanを行い、FOV50 mmで拡大再構成。用いた再構成関数は腹部標準関数のFC15である。
3. 各太さにおける3本それぞれのSSPの形状を比較した。

【結果 ①】

検討①の結果をFig.1に示す。各太さにおける3本それぞれのプロファイルの形状を比較すると30 μm はコントラストが低くCNRが足りない結果となった。またノイズの影響を大きく受け、複数回の解析において値がなかなか安定せず今回の選択肢から除外した。加えて先行研究から、スライス厚測定で用いるファントムは測定スライス厚の10分の1以下の大きさのものが推奨されるため今回は40 μm のタングステン製の金属線を用いることとした。

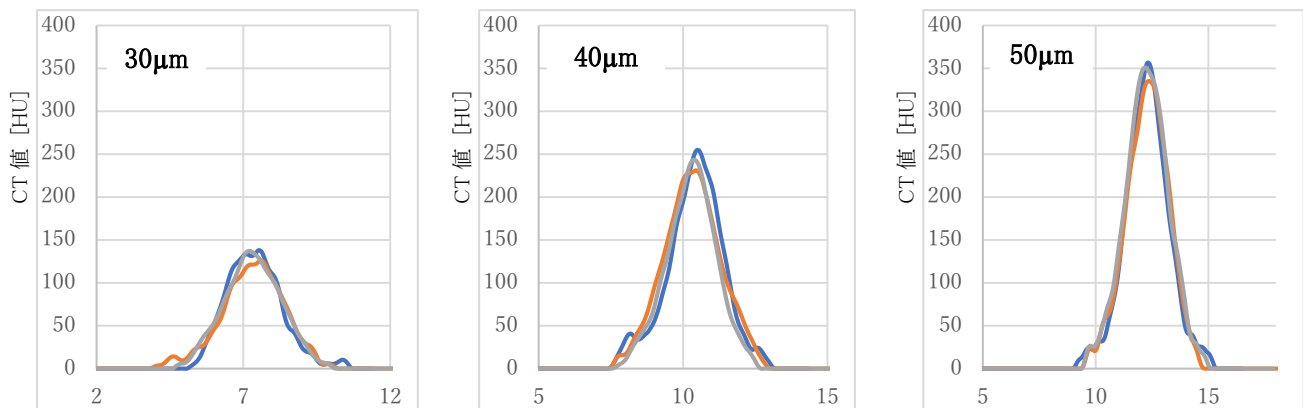


Fig.1 3本合成前の各プロファイル

【検討・方法 ②—CenterとOff-Center、撮影方式、matrix sizeの検討】

検討①の結果から太さ40 μmのタングステンを用いてスライス厚0.25 mmを測定した。測定および解析方法を以下に示す。

1. タングステン製金属線40 μm3本を撮影スライス面から体軸方向へ10°程度傾斜させて張り、蜜蝋で固定。
2. 1.で作成したファントムをCenterおよびCenterから160 mm離れた位置（以下、Off-Center）で撮影。撮影はHelical ScanとVolume Scanの2種類で行った。撮影時のmatrixsizeは512×512、1024×1024、2048×2048の3種類を使用した。
3. 自作解析プログラムを用いてプロフィールを算出。FWHMとワイヤの傾斜角度のtanを用いてスライス厚を計算した。

【結果 ②】

検討②の結果をTable 1に示す。今回の実験では測定位置やmatrixsizeによる大きな変化は見られず、Helical Scanで約0.44 mm、Volume Scanで約0.35 mmとなった。

Table 1 合成法を用いた0.25 mmスライス厚の測定結果[mm]

	Center			Off-Center		
	512	1024	2048	512	1024	2048
Helical	0.45	0.44	0.43	0.46	0.45	0.46
Volume	0.36	0.35	0.33	0.37	0.35	0.35

【検討・方法③—MTFによるボケ成分の補正】

検討②で得られた測定値には再構成関数やファントムの形状によるボケの要素が含まれると考える。今回、MTFを用いてそれらの要素を補正し最終的なスライス厚を算出した。補正方法に関して以下に示す。

Table 2 MTFによる補正後の結果[mm]

	Center			Off-Center		
	512	1024	2048	512	1024	2048
Helical	0.40	0.39	0.40	0.43	0.42	0.42
Volume	0.34	0.33	0.33	0.35	0.35	0.34

1. 40μmの金属線を撮影スライス面に対して直交するように張り、検討②における撮影と同一条件で撮影。
2. 測定値および1.で得られたPSFをそれぞれ0フィーリングし、フーリエ変換。
3. 測定値とPSFのフーリエ変換後の値を除して、得られた結果を逆フーリエ変換。変換後の値の絶対値を補正後のスライス厚とした。

【結果 ③】

検討③の結果をTable 2に示す。補正後Helical Scanで約0.40 mm、Volume Scanで約0.33 mmとなった。

【考察】

—検討①—

先行研究から測定スライス厚の10分の1以下のファントム設定が求められるが、スライス厚0.25mmの測定においてはその中でもCNRが十分に担保できることが重要となってくる。今回タングステン製の40 μmを用いたが例えばタングステンではなく金を用いた場合、40μm以下の太さでもCNRを担保でき測定精度は向上するのではないかと考える。

—検討② ③—

合成ワイヤ法を用いた超高精細CTにおける最小スライス厚0.25 mmの測定結果は、MTFによる補正後Helical Scanで約0.40 mm、Volume Scanで約0.33 mmとなった。結果は公称値よりも厚い値となったが先行研究で行われている数々の測定結果と同等、もしくはそれ以下の値を算出でき、合成ワイヤ法を用いた測定が有用と考える。

【まとめ】

超高精細CTの最小スライス厚0.25 mmの測定において合成ワイヤ法の有用性が示唆された。ファントムの設定や解析方法など改善の余地はあり、今後より精度の高い測定へと展開できると考える。

【参考文献】

- 1) 標準 X線CT画像計測 日本放射線技術学会監修 市川勝弘 村松禎久 共著 オーム社
- 2) 三浦巧磨 他「MDCTのSSP測定:傾斜ワイヤ法の問題点と直交ワイヤ法による改善」