

異なる再構成関数および新しい再構成アルゴリズムを用いた 超低線量胸部MDCT画像の検討

藤田 晃史¹⁾ 今井 靖浩²⁾ 沈 雲²⁾ 木根淵裕子¹⁾ 山本和香子^{1), 3)}
林 高樹¹⁾ 久保田勇人¹⁾ 大瀨 真男¹⁾ 本田 実¹⁾ 杉本 英治^{1), 4)}

1) 昭和大学藤が丘病院放射線科

2) GE横河メディカルシステム(株)

3) 旭川医科大学放射線科

4) 自治医科大学放射線医学教室

Evaluation of Ultra-low-dose Thoracic Multi-detector-row CT using Different Reconstruction Kernels and New Reconstruction Algorithms

Akifumi Fujita¹⁾, Yasuhiro Imai²⁾, Yun Shen²⁾
Yuko Kinebuchi¹⁾, Wakako Yamamoto^{1), 3)}
Takaki Hayashi¹⁾, Hayato Kubota¹⁾,
Masao Obuchi¹⁾, Minoru Honda¹⁾
and Hideharu Sugimoto^{1), 4)}

CT has great advantages in detecting early-stage small lung cancer and is becoming common in lung cancer screening. Multi-detector-row CT (MDCT) can provide thin-slice images with low radiation exposure. In this study, ultra-low-dose (5 mAs: 10 mAs, 0.5 sec/rot) thoracic MDCT images were evaluated. We describe the differences in image quality and quantity between the different reconstruction kernels. We also propose a new reconstruction algorithm (ultra-low-dose reconstruction algorithm: ULR) for ultra-low-dose thoracic CT, to reduce noise and streak artifacts. We are convinced of the usefulness and possibility of ultra-low-dose thoracic MDCT with ULR algorithms for lung cancer screening.

Research Code No.: 206.1

Key words: Ultra low dose CT, Multi-detector-row CT, Lung cancer screening

Received Apr. 30, 2003; revision accepted Sep. 4, 2003

1) Department of Radiology, Showa University Fujigaoka Hospital

2) GE Yokogawa Medical Systems

3) Department of Radiology, Asahikawa Medical School

4) Department of Radiology, Jichi Medical School

別刷請求先

〒227-8501 神奈川県横浜市青葉区藤が丘1-30

昭和大学藤が丘病院放射線科

藤田 晃史

はじめに

集団住民検診や人間ドックで胸部CTを利用する自治体や医療機関が増加している。CT検診による早期小肺癌検出の有効性は示されているが¹⁾⁻³⁾、同時に被曝の問題が指摘されている。近年の多列検出型CT multi detector-row CT(以下MDCT)の普及により、低線量での薄層撮像が可能になってきたが、検診や日常臨床への応用においては低線量撮像に特有のストリークアーチファクトやノイズの増加が懸念される。今回、現在の臨床汎用機で可能な最低レベルの被曝での超低線量撮像を施行し、その画像再構成について、新しい再構成アルゴリズムを併用した画像も含めて検討したので報告する。

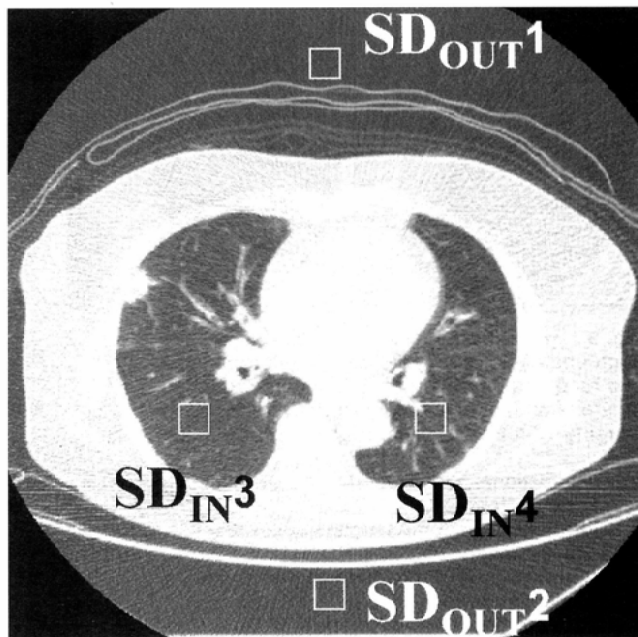
対象および方法

対象は日常臨床において胸部X線単純写真で異常陰影を指摘されて外来を受診し、胸部単純CTを施行した患者である。当院の倫理委員会での許可をとり、患者本人の同意を得て、超低線量CTの撮像を追加した。使用した装置は検出器列数4のGE社製LightSpeed Plusで、撮像条件は、X線管電圧120KVp、X線管電流10mA、0.5秒/回転、撮像スライス厚1.25mmである。1回の呼吸停止下で撮像が可能となるようにヘリカルピッチ6(1.5)とし、撮像時間は20秒前後である。画像再構成スライス厚は2.5mmとし、定量的評価と視覚的評価を行った。定量的評価は再構成した画像に関心領域ROI(region of interest)を設定し、標準偏差SD(standard deviation)を計測した。肺野外の標準偏差をSD_{OUT}として、それをノイズの指標とした。また肺野内の標準偏差をSD_{IN}として、 $\sqrt{(SD_{IN}^2 - SD_{OUT}^2)}$ をアーチファクトの指標とした。通常線量(X線管電流200mA、撮像スライス厚2.5mm、ヘリカルピッチ3、その他は超低線量撮像と同じ)と超低線量の両撮像を異なる5種類(Lung, Bone, Detail, Standard, Soft)の再構成関数を用いて画像再構成を施行し、それぞれについてノイズとアーチファクトを計測した。今回、超低線量胸部MDCT撮像のために開発した超低線量用再構成アルゴリズム(ultra low dose reconstruc-

tion algorithm：以下ULR)を併用した画像についても検討した。

結 果

アーチファクトおよびノイズの定量的評価をFig. 1 に示す。通常線量の撮像では、再構成関数による標準偏差の値に大きな違いは認められなかったが、超低線量の撮像では、Standard, DetailやSoftなどの高周波成分を抑えた再構成関数を用いた画像でアーチファクトおよびノイズの著明な低減が認められた。またULRを併用した画像では、より大きなアーチファクトおよびノイズの低減が確認できた。実際の臨床画像における視覚の評価では、再構成関数Lungを用いた超低線量画像(Fig. 2B, 3B)で著明なアーチファクトおよびノイズが認められたが、高周波成分を抑えた再構成関数Standardを用いた画像(Fig. 2C, 3C)では、画像の鮮鋭度はLungよりも劣るもののアーチファクトおよびノイズの顕著な低減が見られた。ULRを用いた画像(Fig. 2D, 3D)では、画像の鮮鋭度をある程度維持しながらアーチファクトおよびノイズの低減が可能で、通常線量画像(Fig. 2A, 3A)に匹敵する病変の描出の可能性が示された。



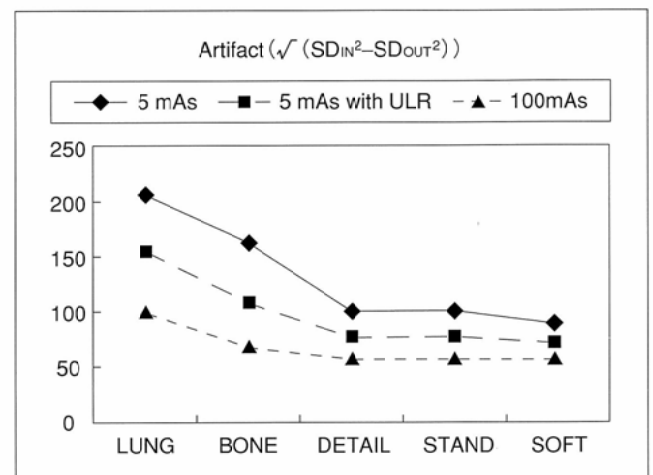
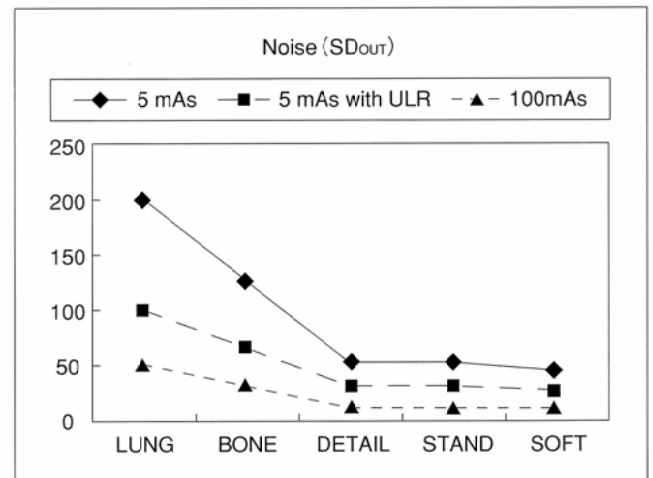
A	B
	C

Fig. 1 SD of 5 mAs, 5 mAs with ULR, and 100 mAs images. A : SD_{OUT} 1, 2: SD in ROI outside the lung field. SD_{IN} 3, 4: SD in ROI inside the lung field. SD_{OUT} shows noise. A : $(SD_{IN}^2 \text{ and } SD_{OUT}^2)$ shows the artifact. B, C : The graph shows great difference between the reconstruction kernels in ultra-low-dose images. Standard, Detail, and Soft kernel decreases noise and artifact. Images with ULR decrease more noise and artifact than conventional reconstruction images.

考 察

胸部CT検診は胸部単純写真での検診と比較して、その空間分解能の高さから早期小肺癌の検出に優れていると報告されている^{1)–3)}。しかし一方で死亡率の減少を示すエビデンスは未だなく、被曝の問題が指摘されている。理想的な検診CTは、可能な限り低被曝での撮像を行い、かつできるだけ高い画質を得ることである⁴⁾。近年のMDCTの普及により薄いスライス厚での撮像が可能となったことで、MDCTによる検診を施行している自治体や医療機関も少なくないが、同時に被曝低減にも取り組む必要がある。今後益々増加すると思われるMDCTを用いた胸部CT検診を最小限の被曝で施行するための画像再構成関数および画像再構成アルゴリズムの最適化を検討するのが今回の目的である。

通常の日常診療での撮像においては、医療被曝の正当性から良好な画質を得るのに十分な管電流を用いることができるため、症例毎に撮像条件を設定するなどしてノイズやアーチファクトを抑制している。しかしながら今回検討した超低線量での撮像では、X線量の不足による特有のノイズやストリークアーチファクトが問題となる。特に胸部領域においては肺尖部や肺底部、椎体周囲で大きな影響を受



けることは周知の事実である。今回の検討結果から、超低線量で撮像された画像のアーチファクトおよびノイズは再構成関数の選択によって低減できることが示された。通常線量撮像における肺野条件の再構成にはLungやBoneなどの高分解能撮像用再構成関数を用いているが、超低線量での撮像では、通常胸部での縦隔条件、腹部や骨軟部領域での軟部条件などで用いられているStandardやSoftなどの再構成関数を用いることで大幅にアーチファクトやノイズを抑制できることが確認された。また、今回新たにXY平面とZ軸方向においてアーチファクトおよびノイズ成分に補正を施す再構成アルゴリズム(ULR)の開発により⁵⁾、さらにアーチファクトとノイズを低減した画像を提供できることが示された。

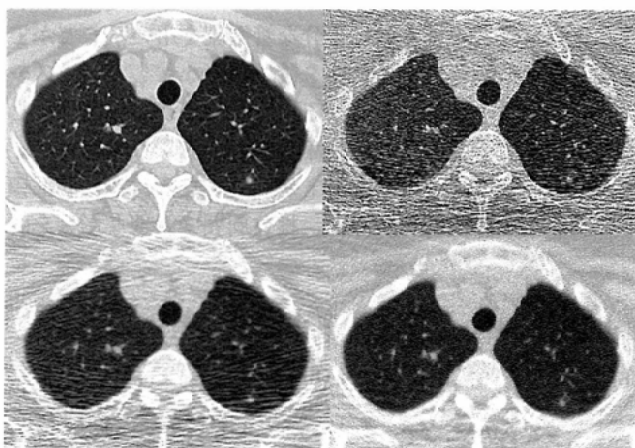


Fig. 2 72-year-old female. Lung field CT images at the pulmonary apex level with different dose and reconstruction kernel. A small nodule at the left dorsal apex can be seen more clearly, and the image sharpness is improved by ultra-low-dose imaging with bone kernel reconstruction using ULR.

A : Conventional dose (100mAs) image with Lung kernel reconstruction.
B : Ultra-low-dose (5 mAs) image with Lung kernel reconstruction.
C : Ultra-low-dose (5 mAs) image with Standard kernel reconstruction.
D : Ultra-low-dose (5 mAs) image with Bone kernel reconstruction using ULR.

A	B
C	D

一方、再構成スライス厚については薄くなることで読影の負担が大きくなることが議論されている。しかしながら今後一般化と思われるページング法によるモニター読影への移行や開発が進んでいるコンピューター支援診断 computer aided diagnosis/detection (CAD) への応用を考えると薄層撮像が必須条件になるものと考えられる。

まとめ

胸部CT検診は、超低線量10mA (5 mAs)において病変指摘あるいは診断可能な画像を実現することで、胸部X線単純写真の3～4倍の被曝に抑えることができ、その有用性を考慮すると十分認容されるものになると期待される。

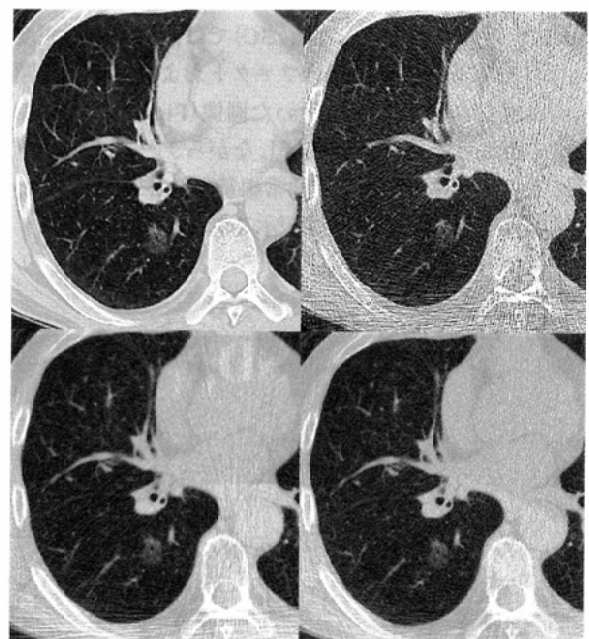


Fig. 3 72-year-old male. Lung field CT images of ground-glass opacity lesion with different dose and reconstruction kernel. Significant reduction of streak artifact is noted even by ultra-low-dose imaging with Bone kernel reconstruction using ULR.

A : Conventional dose (100mAs) image with Lung kernel reconstruction.
B : Ultra-low-dose (5 mAs) image with Lung kernel reconstruction.
C : Ultra-low-dose (5 mAs) image with Standard kernel reconstruction.
D : Ultra-low-dose (5 mAs) image with Bone kernel reconstruction using ULR.

A	B
C	D

文 献

- 1) Kaneko M, Eguchi K, Ohmatsu H, et al: Peripheral lung cancers; Screening and detection with low-dose spiral CT versus radiography. *Radiology* 201: 798-802, 1996
- 2) Sone S, Takashima S, Li F, et al: Mass screening for lung cancer with mobile spiral computed tomography scanner. *Lancet* 351: 1242-1245, 1998
- 3) Henschke CI, McCauley DI, Yankelevitz DF, et al: Early lung

cancer action project; overall design and findings from baseline screening. *Lancet* 354: 99-105, 1999

- 4) 大淵真男, 沈 雲, 永島淳一, 他: ヘリカルCTスキャンによる肺癌検診のための基礎的検討. *日本医放会誌* 57: 12-18, 1997
- 5) Hu H, Shen Y: Helical CT reconstruction with longitudinal filtration. *Med Phys* 25: 2130-2138, 1998