

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：34401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26860995

研究課題名(和文) 逐次近似法を用いた腹部CT低線量撮影における適切な線量の検討

研究課題名(英文) Investigation of appropriate radiation dose in low-dose abdominal CT with an iterative reconstruction technique

研究代表者

中本 篤(Nakamoto, Atsushi)

大阪医科大学・医学部・助教

研究者番号：20625199

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、腹部CT画像を逐次近似法(IR)を用いて再構成した場合に、従来のフィルタ補正逆投影法(FBP)を用いて再構成した画像と比較して診断能を低下させない範囲で、どの程度まで線量を低減できるかを検討することである。ファントムを用いて放射線科医による診断能を検討したところ、同じ線量で撮影した画像で比較するとFBPとIRで診断能に差を認めなかった。通常線量で撮影してFBPで再構成した画像と比較すると、半分の線量で撮影してIRで再構成した画像では有意に診断能が低下した。IR法を用いても、線量を過剰に低下させると診断能の低下を招く可能性がある。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the appropriate radiation dose for the low-dose abdominal CT with an iterative reconstruction (IR) technique. The diagnostic performance of abdominal CT with IR and filtered back projection (FBP) was evaluated with radiologists, and the results showed that there was no significant difference in the diagnostic ability between IR and FBP for the same dose. Moreover, the diagnostic ability significantly decreased in images reconstructed with IR with a half dose compared to images reconstructed with FBP with a standard-dose. An aggressive dose reduction may impair the diagnostic performance even with an IR technique.

研究分野：放射線医学.

キーワード：CT 逐次近似再構成法 低線量

1. 研究開始当初の背景

近年の画像診断装置の急速な進歩と普及により、臨床の場における画像診断の役割は年々高まっている。CT(Computed Tomography)は、今日では悪性腫瘍をはじめとした多くの疾患の診断および治療効果判定において必要不可欠な診断法となっており、今後もより普及が進むものと考えられる。一方、CT装置による医療被曝の増加が問題となっており、直線しきい値なし仮説を元にして算出されたデータによると、年間の発癌のうち3.2%がCT検査による被曝が原因の発癌であるとの報告も見られる(Lancet 2004; 363: 345-351)。低線量の被曝が人体に与える影響については諸説あり、結論は出ていないが、発癌のリスクを上昇させる可能性があると考えられる以上は、医療被曝を可能な限り低減する必要があると考えられる。本邦のCT保有台数は世界最大であり、CT検査の被曝が低減できれば医療被曝の大幅な低減につながる。

従来、CTにおける画像再構成は、フィルタ補正逆投影法(Filter Back-Projection: FBP)が主に用いられてきた。一方、近年では逐次近似再構成法(Iterative Reconstruction: IR)を応用した新たな再構成法が開発されてきており、この方法では従来のFBP法に比べて再構成に時間を要するものの、画像のノイズを抑制することができ、少ない線量での撮影でも十分診断に耐える画像を得ることができるとされている。この再構成法を用いてCT撮影の被曝線量を低減することができれば、医療被曝による人体への影響を最小限にすることが可能であり、患者の利益につながると考えられる。しかしながら、線量を低減することによる画質の低下が、どの程度までIR法により改善されるのかについての十分な臨床データは今のところ存在しない。画質の低下によって診断能の低下を招くことがあれば、かえって患者の不利益につながることにもなるため、従来のFBP法と同等の診断能を保ちつつ、どの程度まで線量を低減することができるのかを検証し、適切な撮影線量を確立する必要があると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、腹部CT画像を逐次近似法(IR)を用いて再構成した場合に、従来のフィルタ補正逆投影法(FBP)を用いて再構成した画像と比較して診断能を低下させない範囲で、どの程度まで線量を低減できるかを検討することである。

3. 研究の方法

(1)ファントムの作成

線量による診断能の違いを検討するため

には同じ対象を複数の線量で撮影して比較する必要があり、患者あるいは健康者を実験対象とすることには倫理上の問題があると考えられた。そのため、本研究では人体の臓器を模した模型(ファントム)を用いて実験を行うこととした。本研究では肝細胞癌などの多血性腫瘍の検出能を比較することを目的とし、模擬腫瘍を配置した肝臓ファントムの作成を行うこととした。

模擬腫瘍

模擬腫瘍の作成は業者に依頼し、多血性肝腫瘍を想定した2種類のCT値(120HUおよび140HU)で、それぞれ径5mmと10mmの2種類の大きさで作成を行う。

模擬肝臓

造影CT動脈相の肝実質のCT値を再現するため、造影剤を水で希釈し、寒天で固めることでCT値100HU程度の寒天を作成する。寒天は直径17cmのポリエチレン製の円筒形容器を用いて作成する。

模擬腫瘍を配置した肝臓ファントムの作成

上記の模擬肝臓を作成する過程で、模擬腫瘍を内部に配置し、腫瘍を含む肝臓ファントムを作成する。病変は模擬肝臓内にランダムに配置し、その位置を記録しておく。このようにして病変を0~8個含む肝臓ファントムを計30個作成する。

(2)ファントムの撮影と画像再構成

作成したファントムを、CT装置(AquilionONE、東芝メディカルシステムズ社製)を用いて撮影する。基準となる線量は模擬肝臓のCT値の標準偏差(ノイズ量の指標)が通常臨床で撮影しているCT画像と同等となるように予備実験を行って決定する。30個全てのファントムを通常線量およびその75%、50%の線量で撮影する。得られたデータから画像をFBPで再構成し、75%と50%の線量で撮影したデータについてはIR(AIDR 3D)でも再構成を行う。

(3)画像の定量的評価

各画像の模擬肝臓に関心領域(ROI)を設定し、CT値とその標準偏差を測定・記録する。模擬腫瘍のうち、高コントラスト病変(140HU)の径10mmの病変についてはそのCT値も計測する。模擬肝臓のCT値の標準偏差をノイズの指標とし、模擬腫瘍のコントラストノイズ比(CNR)を計算して、各画像間で比較する。

(4)放射線科医による画像診断能の評価

2名の放射線科医がそれぞれ独立して画像を評価し、病変の存在する位置とその確信度を4段階で記録する。得られた結果をJAFROC解析し、各画像間で診断能(Figure of Merit; FOM)を比較する。病変の感度についても各画像間で比較を行う。

4. 研究成果

(1) 定量的評価

IR を用いて再構成した 75%および 50%線量の画像は、同じ線量で撮影して FBP で再構成した画像と比較して有意にノイズが低く、CNR が高かった。IR で再構成した画像は 50%の線量でも、通常線量で撮影して FBP で再構成した画像と比較して有意にノイズが低く、CNR が高かった(図 1, 2)。

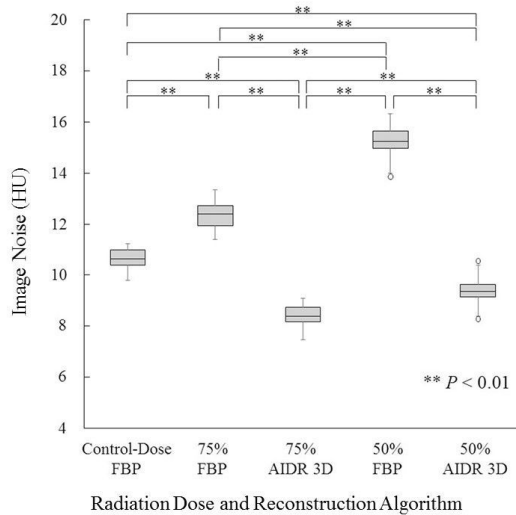


図 1: 各画像のノイズ。IR(AIDR 3D)によりノイズは低減し、50%の線量でも通常線量の FBP 画像と比較して有意にノイズが低かった($P < .05$)。

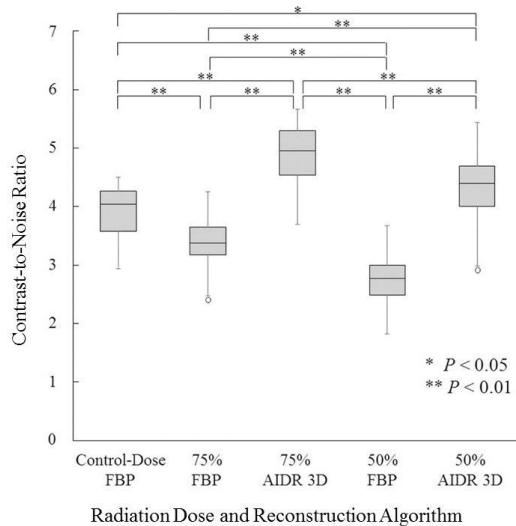


図 2: 各画像のコントラストノイズ比(CNR)。IR(AIDR 3D)により CNR は上昇し、50%の線量でも通常線量の FBP 画像と比較して有意に CNR が高かった($P < .05$)。

(2) 診断能評価

診断能(FOM)は撮影線量が少なくなるにつれて低下する傾向が 2 名の放射線科医いずれでも認められた。50%での線量では FBP、IR いずれの画像でも通常線量の画像より有意に診断能が低かった。同じ線量(75%あるいは 50%)で比較した場合、FBP と IR で診断能に有

意差を認めなかった(図 3)。感度についても同様の傾向が認められた。

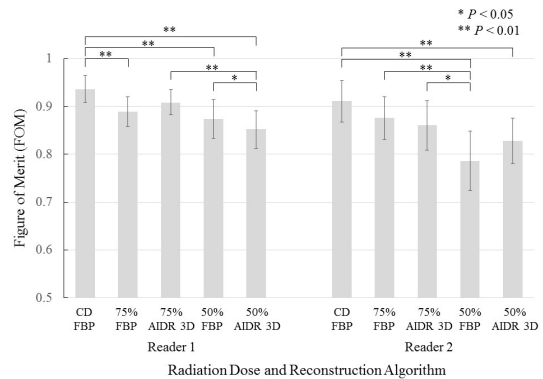


図 3: 各画像における診断能(FOM)。IR(AIDR 3D)を用いても、FBP と比較して診断能の改善を認めなかった。

以上の結果より、多血性腫瘍の検出については IR を用いても診断能の改善は認められないことが明らかとなった。定量的なノイズや CNR は IR により改善が認められるが、それが直接診断能の改善には寄与しておらず、IR を用いた場合でも撮影線量の低減には慎重になる必要があることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Nakamoto A, Tanaka Y, Juri H, Nakai G, Yoshikawa S, Narumi Y. Diagnostic performance of reduced-dose CT with a hybrid iterative reconstruction algorithm for the detection of hypervascular liver lesions: a phantom study. *European Radiology*, 査読有, 第 27 巻, 2017, 2995-3003 DOI : 10.1007/s00330-016-4687-6.

〔学会発表〕(計 5 件)

Nakamoto A, Tanaka Y, Juri H, Nakai G, Yoshikawa S, Narumi Y. Diagnostic Performance of Reduced-Dose CT with Adaptive Iterative Dose Reduction 3-Dimensional (AIDR 3D) for the Detection of Hypervascular Liver Lesions: A Phantom Study. *European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) 2016*, Jun 14-17, 2016, Prague, Czech Republic

中本篤, Reduced-Dose Abdominal CT using Iterative Reconstruction, 第 4 回最先端医学放射線セミナー, 2016 年 2 月 13 日, 大阪府大阪市

中本篤、上腹部 CT における逐次近似画像再構成法の現状、第 17 回 大阪腹部画像・IVR 医学研究会、2014 年 12 月 16 日、大阪府大阪市

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中本 篤 (NAKAMOTO ATSUSHI)

大阪医科大学・医学部・助教

研究者番号：20625199

(2) 研究分担者

なし

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし

研究者番号：

(4) 研究協力者

吉川 秀司 (YOSHIKAWA SHUSHI)

重里 寛 (JURI HIROSHI)

田中 義和 (TANAKA YOSHIKAZU)