

逐次近似応用再構成 (AIDR3D) を用いた肺野CTの初期臨床評価
— 通常臨床における被曝低減CTの許容性について —

森谷浩史¹ 藤井 徳¹ 堀江常満¹ 佐藤 董¹ 橋本浩二¹
高橋良英¹ 阿部 智¹ 佐藤靖芳¹ 後藤光範² 佐久間光太郎³

¹大原総合病院画像診断センター ²仙台厚生病院放射線部 ³福島県立医科大学放射線科

Iterative reconstruction algorithm for reducing radiation dose at
chest CT: Initial feasibility study of AIDR3D
(Adaptive Iterative Dose Reduction 3D)

Hiroshi MÖRIYA¹, Noboru FUJII¹, Tsunemitsu HORIE¹, Sumire SATO¹, Kouji HASHIMOTO¹,
Ryouei TAKAHASHI¹, Satoshi ABE¹, Yasuyoshi SATO¹, Mitsunori GOTO² and Koutarou SAKUMA³

¹*Diagnostic Imaging Center, Ohara General Hospital*

²*Department of Radiology, Sendai Kousei Hospital*

³*Department of Radiology, Fukushima Medical University*

大原総合病院年報別刷

第51巻 平成23年12月15日

Reprinted from ANNUAL REPORT OF OHARA GENERAL HOSPITAL

Vol. 51 December 15, 2011

p. 23~27

逐次近似応用再構成 (AIDR3D) を用いた肺野CTの初期臨床評価 — 通常臨床における被曝低減CTの許容性について —

森谷浩史¹ 藤井 徳¹ 堀江常満¹ 佐藤 董¹ 橋本浩二¹
高橋良英¹ 阿部 智¹ 佐藤靖芳¹ 後藤光範² 佐久間光太郎³

¹大原総合病院画像診断センター

²仙台厚生病院放射線部

³福島県立医科大学放射線科

Iterative reconstruction algorithm for reducing radiation dose at chest CT: Initial feasibility study of AIDR3D (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D)

Hiroshi MORIYA¹, Noboru FUJII¹, Tsunemitsu HORIE¹, Sumire SATO¹, Kouji HASHIMOTO¹, Ryouei TAKAHASHI¹, Satoshi ABE¹, Yasuyoshi SATO¹, Mitsunori GOTO² and Koutarou SAKUMA³

¹Diagnostic Imaging Center, Ohara General Hospital

²Department of Radiology, Sendai Kousei Hospital

³Department of Radiology, Fukushima Medical University

OBJECTIVE: AIDR3D (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D) is one of the CT reconstruction technique using iterative reconstruction. The purpose of this study was to evaluate the radiation dose and image quality of AIDR3D at low-dose chest CT scanning.

MATERIALS and METHODS: In this Institutional Review Board-approved study, CT data from 113 consecutive patients were acquired. To compare image quality of low-dose CT with that of conventional-dose CT, the same patients obtained with 2 CT scans (low-dose CT with AIDR3D-mild and conventional-dose CT with filtered back projection). All patients gave informed consent. Two thoracic radiologists visually assessed image noise, visibility of small structures, and diagnostic confidence. CT dose-length-product (DLP) and body weights were recorded.

RESULTS: Low-dose CT with AIDR3D-mild was associated with DLP reductions of about 40% compared with routine imaging. Acceptable image quality can be obtained at radiation-dose of 1-2mSv.

CONCLUSION: AIDR3D is clinically useful for low-dose chest CT.

はじめに

AIDR3D (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D) は逐次近似画像再構成法の技術を応用したCT再構成技術である。従来のFBP (Filtered Back Projection) 法と比較してノイズ低減効果に優れ、低線量撮影時の画質改善が期待されている (1, 2)。そこで、胸部二次精検時に本法を用いた低

被曝CTを用い、臨床使用における許容性を検討した。

対象

人間ドックないし胸部集団検診の要精検患者のうち肺癌検診判定基準 E1 判定 (肺癌の存在を否定し得ない) に準じた判定を受けた患者 (2011年10月20日から11月21日の連続する113例) を対

象とした。

選択基準

- 1) 年齢20歳以上。
- 2) 本人の同意（院内倫理委員会の承認を受け、説明文書を用いた説明の後、文書による本人の同意を取得した）。
- 3) 呼吸停止不能・妊娠中・上肢挙上困難例は除外した。

撮影方法

東芝社製320列ADCT（Aquilion ONE）にて、下記のごとくAIDR3Dを用いた線量低減撮影で全肺撮影を行い、胸部X線写真の陰影指摘部（もしくは線量低減撮影の有所見部）の4 cm範囲のみ通常条件のCT撮影を行った。この範囲は全肺の1/5～1/10程度の範囲である。

1) 線量低減CT

Volume scan :135kV, volume EC (SD7.5 10mm水ファントム), 0.35s/rot, 撮影時にAIDR3Dmildを適応（下限値設定なし）, FC51, 0.5mm slice/5mm slice : FULL再構成

2) 通常線量CT

Volume scan : 135kV, 270mA, 0.35s/rot, 0.5mm×80, FC52, 0.5mm slice/5mm slice : FULL再構成

評価方法

- 1) 臨床運用上の支障の有無
- 2) 実効線量・線量低減効果

線量低減CT撮影時の線量サマリー、および同一範囲を通常線量（AEC）で撮影した場合の線量サマリーからDLPを求め、0.014を乗じて、それぞれの実行線量の推定値（mSv）とした（3）。

3) 画質評価

0.5mmスライス厚と5mmスライス厚とで評価した。

肺野描出（均質性、微細脈管、小葉隔壁）について、放射線科専門医2名により、0, 1, 2, 3, 4の5段階判定（通常撮影と同等：0, 劣る：2, 読影に支障をきたす可能性がある：4）を行った。AIDR3D画像のほうが勝っている場合は、-1とした。

結果

1) 機器運用：支障なし（施設内CT 1台の運用）。読影・患者への結果説明：支障なし。従来撮影と相違なく臨床運用可能であった。

2) 実効線量・線量低減効果

図1に通常撮影とAIDR3Dmild時の実効線量（mSv）について示す。通常線量撮影4.31±0.06mSv, AIDR3Dmild適応線量低減撮影2.76±0.09mSvであった（Paired t-test, two-tail, $p=4.08 \times 10^{-56}$, $P<0.01$ ）。AIDR3Dでは通常撮影の約60%に低減されていた。

体重と実効線量（mSv）は統計学的に有意の相関を認めた。通常撮影とAIDR3Dmildとの比較では低体重ほど線量低減効果が強かった（図2, 図3）。AIDR3Dmild適応時の実効線量は体重40-60kgで1-2mSvであった。

図4に体重と線量低減率を示す。低体重ほど線量低減効果があった。体重50-60kg程度で約半分に低減されていた。

3) 画質

画質評価スコアの平均値は5 mmスライス画像で-0.02±0.52, 0.5mmスライス画像で0.70±0.99であった。実効線量と画質を図5, 図6に示す。

5 mm厚画像では線量によらず良好な画質が得られた。通常撮影と同等にビューア読影・診断可能であった。0.5mmスライス画像は5 mmスライスと比較して画質が劣化していた。統計学的に有意な相関はみられなかったが、線量低下時に画質が劣化する傾向があった。ワークステーションによるMPR・加算・強調などの処理が有効であり、読影上の支障はなかった。

考察

CT検査は呼吸器画像検査の中で精密かつ重要な検査方法であるが、単純写真などと比較して放射線の被曝が多い検査でもあり、さまざまな観点から被曝低減が試みられている。Madaniら（4）は肺気腫の定量評価において20mAsまで被曝を低減できると述べている。ただし、経過比較のためには線量とスライス厚を一定とすべきとしている。Prasadら（5）は、正常肺野構造の評価においては線量を50%に低減しても許容できるとしている。このように、診断目的が限定されていれば

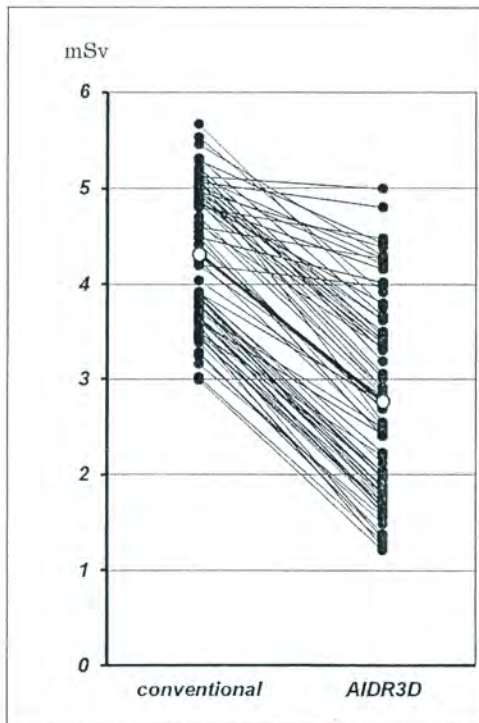
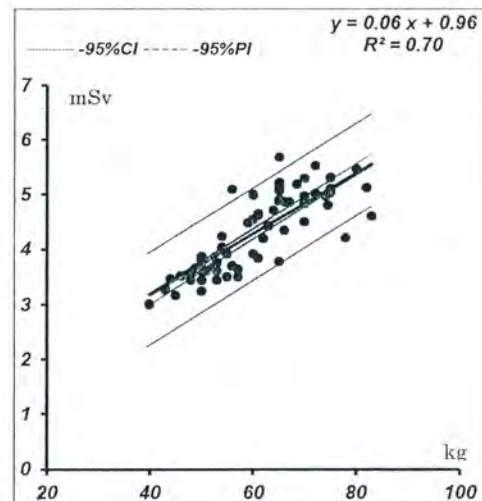
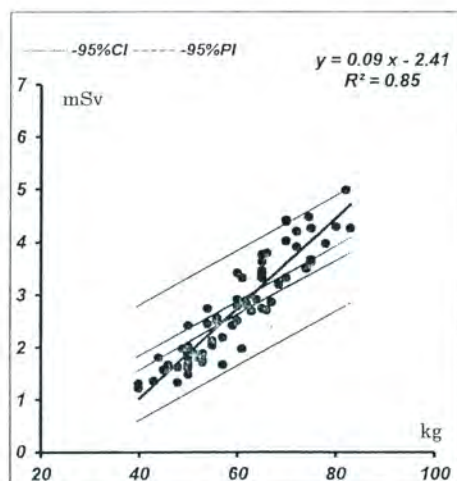


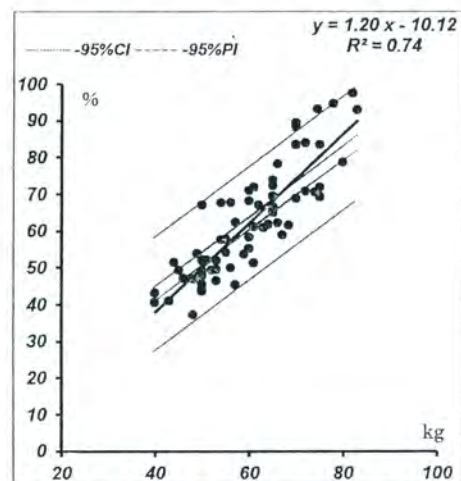
図1 通常撮影とAIDR3Dmild時の実効線量 (mSv)
通常線量撮影 4.31 ± 0.06 mSv, AIDR3Dmild
適応線量低減撮影 2.76 ± 0.09 mSvであった
(Paired t-test, two-tail, $p=4.08 \times 10^{-26}$, $P < 0.01$). AIDR3Dでは通常撮影の約60%に実効
線量が低減されていた。



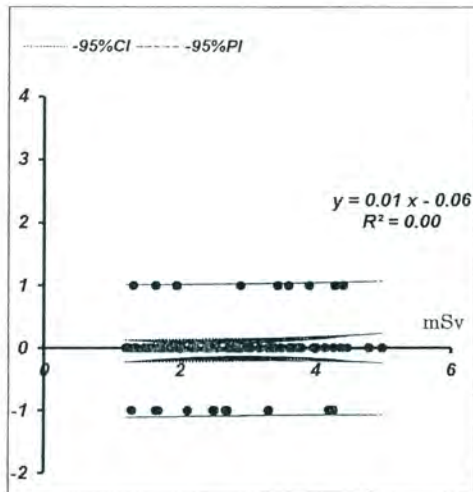
two-tail $r=0.83 > 0.25$ ($p < 0.01$)
図2. 体重と実効線量 (通常線量撮影)
体重と実効線量 (mSv) は統計学的に有意の
相関を認める。
通常撮影とAIDR3Dmildとの比較では低体重
ほど線量低減効果が強い。



two-tail $r=0.92 > 0.25$ ($p < 0.01$)
図3 体重と実効線量 (AIDR3D適応線量低減撮影)
実効線量は体重40-60kgでおよそ1-2mSvで
ある。



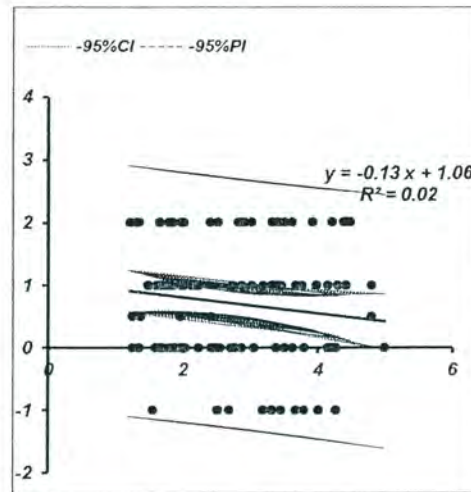
two-tail $r=0.86 > 0.25$ ($p < 0.01$)
図4. 体重と線量低減率
低体重ほど線量低減効果がある。体重50-60kg
程度で約半分に低減されている。



two-tail $r=0.02 < 0.18$ ($p < 0.05$): no significant correlation

図5. 実効線量と画質 (5 mmスライス)

5 mm厚画像では線量によらず良好な画質が得られた。



two-tail $r=0.13 < 0.18$ ($p < 0.05$): no significant correlation

図6. 実効線量と画質 (0.5mmスライス)

0.5mmスライス画像は5 mmスライスと比較して画質が劣化している。統計学的に有意な相関はみられないが、線量低下時に画質が劣化する傾向がある。

線量低減が許容される。しかし、当然のことであるが、線量を低減した場合には画質が犠牲になっており、臨床的な「折り合い」が必要である。

AIDR3Dは逐次近似応用再構成の一つであり、生データスペース上でスキャナモデル、統計学的モデルを考慮してノイズ低減処理を行い、画像データベース上で解剖学的モデルを考慮して逐次ノイズ処理を行うことで画質向上を実現している。従来のFBP (Filtered Back Projection) 法と比較してノイズ低減効果に優れ、特に低線量撮影時の画質改善が期待されている。他メーカーの同様の再構成法に見られるような特殊な再構成ユニットを必要とせず、計算時間もFBP法とほぼ同様である。当施設ではCT装置1台を運用しているが、再構成時間の延長・操作の煩雑さなどの撮影操作上の支障もなく、導入前後でスループットに変化はなかった。読影・結果説明も従来と同様、迅速に行うことが可能であり、臨床運用上支障はないと思われる。

AIDR3Dは、Weak, Mild, Standard, Strongの4つの処理強度から選択して適応する設定となっている。今回、4つの強度の中でAIDR3Dmildの検討を行ったところ、実効線量はおよそ6割に

低減されていた。しかし、低体重例では線量が下がりすぎるために画質低下をきたす可能性も考慮され、体重・体格の影響により線量低減効果が異なっていると思われる。設定可能なパラメータが多いため、今後、個々の臨床目的に応じた適切な設定を構築してゆく必要がある。

胸部検診や人間ドックなどで精密検査を指示された場合、二次精検方法としてCT検査が用いられている。通常は一般的な撮影方法に準じた線量の撮影が行われている。しかし、X線写真で指摘される異常陰影の相当数は撮影上の偽影や正常構造物が原因となっており、CT検査の目的の多くは肺実質内に異常陰影が存在しないことを確認することである。この傾向は検診の判定基準におけるE1判定すなわち「肺癌の存在を否定し得ない」という判定において顕著に認められる。そのような理由から、E1判定に対しては低被曝条件でのCT撮影が行われる場合があったが、従来の再構成技術では画質が不十分な場合も経験されていた。したがって、検診二次精検などは本法のよい適応と思われる。さらに、高画質を望む場合は、本検討で用いた方法、すなわち、被曝低減全肺CT後に有所見部位に絞ってHRCTを追加撮影する

運用も現実的と思われる。

本技術を利用することで、診断目的を達する画質を維持しつつ、放射線被曝を低減することが可能となれば適応はさらに広がると思われる。臨床応用としては、放射線に対して不安を抱いている受診者や経過観察における被曝低減、肺がんCT検診や通常撮影時の画質改善などに使用できる。また、Dynamic volume scanなどの低線量動態撮影では、AIDR3Dを使用することで画質が大きく改善できることが期待される。

現在、放射線被曝に対する不安が広がっている。AIDR3Dを用いた低線量撮影は医療放射線被曝低減の重要な基盤技術となるものと思われる。

文 献

1. 森谷浩史 (2011) 胸部領域におけるエリアディテクタCTとAIDR3D導入のインパクト. 新医療 2011年12月:87-88.
2. 森谷浩史 (2012) 胸部領域における320列面検出器CTの有用性. 映像情報メディカル, 44:26-31.
3. Shrimpton, P. C., Hillier, M. C., Lewis, M. A., et al (2006) National Survey of Doses from CT in the UK: 2003 BJR: 79 (2006) 968-980.
4. Madani, A., Maertelaer, V. D., Zanen, J., et al (2007) Pulmonary Emphysema: Radiation Dose and Section Thickness at Multidetector CT Quantification-Comparison with Macroscopic and Microscopic Morphometry Radiology, 243.
5. Prasad, S. R., Wittram, C., Shepard, J. A., et al (2002) Standard-Dose and 50%-Reduced-Dose Chest CT: Comparing the Effect on Image Quality AJR:179.