

厚生労働省科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）  
分担研究報告書

3. じん肺症例に関する前向き研究

(1) じん肺症例に対する超低線量 CT 画像を用いた前向き読影実験について

研究分担者 加藤 勝也<sup>1</sup>、岸本 卓巳<sup>2</sup>、林 秀行<sup>3</sup> 芦澤 和人<sup>4</sup>

所属 1 川崎医科大学附属川崎病院 放射線医学（画像診断 2）准教授

所属 2 岡山労災病院 呼吸器内科学 副院長

所属 3 長崎大学大学院 医歯薬医学総合研究科 臨床腫瘍学 助教

所属 4 長崎大学大学院 医歯薬医学総合研究科 臨床腫瘍学 教授（研究代表者）

研究要旨 じん肺の画像診断は現在胸部単純写真のみで行われているが、近年の CT 装置の普及と呼吸器画像診断に占める重要性を踏まえると胸部 CT 導入を考える必要がある。ただし CT 検査を導入するにあたっては医療被曝リスクが問題となる。被曝低減のために超低線量 CT の開発・臨床応用が進み、肺癌 CT 健診に導入され、その有効性も報告されつつあるが、じん肺診断能についての検討はまだなされていない。そこで我々は、じん肺における超低線量 CT 画像の診断能を検討するために前向き症例収集を行い、通常線量 CT 画像との非劣性を検証するための読影実験を試行することとした。その読影実験の方法について報告する。

A. 背景

じん肺法においては、じん肺の有無の診断には胸部単純写真のみを用いている。一方、呼吸器疾患の日常診療において、胸部 CT は欠くべからざる検査となっており、じん肺診断に CT 導入を求める意見もある。確かに CT がじん肺診断に優れるであろうことは容易に推察できるが、実際に CT を導入するにあたってはいくつか問題点があり、そのひとつに医療被曝による発癌のリスクがある<sup>1)</sup>。この対策として CT の低線量化が進み<sup>2)</sup>、CT 肺癌健診においても、米国での大規模 NLST (National Lung Screening Trial) にて、低線量 CT 健診を重喫煙者など高リスク群に施行することで、CT 検査による被曝増加のリスクも踏まえたとうえで、肺癌死亡が 20%減少するという報告がなさ

れた<sup>3)</sup>。また近年、さらに被曝を低減するための超低線量 CT が用いられ肺癌健診への応用も検討されてきている。<sup>4, 5)</sup>だが超低線量 CT のじん肺診断能に関する検討はまだない。そこで我々研究班は超低線量 CT のじん肺症例における診断能を検討するために前向きに症例を収集した。

B. 目的

じん肺診断における超低線量 CT と通常線量 CT の診断能を検討するために同日に通常線量と超低線量の 2 条件で CT を撮像し、そこで得られた症例を用いて読影実験を行い、超低線量 CT の通常線量 CT に対するじん肺 CT 診断における非劣性について検討すること。

### C. 読影実験用データ収集の対象と方法

岡山労災病院にて胸部単純写真で PR1 型以上の陰影を有する、じん肺管理区分 2 以上のじん検診受診者のうち、研究への同意が得られた例に対し、通常線量 (240mA) と超低線量 (20mA) の撮像を連続して行った。撮像機種は東芝メディカルシステム社製 Aquilion PRIME で、通常線量、超低線量の各撮像条件と再構成関数は表 1. の如くとした。

	管電圧 (KV)	管電流 (mA)	スライス 厚	関数	AIDR 3D
通常 線量	120	240	2mm, 5mm	FC52,13	strong
超低 線量	120	20	2mm, 5mm	FC52,13	strong

表 1 通常線量 CT と超低線量 CT の撮像条件

管電圧は共通で 120KV、管電流は通常線量は 240mA、超低線量は 20mA とした。当機種の回転時間は 0.35 秒/回であることから、実際の線量はそれぞれ、84mAs、7mAs となった。この際の超低線量 CT の実効線量は 0.24mSv 程度で、通常の単純写真の 0.12mSv のほぼ 2 倍の線量であった<sup>6)</sup>。肺野条件は FC52 の関数を用いスライス 2mm 厚と 5mm 厚、縦隔縦隔条件は FC13 の関数を用いて 5mm 厚のみ再構成した。X 線被曝低減のために東芝が採用している逐次近似応用再構成法である AIDR 3D(Adaptive Iterative Dose Reduction)を用い、4 段階あるうち最も低減率が高い strong(75%)を選択した。さらに徳島大学での CAD 解析用に通常線量、超低線量ともに再構成関数 FC13 (縦隔条件)のみ 1mm 厚での再構成を行った。得られた CT データは匿名化のうえ

DICOM 形式でデジタル保存し、長崎大学へ送付し収集した。

### D. 読影実験用の症例収集の結果と抽出症例

収集できた症例は全 98 例、男性 93 例、女性 5 例、年齢 61-95 才 平均 77 才。じん肺の種類は珪肺 84 例、溶接工肺 6 例、い草染土じん肺 4 例、石綿肺 4 例であった。この内珪肺症例のみで読影実験を行うこととした。珪肺 84 例の内訳は男性 81 例、女性 3 例 年齢は 61-95 才、平均 78 才であった。収集症例の PR 分類の内訳に関しては、班員で再読影を行い 0 型 6 例、1 型 20 例、2 型 7 例 3 型 6 例、4 型 44 例、評価不能(合併症により)1 例であった。

### E. 読影実験の方法

読影者は放射線科専門医、放射線科レジデント、呼吸器内科専門医の各 5 名ずつ計 15 名とする。読影施設は長崎大学、岡山大学、天理よろづ相談所病院、滋賀医科大学、各 3 名ずつ、獨協医科大学放射線科が 2 名、及び北海道中央労災病院内科 1 名の計 15 名を予定している。

収集した 84 例のうち 0 型 6 例、1 型 18 例、2 型 7 例、3 型 6 例、4 型 3 例の計 40 例を抽出し読影実験対象症例とすることとした。

抽出した 40 症例について、通常線量の 5mm 厚と 2mm 厚、超低線量の 5mm 厚と 2mm 厚、いずれも肺野条件で合わせて 40 症例×4 条件の 160 症例をランダムに並べた読影実験用セットを作成する。各読影者はこの読影実験用セットを順に読影し、各症例の PR 分類を左右別別にスコアシート(図 1)に記入する。

# じん肺 CT 読影実験のスコアシート 1

氏名( )

- 症例 1 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 2 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 3 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 4 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 5 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 6 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 7 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 8 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 9 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 10 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 11 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 12 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )
- 症例 13 右 (PR 0 1 2 3 4 ) 左 (PR 0 1 2 3 4 )

図 1 読影実験スコアシート

読影実験の際の PR 型分類のリファレンスとしては、村田班で作成したデジタル標準画像に添付されている CT 画像のうち、大動脈弓部付近の 3 レベルの CT 画像を抽出して用いる。(図 2,3) 読影実験の際に全範囲の胸部画像が DICOM データで提供されるが、その中から

図 2 と同じ範囲内のみを読影することとし、リファレンス画像を参考に PR 分類を 0 型, 1 型, 2 型, 3 型, 4 型の 5 段階の中から決定し、左右別々にスコアシートに記入する。

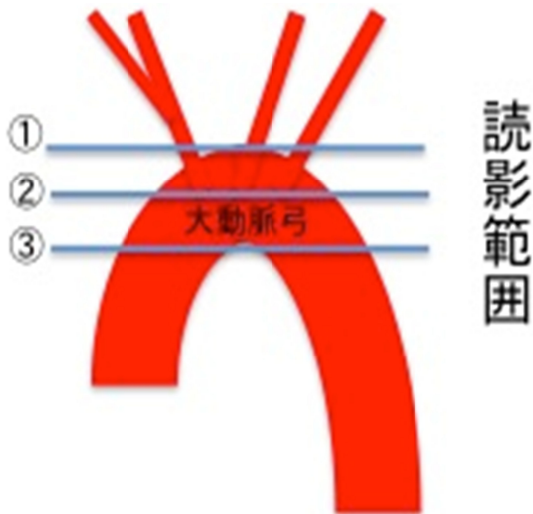


図2 大動脈弓レベル付近の読影範囲と村田班リファレンス画像のスライス位置

大動脈弓頂部から大動脈直下の大動脈-肺動脈窓のレベルの3スライスについて村田班でのCT画像をリファレンスとして用いる。またこの範囲内のみでのCT画像からPR型を決定する。

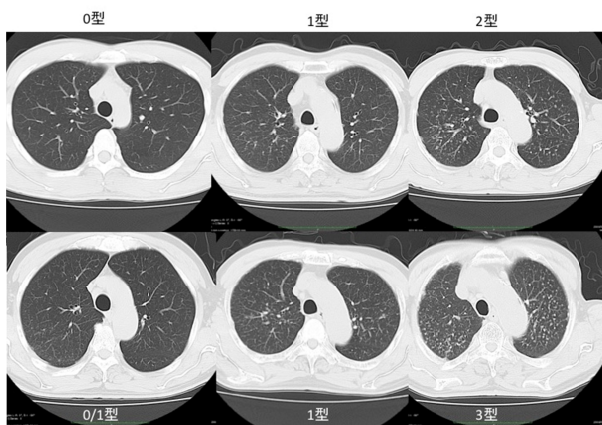


図3- . 村田班リファレンス CT 画像

図1にて示した3スライスのうち レベルに一致する村田班でのCT画像。PR0型、1型、2型を示す。この画像をリファレンスとして、左右分けてスコアシートにPR型を記載する。

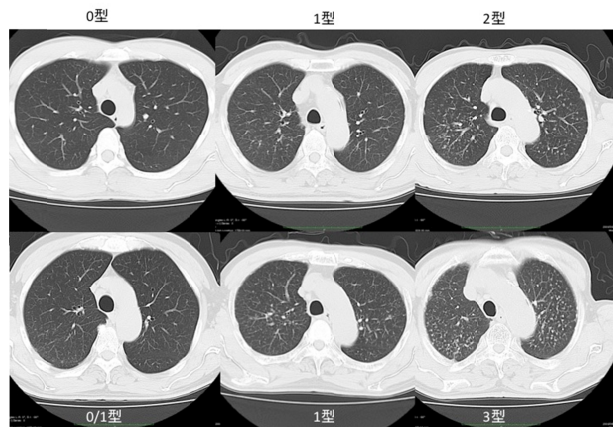


図3- 村田班リファレンス CT 画像

図1の レベルに一致するPR0型、1型、2型のCT画像

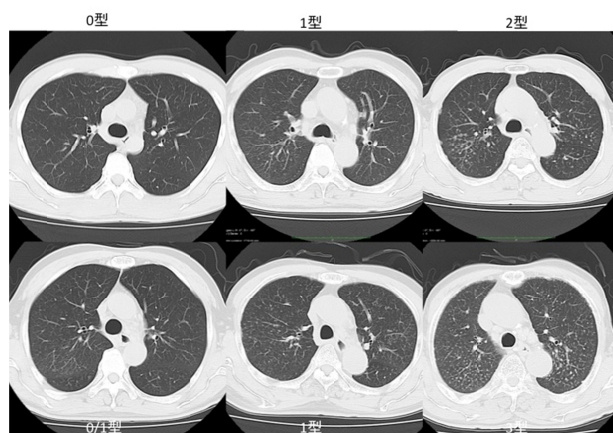


図3- 村田班リファレンス CT 画像

図1の レベルに一致するPR0型、1型、2型のCT画像

なお読影実験に際しては事前トレーニング用のパワーポイントを作成し、読影者に読影直前に呈示する。また読影実験実施中は村田班の3スライス標準セットの画像をいつでも参照出来るようにしておくこととする。読影実験セット作成後5月以降に順次読影実験を施行する予定としている。

#### F. 文献

1. Brenner DJ. Radiation risks potentially associated with low-dose CT screening of adult smokers for lung cancer. *Radiology*. 2004;231(2):440-5.
2. Takahashi M, Maguire WM, Ashtari M, Khan A, Papp Z, Alberico R, et al. Low-dose spiral computed tomography of the thorax: comparison with the standard-dose technique. *Investigative radiology*. 1998;33(2):68-73.
3. Aberle DR, Adams AM, Berg CD, Black WC, Clapp JD, Fagerstrom RM, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *The New England journal of medicine*. 2011;365(5):395-409.
4. Katsura M, Matsuda I, Akahane M, Sato J, Akai H, Yasaka K, et al. Model-based iterative reconstruction technique for radiation dose reduction in chest CT: comparison with the adaptive statistical iterative reconstruction technique. *European radiology*. 2012;22(8):1613-23.
5. Yamada Y, Jinzaki M, Tanami Y, Shiomi E, Sugiura H, Abe T, et al. Model-based iterative reconstruction technique for ultralow-dose computed tomography of the lung: a pilot study. *Investigative radiology*. 2012;47(8):482-9.

6. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication no 103. Pergamon, Oxford2007. 1-332 p.

