

検診を受けている 55 名。撮像された胸部単純 CT 画像において以下の所見の出現の有無を二人の胸部放射線科医が合議のもとに判定を行った。

- a.小葉中心性粒状影
- b.小葉中心性分岐状影
- c.小葉中心性すりガラス影
- d.びまん性すりガラス影
- e.コンソリデーション
- f.肺気腫
- g.気管支拡張
- h.網状影
- i.その他

CT 撮像機種は、ALEXION（東芝メディカル）、Aquilion PRIME（東芝メディカル）、Light Speed VCT(GE Healthcare)である。通常線量の画像を 2~5mm 厚で表示し、DICOM モニターで観察した。表示条件は、-550~700/1500 (H.U.)である。

更に、対象者の職業の種類、職歴の長さ、喫煙歴の有無などの付帯情報を検討した。

D.結果

1. 対象者背景

55 名の全てが男性で、診断時の年齢は平均 66.4 歳（45~88 歳）であった。喫煙歴は、85.5%(47/54)にみられ、current smoker が 15 名、ex-smoker が 32 名であった。Brinkman index は、current smoker で 210~1260（平均 745）、ex-smoker で 60~2240（平均 747）であった。

2. 対象者の職種

職業分類では、電気溶接業が 48 名、鋳物業が 1 名、石の加工業が 1 名、造船業が 2 名、鍛冶業が 1 名、鉄工所勤務が 1 名、建設業が 1 名であった。作業期間は平均 35.7 年（8~55 年）であった。

3. 胸部単純 X 線写真での 12 階尺度分類

各施設において判定されたじん肺法に基づいた 12 階尺度分類を表 1 に示す。

尺度	症例数
0/0	2
0/1	4
1/0	27(p)
1/1	8(p)
1/2	3(p:2,q:1)
2/1	3(p)
2/2	3(p:2,q:1)
2/3	0
3/2	0
3/3	2(p,r)
4	2
記載なし	1

表 1 胸部単純 X 線写真での 12 階尺度分類

多くの症例(38/55 : 69.0%)が 1 型の粒状影を呈しており、その内の 71%(27/38)が 1/0 という軽微な変化を呈していた。

4. CT 所見

CT 所見の詳細を表 2 にまとめた。

CT 所見	症例数
小葉中心性粒状影	13(23.6%)
小葉中心性分岐影	17(30.9%)
小葉中心性すりガラス陰影	6(10.9%)
びまん性~領域性すりガラス陰影	17(30.9%)
浸潤影	1(0.02%)
肺気腫、ブラ	29(52.7%)
気管支拡張	9(16.4%)
網状影	12(21.8%)
その他	
索状影	6
胸膜プラーク	4

結節影	4
腫瘤影(PMF)	2
小葉間隔壁肥厚	1
無気肺	1
気胸	1

表 2 CT 所見の頻度

所見は、小葉中心性粒状影(図 2)、小葉中心性分岐状影、小葉中心性すりガラス影(図 1)など、なんらかの小葉中心性の微細陰影を呈したものが、23 例(41.8%)に認められた。いずれも、小葉中心性病変としては軽微で辺縁が不明瞭なものが主体を占めていた。

ほか、肺気腫、プラの症例が 52.7%と高率であった。また、気管支拡張を呈する症例も 16.4%と比較的高頻度に認められた(図 3)。21.8%の網状影は胸膜下の軽微な変化を示したものが殆どであった。

E. 考察

溶接工肺については、暴露の軽減により陰影が改善されることが以前から知られており²⁾、これは病変の繊維増殖能が低いことに起因するとされている。このため、溶接工肺は別名“良性じん肺”とも呼称される。線維化が少ないために、胸部単純 X 線写真上は非常に淡い粒状影、すりガラス影を呈する。一方、溶接工肺でも進行すると線維化が生じ不可逆性の経過を辿りうることも報告されている³⁾。

溶接工肺の画像所見についての報告は極めて少ない。Attfield ら⁴⁾は 661 例の電気溶接工の胸部単純 X 線写真を検討し、0/1 以上の粒状影 (ILO 基準) を呈していたのは 7%に過ぎなかったと報告し、大陰影を呈した症例はなかったと報告している。大西等の報告では、溶接工肺の胸部単純 X 線写真上、PR0,PR1,PR2 の頻度はそれぞれ 23.7%、75.3%、0.8%であったとされる⁵⁾。我々の検討でもそのほとんどが 1 型

なかでも 1/0p の症例であった点と一致している。溶接工肺の CT 所見についてはまとまった報告はこれまでのところ 2 編の論文と 1 編の抄録しか見当たらない。Akira ら⁶⁾は、21 例の溶接工肺の CT を検討し、その 71.4%(12/21)に小葉中心性結節や分岐影といった辺縁不明瞭な小葉中心性陰影がみられたと報告している。このほか、肺気腫(7/21)、間質陰影(3/21)、胸膜プラーク(3/21)、気管支拡張(3/21)、塊状影(3/21)の所見の頻度を報告している。彼らの報告は今回の我々の報告によく一致している。Han ら⁷⁾は何らかの呼吸器症状があるかあるいは胸部単純 X 線写真にて陽性所見があった 85 例の溶接工 (平均暴露期間 15 年) の CT 所見を検討している。

64%(54/85)に何らかの CT 所見があったとされ、上肺野優位の小葉中心性の不明瞭な結節(30/85)、分岐様陰影(18/85)が見られたとしている。Kato ら⁸⁾は、PR1 型以上の 112 例の溶接工肺の CT 画像を検討しているが、小葉中心性陰影を 99%(110/112)と高率に認めたと報告している。また珪肺様結節を 7%の症例に、また胸膜プラークを 13%の症例に認めたとしている。

報告者によって各種所見の出現頻度には少なからず差異が認められるものの、小葉中心性の陰影が 7~9 割の症例で認められる点は溶接工肺の特徴であろうと結論できる。ただし、他の報告者と比べ今回の我々の症例に於いての溶接工肺に典型的と言われる小葉中心性のすりガラス影の症例は決して高い頻度では見られなかった。また、小葉中心性陰影全体としての出現頻度も 41.8%と決して高い値ではなかった。これは、溶接業において発生するヒュームの含有物の多彩さや暴露濃度のばらつきに起因している可能性を否定できず、溶接工肺の CT 画像の多彩さに関係しているものと思われる。プラークの合併の頻度が報告者によってばらつきがある

点もこれらの理由による可能性がある。

肺気腫や気管支拡張など気道病変の頻度が高い点は、対象者の喫煙者の比率による影響もあるものと考えられるが、同じ喫煙度の患者との比較など、溶接工によると考えられる気道病変の上乗せ効果を今後検証する必要がある。

Paper presented at: Radiological Society of North America 2005 Scientific Assembly and Annual Meeting 2005; Chicago.

F. 文献

1. 國本 政, 吉井 千, 城戸 優. 【呼吸器症候群 (第 2 版) その他の呼吸器疾患を含めて】びまん性肺疾患 じん肺および室内・大気環境汚染による肺疾患 溶接工肺. 日本臨床. 2008;別冊 (呼吸器症候群 I) :585-588.
2. 日置 辰, 榎堀 徹, 土谷 美, 藤田 美, 藤森 麻, 浅本 仁. じん肺胸部 X 線陰影の減少 溶接工肺 24 例の長期観察. 洛和会病院医学雑誌. 2000;11:22-29.
3. Funahashi A, Schlueter DP, Pintar K, Bemis EL, Siegesmund KA. Welders' pneumoconiosis: tissue elemental microanalysis by energy dispersive x ray analysis. Br J Ind Med. 1988;45(1):14-18.
4. Attfield MD, Ross DS. Radiological abnormalities in electric-arc welders. Br J Ind Med. 1978;35(2):117-122.
5. 大西 一, 岸本 卓, 影山 浩, 多田 慎. 溶接工肺に関する調査研究 (第 1 報) PR1/0 以上例の再読影による PR 分類結果. 日本職業・災害医学会会誌. 2002;50 (臨増) :140.
6. Akira M. Uncommon pneumoconioses: CT and pathologic findings. Radiology. 1995;197(2):403-409.
7. Han D, Goo JM, Im JG, Lee KS, Paek DM, Park SH. Thin-section CT findings of arc-welders' pneumoconiosis. Korean J Radiol. 2000;1(2):79-83.
8. Kato K, Kishimoto T, al. e. CT findings of arc welder's pneumoconiosis(AWP).

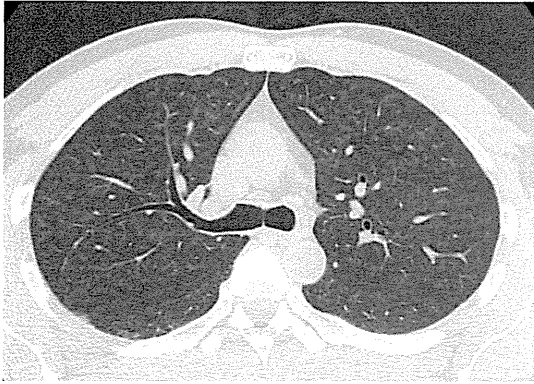


図1 肺野 HRCT 小葉中心性すりガラス影
両側肺野にびまん性に小葉中心性のすりガラス影を認める。

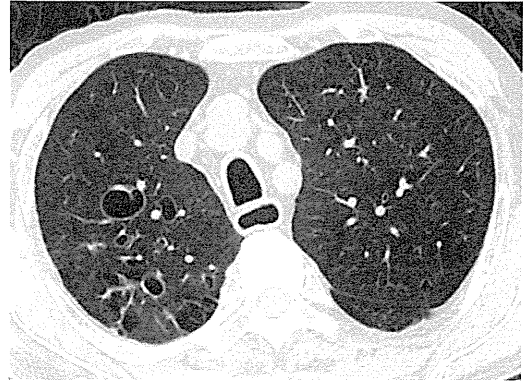


図3 肺野 HRCT 気管支拡張
右上葉を中心に静脈瘤様の気管支拡張を認める。

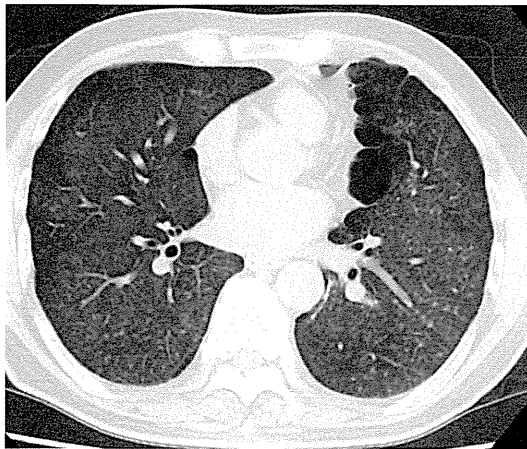


図2 肺野 HRCT 小葉中心性すりガラス影および粒状影
両側肺野にびまん性に小葉中心性のすりガラス影と粒状影を認める。

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

2. じん肺と鑑別すべき症例に関する後ろ向き観察研究

(1) じん肺と鑑別が必要な疾患群：胸部単純写真とCTの鑑別能の比較多施設読影実験の結果

研究分担者 野間 恵之¹、西本 優子²、田口 善夫³、新田 哲久⁴、児島 克英⁵、
林 秀行⁶、本田 純久⁷、芦澤 和人⁸

所属 1 天理よろづ相談所病院 放射線部診断部門 放射線診断学 部長

所属 2 天理よろづ相談所病院 放射線部診断部門 放射線診断学 医員

所属 3 天理よろづ相談所病院 呼吸器内科 部長

所属 4 岡山大学 放射線科 助教

所属 5 滋賀医科大学 放射線医学講座 准教授

所属 6 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 助教

所属 7 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 医薬政策学 教授

所属 8 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 教授（研究代表者）

研究要旨 本邦では、作業環境の改善や予防知識の普及により、じん肺の発生率は減少傾向にある。しかし、年間に届け出される要療養認定患者数は後を絶たず、依然として重要な職業性肺疾患である。じん肺症は、じん肺法に基づいて粉塵作業従事者のじん肺健康診断が行われ、じん肺管理区分の決定により粉塵作業従事者の健康管理が行われている。

従来からじん肺健康診断には、胸部直接 X 線撮影(XP)が行われているが、XP では陰影の重なりが多いことから肺実質の異常所見を捉えることに限界があることは周知の事実である。また、CT、特に HRCT(high-resolution computed tomography)は、呼吸器疾患の診断に重要な役割を果たしており、じん肺をはじめとした呼吸器疾患の診断において XP よりも感度が高いことが報告されている^{1,2,3)}。実際の検診の場では、じん肺症例の XP 分類を行うだけでなく、じん肺と他の疾患との鑑別を行うことも重要であることから、本研究では、じん肺とじん肺と鑑別が必要な疾患群との鑑別における XP と HRCT の診断能について比較検討を行った。

A. 方法

1. じん肺と鑑別を要する疾患群

じん肺と鑑別を要する疾患群として、画像所見や疾患頻度を鑑みて、サルコイドーシス、抗酸菌症、粟粒結核、ランゲルハンス細胞組織球腫症(LCH)、急性過敏性肺臓炎(HP)、血行性肺転移、びまん性汎細気管支炎(DPB)、びまん性誤嚥性細気管支炎(DAB)を選択した。

2. 画像ファイルについて

長崎大学、獨協医科大学、岡山大学、滋賀医科大学、天理よろづ相談所病院の各施設から提出されたじん肺と鑑別を要する疾患群の症例の画像ファイルから 44 例を抽出した。内訳は、サルコイドーシス（7 例）、抗酸菌症（6 例）、粟粒結核（6 例）、LCH（5 例）、HP（3 例）、血行性肺転移（6 例）、DPB（6 例）、DAB（5 例）である。これにじん

肺（6例）を加えて、50例の画像ファイルを作成した。この50例のXPとHRCTのDICOMデータをDVDに保存し、各施設において3Mモニターを使用して読影を行った。

HRCTについては、各施設や撮影時期の違いにより、スライス厚(1mmまたは2mm)、スライス間隔(1mm～10mm)と統一されていないが、後方視的な検討であることから許容範囲とした。

3. 読影実験

胸部放射線科医、一般放射線科医、呼吸器内科医、各5名で読影実験を行った。年齢と臨床情報は伏せてXPのみを読影し、その後2週間以上の間隔を空けてHRCTのみの読影を行った。

読影者の信頼度(confidential level)は、ラインチェック法によるアナログ式の評定尺度(an analog continuous-rating scale with a line-check method)を用いて求めた。

実際には、疾患名の記された9本のライン(長さ10cm)が引かれたスコアシートを用意し、このライン上に信頼度をチェックした。チェックがラインの左側にあるほど信頼度が低く、右端にあるほど信頼度が高いことになる。

スコアシートの計測は独立した2名で行い、その平均値を求めた。

B. 検討項目

1. 全50症例における全疾患に対するrating
2. 全50患者におけるじん肺に対するrating

読影者ごとにROC解析を行い、XPとHRCTのAUC(area of under curve)値を計算し、対応のある検定を用いて比較した。

C. 結果

1. 全50患者における全疾患に対するRating

- ① 15名全員で、XPとHRCTのAUC値を対応のあるt検定で比較すると、HRCTのAUC値が有意に高かった(XP 0.721、CT 0.912、 $p < 0.001$) (表1)。
- ② サブグループごとに、XPとHRCTのAUC値を対応のあるt検定で比較すると、胸部放射線科医($p = 0.001$)、一般放射線科医($p = 0.001$)、呼吸器内科医($p < 0.001$)で、いずれのグループでもHRCTのAUC値が有意に高かった(表2)。
- ③ サブグループ間で比較すると、XPでは胸部放射線科医(0.776)、一般放射線科医(0.695)、呼吸器内科医(0.694)で、3群間に有意差がみられた($p = 0.009$)。Turkeyの多重比較の結果では、胸部放射線科医は、一般放射線科医および呼吸器内科医よりもAUC値は有意に高かった。一方、HRCTでは、胸部放射線科医(0.930)、一般放射線科医(0.916)、呼吸器内科医(0.889)で、3群間に有意差はなかった($p = 0.135$)。

表1 全50患者における全疾患に対するRating : 15人全員

	Xp	HRCT	
15名全員	0.721	0.912	$P < 0.001$

表2 全50患者における全疾患に対する
Rating : サブグループ

	Xp	HRCT	
胸部放射線科医	0.776	0.930	P=0.001
一般放射線科医	0.695	0.916	P=0.001
呼吸器内科医	0.694	0.889	P<0.001

2. 全50患者におけるじん肺に対する rating

- ① 15名全員で、XPとHRCTのAUC値を対応のあるt検定で比較すると、HRCTのAUC値が有意に高かった(XP 0.883、HRCT 0.961, p=0.001)(表3)。
- ② サブグループごとに、XPとHRCTのAUC値を対応のあるt検定で比較すると、胸部放射線科医(p=0.080)、一般放射線科医(p=0.250)では有意な違いはなかったが、呼吸器内科医(p=0.010)ではHRCTのAUC値が有意に高かった(表4)。
- ③ サブグループ間で比較すると、XPでは胸部放射線科医(0.909)、一般放射線科医(0.915)、呼吸器内科医(0.824)で、3群間に有意差はなかった(p=0.141)。HRCTでも、胸部放射線科医(0.980)、一般放射線科医(0.965)、呼吸器内科医(0.936)で、3群間に有意差はなかった(p=0.329)。

表3 全50患者におけるじん肺に対する
Rating : 15人全員

	Xp	HRCT	
15人全員	0.883	0.961	P=0.001

表4 全50患者におけるじん肺に対する
Rating : サブグループ

	Xp	HRCT	
胸部放射線科医	0.909	0.980	P=0.080
一般放射線科医	0.915	0.965	P=0.250
呼吸器内科医	0.824	0.936	P=0.001

3. 胸部放射線科医グループのHRCT読影結果の検討(表5)

- ① 胸部放射線科医全員が6例のじん肺を正しく診断できた。
- ② じん肺ではないのに、じん肺と診断したもの。(偽陽性)
5名の呼吸器放射線科医が偽陽性とした症例数は、0~6例(平均2.4例)であった。偽陽性は8例で、内訳はサルコイドーシス(3例)、粟粒結核(2例)、抗酸菌症(1例)、血行性肺転移(1例)、LCH(1例)であった。複数の読影医が偽陽性としたのは、サルコイドーシス、抗酸菌症と血行性肺転移の各1例であった。
- ③ じん肺ではないと診断できたが、じん肺と鑑別を迷ったもの。
5名の呼吸器放射線科医が、じん肺と迷った(じん肺に2番目に高いスコアをつけた)症例数は、0~4例(平均2.0例)であった。迷った症例は6例で、すべてサルコイドーシスだった。複数の読影医が選択したものは3例あり、偽陽性の症例と重複するものが3例あった。

表 5 胸部放射線科医グループの HRCT
読影結果

読影医	疑陽性 (症例番号)	迷ったもの (症例番号)
11	6、10、20、21、 30、36	25
12	21、43	6、27、36
13	21	3、6、28、36
14	3、6、10	28、36
15	なし	なし

症例 3, 6, 25, 27, 28, 36 : サルコイドーシス
症例 10 : 抗酸菌症、症例 20, 43 : 粟粒結核、
症例 21 : 血行性肺転移、症例 30 : LCH

D. 討論

1. 結果のまとめ

全疾患に対する Rating の検討では、15 名全員およびサブグループごとの検討において、いずれも XP より HRCT の AUC 値が有意に高かった。また、サブグループ間の比較では、XP では胸部放射線科医が一般放射線科医および呼吸器内科医よりも有意に成績が良かったが、HRCT では有意差はなかった。以上より、各疾患の診断において XP よりも HRCT の診断能が高いこと、および読影者の専門性が異なっても HRCT では同等の診断能を得られることが示唆された。

じん肺に対する Rating の検討では、15 名全員では HRCT の AUC 値が有意に高かった。サブグループでみると、胸部放射線科医と一般放射線科医では XP と HRCT に有意差はなかったが、呼吸器内科医では XP より HRCT が有意に良かった。すなわち、じん肺と他疾患との鑑別には XP よりも HRCT が有用で

あり、呼吸器内科医では放射線科医に比べて HRCT を用いるメリットが大きいことが示唆された。

胸部放射線科医グループの HRCT 読影結果からは、HRCT でもじん肺との鑑別が難しい疾患として、サルコイドーシス、抗酸菌症、粟粒結核、血行性肺転移、LCH が挙がってきた。サルコイドーシスや抗酸菌症は上中肺野優位の多発結節を呈することが多く、妥当な結果と思われる。一方、下肺野優位で気道病変が目立つ DAB/DPB、すりガラス影が主体の HP や空洞性結節を呈する LCH は、HRCT ではじん肺との鑑別が比較的容易と思われた。

実際のじん肺診査は胸部単純 X 線写真で行われているが、時に CT が必要となる症例が少なからず存在する。今回の読影実験に参加した医師のじん肺経験数は様々であるが、じん肺症例の経験数が少ない医師では、豊富な医師に比べて HRCT が診断能の向上に寄与する割合が大きいと思われる。

また、経験豊富な医師であっても、個々の読影者間の XP 読影のバラツキは問題とされているが(4)、HRCT を用いることでバラツキ軽減が期待される。近年の CT 装置の進歩により被曝量の少ない CT が臨床で使えるようになっており、この進歩を背景としてじん肺審査にも CT を活用する時期が来ていると考える。

2. 結語

じん肺とじん肺と鑑別を有する疾患の鑑別には、XP よりも HRCT が有用であ

る。また今回対象とした疾患群の中では、疾患頻度が比較的高く、好発年齢や症状がじん肺患者と重なるサルコイドーシスは、HRCTを用いても鑑別が難しいことがあり、重要な疾患と考えられる。

E. 文献

1. Akira M. High-resolution CT in evaluation of occupational and environmental disease. High-resolution CT of the lung II. Radiol Clin North Am 40:43-59, 2002.
2. Savranlar A, et al. Comparison of chest radiography and high-resolution computed tomography findings in early and low-grade coal worker's pneumoconiosis. European Journal of Radiology 51:175-180, 2004.
3. Tamura T, et al. Relationships (I) of international classification of High resolution computed tomography for occupational and environmental respiratory disease with the ILO international classification of radiographs of pneumoconiosis for parenchymal abnormalities. Industrial Health 53:260-270, 2015.
4. 吉原信幸、他 じん肺有所見者における胸部 CT 検査の有効性 第 10 回胸部 CT 検診研究会原著論文集 10:187-193, 2004.

図1 症例6 サルコイドーシス

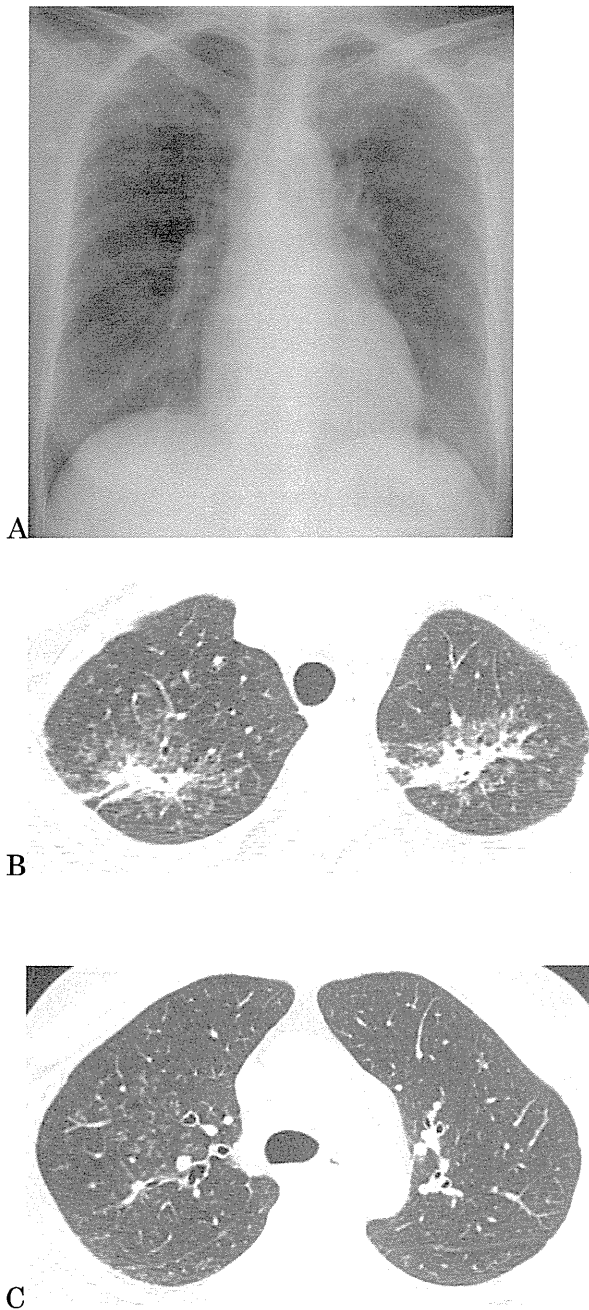


図1の説明

A:胸部単純X線写真

B:HRCT (肺尖部)

C:HRCT (大動脈弓部)

肺尖部を中心とした両側上葉に微細な粒状影と大結節に相当するような結節があり、塵肺との鑑別において偽陽性や診断に迷った読影者が多かった症例。

図2 症例10 抗酸菌症

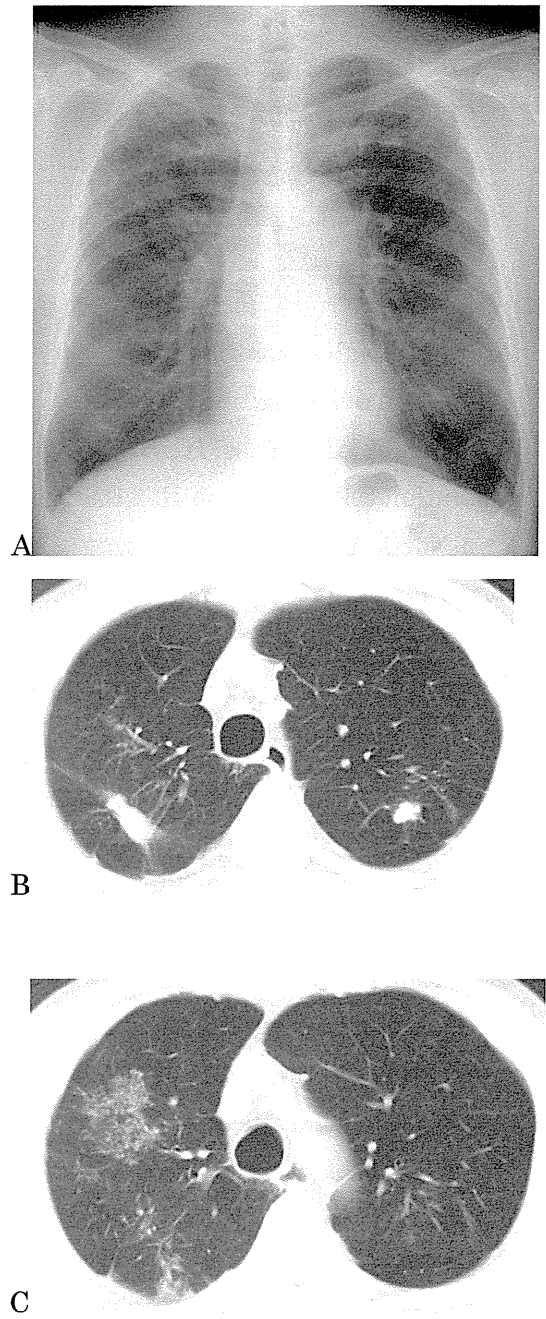


図2の説明

A:胸部単純X線写真

B:HRCT (肺尖部)

C:HRCT (大動脈弓部)

図1と同様に偽陽性となった症例。両側上葉の所見分布や両側の結節影など鑑別が難しかったと思われた。

図 3 症例 21 血行性肺転移

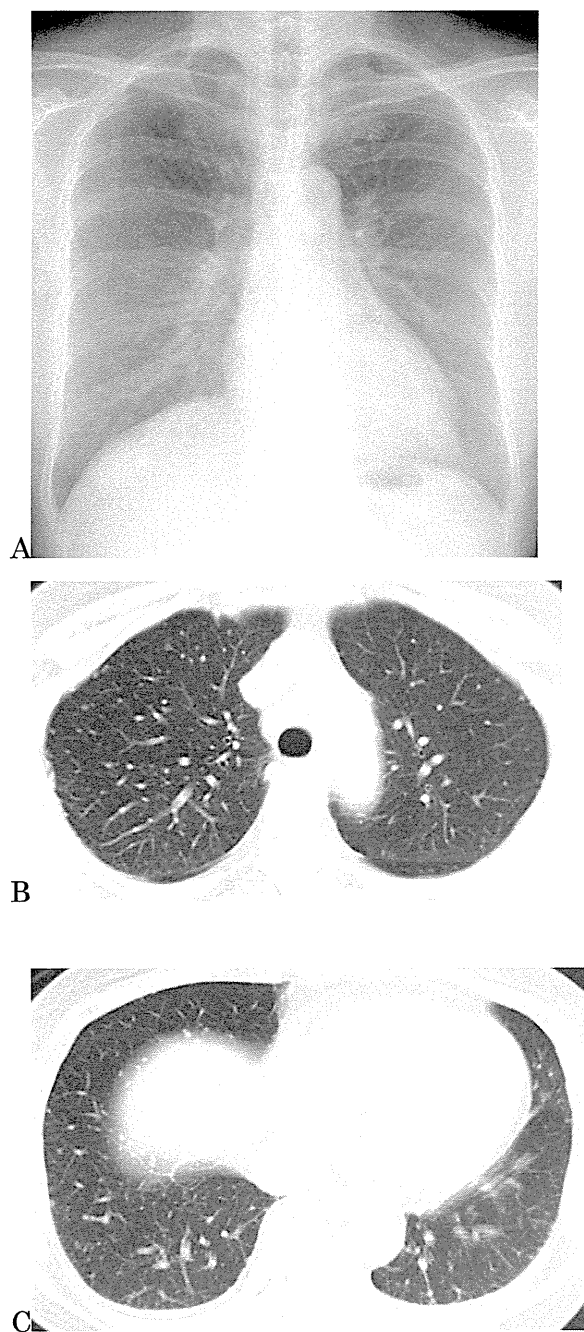


図 3 の説明

A:胸部単純 X 線写真

B:HRCT (肺尖部)

C:HRCT (大動脈弓部)

図 1, 2 と同様に微細な粒状影のために偽陽性となった症例。

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

2. じん肺と鑑別すべき症例に関する後向き研究

(2) じん肺認定診査における画像診断：診査医はどの程度 CT を診たいのか？

研究分担者 荒川 浩明
所属 獨協医科大学 放射線医学 講師

A. 背景

我が国のじん肺の認定作業は地方じん肺診査医が県ごとに行っている。国が定めた条件が揃った場合に、じん肺の認定がなされ、患者への対応が決められる。画像診断は重要な診断項目であるが、基本的に胸部単純写真で行うことになっている。我が国の医療は先進国の中でも広く CT を多用することが知られているが(1)、じん肺の診断においても実臨床では多用されていると考えられる。地方じん肺診査医が胸部単純写真のみでの診断に困っていないのか、これまで評価されてこなかった。

B. 目的

地方じん肺診査医がじん肺の認定作業の中で画像診断を行う際に、胸部単純写真のみでは不十分であると感じるのはどの程度あるのか調査する。また、どの様な理由なのかを調査する。

C. 対象と方法

2015年4月から12月の9ヶ月間に行われた地方じん肺診査会において、検討された症例を対象とした。47都道府県の管轄部署に表に示すアンケートを送付し、記載を依頼した(図1)。アンケートの内容は、診査会における新規検討症例、再申請症例ごとに、CTが必要と感じた症例数を記載してもらった。ま

た、その理由についても「0/1か1/0か迷う」、「他疾患との鑑別に必要」、「上記以外」の3項目を設けた。「上記以外」については特にその理由があれば記載してもらった。再申請は2015年度初回の症例のみとした。記載は診査医の合議とした。

平成27年度厚生労働省科学研究「じん肺の診断基準及び手法に関する調査研究」

「地方じん肺診査会：じん肺診査医アンケート」

1	都道府県名	沖縄県			
2	調査年月	2016 年 3 月			
3	診査医名				
	診査医名				
	診査医名				
4	検討症例数	真の新規		再申請※	
		例	例	例	例
5	CTが必要と思った症例数	例	例	例	例
6	理由	0/1か1/0か迷う	例	例	例
		他疾患との鑑別に必要	例	例	例
		上記以外	例	例	例
		その理由:			

※再申請ではあるが本年度初回の症例とする

図1 アンケート用紙

D. 結果

47 都道府県から回答が寄せられた。新規検討数、再申請検討数はそれぞれ 661 例、1,074 例であった。尚、2 県で 4, 5 月分、1 県で 5 月分、1 県で 4~6 月の 3 ヶ月分、合計 85 例は、それぞれデータ記載が新規と再申請の分類がなされていなかったため、以後検討から除外した。新規検討例 661 例の中で、CT が必要と思われた症例は 184(27.8%) 例あり、0/1 か 1/0 の分類に迷ったが 93(14.1%) 例、他疾患との鑑別に必要が 62(9.4%) 例、その他が 30(4.5%) 例であった(表 1)。他方、再申請例 1,074 例の中で、CT が必要と思われた症例は 173(16.1%) 例で、0/1 か 1/0 か迷うが 104(9.7%) 例、他疾患との鑑別に必要が 36(3.4%) 例、その他が 13(1.2%) 例であった。その他の内容としては、陰影の性状の評価、リンパ節の評価、プラークの有無、肺癌などの合併症の有無、大陰影の有無などであった。これらの実数は、アンケートに記載もれがあり、数えることができなかった。

新規	検討症例数	661
	CTが必要と思った症例数	184
	0/1か1/0か迷う	93
	他疾患との鑑別に必要	62
	上記以外	30
再申請	検討症例数	1,074
	CTが必要と思った症例数	173
	0/1か1/0か迷う	104
	他疾患との鑑別に必要	36
	上記以外	13

表 1 症例検討数と CT が必要と感じた症例数およびその理由

E. 考察

じん肺検診において、画像診断は重要な判断材料である。1/0 か 0/1 かの判断は当該症例がじん肺として認定されるか否かの分岐点

になるため、特に慎重な判断が求められる。珪肺が過去の疾患になりつつある現状では、軽症例が相対的に多くなっており、そのような症例数が多いことが推測される。今回のアンケートでも、0/1 と 1/0 の判断に迷うということが、新規申請例全体の 14%において見られ、CT を補助診断にしたい理由の半数をしめた。

我が国は医療水準が高く、先進国の中でもとりわけ CT が広く行き渡っている。胸部単純写真で異常影があれば一般的な臨床現場では追加検査として CT を撮影する。こうした対応は、近年の肺癌罹患率の上昇が影響していると考えられる²⁾。じん肺検診においても異常影がじん肺によるものなのか、そうではないのかを鑑別することは重要である。他疾患との鑑別を上げたのは全体の 1 割程度で決して多くはないが、じん肺申請の症例でも典型的ではないものがあることも影響していると推測される。

再申請例では新規申請例に比べ、CT が必要と思われる頻度が低く、0/1 と 1/0 との鑑別、他疾患との鑑別にも CT が必要と終われた例は相対的に低かった。再申請例では異常影が少なく、判断に迷うこと少ないのが一因ではないかと思われる。

その他、CT を見たいと思った理由には胸膜プラークや縦隔リンパ節の評価など胸部単純写真では本来見えにくい部位についての要求があることを示している。肺癌、大陰影などの肺野の陰影についても、CT に対する需要があった。これらは胸部単純写真で疑わしい症例があっても、確信が持てない程度の病変であったと考えられる。ただ、これらはじん肺診査の主要な検討項目ではないので、必ずしも CT が診査に必要であるとする根拠にはならないと考えられる。

以上、まとめると、新規申請例において、CTがあれば良いと感じた症例は27.8%であった。そのうち、診査の根幹に関わる0/1か1/0かの判定か、他疾患との鑑別に必要であるとされた症例が23.5%に昇った。再診査例においては、CTが必要と感じられた症例はより少なく、16.1%で、そのうち上記の二つの理由のいずれかによる症例は13.1%であった。

F. 文献

1. Berrington de Gonzalez A, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* 2004; 363: 345-351.
2. Katanoda K, Matsuda T, Matsuda A, Shibata A, Nishino Y, Fujita M, Soda M, Ioka A, Sobue T, Nishimoto H. An updated report of the trends in cancer incidence and mortality in Japan. *Jpn J Clin Oncol* 2013; 43: 492-507.

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¹、岸本 卓巳²、林 秀行³、芦澤 和人⁴

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¹⁾。この対策として CT の低線量化が進み²⁾、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うえて、肺癌死亡が 20%減少するという報告がなさ

れた³⁾。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。^{4,5)}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⁶⁾。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。

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)

症例 14 右 (PR 0 1 2 3 4) 左 (PR 0 1 2 3 4)

症例 15 右 (PR 0 1 2 3 4) 左 (PR 0 1 2 3 4)

症例 16 右 (PR 0 1 2 3 4) 左 (PR 0 1 2 3 4)

症例 17 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

ら決定し、左右別々にスコアシートに記入する。

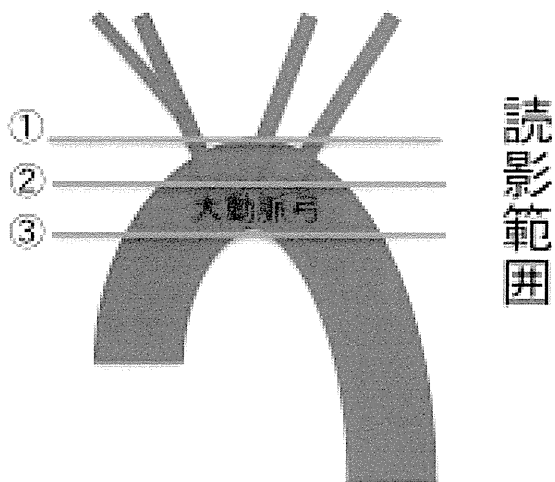


図 2 大動脈弓レベル付近の読影範囲と村田班リファレンス画像のスライス位置

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のCT画像からPR型を決定する。

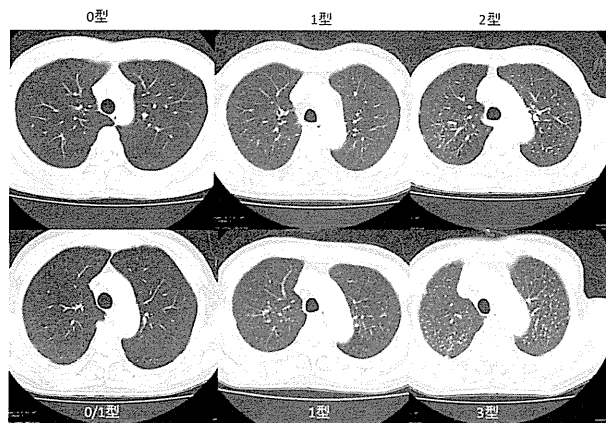


図 3-① 村田班リファレンス CT 画像
図 1 にて示した 3 スライスのうち①レベルに一致する村田班での CT 画像。PR0 型、1 型、2 型を示す。

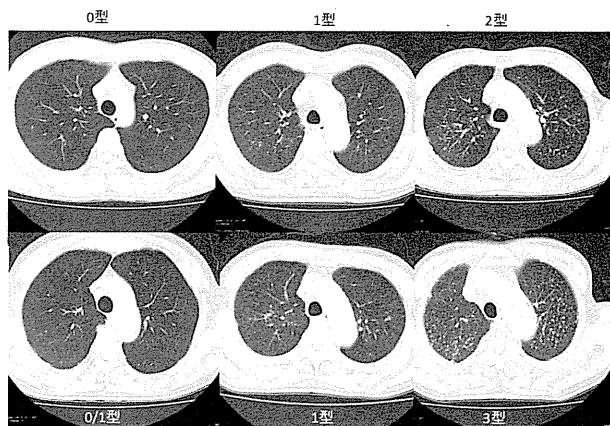


図 3-② 村田班リファレンス CT 画像
図 1 の②レベルに一致する PR0 型、1 型、2 型の CT 画像

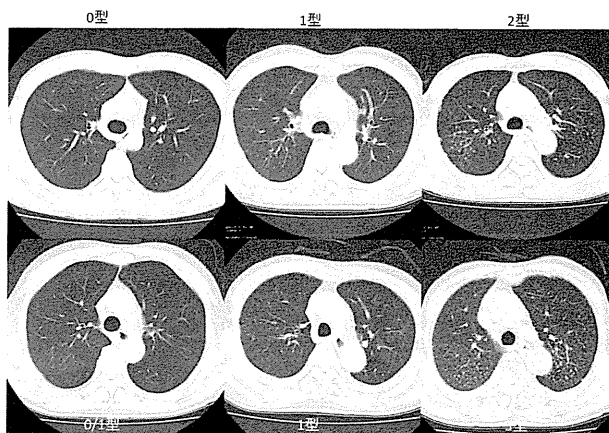


図 3-③ 村田班リファレンス CT 画像
図 1 の③レベルに一致する PR0 型、1 型、2 型の CT 画像

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。

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

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.

3. じん肺に関する前向き研究
(2) じん肺のコンピュータ診断支援システムの開発

研究分担者 仁木 登
所属 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部 教授

研究要旨 我国において毎年 24 万人前後の粉じん労働者がじん肺健康診断を受診している。CT 画像は胸部単純 X 線撮影に比べて第 1 型の微小(1-3mm)な病変を検出することができるため、労災認定条件の鑑別に有用である。本研究は多様な撮影条件の CT 画像から珪肺・石綿肺・溶接工肺の粒状影・不整形陰影を高精度に検出し、じん肺の診断を支援するシステムを開発する。

A. 背景

じん肺健康診断として胸部単純 X 線や肺機能検査が実施されている。胸部単純 X 線によって第 0 型、第 1 型、第 2 型、第 3 型、第 4 型に分類され、第 1 型以上の患者は労災認定となる。CT 画像は胸部単純 X 線に比べて第 1 型の微小(1-3mm)な病変を検出することができるため、胸部 CT 検査による診断法が検討されている。本研究は CT 画像から珪肺・石綿肺・溶接工肺の病変を高精度に検出し、じん肺の診断を支援するシステムを開発する。

B. 目的

本研究は (1)多様な撮影装置・撮影条件の CT 画像から珪肺・石綿肺・溶接工肺の粒状影・不整形陰影の高精度な検出法の開発、(2)珪肺・石綿肺・溶接工肺の質的診断のための定量化法の開発、(3)(1)と(2)の機能を有するじん肺のコンピュータ診断支援システム(CAD: Computer aided detection/diagnosis)の開発を実施する。

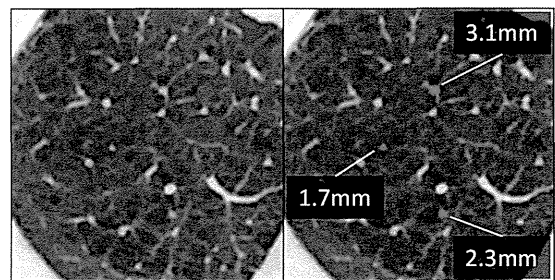
C. 対象と方法

芦澤班第 1 回小班会議（平成 21 年 8 月 21 日）において合議制で病型を再決定した 9 例

(PR0/1:3 例, PR1/0:3 例, PR1/2:2 例, PR4A:1 例)を用いた。これらの CT 画像に開発中の CAD を適用し、粒状影および不整形陰影の検出能を評価した¹⁾。CAD は検出対象の結節の最小直径を 1.5mm に設定した。

D. 結果

検出結果例を図 1 に示す。赤色は CAD が検出した結節領域を示し、数値は結節の直径を示す。直径 1.5mm 以上の粒状影・不整形陰影に対して良好な検出能を示した。



原画像 検出結果

図 1 微小結節の検出結果。

図 2 に PR0/1、PR1/0、PR1/2、PR4A に対して CAD が抽出した肺領域と結節領域の 3 次元表示を示す。図 3 に結節の直径と累積頻度の関係を示す。