

## じん肺エックス線写真による診断精度向上に関する研究

研究代表者 芦澤 和人

所属 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 教授

### <研究分担者>

岸本 卓巳	（労働者健康安全機構 岡山労災病院 呼吸器内科学	副院長）
荒川 浩明	（獨協医科大学 放射線医学講座	講師）
大塚 義紀	（労働者健康安全機構 北海道中央労災病院 呼吸器内科学	副院長）
加藤 勝也	（川崎医科大学 放射線医学（画像診断 2）	教授）
高橋 雅士	（医療法人友仁会 友仁山崎病院	院長）
仁木 登	（徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 理工学域	特命教授）
野間 恵之	（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）
本田 純久	（長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 地域リハビリテーション学	教授）
五十嵐 中	（東京大学大学院 薬学系研究科 医薬政策学	特任准教授）
林 秀行	（地域医療機能推進機構 諫早総合病院 放射線科	診療部長）

### <研究協力者>

新田 哲久	（滋賀医科大学 放射線医学講座	准教授）
新家 崇義	（岡山大学病院 小児放射線科	講師）
西本 優子	（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）
大神 明	（産業医科大学 産業生態科学研究所 作業関連疾患部門	教授）
宮本 俊明	（新日鐵住金(株)君津製鐵所 安全環境防災部 安全健康室	統括産業医）
長谷川将之	（新日鐵住金(株)君津製鐵所 安全環境防災部 安全健康室	産業医）

### 研究要旨

「じん肺標準エックス線写真集」電子媒体版におけるCT画像を含めた新たな症例の追加を検討するため、作成当時の基本的合意事項・課題を再確認した。また、じん肺症例45例に対して、単純X線デジタル画像を2社×2種のモニターで読影実験を行い、モニター診断の適正化を検討した。地方じん肺診査医に対して、電子媒体版の使用状況やモニター診断の有無等の現状把握のためアンケート調査を行った。低線量CT画像を前向きに収集し、じん肺の存在診断に関して、特にPR0/1と1/0の鑑別に焦点をおき、CTにおける粒状影の定量化、CAD（コンピューター支援診断）の応用を試みた。

一次予防に関しては、マスク効率に優れる電動ファン付き防じんマスク（PAPR）と従来型の防じんマスクの比較を行う調査研究を立案し、装着感・精神的ストレスの調査や粉じん作業者のマスク漏れ率や吸入粉じん量等を検討した。

## A. 背景

現在じん肺健康診断は、粉じん作業の職歴調査の他、胸部単純X線撮影や臨床検査、肺機能検査等の方法を用い診断基準に則って行われている<sup>1)</sup>。じん肺管理区分の決定における胸部X線写真の区分の判定において「じん肺標準エックス線フィルム」(昭和53年)に、新たに「じん肺標準エックス線写真集」(平成23年3月)フィルム版及び電子媒体版が加わった。しかし、標準X線写真の症例の偏り、添付されているCT画像と標準X線写真の病型の整合性、デジタル画像のモニター診断の普及、などの問題点が指摘されている。

また、じん肺健康診断に、一般診療で広く用いられている胸部CTの活用促進を求める意見がある。他方、平成22年5月のじん肺法における、じん肺健康診断等に関する検討会の報告書のなかで、胸部CT検査に関する3つの課題(①放射線被曝量が、単純X線写真に比べて高いこと、②事業者がじん肺健康診断の費用を負担すること、③読影技術の普及が必要であること)が示されたことから<sup>2)</sup>、平成26年～28年度の厚生労働科研究費 芦澤班「じん肺の診断基準及び手法に関する調査研究」では、課題①について、じん肺の存在診断における低線量CTの通常線量CTに対する非劣性を明らかとするとともに、じん肺の鑑別診断におけるCTの単純X線写真に対する優位性を証明したところである<sup>3)</sup>。

他方、新たなじん肺発生がゼロではない現状に鑑み、じん肺発生に対する一次予防の重要性を再検討する必要がある。

## B. 目的

本研究では、現在じん肺診査の画像診断に用いられている「じん肺標準エックス線写真集」(平成23年3月)フィルム版及び電子媒体版に新たな症例を追加することで標準写真の

取りまとめを行い、同時にデジタル画像におけるモニター診断のポイントをガイドライン等で提示することにある。また、平成26年～28年度の厚生労働科研究費 芦澤班「じん肺の診断基準及び手法に関する調査研究」を継続し、じん肺健診における胸部CT検査の課題を整理し、診断精度向上のための読影技術を示すとともに、今後の施策を検討するうえで重要な基礎資料を提示する。他方、粉じん患者の新規発生を抑えるため、粉じん労働者の防じんマスク効率やじん肺規制の諸外国の動向を調査・検討する。

## C. 対象と方法

「じん肺標準エックス線写真集」電子媒体版における症例の偏りなどを検討し、CT画像を含めた新たな症例の追加を検討するため、作成当時の基本的合意事項・課題を検討した。また、単純X線デジタル画像を種々のビューワで読影し、モニター診断の最適化を行う。地方じん肺診査の現状(電子媒体版の使用状況やモニター診断の有無等)把握のためアンケート調査を行い、今後の電子媒体版の症例追加の方針やモニター診断導入の参考資料とする。また、低線量CT画像を労災病院から前向きに収集し、じん肺の存在診断に関して、特にPRO/1と1/0の鑑別に焦点をおき、CTにおける粒状影の定量化、CAD(コンピューター支援診断)の応用を試み、読影技術の普及方策を検討する。

一次予防に関しては、より効率の良いマスク施行の調査を行う。具体的には、マスク効率に優れる電動ファン付き防じんマスク(PAPR)と従来型の防じんマスクの比較を行う調査研究を立案し、粉じん作業者の吸入粉じん量等を検討する。また、作業現場における呼吸用保護具の装着感に関する調査を行う。さらに、介入予防による費用対効果の解

析を行う。

#### D. 結果

「じん肺標準エックス線写真集」（平成23年3月）フィルム版及び電子媒体版が作成される過程で確認された基本的合意事項・課題を、議事録を用いて検証した。電子媒体版の必要要件や画像掲載の基本方針などが確認できた。また、残された課題や新たな症例収集の必要性に言及されていることが再確認された。アナログ版と電子媒体版の整合性に関しては、0型、2型、3型では視覚的にはほぼ整合性が保たれているが、1型ではやや整合性に乱れが認められた。

モニター診断に関しては、2社×2種(1M、3M)のモニターを使用して、4名の読影者がじん肺45症例の型分類の読影実験を行った。その結果、メーカー間およびモニターサイズの比較において、両者の読影結果に有意差は認められず、統計的に有意な中程度の一致が認められた。また、読影者内一致の検討でも1Mモニターと3Mモニター間には中等度の一致が認められた。

低線量CT画像に関しては、今年度、労災病院から36例の症例を前向きに収集することができた。これらの症例のうち2例の評価困難例を除いたCTでの病型評価は、0/1 12例、1/0 5例、1/1 8例、2以上 9例と比較的バランスのとれた症例群であった。

CADに関して、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25例を用い、じん肺CT画像データベースの作成、および粒状影の定量的評価を行った。PR0/1と1/0の症例において、CADによる単純X線写真上の粒状影の個数では有意差はなかったが、CT画像の定量評価による分類結果では有意差がみられた。また、医師による病型とCT画像を用いた粒状影の個

数による定量評価の結果は一致した。

じん肺診査における諸外国の動向調査に関しては、欧米先進国6カ国を対象に、粉じん職場におけるスクリーニングのガイドラインを比較検討した。結果、CTをスクリーニングに使用している国はなく、単純X線写真の使用が推奨されていた。また、検診の間隔に関しては指定がない国もみられた。

防じんマスクに関しては、常時呼吸用保護具を使用している男性作業員13名に対して、PAPRと通常防じんマスクのクロスオーバーによる装着感・精神的ストレスの調査が行われた。装着感に関する指標では、防じんマスクに対してPAPRの方が、マスク内の暑さで有意に良好であり、一方マスクの重さに関しては有意に不良であった。精神的ストレスに関する指標では、憂鬱、集中力低下、仕事中断の3項目で有意に防じんマスクの方が良好な結果を示した。

#### E. 考察

「じん肺標準エックス線写真集」電子媒体版の症例の偏りや不足に関しては、これまでも指摘を受けているところであるが、今回、改めて、作成当時の残された課題や新たな症例収集の必要性を再確認することができた。アナログ版と電子媒体版の整合性に関しては、地方じん肺診査医への電子媒体版に関するアンケートを行っているところであり、その調査結果が待たれる。また、アンケートでは、電子媒体版を実際に判定区分決定に使用して不都合な点があれば、その具体例を記載してもらっており、これらの意見も踏まえて今後の対応を考えていく予定である。

モニター診断に関しては、メーカーおよびモニターサイズが異なっても、じん肺の型分類の正解率に有意差は認められないと考えられる。また、3Mモニターにおいて、モニター

の種類(カラー/モノクロ)も読影結果には影響しないことが確認された。村田班の先行研究では、じん肺診断に適切なモニターサイズは3M以上の検討結果であったが、今回の読影実験結果から、日本医学放射線学会電子情報委員会のデジタル画像の取り扱いに関するガイドラインと同様に、1Mモニターもフィルムの代替えとして使用できると考えられる。地方じん肺診査医へのアンケートの現段階の結果では、モニターで診査が行われている局は極めて少数のようであり、今後のモニター診断導入の参考資料となると考えられる。

低線量CT画像は、溶接工肺の混在などもみられたため、CAD評価も併せ可能な限りの多数例を次年度までに収集する予定である。胸部単純X線写真およびCT画像の収集が終了した時点で、CADでの定量的な評価と併せて、PR0/1、PR1/0症例を含めた適切な胸部CTの病型基準となる症例提示を試みる。

CT画像におけるCADを用いた粒状影の個数による定量的な評価は、じん肺のPR0/1、PR1/0を含めた病型の判断に有用であることが示された。今後、前述の前向きで収集している症例群を追加し、より多数例での検討を行うことで、データベースの構築とCADの精度向上をはかっていきたい。

欧米先進国の粉じん職場におけるスクリーニングは、単純X線写真が主体であり、フランスでは必要に応じてCTが使用されることが明らかとなった。ただ、粉じん職場での健康維持のためのガイドラインではあり、じん肺診査を対象としたものではないことにも注意が必要である。

マスク装着感に関する今回の調査は2日間と短期間であり、マスクの重さや慣れによる影響が強く影響した可能性が考えられた。今後マスクの軽量化が進めば軽減される可能性

があり、PAPRの有用性向上が期待される。

研究分担者の岸本らは、溶接作業に従事する作業員に対するPAPRと従来型の防じんマスクの比較を行う調査研究について企画・立案し、平成30年1月に調査を開始したところである。来年度はパイロット研究成果を吟味し、より良い計画を策定して対象を拡大し、また研究を継続する予定である。

また、PAPRと通常の防じんマスクを比較する費用対効果研究の方法論の検討では、漏れ率や粉じん吸入量などの客観的評価項目は、PAPRによる大きな改善が示唆された。この数値から推計したじん肺発症の絶対リスク減少と、二つのマスクの費用の差分を用いることで、今後一定の被験者数を確保し調査が行われれば、1症例回避当たりのICERが今後算出可能となると考えられる。

## F. 文献

1. 労働省安全衛生部労働衛生課編. 「じん肺診査ハンドブック」. 中央労働災害防止協会. 平成16年、東京.
2. 「じん肺法におけるじん肺健康診断等に関する検討会」報告書、平成22年5月13日.  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000006bik.html>
3. 厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業) じん肺の診断基準及び手法に関する調査研究 平成26~28年度総合研究報告書