

令和元年～3年度 労災疾病臨床研究事業費
研究課題名「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」
研究代表者：芦澤 和人

研究結果の概要

I 研究目的

じん肺の管理区分決定は胸部 X 線写真を基本としており、じん肺粒状影の判定にばらつきが生じることがある。胸部 CT 検査は、胸部 X 線写真より正確にじん肺の粒状影を判断することが可能であり、特に PR0/1 と PR1/0 の鑑別に有用と思われる。じん肺診断支援システムの開発のため、じん肺健診受診者の画像を収集し、じん肺の型分類の確定を行った。

3次元 CT 画像を用いて粒状影を葉別に半自動抽出し、粒状影の個数、大きさ、分布を重症度別に比較評価して定量的な病型区分を作成する。次に、作成したじん肺画像データベースと 3D U-Net を用いて 3次元 CT 画像から粒状影を高精度に検出するじん肺診断支援システムを開発する。

じん肺の CT 画像の専門医による合議制での病型区分と CAD の結果を比較することで、PR0/1、1/0 の鑑別における CT 画像の活用、定量的評価、CAD の応用を推進することを目的とする。

「じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～（冊子版及び電子版）」（以下、テキスト）を作成する。

遠隔画像診断のネットワーク体制構想の検討に地方じん肺審査におけるモニターの導入状況・使用状況や問題点の把握が必要である。そのため、地方じん肺診査医にアンケートを行う。

審査用にフィルムを提出する病院の負担と提出画像の画質劣化は、地方じん肺審査における大きな問題となってきた。また、地方じん肺診査医のレベル担保と人員自体の確保も課題である。これらの問題に対応し、迅速かつ適正に地方じん肺審査を行うために、最新の状況を踏まえた遠隔画像診断ネットワーク構築案について、概要を示しその利用案を提案するとともに課題を抽出する。

II 研究方法

年齢 40 歳以上 80 歳未満のじん肺健診受診者を対象とし、胸部単純 X 線写真、通常線量の胸部 CT 検査から画像データを得た。そのデータに対し複数の放射線科医が合議し、じん肺の型分類を確定した。

CAD の開発に於いては、33 症例の 3 次元 CT 画像データベースを用いた。まず、じん肺の粒状影を半自動抽出するとともに、1~2 名により読影を行いデータベースを作成した。これを用いて肺葉別に粒状影の定量的な病型区分を行った。更に上記で構築されたデータベースから肺葉別の粒状影、血管、胸壁の情報を多段的に用いて 3D U-Net を学習した後に 3 次元 CT 画像から粒状影を高精度に抽出する手法を研究開発した。

岡山労災病院、北海道中央労災病院にて収集された症例を、単純 X 線写真と CT 画像を用いて、専門医による合議制で病型区分し、CT 画像で PR0/1、1/0、1/1、1/2 とされた 62 症例を対象とした。それらの画像より、CAD を用い径 2.5mm 以上の粒状影を抽出し、3 名の胸部放射線専門医により視覚的な CT 画像評価、病型区分と比較検討した。病型区分が一致しない症例は、要因を明らかにするために画像を比較検討した。

テキストについて、その対象を、典型的な珪肺、その他のじん肺、珪肺の合併症、粒状影の鑑別疾患、石綿肺、不整形陰影の鑑別疾患とし、診断に CT が有用であったものも含めた。症例は、先行研究において収集したものに加え、新規に提供されたものから合議により選出した。執筆は分担して行った。構成は、じん肺の画像診断に不慣れな医師でも、通読することでじん肺の画像診断を系統的に学習できるよう配慮した。

電子版について、その役割を検討し実現のために必要な技術的な課題を明らかにした。それを解決できるソフト開発ベンダーを探し、システムエンジニアと解決策を検討し、電子版を製作した。

全労働局にモニターの導入・使用状況、じん肺審査の問題点、サポートに関するアンケートを送付した。

情報通信機器を用いて遠隔でじん肺審査を行うネットワークの構築のために、どのような枠組みを構築し、インフラを整備すればよいかを課題とした。併せて、遠隔じん肺審査に係る課題や問題点の抽出を行った。

III 研究成果

令和元年 6 月から 10 月までに 70 例の画像データが収集され、9 例が感染症の合併等の理由から除外された。61 例の内訳は、PR0/1 33 例、1/0 7 例、1/1 3 例、1/2 2 例、PR 2 2 例、PR4A 4 例、PR4B 10 例であった。

CAD においては、重症度が上がるにつれ、粒状影数が多く、直径も大きくなっている。単位体積あたりの粒状影数の平均値は上葉が多く、中・下葉ではほとんど差がなかった。比は各葉においてほぼ一定であり、一様に増加していることがわかる。特に右上葉がより大きく、中葉と下葉は 1 より小さかった。

3 次元 CT 画像による 3D-UNet を用いた粒状影抽出法を 2 症例の右上葉に適用した。それぞれ感度 88.9%、適合率 94.1%、感度 92.0%、適合率 98.9%であった。CT 画像での病型区分と CAD で抽出された粒状影の数を比較すると、粒状影 300 個に PR0/1 と 1/0 の境界が推測された。

テキスト冊子版は、全 34 症例の構成で総頁数 109 頁にて令和 4 年 1 月末に上梓となっ

た。

電子版は DICOM 画像ビューア機能を搭載しており、当該症例と鑑別すべきじん肺標準 X 線写真や疾患の X 線写真の比較も可能である。

アンケート調査に対し、44 労働局から回答があった（回収率 93.6%）。半数強の労働局において診断用モニターと DICOM 規格準拠のビューアが導入されていた。モニターで見ている画像は 83%が胸部単純写真及び CT であった。モニターの方が審査しやすいが 58%であった。フィルム出力できない施設が多いとの指摘が 4 局からあった。「モニターで見たい」が 2 局、モニターへ統一の要望が 2 局からあった。「審査時に CT 画像が欲しい」は 9 局からあった。39%からじん肺に精通した医師による遠隔のサポートを必要とするとの回答を得た。

先行研究で考案したじん肺用 DICOM ビューアシステムに画像登録処理用ソフトを追加することで、オンラインで画像サーバに登録できる。遠隔画像診断ネットワークは、これらを活用して地方じん肺審査を行う各地方労働局と中央じん肺診査医会が行われる厚生労働省をネットワークで結び、じん肺審査、コンサルテーション、オンライン研修などを施行するものである。

IV 結論

じん肺診断支援システムの開発に必要な症例を得て、3D U-Net で粒状影を抽出する手法を開発した。

疾患と症例の選出を行い、テキストを令和 4 年 1 月に上梓した。

我々が開発した「じん肺用 DICOM ビューアシステム」をネットワークで接続し、ウェブ会議システムと連動して使用する遠隔じん肺審査ネットワークシステムを考案した。

V 今後の展望等

3D U-Net を用いた手法をシステム化することにより臨床現場で利用可能にしていく。

テキストは、冊子版と DICOM ビューア機能を持った電子版のそれぞれの利点を生かして、じん肺疾患のエキスパートにも初学者にも、活用していただけるものと自負している。

遠隔じん肺審査ネットワークシステムにより、各地方じん肺診査医と中央じん肺診査医を結んだコンサルテーションシステムやウェブ審査の導入、オンライン中央じん肺診査医会、地方じん肺診査医の診断能向上のためのオンライン研修導入などを検討し、じん肺審査の質と効率を向上させていく必要がある。