

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：32643

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K16709

研究課題名(和文) 低線量X線透視動画を用いた肺換気・血流イメージングシステムの開発

研究課題名(英文) Development of Pulmonary Ventilation and Blood Flow Imaging System Using Low Dose X-ray Fluoroscopic Imaging

研究代表者

山本 浩太郎 (Kotaro, Yamamoto)

帝京大学・医学部・助手

研究者番号：40847729

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：健康人ボランティア研究を施行した。元画像である透視画像において、視覚的に明るい画像においては周期的に変化する成分の変動が乏しくなってしまうため、自動的な抽出が困難になる傾向を認めた。そのため撮像に関しては管電圧を手動で調整し、意図的に暗い画像を取得する必要があることがわかった。また、呼吸促進状態での透視画像もまた解析を困難にする傾向があった。呼吸画像においては肋骨の影響が除ききれず、期間内に結果を出せなかった。血流画像においては肺塞栓患者を対象とし、症例収集中であるが、途中経過として血流低下によるものと思われる解析結果を取得できている。これは肺塞栓の診断に寄与できる可能性があると思われる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

呼吸機能に関しては研究期間内に結論付けることはできなかったが、肋骨の影響を除ることができれば、肺気腫の診断や、呼吸器外科術前の癒着評価など、動態的な評価が必要な場面で有用となる可能性がある。血流画像に関しては今回塞栓部位の血流低下を疑う解析結果が出たため、今後肺塞栓の診断に寄与できる可能性がある。完全に肺塞栓症の診断に置き換わる可能性は低いですが、造影剤を使わずに検査ができるため、造影前のスクリーニング検査となりうる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：A healthy volunteer study was conducted. Automatic extraction tended to be difficult because of the lack of variation in the periodic components when original fluoroscopic images are visually bright. Therefore, it is necessary to manually adjust the tube voltage to obtain dark images. Fluoroscopic images taken under respiratory distress also tended to make analysis more difficult. In the respiratory images, the effects of the ribs could not be fully removed, and results could not be obtained within this research period. In the area of perfusion imaging, we are in the process of collecting cases of patients with pulmonary emboli, and have obtained images that appear to be due to decreased blood flow. This may contribute to the diagnosis of pulmonary embolism.

研究分野：画像診断・IVR

キーワード：画像診断 透視 動態解析 肺血流

## 1. 研究開始当初の背景

呼吸機能や肺血流障害を診断する検査方法には肺血流/換気シンチグラフィー、造影 CT を用いることが一般的である。しかし、これらの検査法には被ばくや造影剤が必須である。より簡便な検査法として我々の共同研究者である Radwisp 社は、X 線透視画像を周波数解析とフィルター処理とを行い、呼吸機能と肺血流を同時に評価するシステムのプロトタイプを作成し、2016 年の北米放射線学会で報告した。このシステムは、呼吸機能と肺血流を同時に、簡便に、低被ばくで、非造影で評価できる可能性がある。しかし実際の患者に対しての使用実績がなく、臨床で使用するためにはデータ蓄積により基本理論の裏付けと画像処理の高速化と精度の向上、それによって得られたデータと従来の検査精度との比較検討が必要である。このシステムが実現化すれば、多くの呼吸器疾患の診断と病態評価に有用であり、その臨床応用は重大な意義を持つ。特に肺塞栓症の診断においては造影剤を使用せずに評価できる可能性があり、アレルギー患者や腎機能障害を有する患者にとっては有用となる可能性がある。

## 2. 研究の目的

同ソフトウェアによる解析を健常人ボランティアや実際の患者で行うことにより、解析に適した撮像方法や、実患者における解析画像の変化を観察する。また、肺塞栓症や肺気腫の診断にどの程度寄与するか検討する。

## 3. 研究の方法

(1) 帝京大学医学部附属病院放射線科で中心静脈ポート造設や肺動静脈瘻治療を行う際に、確認の単純写真撮影に代用して透視動画を撮像することで、被ばくを最小限にしつつ解析用画像を収集した。直近の CT 画像と比較して、解析画像と Goddard 分類の関係に関して検討した。Goddard 分類を選択した理由は、呼吸機能検査を実施していない患者がほとんどであったためである。

(2) (1) による解析の結果、透視動画における自動画像処理効果を除する必要があったため、改めて自動画像処理機能を除いた撮像プロトコルを組んでいただき、健常成人ボランティアの撮像を行った。ボランティアには普通呼吸、促迫呼吸、息止め、臥位、立位など様々な条件で撮像させていただき、本解析に適した撮像方法を検索した。

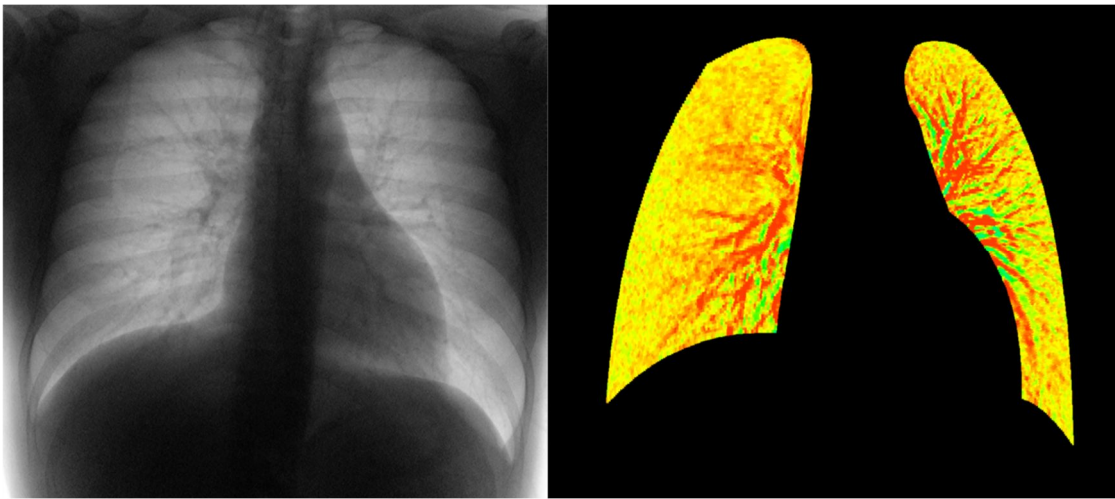
(3) (2) の結果を踏まえ、息止めかつ視覚的に暗めになるような管電圧に調整した上で撮像を行うこととした。肺動静脈瘻治療目的に帝京大学医学部附属病院放射線科に入院した患者に対して治療前画像として透視動画を撮像し、解析を行った。

(4) 帝京大学医学部附属病院に急性肺塞栓症の診断で入院加療を行う患者に対して、倫理面から低リスクの患者のみ抽出し、急性期の透視動画を撮像し、造影 CT との異常箇所的一致率や一致しない要因を抽出することで肺塞栓症診断への寄与を検討する予備研究を実施した(記載時点で進行中である。)

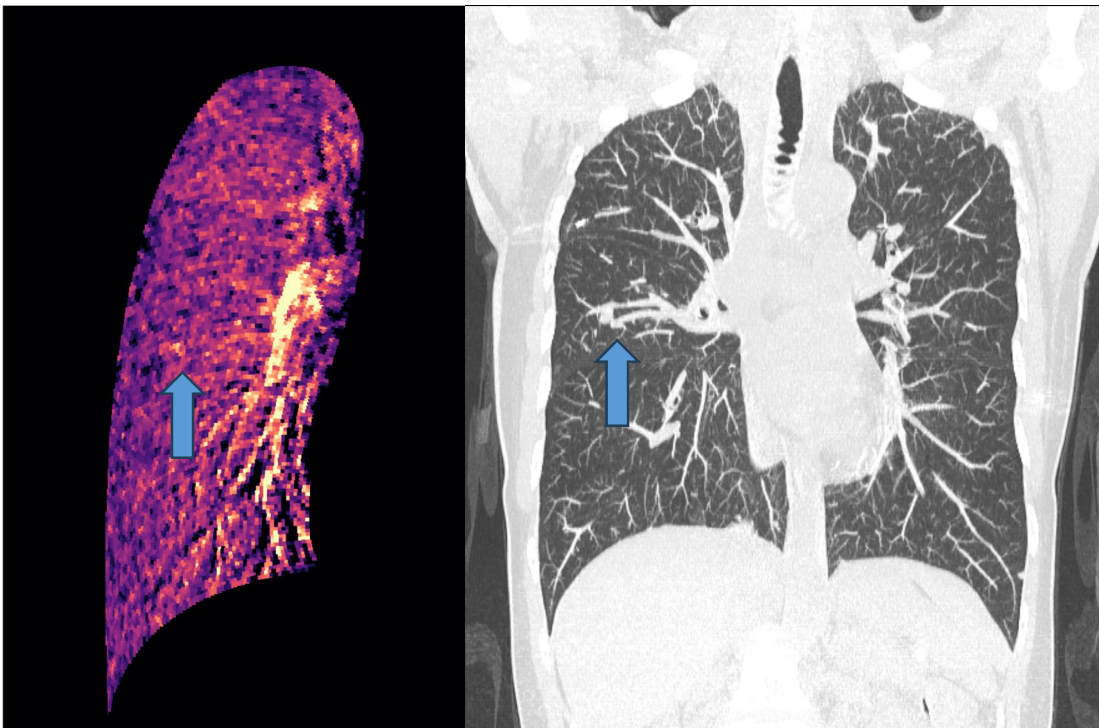
## 4. 研究成果

(1) 動画収集は帝京大学医学部附属病院の血管造影室で施行した。収集が終了した後に解析を実施したが、当院の透視装置には自動処理機能が搭載されており、それにより透視としては見やすく処理されているが、本解析においては予期せぬ要素の変化であり、それにより解析画像へのノイズが大きかった。評価に足るものもあったものの初期の想定と違うため、解釈・説明に窮することがあり、評価は中断せざるを得なかった。

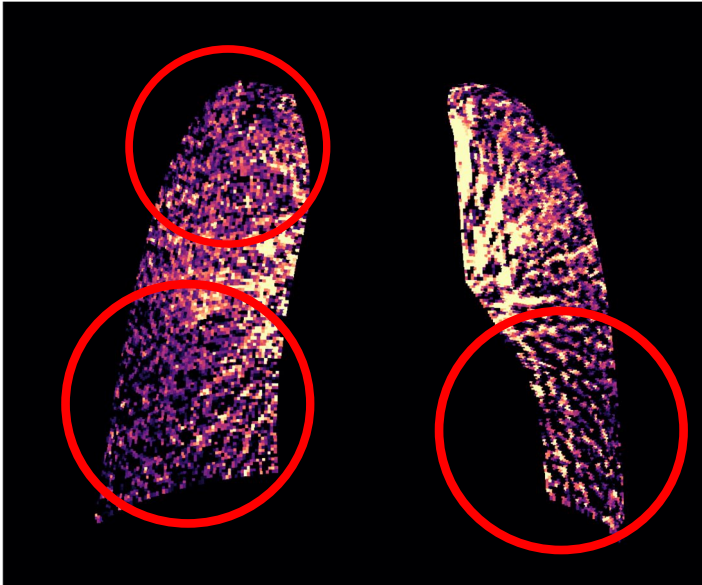
(2) 自動処理機能を off にするプロトコルを組んでいただくため、以降の研究は帝京大学医学部附属病院の TV 室で実施した。健常ボランティアを対象とした本研究では適切な撮像条件を検索した。まず管電圧などを自動にした状態で写して、透視画像として適した管電圧、管電流などの撮像条件を設定した。その後それらのパラメーターが変化しないように固定して動画収集を行った。呼吸画像に関しては健常であることを前提に撮像したが、解析画像のバラツキが見られ、特に肋骨に関してはノイズとして解析画像に大きく影響した。また呼吸促迫状態(40 回/分程度)では解析が困難になる傾向が見られた。血流画像に関しては普通呼吸の条件下でも評価可能ではあったが、息止め条件下の方がより明瞭な解析画像を作成できる傾向にあった。今回の研究では体格の大きいものが視覚的に暗く、痩身のものが視覚的に明るくなる傾向があり、暗めの方が解析に適している傾向が見られた。これは暗めに撮像することにより要素の変化が大きくなるためと思われる。



(3)(2)の結果を踏まえ、帝京大学医学部附属病院放射線科で入院した肺動静脈瘻患者に対して術前評価として透視動画を収集した。解析を行ったところ、病変と思われる部位に小さな変化ではあるが、本患者の肺動静脈瘻に類似した解析画像を得ることができた。逆説的にこれが血流を反映していることの証明とも思われた。



(4)帝京大学医学部附属病院で急性肺塞栓症の診断で入院した患者に対して透視動画を収集した。本研究は倫理の観点から侵襲を伴う研究に位置づけられるため、かなり低リスクの患者を低リスクの状態に撮像するしかなく、診断直後の画像を収集することが困難であった。現時点で患者収集中であるが、途中解析では肺塞栓症による血流低下を反映したと思われる解析画像が得られている。今後の肺塞栓症診断において造影 CT に取って代わることは現実的ではないものの撮像前のスクリーニング検査として本ツールが有用となる可能性はあると考えられる。



肺塞栓症患者を対象とした  
血流解析画像.息止めで施行.  
丸で囲った領域に血流低下  
を示唆する所見が見られる.

以上の通り,解析に適した撮像条件の検索やソフトウェアの精度向上にはある程度寄与できた.  
一方実臨床における応用という点で,呼吸機能評価に関しては肋骨の影響や解釈が困難な部位が  
課題点として残されており,引き続きの検討が必要ではある.血流画像においては疾患における  
異常所見が解析画像として得られている.今後特に肺塞栓症診断での寄与が期待され,また肺動  
静脈瘤など他の血流異常を低被ばく,非造影で評価するツールとしても期待ができる.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------