

令和 6 年 5 月 26 日現在

機関番号：14101

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K16054

研究課題名（和文）胸部X線透視動画解析ソフトを活用した新たな肺血栓塞栓症診断アルゴリズムの確立

研究課題名（英文）Establishment of a New Pulmonary Embolism Diagnostic Algorithm Utilizing Chest X-ray Fluoroscopic Video Analysis Software

研究代表者

荻原 義人 (Ogihara, Yoshito)

三重大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：70626572

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、胸部X線透視動画解析ソフトを用いた新たな肺血栓塞栓症（PTE）診断アルゴリズムの有効性を評価した。50名の患者を対象に実施された結果、透視動画解析は感度91%、特異度52%、陽性的中率62%、陰性的中率88%、全体的な正確度70%を示した。特に重症例に対する診断性能が高く、迅速かつ低侵襲な診断クリーニングツールとして有望であることが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、肺血栓塞栓症（PTE）の診断において、新しい低侵襲なスクリーニング方法として胸部X線透視動画解析ソフトの有効性を示した。特に重症患者に対して高い診断精度を持つことが確認され、迅速な診断が可能となる。この手法は患者の負担を軽減し、医療現場での迅速な対応を可能にすることで、健康管理の向上に寄与する。特異度の向上を目指したさらなる研究により、より多くの患者に安全で効果的な診断が提供されることが期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, the efficacy of a new pulmonary embolism (PE) diagnostic algorithm using chest X-ray fluoroscopic video analysis software was evaluated. The study was conducted on 50 patients, divided into two groups: those with confirmed PE and those without (non-PE).

The results demonstrated a sensitivity of 91%, specificity of 52%, positive predictive value of 62%, negative predictive value of 88%, and an overall accuracy of 70%. The diagnostic performance was particularly high for severe cases, highlighting its potential as a rapid and minimally invasive screening tool. This innovative method allows for effective preliminary screening of PE without the need for contrast agents or extensive imaging facilities. However, it is not suitable for definitive diagnosis. Further research is needed to enhance its specificity and validate its use in broader clinical settings.

研究分野：肺循環疾患

キーワード：肺血栓塞栓症 肺循環疾患 透視動画解析 診断 スクリーニング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

肺血栓塞栓症 (PTE) は、近年、診断技術の進歩や医療従事者の認識向上により、診断件数は顕著に増加している。PTE は未治療の場合、死亡率や慢性血栓化に伴う後遺症が高くなるため、早期の発見と迅速かつ適切な治療が重要である。現在の診断スクリーニングおよび確定診断法としては、患者の自覚症状および他覚所見、発症した背景、D-dimer 測定による血液検査などにより PTE を疑い、肺動脈造影 CT や肺換気血流シンチグラフィーによる確定診断が行われる。しかし、D-dimer 検査は特異度が低く、特に妊婦や重症感染症患者、活動性癌患者などにおいて偽陽性が多発することが知られている。また、造影剤を使用する CT 検査は腎機能低下患者や妊婦には適さず、肺換気血流シンチグラフィーも実施施設が限られているため、common disease である本疾患に対して迅速な診断が困難な場合が多い。このような問題を解決するためには、既存のスクリーニング法を補完する非侵襲的かつ有効性の高い検査法の確立が期待されている。

近年、透視動画解析による肺血流評価の報告が増えている。これは透視画像用の動画撮影器 Flat-panel X-ray detector (FPD) を使用し、肺野を非造影かつ低被爆で透視動画撮影し、透視動画解析ソフトを用いて、肺野内のピクセルごとの輝度値変化を波形として得る技術である。これによる低周波数域 (\*呼吸回数に一致し 12~20 回/分) を抽出 (low pass filter) して肺換気領域を推定する画像を、高周波数域 (心拍数に一致する 60~90 回/分) を抽出 (high pass filter) して肺血流領域を反映する画像をそれぞれ得ることができる。実際にこの方法を用いて PTE 動物モデルや実際の PTE 症例で、肺血流欠損部位を透視動画解析によって確認することができたと報告されている。それゆえ、この画像技術を診断スクリーニングに用いることで、多くの PTE 疑い症例全例に造影 CT やシンチグラフィーを行うことなく、ふるい落としができるのではないかと考えた。

## 2. 研究の目的

透視動画解析が PTE の診断ツールとして有効であるか、肺動脈造影 CT 検査や肺換気血流シンチによる確定診断を基準として検討し、PTE の重症度判定、治療効果判定の有効性についても評価する。さらに、肺高血圧症 (PH) のスクリーニング、病態評価、重症度判定における有効性についても評価する。

### 3. 研究の方法

本研究は、三重大学医学部附属病院単施設での探索的前向き観察研究として実施した。対象は、20歳以上の患者50名で、確定診断された肺血栓塞栓症（PTE）、肺高血圧症（PH）、またはPH疑い症例（control例）である。造影CT、肺換気血流シンチグラフィ、右心カテーテル検査、肺動脈造影を実施し、疾患の病態を確定した。全ての患者に対して動的胸部X線撮影（DCR）を実施した。DCRは自然呼吸、強制呼吸、吸気停止の各10秒間にわたって撮影し、撮影は仰臥位および前後方向で行った。画像は42.7 cm × 42.7 cmのフラットパネルディテクターを使用し、解像度は1024 × 1024ピクセル、フレームレートは毎秒15フレームで取得された。DCR画像から得られた連続画像を解析し、透視動画解析ソフトRadwisp™（Radwisp Pte, Ltd., Singapore）を用いて肺血流画像（PCI）および肺換気画像（PVI）を生成した。心拍および呼吸頻度に対応する周波数成分を解析することで、擬似カラーの動画を生成し、肺の灌流および換気を定性的に評価した。これらの画像セットは、2名のブラインドされた心臓専門医によって灌流欠損の有無を評価された。

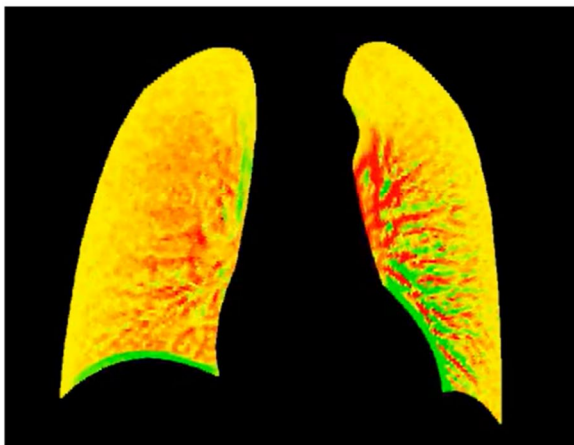
### 4. 研究成果

【肺塞栓症に対する診断性能評価】に対して研究結果を報告した。

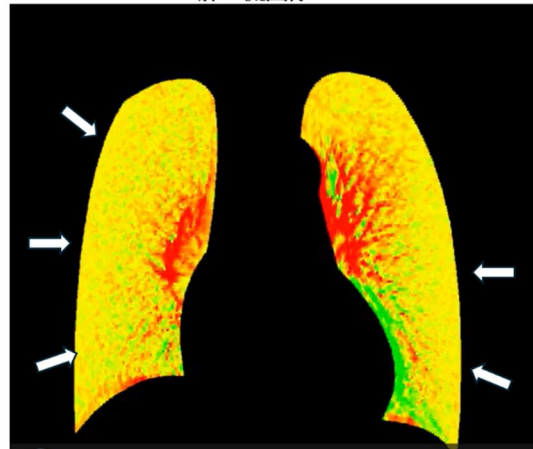
研究対象をPE群（23例）と非PE群（27例）に分類し、PTE群の検出性能を評価した。

結果は、透視動画解析の感度は91%、特異度は52%、陽性的中率は62%、陰性的中率は88%、全体的な正確度は70%という診断性能を示した（非PE例とPE例を示す）。症候性PE、特に重症例ほど診断性能がたかく、肺血流障害が広範であるほど、異常としてとらえやすきことが確認

84歳女性 非肺塞栓症例  
肺血流画像



69歳女性 症候性急性肺塞栓症例  
肺血流画像



された。無症候性 PE のような肺血流障害が狭域な場合は、見逃される可能性が高いことも示唆された。本研究の結果から、透視動画解析は低侵襲でありながら、比較的正確な診断が可能であることが示唆された。しかし、特異度の低さや偽陽性の多さが課題として残っている。これらの課題を克服するためには、さらなる研究が必要であり、多施設共同研究や大規模な臨床試験を通じて、透視動画解析の有効性と信頼性をさらに検証することが求められる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Sato Toru, Ogihara Yoshito, Kitagawa Kakuya, Ogura Toru, Yamada Norikazu, Dohi Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Diagnostic performance of fluoroscopic video analysis for pulmonary embolism: a prospective observational study	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The International Journal of Cardiovascular Imaging	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10554-024-03121-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Toru Sato
2. 発表標題 Diagnostic value of an X-ray fluoroscopic video analysis workstation for pulmonary thromboembolisms
3. 学会等名 第87回日本循環器学会学術集会（国際学会）
4. 発表年 2022年

〔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
---------	---------