

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K12841

研究課題名（和文）低線量X線動画イメージングによる新しい肺機能診断法の創出と臨床応用

研究課題名（英文）Development of new method for diagnosing pulmonary function using low-dose X-ray dynamic imaging and its clinical application

研究代表者

田村 昌也（Tamura, Masaya）

高知大学・教育研究部医療学系臨床医学部門・教授

研究者番号：10397185

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：初年度は本検査法に関して臨床データを解析し、呼吸器外科臨床における有用性の評価を行った。肺切除症例において術後呼吸機能の予測や手術適応の決定に有用となる可能性があることを発表した。次年度は肺腫瘍の壁側胸膜への癒着や浸潤の有無の術前診断能について平均的な体形のファントム模型を用いてその有用性を証明した。次々年度は本検査法が閉塞性肺疾患の診断に、さらには従来行われている核医学検査の代用となりうる可能性について報告した。最終年度は腫瘍性病変の胸壁への浸潤や癒着の有無に関する術前診断の可能性について、4DCTや動態MRIとの診断能の比較検討などを行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本検査法は従来のレントゲンの約2枚分の被曝量で、非造影かつ所要時間も数十秒、さらには努力性呼吸も必要としないなど、患者にとって低侵襲な検査法であるといえる。また胸壁、横隔膜運動を観察できる点、換気・血流動態の情報を得られる点で、従来の静止画であるレントゲン検査に比べてはるかに多くの情報を得ることができる。低被曝・低コスト、モバイル対応の肺機能イメージの臨床応用には、機器の開発、改良や多数の臨床症例での検討が必要ではあるが、従来のレントゲン撮影が、すべて本検査法に置き換わることが実現すれば、呼吸器疾患の臨床において革新的な変化をもたらすことが期待される。

研究成果の概要（英文）：In the first year, clinical data on this testing method was analyzed to evaluate its usefulness in clinical thoracic surgery. It was announced that this method may be useful in predicting postoperative respiratory function and determining surgical suitability in lung resection cases. In the following year, the usefulness of this method in preoperative diagnosis of the presence or absence of adhesion or infiltration of lung tumors to the parietal pleura was demonstrated using a phantom model of average body size. In the year after that, it was reported that this testing method may be useful in diagnosing obstructive pulmonary disease, and may even serve as a substitute for conventional nuclear medicine testing. In the final year, a comparative study of diagnostic performance with 4DCT and dynamic MRI was conducted to examine the possibility of preoperative diagnosis of the presence or absence of infiltration or adhesion of tumor lesions to the chest wall.

研究分野：呼吸器外科学

キーワード：肺機能検査

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年の技術進歩で、CT や MRI を用いて詳細な 3 次元形態情報が得られ、さらに動画に近い疑似動態画像の取得も可能となった。しかし、CT はレントゲン検査の約 100 倍の被爆があり、MRI は検査に時間を要するため、呼吸器・循環器の機能検査として日常的に行えるものではない。被爆が少なく、所要時間も短時間であり、一次検査として実施可能な肺機能イメージングおよび評価法が確立されれば、スクリーニング・経過観察・治療効果判定に有用である。これまでに複数の研究グループが、I.I.-X 線 TV システムによる肺機能評価を試みてきた。しかし、撮像視野の制約や画質の問題で実用化に至らなかった。この問題を解決したのが、近年開発された動画対応フラットパネルディテクタ (FPD) である。高い X 線検出効率を誇る FPD は、従来のレントゲン検査と同程度の被ばく線量で、X 線動画検査を可能にした。申請者らは、動画対応 FPD を用いた低線量 X 線動画イメージングによる新しい肺機能診断法の開発を行ってきた。呼吸過程を撮影した胸部 X 線動画を対象に、横隔膜動態・心壁運動・胸郭運動・肺換気・血流動態などを定量化する各種胸部動態解析技術の開発と、その初期臨床評価を行ってきた。動物実験では、非造影で撮影した胸部 X 線動画を対象に、肺換気障害や血流障害を X 線透過性 (= 画素値) の変化量の減少領域として検出することに成功した。現在、仮想靱帯ファントムを対象としたシミュレーション研究において、各種解析パラメーターの最適化を行っている。しかし、人を対象とした臨床試験は未着手である。

### 2. 研究の目的

呼吸過程を撮影した胸部 X 線動画検査の、呼吸器外科領域における臨床的有用性の検証と画像解析技術の開発・改良を行うことが本研究の目的である。胸部動態解析技術の有効性を、人を対象とした臨床研究で確認することで、「胸部単純 X 線検査で実現する新しい肺機能診断法」の実用化を目指す。

### 3. 研究の方法

本研究では、胸部領域の筋・骨格・臓器・組織の動態機能の中でも、呼吸機能と密接な関係のある肋骨を含めた胸郭運動ならびに横隔膜運動に注目する。その動態機能の理解と評価を可能にする画像解析法を開発し、肺切除術施行症例に対する有用性を検証する。

対象症例：本学附属病院の呼吸器外科・内科を受診した患者で、基礎疾患として、慢性閉塞性肺疾患 (COPD)、間質性肺炎、肺線維症、気管支喘息、気胸、肺癌、心不全などを有する患者。2018 年 7 月時点で 198 症例、そのうち当科にて肺切除手術を施行した 106 症例の術前、術後 1 週間、術後 1 か月での胸部 X 線動画がデータベースに収録されている。また CT・肺機能検査・肺シンチグラフィなどの関連情報が収録されている。術式や切除肺による術後の機能変化の違いも評価可能である。今後も継続してデータ収集を行う。

### 4. 研究成果

初年度は本検査法に関して臨床データを解析し、呼吸器外科臨床における有用性の評価を行った。肺切除症例において術後呼吸機能の予測や手術適応の決定に有用となる可能性があることを発表した。次年度は肺腫瘍の壁側胸膜への癒着や浸潤の有無の術前診断能について平均的な体形のファントム模型を用いてその有用性を証明した。次々年度は

本検査法が閉塞性肺疾患の診断に、さらには従来行われている核医学検査の代用となりうる可能性について報告した。最終年度は腫瘍性病変の胸壁への浸潤や癒着の有無に関する術前診断の可能性について、4DCT や動態 MRI との診断能の比較検討などを行った。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4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 R Tanaka, D Inoue, A Izumozaki, M Tamura, S Yoshida, D Saito, M Tamura, I Matsumoto	4. 巻 77(9)
2. 論文標題 Preoperative evaluation of pleural adhesion with dynamic chest radiography: a retrospective study of 146 patients with lung cancer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Clin Radiol	6. 最初と最後の頁 e689-e696
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.crad.2022.05.016	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 -
1. 著者名 Ohkura Noriyuki, Tanaka Rie, Watanabe Satoshi, Hara Johsuke, Abo Miki, Nakade Yusuke, Horii Junsei, Matsuura Yukihiro, Inoue Dai, Takata Munehisa, Tamura Masaya, Matsumoto Isao, Sanada Shigeru, Kasahara Kazuo	4. 巻 Volume 16
2. 論文標題 Chest Dynamic-Ventilatory Digital Radiography in Chronic Obstructive or Restrictive Lung Disease	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease	6. 最初と最後の頁 1393 ~ 1399
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2147/COPD.S309960	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 -
1. 著者名 Tanaka Rie, Matsumoto Isao, Tamura Masaya, Takata Munehisa, Yoshida Shuhei, Saito Daisuke, Tanaka Yusuke, Inoue Dai, Ohkura Noriyuki, Kasahara Kazuo	4. 巻 11
2. 論文標題 Dynamic chest radiography: clinical validation of ventilation and perfusion metrics derived from changes in radiographic lung density compared to nuclear medicine imaging	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Quantitative Imaging in Medicine and Surgery	6. 最初と最後の頁 4016 ~ 4027
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21037/qims-20-1217	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 -
1. 著者名 Tanaka Rie, Kasahara Kazuo, Ohkura Noriyuki, Matsumoto Isao, Tamura Masaya, Takata Munehisa, Inoue Dai, Izumozaki Akira, Horii Junsei, Matsuura Yukihiro, Sanada Shigeru	4. 巻 77
2. 論文標題 Paradigm Shift in Respiratory Diagnosis: Current Status and Future Prospects of Dynamic Chest Radiography	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Radiological Technology	6. 最初と最後の頁 1279 ~ 1287
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.6009/jjrt.2021_JSRT_77.11.1279	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
研究分担者	竹村 博文  (Takemura Hirohumi)  (20242521)	金沢大学・医学系・教授   (13301)	
研究分担者	笠原 寿郎  (Kazuo Kasahara)  (30272967)	金沢大学・医学系・准教授   (13301)	
研究分担者	田中 利恵  (Rie Tanaka)  (40361985)	金沢大学・A Iホスピタル・マクロシグナルダイナミクス研究開発センター(保)・准教授   (13301)	
研究分担者	真田 茂  (Shigeru Sanada)  (50020029)	公立小松大学・保健医療学部・教授   (23304)	
研究分担者	松本 勲  (Isao Matsumoto)  (80361989)	金沢大学・医学系・准教授   (13301)	

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
---------	---------