

令和 5 年 5 月 21 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K10350

研究課題名（和文）牽引性気管支拡張の定量的評価

研究課題名（英文）Quantitative Assessment of Traction Bronchiectasis

研究代表者

富永 循哉（Tominaga, Junya）

東北大学・医学系研究科・講師

研究者番号：20375067

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 900,000円

研究成果の概要（和文）：牽引性気管支拡張の経時的変化を評価するため、異なる時期の同一気管支の平均断面積を測定し、比較した。その方法として、商業ベースの画像解析ソフトウェアZio Stationを用いて個々の症例検査のDICOM画像から気管支を分離し、次いで自作の木構造対応アルゴリズムを用いて異なる時期の同一気管支を特定して両者を比較できるようにした。間質性肺炎の23例70検査のデータを解析した結果、急性増悪発症時やその後の経過で、時期により平均断面積が異なり、気管支の形態が多様に変化することが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

牽引性気管支拡張は間質性肺炎の予後や治療方針を決定する上で重要なCT所見である。一方で、従来その評価は目視で行われているため、客観性や再現性に問題があった。本研究では、平均断面積を比較する際に、木構造対応アルゴリズムにより異なる時期の同一気管支を特定するため、客観的かつ再現性の高い定量的な評価が可能である。このような進歩的な検査方法の可能性を提示したことは、間質性肺炎を臨床的に評価する上で、学術的、社会的に意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：I evaluated time-related changes of traction bronchiectasis in interstitial pneumonia by measuring average cross-sectional area of the identical bronchus in different periods. I used commercially available imaging software “Zio Station” to segment bronchus, and self-developed “airway identifying algorithm” to match the identical bronchus in different periods for comparing them. I evaluated 23 cases, 70 tests of interstitial pneumonia, and showed that bronchi morphologically changed with different average cross-sectional area depending on various periods from disease onset of acute exacerbation to subsequent periods.

研究分野：放射線診断学

キーワード：牽引性気管支拡張 間質性肺炎 定量評価

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

牽引性気管支拡張は間質性肺炎の予後を予測し、治療方針を決定する上で重要な CT 所見である。病変の進行に伴い気管支の拡張が経時的にどのように変化するか明らかにすることが今後の課題となっている。一方で、気管支拡張の評価は主観に委ねられており、経験豊富な専門家の判定を必要とする。また、観察しうる多数の気管支を目視で確認して評価することは、相当の労力が必要である。更に、目視による気管支の画像評価は、二次元画像として CT 断面像に基づいて行われ、三次元的変化を考慮していないため、厳密に気管支拡張の変化を反映しているとは言いがたい。そのため、従来が目視による気管支拡張の評価は、客観性や再現性において問題があった。これらの問題点を解決するには、thin-section CT による三次元データに対して、コンピュータ解析を導入し、気管支を評価する必要がある。

2. 研究の目的

客観性と再現性が担保され、定量的に牽引性気管支拡張の経時的変化を比較評価できるコンピュータ解析用アルゴリズムを開発すること。更に、実際の間質性肺炎の症例を対象として、その有用性を検証すること。

3. 研究の方法

(1) 木構造対応アルゴリズムの開発

気管支が連結で閉塞回路を持たない木構造の形態をとることを前提とする。ここでは、気管から末梢気道にかけて構成される分岐接続構造を有向木として扱い、単一個体の異なる時期における木構造の構成要素同士を対応づける事で、同一の気管支を特定する「木構造対応アルゴリズム」を作成する。

(2) 間質性肺炎における気管支の経時的変化の評価

商業ベースの画像解析ソフトウェア Zio Station を用いて、個々の症例の異なる時期における CT/DICOM 画像から気管支を分離する。次いで木構造対応アルゴリズムを用いて異なる時期の同一気管支を特定する。分離した全ての気管支に対して、分岐区間の単位あたりの平均断面積を算出して Excel file に出力する。異なる時期の同一気管支分岐区間において、Excel file 上の数値を比較することで、気管支の経時的な変化を定量的に評価する。更に、気管支分岐図上に平均断面積の変化を色分けしたカラーマップを作成し、気管支の経時的変化を視覚化して定性的に評価する。対象は、間質性肺炎の急性増悪症例とする。そして、発症後早期(1週間後など)、あるいは発症後後期(2週間後など)のそれぞれの検査において、個々の気管支分岐区間の平均断面積を発症時と比較し、気道の経時的変化を定量的、あるいは定性的に評価する。

4. 研究成果

(1) 木構造対応アルゴリズムの開発

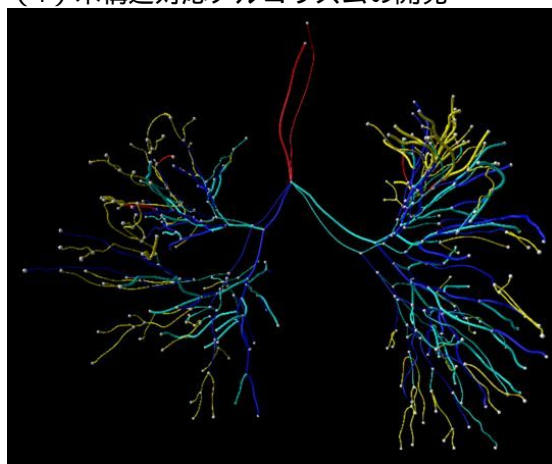


図1 木構造対応アルゴリズム1回実行

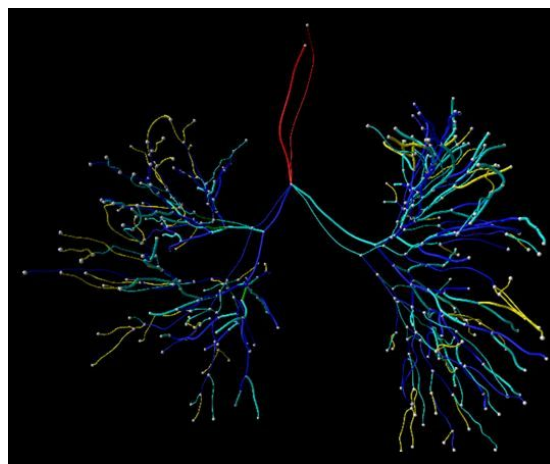


図2 木構造対応アルゴリズム複数回実行

図1は一個体の異なる時期の気道を重ねて表示した気管支分岐図である。木構造対応アルゴリズムを1回のみ実行した状態で、特定できた気管支を青、水色、特定できなかった気管支を黄、赤で表示している。図2は、木構造対応アルゴリズムを複数回実行した状態で、図1に比べて、より多くの気管支分岐区間が青、水色に表示され、同一と特定できた気管支が増えている。このように、木構造対応アルゴリズムを用い、一個体の異なる時期の同一気管支を特定して、個々の気管支の経時的変化を個別に比較することで、気管支の経時的変化を詳細に評価することが可能になった。

(2) 間質性肺炎における気管支の経時的変化の評価

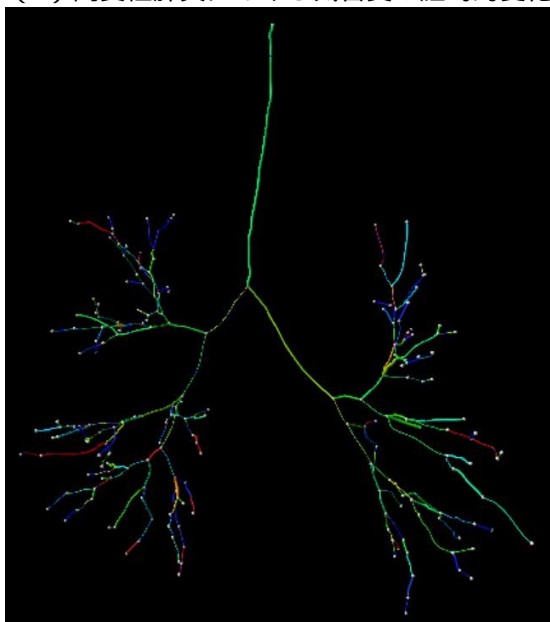


図3 発症時から発症後早期の気道の変化

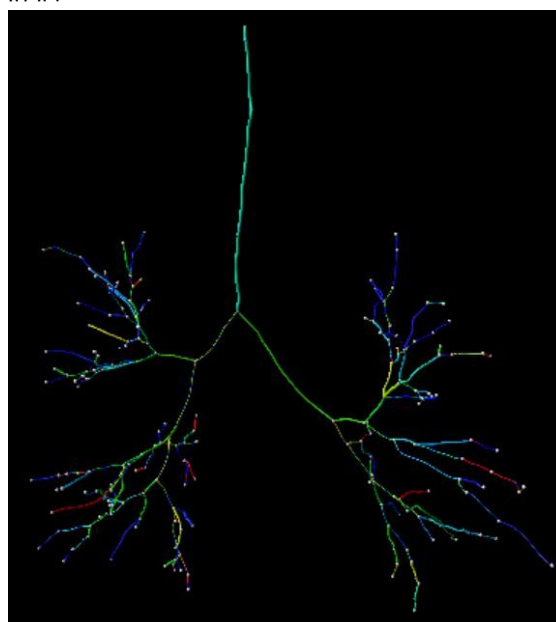


図4 発症時から発症後後期の気道の変化

図3は発症時から発症後早期、図4は発症時から発症後後期の気道の変化を表示した気管支分岐図のカラーマップである。同一と特定できた気管支分岐区間を、それぞれ発症後早期と発症後後期の気管支分岐図に反映して表示している。また、経過で平均断面積が増加、減少、あるいはほぼ不変の気管支分岐区間をそれぞれ、赤/黄、青/水色、緑でカラー表示している（赤と青はそれぞれ黄や水色よりも変化の強い気管支分岐区間を表わす）。図3、図4で示す症例では、発症後早期と比較して発症後後期で、青/水色の気管支分岐区間が多い。また、発症後早期から発症後後期にかけて水色から青表示に変化した気管支分岐区間も複数認められる。この結果から、間質性肺炎の急性増悪発症時から発症後早期、発症後後期にかけて、経時的に気管支拡張が軽減している状況を客観的に示す事ができた。本例を含め、間質性肺炎の23例、70検査分のデータを解析した結果、時期によって各分岐区間で平均断面積が異なり、気管支が形態上多様に変わることが明らかになった。いずれも、目視によらず、木構造対応アルゴリズムを応用し、それぞれの時期における同一気管支の平均断面積を数値化することで、気管支の経時的変化を再現性の高い方法で客観的に評価する事が可能となった。

(3) 今後の課題

より多くの症例に対して、木構造対応アルゴリズムを用い気管支の経時的変化を比較評価する。更に、それら変化と予後など、臨床像との関連性について評価する。

<引用文献>

- Ichikado K, Suga M, Müller NL, et al. Acute interstitial pneumonia: comparison of high-resolution computed tomography findings between survivors and nonsurvivors. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 165: 1551-6.
- Ichikado K, Suga M, Muranaka H, et al. Prediction of prognosis for acute respiratory distress syndrome with thin-section CT: validation in 44 cases. *Radiology* 2006; 238: 321-9.
- Ichikado K, Muranaka H, Gushima Y, et al. Fibroproliferative changes on high-resolution CT in the acute respiratory distress syndrome predict mortality and ventilator dependency: a prospective observational cohort study. *BMJ Open* 2012; 2(2): e000545. doi: 10.1136/bmjopen-2011-000545.
- Ichikado K. High-resolution computed tomography findings of acute respiratory distress syndrome, acute interstitial pneumonia, and acute exacerbation of idiopathic pulmonary fibrosis. *Semin Ultrasound CT MR* 2014; 35: 39-46.
- Jacob J, Aksman L, Mogulkoc N, et al. Serial CT analysis in idiopathic pulmonary fibrosis: comparison of visual features that determine patient outcome. *Thorax* 2020; 75: 648-654.
- Hida T, Nishino M, Hino T, et al. Traction Bronchiectasis/Bronchiolectasis is Associated with Interstitial Lung Abnormality Mortality. *Eur J Radiol* 2020; 129: 109073. doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109073.

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