

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25861100

研究課題名(和文)機能画像における3次元呼吸運動評価法の開発と臨床応用

研究課題名(英文)Development of three-dimensional (3D) lung motion assessment on CT

研究代表者

神山 久信(KOYAMA, HISANOBU)

神戸大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：30546487

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：コンピューター断層撮影(CT)を用いた呼吸器領域における機能画像診断において、吸気CTと呼気CTを用いた3次元呼吸運動評価の研究を行った。呼吸器疾患の一つである慢性閉塞性肺疾患を主な対象とした研究において、通常用いられている肺気腫性変化の割合などの形態学的な評価よりも、3次元呼吸運動評価からえられたパラメーターは呼吸機能検査との相関が高く、慢性閉塞性肺疾患の重症度をより反映していた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate the utility of three-dimensional (3D) lung motion on inspiratory and expiratory CT for pulmonary functional loss in smoking-related COPD in comparison with morphologically based assessment, such as lung destruction and air trapping assessments. In this study, 3D lung motion parameter assessment was useful for smoking-related COPD assessment in comparison with lung parenchymal destruction and/or air trapping evaluations.

研究分野：放射線医学

キーワード：機能画像 呼吸運動 CT

1. 研究開始当初の背景

近年、コンピュータ断層撮影 (computed tomography; CT) や磁気共鳴画像 (magnetic resonance imaging; MRI) などの画像診断装置は、その機器の発達に伴い、診断能の向上が進み、それに伴い、臨床医学に大きな貢献を果たしている。またその情報量やソフトウェアの発達により、機能画像という面においても研究が進められている。胸部領域においても機能画像の研究が進められており、喫煙などにより肺組織の破壊が進行し呼吸不全が生じる慢性閉塞性肺疾患 (COPD) を対象とした研究では CT 画像を用いて肺組織破壊領域の定性的評価や定量的評価が行われており、また同疾患においてしばしばみられ呼吸機能低下の一因になっていると考えられている気管支壁の形態学変化についてもその定量評価が行われている。これらの画像を用いた機能評価の利点としては、より客観的な、またより詳細で正確な評価が得られることであり、この機能画像により非侵襲的に客観性の高い病勢の評価を行うことが可能になり、対象疾患の薬剤の有用性の評価や経過観察など今後の臨床医学において重要な役割を果たすと考える。

現在、胸部領域において、多くの疾患に対して、また多くの手法により機能画像の有用性が報告されているが、いずれも形態学をもとにした手法が主であり、呼吸運動に主眼をおいた報告は数少ない。形態学をもとにした解析も重要であり、更なる研究の成果が期待されるが、機能画像という側面を考えた場合や生理学的な側面からも呼吸運動の評価は非常に重要と考えられる。事実、肺気腫では起座呼吸や口すぼめ呼吸などを来すなど呼吸運動そのものに変化が起き、間質性肺炎に

おいても呼吸運動の低下がみられる。

現在までに報告のある呼吸運動評価に関してはいずれも 2 次元的な評価であり、その評価には限界がある。なぜなら、呼吸運動は肋間筋をはじめとする胸壁の運動や横隔膜の動きにより行われるが、その動きは 3 次元的なものであるからである。よって 3 次元的な評価を行うことにより、より実際の呼吸運動評価が可能になり、従来の形態学による評価と組み合わせることでこれまで以上の臨床医学に即した機能評価が可能になると考える。

この呼吸運動の 3 次元的な評価の手法開発や解析法の開発により、新たな機能画像評価が可能になり、この実現は臨床学的にも有用と考えられ、また呼吸生理学や病態生理学分野への貢献にもつながると考えている。

2. 研究の目的

CT 画像を用いた実際の呼吸運動に即した 3 次元的な呼吸運動評価法の開発とその臨床応用が本研究の目的である。

3. 研究の方法

主な対象疾患を代表的な呼吸器疾患である肺気腫や間質性肺炎、また手術が与える呼吸運動への影響の評価のため肺手術後症例とし、それぞれの解析を行う。

画像解析法に関しては開発されたソフトウェアを用いて行う。このソフトウェアを用いることで、吸気と呼気の CT から呼吸運動の定量化が可能になる。これらを用い、3 次元的な定量評価を行い、呼吸機能検査や臨床症状のスコアリングとの対比を行っていく。また形態学的な評価を元とした従来の機能画像評価の手法との対比を行い、3 次元的な

な運動評価の有用性やその位置づけを確認する。また肺手術前後の比較も行い、術式や呼吸機能検査、臨床症状と比較を行う。

また本研究を行うにあたり、主に用いる画像機器が CT になるため、その X 線被曝が問題となるが、撮影プロトコールに関しては十分な検討を行い、被曝線量の低減化を行う。また 1 回の検査の総被曝線量が ICRP (国際放射線防護委員会) や日本医学放射線学会、日本放射線技師会のガイドラインの範囲内とすることにより、X 線被曝による有害事象を防ぐことができる。

4. 研究成果

本研究において、主に以下の 2 つにおいて研究成果をあげることができた。以下にその内容を述べる。

(1) 喫煙関連の慢性閉塞性肺疾患 (COPD) における 3 次元呼吸運動評価能の有用性の検討

・方法

対象は、臨床的に COPD が疑われた 44 症例。全例において吸気・呼気 CT と呼吸機能検査を施行した。開発したソフトウェアを用い、得られた吸気・呼気 CT から X 軸方向 (左右方向)、Y 軸方向 (腹背方向)、Z 軸方向 (頭尾方向) のそれぞれの 3 次元呼吸運動量マップを作成し、全肺野における運動量を呼気 CT における肺容積にて標準化をした (mean motion magnitudes: MML)。また、一般的に用いられている CT パラメーターとして、吸気 CT における全肺野の機能肺容積 (全肺野の容積から気腫容積を除いた容積) の割合 (FLV)、呼気 CT における air trapping 容積の割合 (ATLV) をそれぞれ定量的に求めた。得られたパラメーターを用い、3 次元呼吸

運動量を含めた CT パラメーターと呼吸機能検査の関係、COPD の臨床的な病勢評価との一致率を統計学的に評価した。

・結果と考察

3 次元呼吸運動パラメーターは、X 軸方向の運動量 (MMLX) は呼吸機能検査のいずれとも有意な相関は示さなかったが、Y 軸方向の運動量 (MMLY)、Z 軸方向の運動量 (MMLZ) は呼吸機能検査における 1 秒量などと有意な相関がみられた。また、多変量解析では 1 秒量は MMLY と FLV が、1 秒率は MMLY と FLV がそれぞれ独立したパラメーターであった。病勢評価の一致率の検討においても、3 次元呼吸運動のパラメーターを用いた手法のほうが高い一致率がみられた。

これらの結果からは、COPD の機能画像の評価として、3 次元呼吸運動評価が有用性の高いパラメーターであることが示唆され、通常用いられている CT 画像による形態評価よりも 3 次元呼吸運動評価を行うことでより臨床的な病勢評価に迫ることができると考えられた。

(2) 術後肺におけるその 3 次元呼吸運動評価の有用性の検討

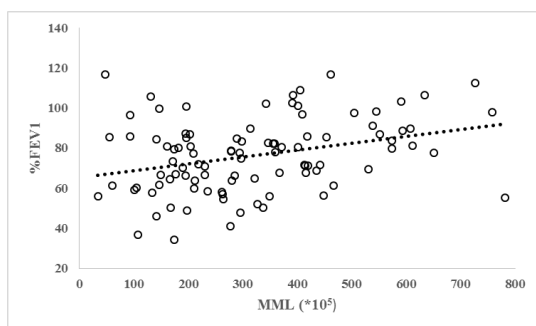
・方法

対象は肺腫瘍・結節にて肺葉切除が行われた 101 症例。全例において吸気・呼気 CT と呼吸機能検査を施行した。開発したソフトウェアを用い、得られた吸気・呼気 CT により 3 次元呼吸運動量マップを作成し、全肺野における運動量を呼気 CT における肺容積にて標準化をした (mean motion magnitudes of whole lung: MML)。また、その他に呼吸機能に影響を与えと考えられる CT パラメーターとして、吸気 CT における術側の肺容積、非術側の肺容積、肺容積における気腫性変化

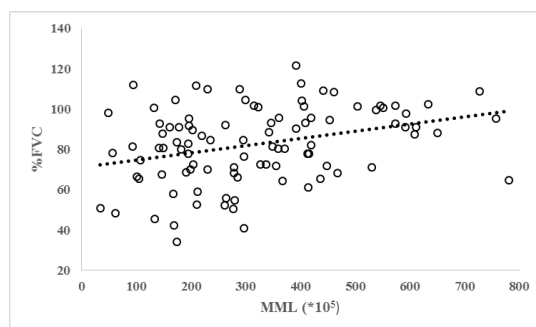
の割合をそれぞれ定量的に求めるとともに、間質影の広がりやを定性的に評価した。得られたパラメーターを用い、3次元呼吸運動量と呼吸機能検査の関係を求めるとともに、呼吸機能検査に与える影響を求めるとともに、3次元呼吸運動量、術側肺容積、非術側肺容積、気腫性変化割合、間質影の広がりの画像パラメーター、年齢、性別、術式、手術からの日数などのパラメーターを重回帰分析にて解析した。

・結果と考察

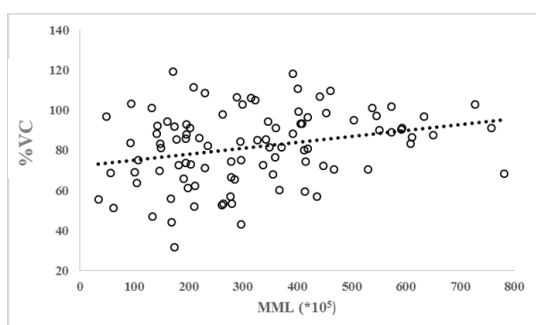
3次元呼吸運動量は、1秒量、努力性肺活量、肺活量と有意な相関がみられた。



1秒量と3次元呼吸運動量の関係



努力性肺活量と3次元呼吸運動量の関係



肺活量と3次元呼吸運動量の関係

重回帰分析では、3次元呼吸運動量は性別

とともに1秒量の独立したパラメーターであった。また、努力性肺活量では、性別、3次元呼吸運動量、術側肺容積が独立したパラメーターであり、肺活量では性別、3次元呼吸運動量、術側肺容積が独立したパラメーターであった。

これらの結果からは、術後の機能画像の評価として、3次元呼吸運動評価が一つのパラメーターであることが示唆され、CT画像による形態評価よりも3次元呼吸運動評価を行うことが術後肺機能の評価として有用性が高いと考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

Koyama H, Ohno Y, Fujisawa Y, Seki S, Negi N, Murakami T, Yoshikawa T, Sugihara N, Nishimura Y, Sugimura K. 3D lung motion assessments on inspiratory/expiratory thin-section CT: Capability for pulmonary functional loss of smoking-related COPD in comparison with lung destruction and air trapping. Eur J Radiol. 2016 Feb; 85(2): 352-9. doi: 10.1016/j.ejrad.2015.11.026. Epub 2015 Nov 24. (査読有り)

[学会発表](計4件)

Hisanobu Koyama, et al. 3D Lung Motion Assessments on Inspiratory/Expiratory Thin-Section Area-Detector CT (ADCT): Capability for Pulmonary Functional Loss and Clinical Stage Evaluation of Smoking-Related COPD in Comparison with Lung Destruction and Air Trapping. 北米放射線学会 (RSNA) 2015, 2015年11月29日~12月4日, アメリカ, シカゴ

Hisanobu Koyama, et al. 3D Motion Analysis on Inspiratory and Expiratory CT: Utility for Determining the Influence of Lung Motion to Postoperative Lung Function in 101 Oncologic Patients receiving Lobectomy. 欧州放射線学会 (ECR) 2015, 2015 年 3 月 4 ~ 8 日, オーストリア、ウィーン

Hisanobu Koyama, et al. 3D Lung Motion and Destruction Assessments from Inspiratory and Expiratory Thin-Section MDCT: Utility for Pulmonary Functional Loss and Clinical Stage Evaluation in Smokers. 第 73 回日本医学放射線学会, 2014 年 4 月 10 ~ 13 日, パシフィコ横浜 (神奈川県)

Hisanobu Koyama, et al. 3D Lung Motion and Destruction Assessments from Inspiratory and Expiratory Thin-Section MDCT: Utility for Pulmonary Functional Loss and Clinical Stage Evaluation in Smokers. 北米放射線学会 (RSNA) 2013, 2013 年 12 月 1 ~ 6 日, アメリカ, シカゴ

〔 図書 〕 (計 0 件)

〔 産業財産権 〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

〔 その他 〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

神山 久信 (KOYAMA Hisanobu)

神戸大学・医学部附属病院・講師

研究者番号 : 30546487

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :