

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 04 月 17 日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22791197

研究課題名（和文） 呼吸器機能画像における低線量画像法の開発

研究課題名（英文） Development of respiratory functional imaging by using low-dose 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

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、被曝線量の低減化について研究を行った。呼吸器疾患の一つである肺気腫における解析において、自動被曝低減装置を用いた低線量 CT にて定量的な肺野評価としては約 25% に低減化、逐次近似法を用いた低線量 CT にて定量的な気管支評価としては約 17% に低減化した状態においても呼吸器機能画像診断として有用性を保持できることを報告した。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to determine the capabilities of low-dose CT at the assessment of respiratory functional imaging. In this study, radiation exposure decreased to 25% of standard dose CT at the quantitative assessment of lung parenchyma by using automatic exposure control technique, and to 17% at the quantitative assessment of bronchus by using iterative noise reduction technique in pulmonary emphysema.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：エックス線・CT

1. 研究開始当初の背景

胸部領域においてコンピューター断層撮影（computed tomography；CT）は空間分解能が高く病理組織に近い形態学的な情報を得ることが可能であり、胸部領域においてCTの有用性はゆるぎないものになっている。その有用性は肺癌などの肺腫瘍性病変の診断のみならず、肺気腫や間質性肺炎などの閉塞性肺疾患や拘束性肺疾患などの非腫瘍性疾

患の診断においても重要な役割を担っている。また近年のCT撮影装置やソフトウェアの発達により、CTは診断のみならず、機能画像診断への応用も可能になってきている。CTを用いることの利点としては、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る。これにより病勢の非侵襲的な病勢の評価につながり、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。

CT を用いた機能画像においては非常に注目されている分野であり、多くの疾患に対して、また多くの手法により有用性が報告されている。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肺気腫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原因になると考えられている気管支壁の肥厚に関しても CT をはじめとする画像を用いた研究が進められている。

また呼吸運動や換気能が阻害される間質性肺炎領域においても、定性的な病勢評価のみならず、肺野のヒストグラムを用いた定量的な病勢評価の研究が進められている。

一方で、CT 検査においては X 線被曝が常に問題となっており、現在本邦をはじめとし、多くの X 線被曝に対する問題なども報告されている。

X 線被曝のない磁気共鳴画像 (MRI) を用いた胸部画像の報告も数多くあり、空間分解能が低い点や MRI が持つ撮像法の複雑性、撮像時間が長いなども問題点があり、日常臨床での普及には现阶段では至っていないのが現状である。CT は X 線被曝の問題があるものの、高い空間分解能を有しており、短時間での撮像や本邦における CT の高い普及率など MRI と比較して利点も数多い。

これらの状況下において、現在研究開発が進められている機能画像診断においても X 線被曝を低減した撮像法における CT (低線量 CT) を用いた手法開発や解析法の開発が重要であり、この実現は臨床学的にも有用と考える。

2. 研究の目的

現在研究が進められている呼吸器機能画像診断分野において、X 線被曝を低減した撮像法による CT (低線量 CT) を用いた手法開発や解析法の開発が本研究の目的である。

3. 研究の方法

代表的な呼吸器疾患の肺気腫、間質性肺炎、肺高血圧症における CT 画像からの定量的な病勢評価情報を開発済みのソフトウェアを用いて解析を行う。

これを通常の線量における CT と低線量 CT 画像を比較するとともに、呼吸機能検査などの生理学的な病勢評価や心臓超音波や磁気共鳴画像などの他の画像検査における病勢評価と対比を行った。

撮像プロトコルに関しては十分な検討を行い、被曝線量の低減化を行った。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いだ。

なお、本研究における計画遂行において施設内倫理委員会の承諾のもとに行った。

4. 研究成果

研究期間内において、主に 3 つの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) 自動被曝低減装置を用いた低線量 CT のにおける肺気腫を対象とした呼吸器機能画像の研究

CT 検査における X 線被曝の低減化の手法の一つとして、自動被曝低減装置 (automatic exposure control ; AEC) を用いた CT 撮像がある。肺気腫領域の機能画像評価として、自動被曝低減装置を用いた低線量 CT と通常線量における CT の画像データの解析と比較を行い、以下のような結果を得た。

① 自動被曝低減装置を用いた低線量 CT と通常線量における CT での被曝線量の比較において、自動被曝低減装置を用いた低線量 CT では平均約 75% の線量が低下していた。

② 通常線量の CT での画像指標 (%LAA₋₉₅₀) と比較した場合、自動被曝低減装置を用いた低線量画像における指標では至適域値を変化させることで、通常線量との有意差がない状態になる (図 1 参照)。

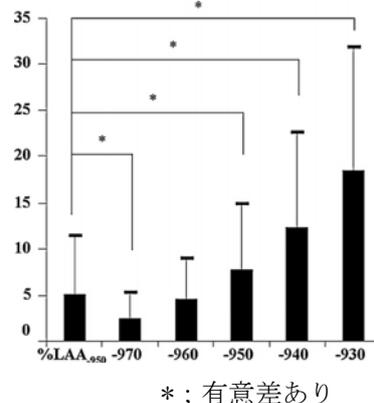


図 1 ; 通常線量と自動被曝低減装置を用いた低線量化させた画像による画像指標の比較 (Koyama H, et al. Eur J Radiol. 2012 Jun;81(6):1330-4. より引用)

③ 自動被曝低減装置下低線量 CT にて至適域値を用いた場合と通常線量における CT での機能画像評価の比較における呼吸機能評価では強い相関関係が見られた (図 2 参照)。

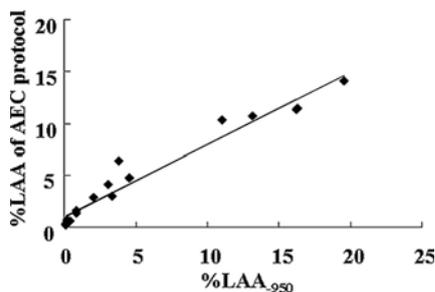


図 2 ; 通常線量と自動被曝低減装置下低線量 CT で得られた画像指標における相関 (Koyama H, et al. Eur J Radiol. 2012 Jun;81(6):1330-4. より引用)

機能画像評価において自動被曝低減装置を用いた低線量 CT での至適域値の決定時には、至適域値を変化させる必要があるが、これにより自動被曝低減装置を用い、約 25%に線量を低減させた低線量 CT においても通常線量と同程度の呼吸機能評価が可能であるという結論に至った。この研究結果に関しては学術雑誌のひとつである European Journal of Radiology に掲載された。

自動被曝低減装置を用いた低線量化の手法は後述する逐次近似法による画像と組み合わせることで、画質を担保しながら更なる線量の低減化に結びついていくものと考えられる。これをふまえると、本研究における報告は自動被曝低減装置を用いた呼吸器機能画像の一つの指針になり得ると考える。

(2) 気管支内腔容積計測という新しい機能画像評価法についての研究

肺気腫における機能画像診断では、上述した肺野の評価以外に、気管支の評価も必要である。ただし、より細かな部分の気管支評価において低線量 CT ではその画質低下により評価が困難になってくることが予想される。そこで、気管支内腔容積計測という新しい機能画像評価法についての研究を行い、以下の結果が得られた。

① 気管支内腔容積計測、通常用いられている肺野評価法、気管支壁面積評価法で得られた指標と呼吸機能検査との比較

肺気腫における気流制限の指標の一つである 1 秒量との比較では、気管支内腔容積計測が最も相関が強い状態であった。

② 気管支内腔容積計測、通常用いられている肺野評価法、気管支壁面積評価法で得られ

た指標の肺気腫群と肺気腫ではない群の比較

気管支内腔容積計測を用いた場合と気管支壁面積評価法にて両者に有意な差がみられた。また気管支壁面積評価法と比較して、気管支内腔容積計測法のほうが両群において差が見られた。

これらの結果から、呼吸器機能画像診断の一つの指標として、気管支壁面積評価法がなり得るという結論に至った。この研究結果に関しては学術雑誌のひとつである British Journal of Radiology に掲載された。この新しい指標を用いることで、低線量 CT においても気管支評価が可能になってくると考える。

(3) 逐次近似法 (Iterative Noise Reduction Technique) を用いた低線量 CT における肺気腫を対象とした呼吸器機能画像の研究

現在、低線量 CT で主流となりつつある逐次近似法 (Iterative Noise Reduction Technique) という技術を用いて更なる低線量化を行うとともに、肺気腫における気管支評価の研究を行った。機能画像の手法としては、上述した気管支内腔容積評価と気管支壁面積評価という評価法を用いた。

これにより呼吸器機能画像評価において、低線量 CT で取得した画像の再構成時に逐次近似法を用いた画像評価と用いなかった場合の画像評価を通常線量 CT と比較した場合、用いた場合は通常線量における評価とほぼ同等の結果を得ることができた。これにより、通常線量と比較して、約 17%に軽減した場合においても機能画像評価は可能であることが示唆された。具体的な結果については以下の通りである。

① 逐次近似法を用いた画像評価では標準線量で得られた画像評価と強い相関が見られた。

② 気管支内腔容積評価において、逐次近似法を用いた画像評価と標準線量で得られた画像評価のばらつきが軽減するとともに、呼吸機能検査との有意な相関が見られた。

この研究成果を、北米放射線学会 (RSNA)、欧州放射線学会 (ECR) にて発表を行い、また国内においても日本医学放射線学会総会にて発表した。この研究において、低線量下の CT においても、気管支の定量評価は可能であることが証明され、通常の診断のみならず、機能画像という面においても低線量化が可能であると考えられた。

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2件)

① Koyama H, Ohno Y, Nishio M, Takenaka D, Yoshikawa T, Matsumoto S, Nishimura Y, Sugimura K.

Three-dimensional airway lumen volumetry: comparison with bronchial wall area and parenchymal densitometry in assessment of airway obstruction in pulmonary emphysema.

Br J Radiol. 2012 Dec;85(1020):1525-32. doi: 10.1259/bjr/22602417.

Epub 2012 Aug 29.

(査読有り)

② Koyama H, Ohno Y, Yamazaki Y, Matsumoto K, Onishi Y, Takenaka D, Yoshikawa T, Nishio M, Matsumoto S, Murase K, Nishimura Y, Sugimura K.

Reduced-dose chest CT with 3D automatic exposure control vs. standard chest CT: quantitative assessment of emphysematous changes in smokers' lung parenchyma.

Eur J Radiol. 2012 Jun;81(6):1330-4. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.03.037.

Epub 2011 Jun 24.

(査読有り)

[学会発表] (計5件)

① 神山 久信, 他。

肺気腫患者の気管支定量評価における低線量CTの有用性の検討

第72回日本医学放射線学会

2013年4月11～14日, 横浜

② Hisanobu Koyama, et al.

The utility of adaptive iterative dose reduction using three dimensional processing (AIDR 3D) for quantitative bronchial assessment on low-dose thin-section MDCT in patients with pulmonary emphysema in comparison with filter back projection

欧州放射線学会 (ECR) 2013

2013年3月7～11日, オーストリア、ウィーン

③ Hisanobu Koyama, et al.

Adaptive Iterative Dose Reduction using Three Dimensional Processing (AIDR 3D) vs. Filter Back Projection: Utility for Quantitative Bronchial Assessment on

Low-doseThin-Section MDCT in Patients with Pulmonary Emphysema

北米放射線学会 (RSNA) 2012

2012年11月25～30日

アメリカ、シカゴ

④ 神山 久信, 他。

3D Airway Lumen Volumetry: Comparison to bronchial wall area and parenchymal densitometry in assessment of airway obstruction

第71回日本医学放射線学会総会・学術集会

2012年4月12～15日, 横浜

⑤ Hisanobu Koyama, et al.

Quantitative Bronchial Luminal Volumetric Assessment of Airflow Limitation on Thin-Section MDCT in Pulmonary Emphysema Patients

The 2nd Asian Congress of Thoracic Radiology, 2011年5月13～14日, 京都

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