

氏 名	廣 瀬 朋 宏
学 位 の 種 類	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	博 士 第 6 1 1 号
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
学 位 授 与 年 月 日	平 成 2 2 年 3 月 2 5 日
学 位 論 文 題 目	Evaluation of Computer-aided Diagnosis (CAD) Software for the Detection of Lung Nodules on Multidetector Row Computed Tomography (MDCT):JAFROC Study for the Improvement in Radiologists' Diagnostic Accuracy  (MDCT 画 像 を 用 いた 肺 結 節 検 出 用 コ ン ピ ュ ー タ ー 支 援 診 断 ソ フ ト ウ ェ ア の 評 価 : JAFROC 解 析 に よ る 放 射 線 科 医 の 診 断 精 度 向 上 の 評 価 )
審 査 委 員	主 査 教 授 三 ッ 浪 健 一 副 査 教 授 小 森 優 副 査 教 授 犬 伏 俊 郎

## 論文内容要旨

※整理番号	616	(ふりがな) 氏 名	ひろせ ともひろ 廣瀬 朋宏
学位論文題目	Evaluation of Computer-aided Diagnosis (CAD) Software for the Detection of Lung Nodules on Multidetector Row Computed Tomography (MDCT): JAFROC Study for the Improvement in Radiologists' Diagnostic Accuracy (MDCT 画像を用いた肺結節検出用コンピューター支援診断ソフトウェアの評価: JAFROC 解析による放射線科医の診断精度向上の評価)		
目的	<p>我々は MDCT (multi-detector row computed tomography) 画像における肺結節検出用コンピューター支援診断 (CAD : computer-aided diagnosis) ソフトウェアの有用性を JAFROC (Jackknife free-response receiver operating characteristic) 解析を用いて、肺結節検出における放射線科医の診断精度の向上について評価した。</p>		
方法	<p>対象症例は、滋賀医科大学附属病院で撮影された胸部の MDCT 画像 21 症例で、肺結節を有する 15 症例と肺結節を有しない 6 症例である。再構成関数は肺野用の高分解能関数を用い、画像スライス厚は 1mm、スライス間隔は 1mm、マトリックスサイズは 512x512 ピクセルであった。</p> <p>2 名の放射線科専門医 (経験年数 7 年と 18 年) が個別に、全ての胸部 MDCT 画像をモニター上で読影し、肺結節の場所を記録した。また CAD の検出結果に対しても、個別に肺結節の有無を判断した。その後、2 人の結果を突き合わせ、肺結節の有無について結果が異なった場合には、合議制で結節の有無を決定し、"Gold standard"とした。今回の読影実験の目的は、肺結節の検出精度の検討であるので、肺結節の良悪性や臨床的意義については考慮しなかった。</p> <p>肺結節の総数は 49 個であり、肺結節を有する症例での各々の結節の総数は、1 から 8 個、サイズは 1.5-15mm、平均径は 4.5mm であった。4mm 以上の結節は 25 個 (51.0%) であった。読影実験には 6 名の放射線科専門医 (経験年数 8-23 年) が参加した。読影は CAD ソフトウェアのビューアーモードにてモニター診断で行った。読影者は、まず CAD ソフトウェアの解析結果を用いないで読影し、その後 CAD が示す肺結節候補を参照して再度読影する連続観察実験をおこなった。それぞれの肺結節に対して、位置をソフトウェアに保存し、確診度を連続確信度法で記録した。</p>		

- (備考) 1. 論文内容要旨は、研究の目的・方法・結果・考察・結論の順に記載し、2千字程度でタイプ等で印字すること。
2. ※印の欄には記入しないこと。

評価方法は FROC (Free-response receiver operating characteristic) 解析、FOM (Figure of merit)、JAFROC 解析を用いて、CAD を用いない読影結果と、CAD を用いた読影結果を比較した。

### 結果

肺結節の総数は 49 個であり、CAD による肺結節候補は 55 個で、そのうち真陽性 35 個、偽陽性 20 個であった。CAD が指摘していない肺結節は 14 個であり、sensitivity は 71.4%であった。CAD の偽陽性は 1 症例あたり、0.95 個であった。CAD が見落とした肺結節は、胸壁に接する肺結節が 9 個、気管や血管に接した肺結節が 5 個であった。症例ごとの見落とし数は 4 個が 1 例、2 個が 3 例、1 個が 4 例であった。

CAD ソフトウェアの使用によって、放射線科医の肺結節検出の感度の平均値は 39.5%から 81.0%に改善したが、偽陽性の平均数は症例あたり 0.14 から 0.89 に増加した。

FROC 曲線では FP が 1 画像あたり 0.14 個の場合で感度が 39.5%から 61.2%に向上した。6 人の読影者の平均 FOM は CAD を用いない場合は 0.381 で、CAD を用いた場合は 0.771 であった。JAFROC 解析の結果は、FOM は 6 人すべてで、CAD を用いることにより向上していた。6 人の平均 FOM は、CAD を用いない場合と、用いた場合では、p value が 0.0001 未満であり、統計的有意差を認めた。

### 考察

CAD ソフトウェアは、「第 2 の放射線科医」として、放射線科医が肺結節を検出する能力を高めるために開発された。我々の観察実験により、放射線科医の肺結節の検出感度が、CAD ソフトウェアを使用することによって 6 人の平均が 39.5%から 81.0%に改善できることが分かった。注目すべきは、6 人の放射線科医の平均感度が CAD ソフトウェア (71.4%) の感度を上回ったことである。

CAD ソフトウェアの使用によって 6 人の放射線科医の偽陽性の平均数は、症例あたり 0.89 と増加したが、この数は CAD ソフトウェアのみ (0.95) より小さい。したがって、放射線科医は、CAD によって提供された価値のある情報を選択することによって、CAD 出力を非常に有効に使用することができた。

### 結論

胸部 CT における肺結節の検出精度は、CAD ソフトウェアを利用した方が、CAD ソフトウェアを利用しない従来の読影と比較して、統計的有意差を持って改善されていることが示された。

MDCT 画像による肺結節検出用の CAD ソフトウェアは、放射線科医師の診断精度を向上させることにより放射線科医師を支援する可能性がある。この CAD ソフトウェアを使用することにより、感度が改善し偽陽性が減少することが期待され、画像診断を支援するために、CAD ソフトウェアが臨床的に使用されることが期待される。



### 学位論文審査の結果の要旨

整理番号	616	氏名	廣瀬 朋宏
論文審査委員			
(学位論文審査の結果の要旨)			
<p>本論文は MDCT (multi-detector row computed tomography) 画像における肺結節検出用コンピューター支援診断 (CAD) の有用性を JAFROC (Jackknife free-response receiver operating characteristic) 解析を用いて検討したもので、以下の点を明らかにした。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. CAD 使用により、読影者の平均検出感度が改善し、CAD のみの感度を上回った。偽陽性の平均数は増加したが、CAD のみより小さかった。</li><li>2. FROC 曲線では感度が向上し、読影者の平均 FOM (figure of merit) は CAD を用いない場合より向上した。</li><li>3. JAFROC 解析により、全読影者で CAD 使用による FOM 向上を認めた (<math>p &lt; 0.0001</math>)。</li></ol> <p>本論文は、肺結節検出用 CAD の有用性を JAFROC 解析という新しい方法で証明したものであり、最終試験として論文内容に関連した試問を受け、博士 (医学) の学位論文に値するものと認められた。</p>			
(平成 22 年 1 月 25 日)			