

主論文の要旨

**Quantitative evaluation of interstitial pneumonia  
using 3D-curved high-resolution CT imaging  
parallel to the chest wall: A pilot study**

胸壁並行断面CTを用いた  
間質性肺炎の定量評価法に関する初期的検討

名古屋大学大学院医学系研究科 総合医学専攻  
高次医用科学講座 量子医学分野

(指導：長縄 慎二 教授)

馬越 弘泰

## 【緒言】

間質性肺炎 (Interstitial Pneumonia : IP) は肺間質を主体に炎症や線維化を生ずる病態であり、1mm 以下の厚みで全肺野を評価できる高分解能 CT (High-Resolution CT: HRCT) は、IP の診断・病勢評価において重要な役割を果たしている。HRCT による IP の病勢評価は、現在は放射線科医が視覚的に行っていることがほとんどであるが、評価者内あるいは評価者間での誤差が問題となっている。このため、コンピューターを用いて IP を客観的に定量評価する Computer-Aided Diagnosis (CAD) システムの開発が求められているが、未だ決定的なシステムの開発には至っていない。IP の CAD による定量評価の問題点の一つとして、コンピューターでは IP の線維化を示す高吸収域と血管等の正常肺構造の分離が困難である点が挙げられ、この傾向は特に肺構造が複雑な肺門部で顕著である。そこで我々は、肺野辺縁域には IP の陰影が好発する一方、太い脈管等の高吸収構造が少ないという画像解剖学的特徴に着目し、胸壁から一定の深さに沿った再構成画像 (胸壁並行断面 CT; Figure1) の吸収値解析により、肺癌患者における IP の病勢の定量評価と呼吸機能検査との対比を試みた。

## 【対象及び方法】

2006 年 4 月から 2011 年 12 月に肺癌の術前精査目的で HRCT・呼吸機能検査を当施設で施行された症例のうち、両肺に肺癌を認めた症例を除外し、IP を合併していた 48 症例、IP を認めなかった症例の中からランダムに抽出された 47 症例 (男性 72 例、女性 23 例) を後方視的に解析した。肺癌病変による影響を除くため、健側肺のみを評価した。視覚的に IP の病勢を non-IP (47 例)、mild IP (31 例)、moderate IP (17 例) に分類し(non-IP・moderate IP の代表例を Figure2・3 にそれぞれ示す)、同時に肺気腫についても Goddard score に準じて肺気腫なし(0)~高度肺気腫(4)の 5 段階で評価を行った。胸壁から 1cm の深さの胸壁並行断面 CT をソフトウェアで再構成し、-500HU より高吸収を示す領域の割合 (% high attenuation area: %HAA)、-950HU よりも低吸収を示す領域の割合 (% low attenuation area: %LAA) を算出し、検討に使用した。視覚的な IP 評価により分類された各群間の%HAA・%LAA や呼吸機能検査値を ANOVA で比較した。%DLCO と%HAA・%LAA の相関の検討には多変量回帰分析と t 検定を用いた。さらに、肺拡散能低下を%DLCO<80%と定義し、肺拡散能正常・低下の 2 群間の%HAA・%LAA の t 検定、多変量ロジスティック解析を行った。有意水準は P<0.05 とした。

## 【結果】

患者背景や視覚的評価、%HAA・%LAA、呼吸機能検査の結果は Table1 の通りである。non-IP、mild IP、moderate IP 各群の%HAA はそれぞれ 3.2±0.9%、3.9±1.2%、6.9±2.2%で、%LAA はそれぞれ 27.7±8.2%、27.6±5.9%、25.4±8.7%であった(Table2)。%HAA は 3 群間で有意差を認めたが(P<0.001)、%LAA には有意差は見られなかった(P=0.558)。重回帰分析(Figure4)では、肺拡散能%DLCO と%HAA の偏回帰係数は-0.453、%LAA は

-0.447 でいずれも有意な負の相関を示した(各々 $P<0.001$ )。肺拡散能による分類では、肺拡散能低下群(25例)の%HAA・%LAAはそれぞれ $4.8\pm 2.5\%$ 、 $29.1\pm 8.7\%$ 、正常群では $3.9\pm 1.5\%$ 、 $26.6\pm 7.2\%$ で、%HAAについては有意差を認めた( $P=0.011$ 、 $0.080$ )。ロジスティック解析(Table3)では、%HAA(オッズ比 1.614)と%LAA(オッズ比 1.111)はともに肺拡散能低下に対する有意な予測因子と考えられた。

### 【考察】

我々の考案した胸壁並行断面 CT により算出される%HAAはIPの視覚的病勢評価と一致し、%HAA・%LAAはともに肺拡散能と有意な相関を示すことが示された。また、%HAA・%LAAは肺拡散能低下の独立した予測因子と考えられた。これらの点により、胸壁並行断面 CT は IP の定量的評価に応用可能と考えられる。

過去に報告されている IP 定量評価の CAD システムは、全肺野を種々の画像パターンに分類し数値化するものが多いが、特に肺門部での気管・血管等の正常構造の誤認識が多く、手作業による修正を要する場合がある。一方、胸壁並行断面 CT では評価領域を肺野辺縁に限定することで正常構造の誤認識による影響を低く抑え、間質性変化のみをより鋭敏に描出出来ると考えられる。

今回、我々は事前検討の結果を元に HAA の閾値を-500HU に設定した。-500HU 以上の吸収値が肺野の線維化や炎症を反映しているとの過去の報告も見られ、これに一致している。一方、LAA の閾値である-950HU は過去に肺気腫の CT 画像/病理学的検討で報告されているものであり、%LAA はすでに肺気腫の指標として活用されている。LAA は肺気腫の他に、IP で見られる蜂巢肺や airspace enlargement with fibrosis の嚢胞性変化も反映していると思われる。これらは数値上では鑑別できないが、いずれもガス交換を行う肺間質の減少を示しており、%HAA と %LAA を併せて評価することで肺拡散能の低下をより適切に予測することができると思われる。また、肺野の線維化と肺気腫が併存する気腫合併肺線維症(Combined Pulmonary Fibrosis and Emphysema : CPFE)の評価にも応用可能となる可能性がある。

今回の研究の問題点として、単施設の後方視的研究である点、既存の肺癌の影響を考慮していない点、CT 画像による評価のみを行っており IP の病理学的検討がなされていない点、肺癌の手術適応がある患者のみであることから高度の IP や肺気腫を有する症例が対象から除外されている点が挙げられる。

### 【結論】

胸壁から一定の深さの画像を再構成した胸壁並行断面 CT により算出される %HAA、%LAA は IP の視覚的評価や肺拡散能と相関し、IP の新たな定量的指標となり得る。