

1. CTによるCOPDの定量解析

松岡 伸 / 山城 恒雄 / 小徳 暁生 / 松下 彰一郎
藤川 あつ子 / 八木橋 国博 / 栗原 泰之 / 中島 康雄

聖マリアンナ医科大学放射線医学講座

胸部CTは、日常診療において各種胸部疾患の診断や治療効果判定等に不可欠であるが、基本的には形態診断を行う検査法である。一方で、画像を用いた呼吸機能診断は、今までは核医学検査がその役割を担ってきたが、近年のmulti detector-row CT (MDCT)の発達、画像解析ソフトウェアを用いたCT定量解析方法の開発、および呼気CTや呼吸dynamic CT等を用いることで、胸部CTは各種胸部疾患の形態的な評価のみならず、呼吸機能画像としてさまざまな情報も提供し、各種肺疾患の病態生理の解明や、治療に対する定量的な効果判定等にも寄与している。

本稿では、CTによる呼吸機能画像の研究が最も進んでいる慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease : COPD) を中心として、その病態を形成する肺気腫、中枢気道・末梢気道病変、そして末梢肺血管病変のCTによる定量的評価方法をそれぞれ紹介し、胸部CTを用いることによって現在どのような呼吸機能情報を得ることが可能なか解説する。なお、本稿では一般的なCTと、ImageJ等のフリーのソフトウェアがあれば解析が可能な定量解析を中心に解説する。

COPDと呼吸器機能画像

COPDは、完全には可逆性ではない気流制限によって特徴づけられる閉塞性肺疾患であり、肺病変と気道性病変が種々の割合で複雑に関与して気流閉塞が生じる。COPDにおける気流制限は、末梢気道自体の炎症やリモデリング、あるいは肺気腫による末梢気道弾性力低下等によって末梢気道が閉塞することで生じると報告されている^{1), 2)}。

このように、COPDでは、肺病変と気道性病変が種々の割合で複雑に閉塞性換気障害に関与しており、CTによる定量的評価でも「肺気腫」や「気道性病変」を個別に評価する必要がある³⁾。また、COPDは気道性病変や肺気腫病変による閉塞性換気障害以外にも、比較的早期から肺末梢血管障害が生じ^{4), 5)}、肺内外での血管改変 (vascular remodeling) もCOPDにおける重要な病態の一つである。

肺気腫のCT定量解析

肺気腫は、肺胞壁の破壊・消失による終末細気管支より末梢の気腔の非可逆的拡張である。肺気腫は、形態的に小葉中心性肺気腫、汎小葉性肺気腫、および傍隔壁型肺気腫の3つに分類されている。

CT画像において、肺気腫領域は正常部と比較して組織量が減少するため、正常肺野の吸収値と比較して低く、低吸

収域 (low attenuation area : LAA) として描出される。このため、肺気腫は視覚的にもCTによる検出は比較的容易である。肺気腫の形態的な重症度の指標として、CTによる気腫性病変の定量化が古くから試みられてきた。これは、基本的に肺気腫の単純な広がりを評価する方法であり、CTによる定量化は肺気腫のCT値が正常肺の吸収値よりも低いという原理を基にさまざまな方法が提案されており、肺野の平均CT値、CT値で規定した閾値以下の気腫領域面積の全肺野面積に対する相対値、肺野CT値のヒストグラム解析による指標などが用いられている。このうち、最も代表的な肺気腫の広がりの指標は、ある一定の肺野吸収値の閾値以下のCT値を有する領域を気腫性病変と定義して、その気腫性病変の全肺野に対する相対面積を求める方法であり、一般的に% LAA (% low attenuation area) と表記される (図1)。この肺気腫を規定するCT値の閾値は、病理標本との対比によって算出されているが、high-resolution CT (HRCT) による検討において、Gevenoisらは、-950HUを閾値とすると病理学的な気腫性病変との相関が最も良好であると報告した⁶⁾。この報告以降は、HRCTにおいて肺気腫の定量的評価を行う閾値は、-950HUないし-960HUを用いることが一般的となっている。

CTによる肺気腫の形態診断では、症状や呼吸機能検査で異常を認めるより早期に肺気腫病変を検出できるとされ、肺気腫の早期検出が可能である。また、上記のようなCT値による肺気腫の広が