

FDG uptake heterogeneity evaluated by fractal analysis improves the differential diagnosis of pulmonary nodules

三輪, 建太

<https://doi.org/10.15017/1500540>

出版情報：九州大学, 2014, 博士（保健学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名： 三輪 建太

論 文 名： FDG uptake heterogeneity evaluated by fractal analysis improves the differential diagnosis of pulmonary nodules
(肺結節病変の ^{18}F FDG 集積分布の不均一性による良悪性鑑別)

区 分： 甲

論 文 内 容 の 要 旨

肺結節病変の良悪性を正しく鑑別診断することは適切な治療法を選択する上で重要である。通常は computed tomography (CT) による形態診断を中心に診療が進められるが、しばしば鑑別が困難な症例がある。一方、腫瘍の糖代謝を用いて診断する方法として ^{18}F -2-fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDG) を用いた positron emission tomography (PET) /CT 検査があり、形態診断のみでは困難な症例の鑑別診断に有用であることが知られている。PET/CT の判定診断には、一般的に簡易的定量指標として FDG 集積の強度を反映した maximum standardized uptake value (SUV_{max}) が利用されている。しかし SUV_{max} は腫瘍内で最も活動性が高い領域のみを考慮しており、腫瘍全体の代謝を反映していない。さらに PET 装置の低い空間分解能に起因して、腫瘍サイズの違いにより SUV_{max} が変動する部分容積効果による影響が指摘されており、より安定な定量指標が求められている。

我々は以前に画像の不均一性を解析する方法として濃度フラクタル解析を考案し、病変によって解析結果が異なることを報告した。濃度フラクタル解析により算出する濃度フラクタル次元 (density-fractal dimension: d-FD) は不均一性を示す指標であり、値が高いほど高い集積不均一性を示す。肺結節病変の PET 画像に対しても本手法を応用することで、従来の FDG 集積の強度による評価と異なる観点からの判断が可能になると期待する。本研究では、肺結節病変における FDG 集積の不均一性が鑑別診断に有用か否かについて検討した。

FDG PET/CT 検査を施行して肺結節病変が観察され、その後病理により確定診断が得られた 54 症例 (肺癌 35 例、炎症疾患 19 例) を対象とした。肺結節が最も大きく描出される横断面で腫瘍全体を覆うように ROI を設定した。ROI 内の閾値を変化させて二値化を作成し、各々の画像の白画素の数に対してピクセルカウンティングを行った。最大値に対する閾値の変化量と白画素のピクセル数の対数を取り、回帰直線の傾きを d-FD とした。PET 画像から d-FD と SUV_{max} を算出した。d-FD、 SUV_{max} のいずれも良悪性間で有意差が得られた ($p < 0.05$)。 SUV_{max} は悪性の方が高値を示したが、d-FD は良性が高値を示した。これは、炎症疾患は FDG 集積が低く、集積分布が不均一であることを示している。肺癌と炎症とのカットオフを 0.02665 (d-FD)、4.244 (SUV_{max}) とした場合、d-FD の正診率 (77.8%) は SUV_{max} (68.5%) に比べて高かったが、統計的有意差は認められなかった。また、腫瘍サイズ依存性については、 SUV_{max} は部分容積効果の影響で腫瘍サイズが小さいほど低値を示したが、d-FD は腫瘍サイズに依存せず安定した定量値を示した。d-FD と SUV_{max} との関係はほとんど相関 ($r=0.31, p<0.05$) がみられなかった。それらの結果は、d-FD と SUV_{max} は共に鑑別診断に有用であるが異なる情報を提供することを示している。さらに、古典的な構造フラクタル解析を用いて肺結節病変の辺縁の複雑性を示す構造フラクタル次元 (morphological-fractal dimension:

m-FD) を PET/CT の CT 画像から算出した。m-FD と d-FD もしくは SUV_{max} と組み合わせ診断することで有意に診断能 (m-FD + d-FD, 94.4%; m-FD + SUV_{max} , 92.6%) が改善した。

以上のことから、PET/CT 画像に対する濃度フラクタル解析は肺結節病変の良悪性鑑別に有用であることが明らかになった。PET/CT 画像に対して投与量や体重などの情報なしに簡便な解析が可能であるので、 SUV_{max} の補助的な指標として臨床での利用も十分に期待できる。