

氏 名 (本籍)                    いと            う            けん            と  
伊            藤            健            吾

学 位 の 種 類                    医            学            博            士

学 位 記 番 号                    医            第            1 8 8 2            号

学 位 授 与 年 月 日                昭 和   6 2   年   2 月   2 5   日

学 位 授 与 の 要 件                学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当

最 終 学 歴                        昭 和 5 5 年 3 月  
   東 北 大 学 医 学 部 医 学 科 卒 業

学 位 論 文 題 目                    X 線 C T 及 び ポ ジ ト ロ ン C T に よ る 肺 密 度 の 定 量  
   化 に 関 す る 研 究

(主 査)

論 文 審 査 委 員   教 授   松   沢   大   樹            教 授   今   野            淳

   教 授   坂   本   澄   彦

# 論文内容要旨

## はじめに

肺水腫、間質性肺炎、放射線肺炎などのび慢性肺疾患の診断は主にX線写真によってなされている。しかし、疾患による肺組織の密度の変化をX線透過性の変化としてフィルム上に反映するX線写真ではその診断において客観性と定量性に欠け、又撮影条件にも左右される。従って早期発見、病態の正確な把握は困難である。そのため疾病による肺密度の変化を直接知る、即ち肺密度を定量化出来れば有力な診断情報となると考えられる。本研究ではX線CT（以下X-CT）とポジトロンCT（positron emission computed tomography, 以下PET）により肺密度を定量化して両者を比較検討するとともに実際にび慢性肺疾患の定量的診断を試みた。さらに肺密度の定量化により肺における標識化合物の集積を密度補正することが可能となるのでこれを $^{11}\text{C}$ -メチオニンによる肺腫瘍イメージングに応用してその意義を検討した。

## 方法と対象

① X-CTによる肺密度の定量化：X-CTのCT値が肺密度の指標となることを確認するため含水量の異なるスポンジを用いてファントム実験を行なった。実際の測定は肺野全体と肺野に設定した13個の関心領域について平均CT値を求めた。

② PETによる肺密度の定量化：トランスミッションスキンのカウントが組織密度を表現していることを確認するためにX-CTと同様のファントム実験を行った。さらにRhodesらの方法に準じて $^{11}\text{C}$ CO吸入法により肺密度、血液量、肺血管外密度を求めた。

③ 肺腫瘍への標識化合物集積の密度補正： $^{11}\text{C}$ -メチオニンによる肺腫瘍イメージングでは標識化合物の集積を定量的に評価するため differential absorption ratio（以下DAR）という指標を導入している。今回は同一の症例で $^{11}\text{C}$ -メチオニンによる肺腫瘍イメージングと $^{11}\text{C}$ CO吸入法による肺密度の定量化を行ない、DAR値の密度補正を行なった。

対象としたのは肺密度の定量化では正常例としてX-CT 13例、PET 5例であり、疾患例はX-CT、PET 共通で8例（慢性閉塞性肺疾患= chronic obstructive pulmonary disease, 以下COPD 3例、放射線治療後の肺癌3例、珪肺1例、慢性心不全1例）である。又腫瘍への標識化合物集積の密度補正は別に肺癌4例、珪肺1例について行なった。

## 結 果

① 正常例について：ファントム実験の結果ではX-CTのCT値、PETのトランスミッショ

ンスキャンにおけるピクセルあたりのカウントは密度と直線関係にありともに密度の指標となることがわかった。正常例ではX-CTで肺密度  $0.25 \pm 0.05 \text{ gcm}^{-3}$ ，PETで肺密度  $0.35 \pm 0.03 \text{ gcm}^{-3}$ ，血液量  $0.19 \pm 0.01 \text{ mlcm}^{-3}$ ，肺血管外密度  $0.15 \pm 0.02 \text{ gcm}^{-3}$  であった。X-CT，PET共に胸壁に沿った肺密度のプロフィールの解析により重力効果による血液量分布の差を明らかに出来た。

② 疾患例について：X-CT，PETとも予想される肺密度の変化を検出可能であった。X-CTとPETによる測定値は良好な相関を示した。COPDでは3例とも肺密度が低下し血液量も程度の差はあるものの低値であった。放射線治療後の肺癌の症例では健常側に比して照射側で肺血管外密度が高い傾向が見られたが血液量は症例によりまちまちであった。一方珪肺では肺血管外密度の上昇が明らかであったが血液量は正常であった。

③ 肺腫瘍への標識化合物集積の密度補正：肺癌では密度補正を行なったDAR値は症例により差があるものの肺野よりも明らかに高値であった。一方珪肺では肺野も高いDAR値を示し補正後では結節部よりも肺野の方が高値を示した。

## 考 案

本研究のようにX-CTとPETを使用して肺密度を定量化し比較検討した報告はない。X-CTの簡便さとPETによる詳細な解析を組み合わせれば慢性肺疾患の定量的診断が可能となり、及び慢性肺疾患における肺の病態を知る上で有力な情報が得られることがわかった。これらの知見により慢性肺疾患の診断がより客観的、定量的となり、胸部X線写真の読影にもフィードバックされることが期待できる。又腫瘍への標識化合物集積の密度補正では集積の正確な評価が可能となり腫瘍の viability，良悪性の鑑別にも役立つことが示唆された。又、この手法は肺組織そのものの代謝活性を定量化する場合にも役立つ手法である。以上X-CT及びPETによる肺密度の定量化は慢性肺疾患の定量的診断に有用であり、本法の応用により肺での標識化合物集積を正確に評価することが可能になると思われる。

## 審 査 結 果 の 要 旨

本研究はX線CT（以下X-CT）とポジトロンCT（positron emission tomography, 以下PET）により肺密度を定量化して両者を比較検討するとともに実際にび慢性肺疾患の定量的診断を試みている。さらに肺密度の定量化により肺における標識化合物の集積を密度補正することが可能となるのでこれを $^{11}\text{C}$ -メチオニンによる肺腫瘍イメージングに応用してその意義を検討した独創的内容を持っている。

研究の成果として

①正常例について：ファントム実験の結果ではX-CTのCT値，PETのトランスマッションスキャンにおけるピクセルあたりのカウントは密度と直線関係にあり，ともに密度の指標となることを証明した。正常例ではX-CTで肺密度  $0.25 \pm 0.05 \text{ g cm}^{-3}$ ，PETで肺密度  $0.35 \pm 0.03 \text{ g cm}^{-3}$ ，血液量  $0.19 \pm 0.01 \text{ ml cm}^{-3}$ ，肺血管外密度  $0.15 \pm 0.02 \text{ g cm}^{-3}$ であった。X-CT，PET共に胸壁に沿った肺密度のプロファイルの解析により重力効果による血液量分布の差を明らかにした。

②疾患例について：X-CT，PETとも予想される肺密度の変化を検出可能であり，X-CTとPETによる測定値は良好な相関を示したことを認めた。COPD（chronic obstructive pulmonary disease）では3例とも肺密度が低下し血液量も程度の差はあるものの低値であることを証明した。放射線治療後の肺癌の症例では健常例に比して照射例で肺血管外密度が高い傾向が見られたが血液量は症例によりまちまちであり，一方珪肺では肺血管外密度の上昇が明らかであったが血液量は正常であることを明らかにした。

③肺腫瘍への標識化合物集積の密度補正：肺癌では密度補正を行なったDAR（differential absorption ratio）値は症例により差があるものの肺野よりも腫瘍部で明らかに高値である事を証明した。一方珪肺では肺野も高いDAR値を示し補正後では腫瘍部よりも肺野の方が高値を示すことを明らかにした。

以上X-CT及びPETによる肺密度の定量化はび慢性肺疾患の定量的診断に有用であり，本法の応用により肺での標識化合物集積を正確に評価することが可能になる。

以上のようにこの研究は学位を授与するに足る内容を持っている。