

論 文 要 旨

Dual-Energy CT-Derived Electron Density for Diagnosing Metastatic Mediastinal Lymph Nodes in Non-Small Cell Lung Cancer: Comparison With Conventional CT and FDG PET/CT Findings

非小細胞肺癌のリンパ節転移評価における

dual-energy CT の電子密度値の有用性

—従来の CT および FDG PET/CT との対比—

長野 広明

【序論及び目的】

がん死亡原因の 1 位である肺癌において、遠隔転移のない症例ではリンパ節転移の程度は独立した予後規定因子とされており、正確なリンパ節転移の診断は適切な治療方針の決定に重要である。肺癌の 80-85% を占める非小細胞肺癌において、リンパ節転移の診断は CT や MRI、PET/CT などの画像検査を用いて行われることが一般的であるが、偽陽性や偽陰性症例も多くその診断能には限界がある。近年、新しい CT の撮像法である dual-energy CT が臨床応用され、仮想単色 X 線画像やヨード密度画像、電子密度画像など新たな解析を行うことが可能となった。電子密度画像は、組織内の分子構造の影響を受け、電子が特定の場所に存在する確率を反映するとされている。これまでに電子密度値は、中枢神経の glioma における分化度の診断や髄膜腫病変内の血流の評価に有用であったと報告されているが、リンパ節転移の診断における有用性の報告はない。電子密度画像はリンパ節内の病理組織学的な特徴を反映する可能性があり、非小細胞肺癌のリンパ節転移の診断に有用ではないかと仮定した。本研究の目的は、非小細胞肺癌のリンパ節転移診断における dual-energy CT の電子密度値の有用性を評価し、従来の CT 評価項目や FDG PET/CT での評価と比較することである。

【材料及び方法】

2018 年 2 月から 2019 年 6 月の期間に手術にて組織学的に非小細胞肺癌の診断が得られた 57 症例（男性 36 例、女性 21 例、平均 68.4±8.9 歳）を対象として、摘出されたリンパ節に対する術前の dual-energy CT と FDG PET/CT の画像所見を後ろ向きに検討した。Dual-energy CT については、全 117 個のリンパ節（33 転移リンパ節、84 非転移リンパ

節)を2人の放射線科医が、形態学特徴(短径、長径、壊死、石灰化、境界、形、長短比)、従来のCT値(120kVp)、40 keVのCT値、ヨード密度値、実効原子番号、電子密度値を評価した。FDG PET/CTについては2人の放射線科医が視覚的にリンパ節の集積を5段階評価し、さらに陽性と陰性に分類した。それぞれの評価項目に関して評価者間の一致性を算出した。ヨード密度値と電子密度値については Pearson 相関係数を用いてその相関性を検討した。それぞれの評価項目について転移と非転移リンパ節間で Fisher's exact tests と Mann-Whitney U tests を用いて比較した。また、転移リンパ節診断における dual-energy CT の各パラメータと FDG PET/CT から得られた診断能、それらを組み合わせた診断能について比較し、評価した。

【結果】

電子密度値も含め、すべての評価項目で優れた評価者間一致性を示した(ICC=0.66-1.00)。壊死の存在と FDG PET/CT 陽性所見は転移リンパ節で有意に多かった($P<0.005$)。また、リンパ節の大きさ(短径、長径)はいずれも転移リンパ節で有意に大きく、従来のCT値(120-kVp)と電子密度値は、転移リンパ節において有意に低い値であった($P<0.005$)。ヨード密度値と電子密度値については有意な相関を認めなかった。転移リンパ節の診断能は、壊死の存在、短径、長径、従来のCT値(120kVp)、電子密度値、FDG-PET/CT陽性においてそれぞれ、75.2%、76.9%、70.9%、71.8%、66.7%、72.6%であった。それぞれのパラメータを用いた組み合わせ診断では、電子密度値は短径との組み合わせ(診断能82.9%、感度54.5%、特異度94.0%)およびFDG-PET/CT陽性との組み合わせ(診断能82.1%、感度60.6%、特異度90.5%)で、短径とFDG-PET/CT陽性それぞれ単独での診断能を有意に向上させた($P<0.05$)。

【結論及び考察】

ヨード密度値と電子密度値の間には有意な相関関係は認められず、電子密度値は造影効果を反映するヨード密度値とは異なったCTパラメータであり、病理組織学的特徴を評価する際の新たな評価法となりうる可能性が示唆された。Dual-energy CT解析から得られた電子密度値は、非転移リンパ節と比較して転移リンパ節で有意に低値を示した。過去の報告では、正常リンパ節内の電子密度値は一般的な結合組織よりも高い値を呈することが示されており、転移リンパ節では非転移リンパ節と比較して壊死および間質性線維性変化を含めた結合組織をより多く有するため、転移リンパ節の電子密度値が非転移リンパ節よりも低い値を呈したと考えられた。電子密度値は短径もしくはFDG-PET/CT陽性と組み合わせることで、それぞれのパラメータ単独での診断能よりも高い診断能を示したが、それぞれ単独の場合と比較して電子密度値と組み合わせの方が特異度が改善しており、反応性のリンパ節腫大における偽陽性症例を有効に除外できる可能性が示唆された。電子密度値は、非小細胞肺癌のリンパ節転移評価に有用であると考えられ、また、従来の評価法であるサイズやFDG PET/CT陽性と組み合わせることで、診断能を有意に向上させた。