

氏名・(本籍)	浅田 佳 邦 (愛媛県)
学位の種類	博士 (医学)
学位記番号	博士 第235号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与年月日	平成9年3月24日
学位論文題目	肺換気・血流シンチグラフィの3次元画像による局所肺機能評価 — 肺切除術後の左右肺別機能変化 —

審査委員	主査 教授	木之下 正 彦
	副査 教授	森 田 陸 司
	副査 教授	森 渥 視

## 論文内容の要旨

### 【目的】

従来の肺換気・血流シンチグラフィでは、左右肺の比率はわかっても、手術前後の定量的な機能変化を論じることはできなかった。我々は、肺換気・血流SPECTからVolume-rendering法により3段階表示の3次元(3D)画像を作製し、左右肺別の3次元(3D)容量を算出することで、肺切除例における手術前後の局所肺機能変化に関して検討を行った。

### 【対象】

1992年1月から1994年11月まで、滋賀医科大学第2外科で肺切除術を施行した症例のうち、手術後に換気・血流SPECTが施行された症例全60例(男性47例女性13例、平均年齢 $62.0 \pm 11.2$ 歳、肺血流SPECTのみ15例)を対象とした。

### 【方法】

術前・術後1ヵ月に換気( $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸エアロゾル吸入)・血流( $^{99m}\text{Tc}$ -MAA静注)SPECTを施行した。TOSHIBA GMS-550Uで画像処理したSPECT画像を用い、STARDENT製TITAN-7でVolume-rendering法により、1スライスのピクセル情報を $3 \times 3 \times 3 \text{mm}$ のボクセル単位の情報として立体構築し3D画像を作製した。この際閾値を3段階に設定し外側の画像に透明度を持たせ内部の情報を描出した。閾値の設定は、肺血流では肺内最大値の50%,25%,15%、エアロゾル肺換気では肺内最大値の100%以上の領域を中枢気道沈着(central deposition)、肺野は25%,15%の3段階で表示した。肺換気・血流分布の3D容量の算出には、画像の2値化処理での閾値自動決定法である判別分析法および肺ファントムの実験により、肺内最大値の25%を使用した。

手術前後における術側肺・健側肺・全肺の機能変化は、術前値に対する術後値の比率で評価した。

### 【結果】

術側肺の血流分布は肺切除量にほぼ比例して減少する傾向を示し、健側肺の血流分布はその障害を補うように増加を示していた。

術式別の術側血流分布変化率は、右上葉切除 $0.58 \pm 0.22$ 、右上中葉切除 $0.32 \pm 0.04$ 、右中葉切除 $0.86 \pm 0.11$ 、右下葉切除 $0.55 \pm 0.17$ 、左上葉切除 $0.24 \pm 0.18$ 、左下葉切除 $0.46 \pm 0.05$ 、左全摘0であった。

エアロゾル換気分布3D容量は血流分布3D容量よりも小さい値をとり、症例間でのばらつきが大きかった。術側肺の機能変化率は、下切群 $0.15 \pm 0.17$ が上切群 $0.24 \pm 0.20$ より低い傾向を示し、この術側の障害に対応して健側変化率は、下切群 $1.41 \pm 0.46$ が上切群 $1.07 \pm 0.26$ より有意に高かった。

### 【考察】

肺シンチグラフィでは、投与量や実際に肺に取り込まれる量を正確に計測することが困難であり、手術前後の比較をカウント数のみで単純に行えない。ここで我々が研究対象とした、3D画像から定量的な3D容量が求めれば、手術前後の比較が簡便に行え、より忠実な機能変化が把握できる。この $^{99m}\text{Tc}$ -MAA SPECTで算出される肺3D容量は、健常肺において、肺のair space・肺血液量・肺

組織量を包括する値と考えられ、新しい左右別肺機能の指標として定義できる。

肺血流分布は、重力依存性の血流不均等分布以外に、肺門部を含む中心部で最も高く肺末梢に向かって減少する中心末梢層状不均等分布を示す。我々は、この血流分布が豊富な部位と少ない部位を3D画像で描出するために、SPECTからVolume-Rendering法により3段階表示の3D画像を構成した。これにより、従来の輪郭表示の3D画像では把握できなかった、内部の分布状態を立体的に表現し得た。

残存肺の血流分布は、右上中葉切除・左上葉切除例で強い障害を示した。この要因は、

- 1) 肺門部の頭側への偏位や捻れのため肺血管・気管支に狭窄を生じた。
- 2) 胸郭容量に比べ残存肺が小さく過膨張による換気・血流障害が生じた。
- 3) 胸郭・横隔膜運動は、上部胸郭より下部胸郭の方が大きく、頭側へ移動した残存肺はその駆動力が減少し換気・血流障害が起こった。などが挙げられる。

術側肺の換気分布は、下切群が上切群より障害が強い傾向があり、血流分布と逆の結果となっていた。これはエアロゾル換気機能検査の特性によるところが大きいと考えられる。

#### 【結 論】

1. 肺換気・血流シンチグラフィの3次元画像処理により、肺切除術前後の局所肺機能変化が立体的にそして定量的に評価できた。
2. 左上葉切除及び右上中葉切除例では、術側残存肺の血流分布障害が強いことが明らかになり、今後残存肺自体が最大限に機能する手術術式を検討する必要がある。
3. エアロゾル検査はガスによる換気検査と異なり、エアロゾルの特性により気道系の障害を鋭敏に反映するため、術側の障害程度が強く描出され、術後1ヵ月での純粋な術側換気機能変化が評価しにくいと考えられた。しかし、術前での閉塞性障害の程度や局在を画像的に把握できる点で有用である。

## 論文審査の結果の要旨

肺切除術による残存肺の機能障害やその回復過程を評価することは、肺機能温存を考える上で重要な検討課題であり、より侵襲の少ない手術法の考案に不可欠である。しかしながら臨床上非侵襲的で定量性のある評価方法がなく、十分な術後残存肺機能評価が行いえていなかった。

本研究では、肺換気・血流SPECTデータより画像処理専用コンピューターを用いてVolume-rendering法で3次元画像を作製し、左右肺別の機能的肺容量を算出した。肺容量算出での問題点である閾値決定に関してはファントムの実験的検討により、RI投与量と画像処理法を一定とすることで同一患者においての定量的評価が可能と判断した。また閾値を3段階に設定することで内部の状態まで表現した新たな3次元画像を考案した。臨床症例60例の換気・血流分布変化に関する肺切除部位別の検討の結果、術側残存肺の血流分布は下葉切除例より上葉切除例で強い障害を示すことが明らかとなった。この要因として、第一に肺門部の頭側への偏位や捻れによる肺動脈・気管支系の狭窄、第二に残存肺の過膨張、第三に胸郭運動が下部胸郭より上部胸郭の方が小さく残存肺に対する駆動力の減少をきたしたことをあげた。また術側残存肺の換気分布は、下葉切除例が上葉切除例より障害が強い傾向を示していた。この要因は換気検査として使用したエアロゾルの特性にあり、エアロゾルが気流を反映して下肺野に達しやすいため、下葉切除後の障害程度が強く現れたとし、エアロゾルによる換気機能検査は、気道系障害の検出には適するが、術後評価にはその特性を考慮する必要があると結論した。

以上の研究は、従来より行われている肺換気・血流SPECTを定量的に評価する手法として新しく、今後の肺機能温存術式を検討する際の評価方法として有用である。よってこの論文は博士(医学)の学位論文として価値あるものと認める。