

Title	肺気腫患者における ^{99m} Tc-Technegas SPECTの定量化
Author(s)	三谷, 昌弘; 佐藤, 功; 高橋, 一枝 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1999, 59(6), p. 261-264
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18483
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

肺気腫患者における^{99m}Tc-Technegas SPECTの定量化

三谷 昌弘¹⁾ 佐藤 功²⁾ 高橋 一枝²⁾ 小林 琢哉²⁾ 山本 由佳²⁾
西山 佳宏²⁾ 大川 元臣²⁾ 加藤 勤¹⁾ 細川 敦之³⁾

1) 住友別子病院放射線科 2) 香川医科大学放射線科 3) 栗林病院放射線科

Quantitative Study of ^{99m}Tc-Technegas SPECT for Ventilatory Impairment in Pulmonary Emphysema

Masahiro Mitani¹⁾, Katashi Satoh²⁾,
Kazue Takahashi²⁾, Takuya Kobayashi²⁾,
Yuka Yamamoto²⁾, Yoshihiro Nishiyama²⁾,
Motoomi Ohkawa²⁾, Tsutomu Katoh¹⁾
and Nobuyuki Hosokawa³⁾

^{99m}Tc-Technegas scintigraphy is used to evaluate ventilation abnormalities in patients with pulmonary emphysema. Although abnormalities of ventilation distribution are easy to find, no objective index exists. Evaluation is subjective and differs with each radiologist. Thus, it is difficult to compare cases and the clinical course in the same case. The present study for quantitative evaluation demonstrated an excellent correlations between mean voxel values of the lung and stage classification. Furthermore, a correlation was observed between the mean and FEV1.0%. These findings indicate that the quantitative analysis of SPECT data is useful for classifying clinical stage and comparing cases.

Research Code No. : 705.2

Key words : Pulmonary emphysema, ^{99m}Tc-Technegas, SPECT, Ventilation

Received Nov. 2, 1998; revision accepted Feb. 10, 1999

- 1) Department of Radiology, Sumitomo Besshi Hospital
2) Department of Radiology, Kagawa Medical School
3) Department of Radiology, Ritsurin Hospital

はじめに

超微粒子である^{99m}Tc-Technegasシンチグラフィ(以下テクネガスシンチ)は、近年肺気腫患者における換気異常の検出に使用されるようになった¹⁾⁻³⁾。しかしテクネガスシンチは病変の指摘は容易であるが、その進行程度を示す客観的な指標が無く評価は主観的であった。特に病変が肺野の一部を占める場合、読影者間の評価の差が目立った。さらに経過観察の際も病変の変化の評価は曖昧であり、症例相互の比較も困難であった。そこでSPECT画像を用いて容易な定量化の方法を検討した。

対象および方法

対象は呼吸機能、臨床症状、CTの低吸収域などで診断した肺気腫患者26例である。

テクネガスは専用の発生装置(テトリー社製、オーストラリア)を使用して得られ、粒子径は0.05 μ mから0.005 μ m、最大でも0.2 μ mと報告されている⁴⁾⁻⁸⁾。0.1mlあたり555MBqの^{99m}TcO₄を0.1ml使用した。テクネガス発生時に無酸素状態になるため、テクネガス吸入前に臥位で酸素(毎分3l)を3分間吸入した後、テクネガスを鼻栓をして一方回路にて3~5回安静呼吸にて吸入した。

ガンマカメラは2検出器型のPicker社製プリズム2000を使用し、コリメータは低エネルギー用高分解能型を用い、収集マトリクス128 \times 128、一方向40秒、72方向、pixel間隔2.5mmで収集した。前処理にLow Pass Filter、再構成にRamp Filterを用い吸収補正無しで、4 pixel分を加算したスライス厚10mmのtransaxial像を作成した。

作成されたSPECT画像は個々で撮影条件が異なるために標準化が必要である。SPECT画像の全スライス中の最大集積値を最大濃度(255)とする256階調で表示することで標準化した。

画像はEthernetを介してPower Macintosh 8100/80AVに転送した。画像処理ソフトウェアMedVisionにより各スライスをTIFF(128 \times 128, 1 byte/256階調)画像に変換し、画像解析ソフトウェアNIH Image(version 1.59)のマクロ機能を用い

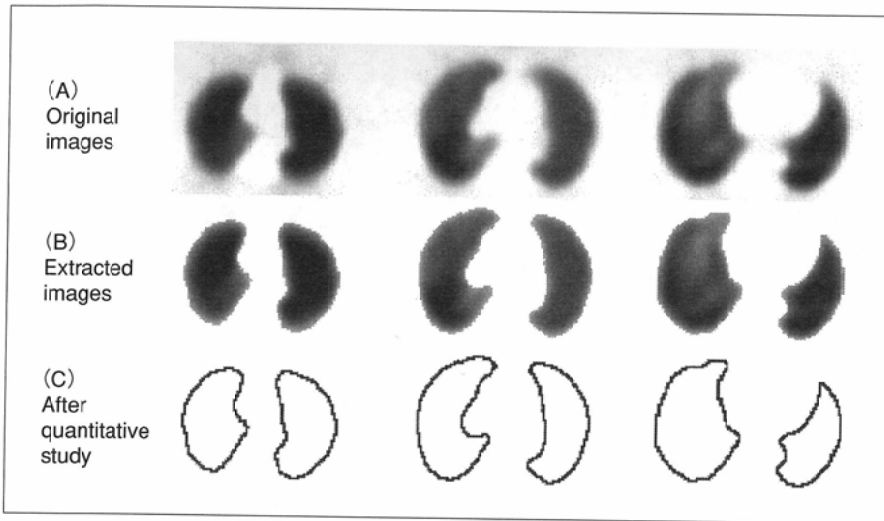


Fig. 1 Quantitative study of ^{99m}Tc-Technegas SPECT.
 (A) Original TIFF image.
 (B) Extracted lung field using threshold.
 (C) Results of quantitative study.

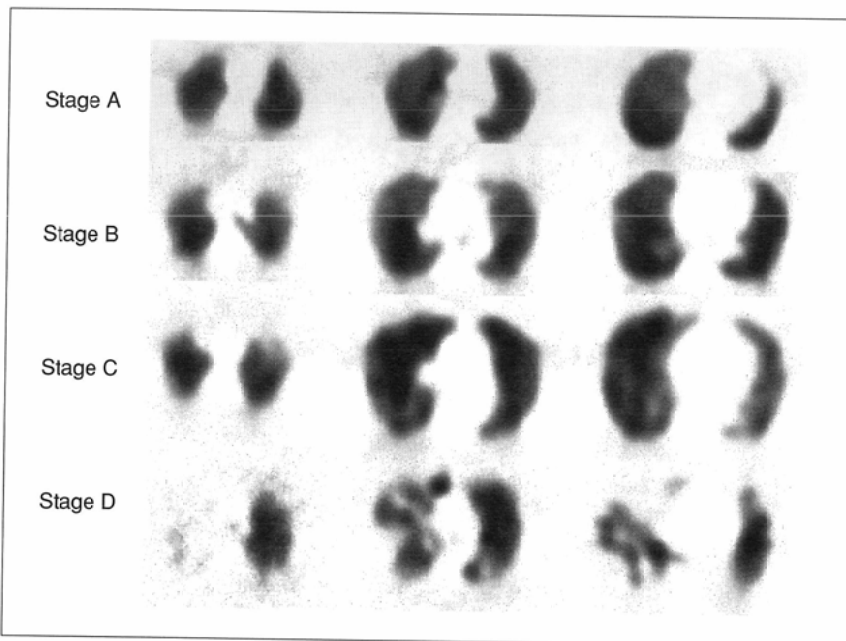


Fig. 2 Criteria for staging ^{99m}Tc-Technegas SPECT.
 Stage A: Homogeneous radioisotope distribution.
 Stage B: Heterogeneous radioisotope distribution.
 Stage C: Hot spots.
 Stage D: Defects in radioisotope distribution.

て全SPECT画像の定量化のプログラムを作成した。

定量化の方法は以下の手順で行った。肺野の抽出には閾値を使用した。予めCT画像を参照して正常肺野の集積がCTの肺野と対応するように、閾値を65に設定し固定した。肺尖から肺底まで全肺のSPECT画像を用いて濃度が閾値以上の領域を抽出した。同一スライスには左右の肺が抽出されているが同時に抽出し処理した。抽出の最小面積は250に設定し、縦隔の気管や肺尖部や肺底部の横隔膜に重なる部分など範囲が小さくアーチファクトやノイズの強い領域は除

去した。病変が進行し肺野辺縁に集積欠損がある場合は、肺野の輪郭を正しく抽出出来ないためマニュアル操作でCT画像を参考に輪郭を補正した。抽出した全肺野の両肺の画像を用いて、集積値の平均値とその標準偏差を求め定量化の指標とした(Fig. 1)。

定量化の評価は、1)フィルムの読影により症例毎の視覚的な評価を行い、定量化の結果と比較した。そのためまずSPECT画像を鈴木らのエロゾルシンチグラムを基本にStage AからStage Dの4段階に評価した⁹⁾。Stage Aは均一集積、Stage Bは不均一集積、Stage Cはhot spotが、またStage Dはhot spotに加え肺野の欠損がみられるものと分類した(Fig. 2)。肺野に局所的な変化があるときはStageのより進行した部位で評価した。2)次に同一Stage内でも不均一さを比較し重症度に応じて並べ、全症例26例を軽症から重症まで1番から26番まで順序をつけ定量化した値との相関関係を検討した。3)さらに定量化した値と呼吸機能検査値との比較を行った。SPECT画像の視覚的評価は2名の読影者の合議により行い、統計的解析は統計ソフトStatView4.0を用いた。

結 果

1: Stage分類と平均値、標準偏差との有意差検定(Fig. 3, Fig. 4)

Stage Aは1例、Stage Bは5例、Stage Cは14例、Stage Dは6例であった。

Stage Aは症例が少なく統計的評価が困難なため、Stage BからDの3群において平均値や標準偏差と比較検

定した。群間データが正規分布しておらずノンパラメトリック検定のScheffe法を用いて、各Stageの2群間での多重比較を行った。Stage BとStage C間では平均値はP値が0.053と危険率5%に近く有意差を認めたが、標準偏差では差が認められなかった。そのほかの組み合わせでは、平均値、標準偏差共に1%以下で有意差を認めたものの平均値の方が遙かに有意であった。平均値を用いるとStage BからDのすべてで分類評価が可能で定量化出来るが、標準偏差はStage BとC間は差がなく定量化には適さないことが示唆された。

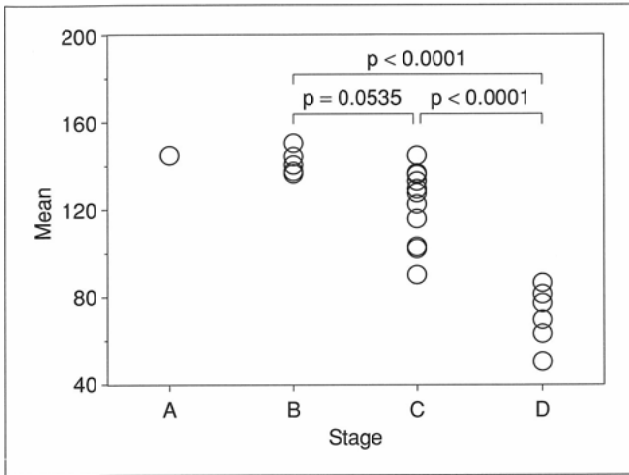


Fig. 3 Comparison between staging and mean.

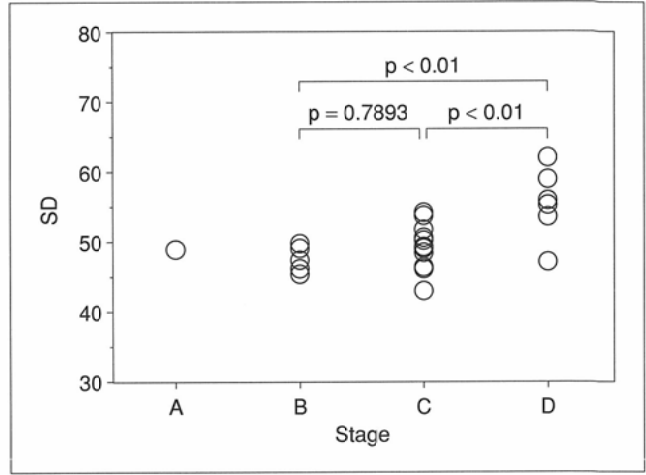


Fig. 4 Comparison between staging and SD.

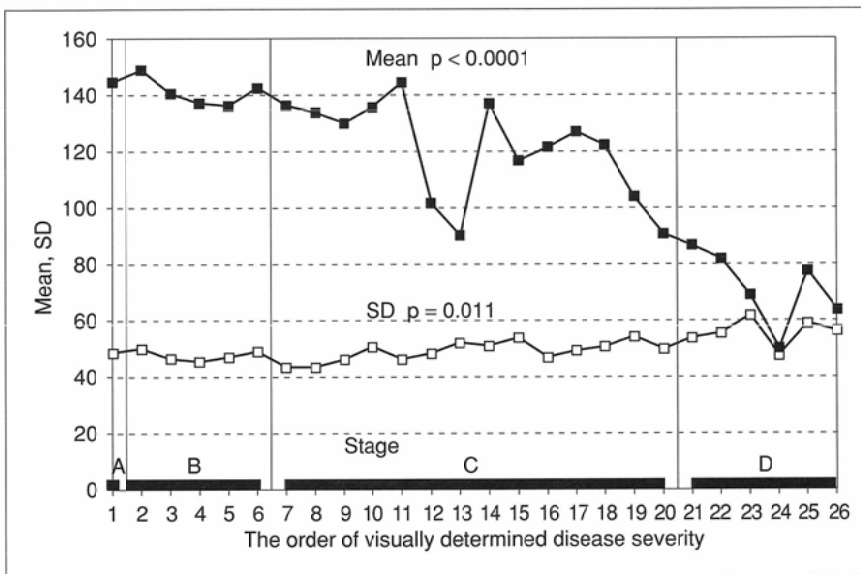


Fig. 5 Comparison between the order of visually determined disease severity and mean or SD.

2：視覚的順序と平均値，標準偏差との相関関係(Fig. 5)

重症度による全症例の順序と平均値，標準偏差との相関を検討した。重症になるほど平均値は著明に低下し，標準偏差は緩やかに増加している。順序は離散変数のため Spearmanの順位相関係数を用いた。平均値，標準偏差ともに危険率1%以下で強い相関を認めたが，平均値の方がより有意で順序の変化に対する変動も大きく視覚的な評価をよ

く反映していた。

3：平均値，標準偏差と呼吸機能との相関関係(Table 1)

平均値，標準偏差と呼吸機能(FEV 1.0%，%VC，RV/TLC)との相関関係を検定した。ともに連続変数であるためPearsonの相関係数を用いた。平均値とFEV1.0%が相関係数0.721と相関関係と有意差を認めた。RV/TLCはデータ数が21例しかなく他の項目より少ないが標準偏差と相関があり，平均値も軽度相関を認めた。

考 察

SPECT画像は病変の指摘は容易であるものの，その重症度を表現することは必ずしも容易とはいえなかった。不均一さの受けとめ方は読影者で異なり局所に変化が強い場合は評価の相違が目立ち，同一症例の経過や症例間の比較においても同様に客観的な指標が必要であった。そこで本研究では汎用の処理装置でも測定が容易な平均値と標準偏差を選定し，SPECT画像を定量化する方法を検討した。画像データとしてはプランナー画像もあるが，検者により肺の厚さが異なり標準化が困難なため使用しなかった。

Table 1 Correlation between mean, SD, and pulmonary function test

	FEV 1.0%		% VC		RT/TLC	
Case	24		24		21	
	Correlation	P-value	Correlation	P-value	Correlation	P-value
Mean	0.721	< 0.0001	0.501	0.0116	-0.658	0.0008
SD	-0.574	0.0028	-0.577	0.0026	0.722	0.0001

定量化の問題点としてhot spot形成があった。テクネガスは粒子径は大変小さく肺胞領域まで吸入されるが、粒子としての性格も残しており気道病変によるhot spot形成が認められる。画像は最大集積値を最大濃度とすることで標準化を行うためhot spotの影響が懸念された。しかしhot spotの集積より抽出した肺野のどこかにそれ以上の集積部分が存在し標準化に影響は認めなかった。またhot spotが形成された症例では病変部の肺野の集積は低下しており、平均値はhot spotに関わらず低くStage分類との解離は認めなかった。

定量化の注意点として全肺野で強く集積が低下し正常集積部が消失した場合は、正しく標準化が行われない可能性がある。本症例ではその例は認めなかったが、従来のフィルム読影は必要で測定結果の正当性は常に確認する必要がある。

肺野辺縁部に欠損がある場合の輪郭の補正はCTを参考にしたが、今後CT画像がDICOM経由でコンピュータで利用できるようになれば、SPECT画像をCT画像に重ねてマニュアルで輪郭を補正することで定量化がより正確で容易になると思われる。

統計的解析の結果、平均値が視覚的評価をよく反映しておりSPECT画像の定量化として使用可能なことが判明した。平均値は肺野の集積の程度を直接的に反映しておりStage間で数値の変動が大きく、臨床的にも意味が分かりやすい。また測定方法が単純でプログラムを用いずに一般的な画像処理装置からROIを設定することで測定が可能な点から、定量化の指標にふさわしいと考えられる。標準偏差は重症度が増すと肺野の集積が不均一になりそれを反映して増加する傾向にあるが、平均値に比べるとStage間の差が少なく定量化の指標には適当ではなかった。

今回はStage Aの症例は少なく統計的な検討は行わなかったが、平均値は肺野全体から算出するためStage Aのような肺野の軽度の変化は現れにくいと推測される。読影では肺

気腫患者の換気異常はHRCTよりもSPECT画像の方が早期に検出可能と既に報告しているが¹⁾、本方法では早期の異常の検出は難しいと思われる。微細な変化の定量化にはスライス毎の平均値の変化を調べるか、フィルター等による画像処理が必要で今後の検討項目である。平均値の臨床的な有用性は早期の病変の評価ではなく、ある程度進行したStage B以上の重症度の指標化にあると思われる。

呼吸機能との関係では、平均値とFEV1.0%に相関が得られた。肺気腫が進行するほど、平均値もFEV1.0%も低下し予想された結果となった。またRV/TLCも平均値、標準偏差とも相関を認めた。しかしながら症例間で変動も大きく、overallを表す呼吸機能と局所変化をもとに評価するテクネガス所見が必ずしも相関しなくてもよいと思われる。従来呼吸機能の数値と換気シンチグラフィの所見とは直接比較することは出来なかったが、定量化により両者間での比較検討が今後可能となった。また肺気腫患者における肺容量減少術に関しても定量化が指標の一つになり得る可能性があり、呼吸機能と合わせた今後の解析が重要と思われる。

結 語

- 1: ^{99m}Tc-Technegas SPECTの全肺野の集積の平均値は視覚的評価と強い相関関係を認め、SPECT画像の定量化が可能と思われる。
- 2: 平均値を用いることで症例間の比較や経過観察の評価にも有効と思われる。
- 3: 平均値は呼吸機能検査(FEV1.0%, RV/TLC)と相関を認めた。

本論文の要旨は第57回日本医学放射線学会総会(平成10年4月, 神戸)にて報告した。

文 献

- 1) 佐藤 功, 田邊正忠, 中野 覚, 他: 肺気腫患者における^{99m}Tc-Technegas SPECTシンチグラフィと高分解能CTとの比較検討. 核医学 32:487-494, 1995
- 2) Satoh K, Tanabe M, Takahashi K, et al: Assessment of Technetium-99m Technegas scintigraphy for ventilatory impairment in pulmonary emphysema: Comparison of planar and SPECT images. Ann Nucl Med 11: 109-113, 1997
- 3) 中野 覚, 佐藤 功, 高橋一枝, 他: 肺気腫患者における高分解能CTと^{99m}Tc-Technegas SPECTの領域別比較検討. 日胸疾会誌 34:511-519, 1996
- 4) 川上憲司, 岩村 昇, 後藤英介, 他: ^{99m}Tc-テクネガスの基礎的検討と臨床応用. 核医学 27:725-732, 1990
- 5) 川上憲司, 島田孝夫, 富永 滋, 他: ^{99m}Tc-テクネガスの肺内分布-放射線不活性ガスとの比較検討-. 日胸疾会誌 30: 1781-1787, 1992
- 6) 井沢豊春, 手島建夫, 穴沢予識, 他: 超微粒子放射性エロソール(テクネガス)による吸入肺シンチグラフィ. 核医学 27: 1273-1280, 1990
- 7) 井上富美夫, 渡辺直行, 織内 昇, 他: ^{99m}Tc-テクネガスによる肺シンチグラフィの臨床的有用性に関する検討. 日本医放会誌 50: 1590-1600, 1990
- 8) James JM, Lloyd JJ, Leahy BC, et al: ^{99m}Tc-Technegas and krypton-81m ventilation scintigraphy: A comparison in known respiratory disease. Br J Radiol 65: 1075-1082, 1992
- 9) 鈴木輝康: エロゾルシンチグラムの肺局所機能評価における意義. 1, 慢性閉塞性肺疾患におけるエロゾルシンチグラムと種々の肺機能検査との比較. 日本医放会誌 40: 156-167, 1980