

# 日本核医学会分科会

## 第 31 回 呼吸器核医学研究会

日 時：平成 26 年 11 月 8 日（土）13 時 30 分～

会 場：大阪国際会議場（グランキューブ大阪）10F 1009 号室

会 長：弘前大学大学院医学研究科 放射線科学講座  
小 野 修 一

---

### 目 次

#### 論文レビュー

論文レビュー .....	370
対馬 史泰 弘前大学医学部放射線科学講座	

#### 特別講演

1. 機能・代謝イメージングの現状と将来展望	
—CT および MRI はどこまで核医学に迫れるのか?— .....	371
大野 良治 神戸大学大学院医学研究科 先端生体医用画像研究センター	
2. 肺の腫瘍および炎症性疾患の PET 研究 .....	372
窪田 和雄 国立国際医療研究センター病院	

## 論文レビュー

### 論文レビュー

対馬 史泰

弘前大学医学部放射線科学講座

2013年10月から2014年9月までの12ヶ月間の呼吸器核医学に関連する論文を検索した。方法はPubMedを用い、HumansとEnglishにてfilteringし、呼吸器および核医学に関連した語句(lung, pulmonary, respiratory, scintigraphy, spect, positron emission tomography)で検索した。合計1,765の論文が該当した。最近5年間の論文数の傾向としては一昨年がpeakであり、昨年は横ばいであった。

以下の8論文を紹介した。

1. Matsuoka S, et al. Relationship Between Quantitative CT of Pulmonary Small Vessels and Pulmonary Perfusion. *AJR* 2014; 202: 719–724  
肺小血管面積とMAAの関係を検討。CSA<5, R/Wでは有意差( $p<0.0001$ )が見られ、CSA<5–10で有意差は低下( $p=0.0003$ )していた。肺の微小血管変化は肺血流と有意に相関していた。
2. Dournes G, et al. Dual-energy CT perfusion and angiography in chronic thromboembolic pulmonary hypertension: diagnostic accuracy and concordance with radionuclide scintigraphy. *Eur Radiol* 2014; 24: 42–51  
慢性塞栓性肺高血圧におけるDECT perfusionとCTAの診断能とシンチとの比較について検討。CT perfusionとCTAはいずれも感度100%であった。部位診断においてDECT perfusionとシンチの間に一致( $\kappa=0.44$ )が見られた。部分閉塞ではCT perfusionとV/Qシンチに所見はなかった。
3. Ax M, et al. Regional lung ventilation in humans during hypergravity studied with quantitative SPECT. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 2013; 189: 558–564  
高重力下での局所肺換気をSPECT定量により計測。部位依存と部位非依存の平均換気比率は1Gで $0.82\pm 0.12$ , 3Gで $1.63\pm 0.35$  ( $p<0.0001$ )で

あった。高重力下での動脈不飽和が血流と換気の分布の量的違いによって起こることが示された。

4. Leura E, et al. Indeterminate Lung Nodules in Cancer Patients: Pretest Probability of Malignancy and the Role of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT. *AJR* 2014; 202: 507–514  
肺癌患者の不確定な肺結節における各種検査による悪性の確率とFDG-PET/CTの役割について検討。がん59例について、PETはPPV 89%, NPV 78% (32陰性, 27陽性)であった。臨床Mayoモデル低・中群の中でPETは13/14, VAモデルで11/12で陽性であった。15症例の臨床high risk, PET陰性症例では13例が悪性ではなかった。
5. Michael S, et al. Fluorine 18 Fluorodeoxyglucose PET/CT Volume-based Indices in Locally Advanced Non-Small Cell Lung Cancer: Prediction of Residual Viable Tumor after Induction Chemotherapy. *Radiology* 2014; 272: 875–884  
限局した進行非小細胞肺癌におけるFDG-PET/CT容積を計測することで化学療法後の残存腫瘍の活動性を予測。肺癌22症例について、CT直径, CT容積, SUVmax, SUVmean, metabolic tumor volume (TV), total lesion glycolysis (TLG)を計測した。TVとTLGは、局所的進行NSCLCで術前化学療法における残存生存可能腫瘍の予測を補助し、SUVmax, meanは、腫瘍の増殖活性と相関した。
6. Tian Z, et al. PET with  $^{62}\text{Cu}$ -ATSM and  $^{62}\text{Cu}$ -PTSM Is a Useful Imaging Tool for Hypoxia and Perfusion in Pulmonary Lesions. *AJR* 2013; 201: W698–W706  
 $^{62}\text{Cu}$ -ATSMと $^{62}\text{Cu}$ -PTSMによるPETの肺病変における低酸素と血流評価の有用性について検討。 $^{62}\text{Cu}$ -ATSM-to- $^{62}\text{Cu}$ -PTSM ratioが増加するとEGFは低下していた。
7. Anna M, et al. Molecular Imaging of Pulmonary Nodules. *AJR* 2014; 202: W217–W223  
 $^{18}\text{F}$ -FDG以外の核種についての概説。
8. Misbah B, et al.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET Scanning in Pulmonary

Amyloidosis. *J Nucl Med* 2014; 55: 565–568

肺アミロイドーシス 18 症例の FDG-PET/CT による検討. PET 陰性であった 10 例中 3 例でリン

パ腫を確認. SUVmax 3 以上の PET 陽性の場合、リンパ腫や形質細胞腫が鑑別に挙がるが、陰性であってもこれらを除外できないと述べている.

## 特別講演

### 1. 機能・代謝イメージングの現状と将来展望

—CT および MRI はどこまで核医学に迫れるのか?—

大野 良治

神戸大学大学院医学研究科  
先端生体医用画像研究センター

呼吸器診療の臨床現場における形態診断においては CT の臨床的有用性はゆるぎないものになっており、機能診断、代謝診断あるいは分子イメージングとした核医学が中心に用いられてきている。その一方で MRI は 1990 年代から胸部疾患への臨床応用は長く限定されてきた。

2000 年以降は MRI においては急速な各種 MR 撮像技術や撮像法の開発と各種造影剤の臨床応用および画像解析ソフトの臨床応用により、形態・機能診断や分子イメージングなどが様々な胸部疾患を対象に臨床応用研究がなされ、その臨床応用はこの 10 年間で飛躍的に拡大しつつある。あわせて、CT においてもその高い形態診断能を損なうことなく、低被ばくを実現し、様々な機能診断を可能とする装置および撮像技術の開発がすすめられている。

呼吸器核医学においては肺血流評価に肺血流シンチあるいは SPECT や CT との融合画像である SPECT/CT が用いられ、換気評価においては換気シンチあるいは SPECT や SPECT/CT が用いられている。また、腫瘍性疾患においては Fludeoxyglucose (FDG) による PET や CT および MRI との融合画像である PET/CT や PET/MRI が臨床現場で用いられている。

一方、CT や MRI を用いた血流評価では Dual-energy CT, Perfusion Area-detector CT, Time-resolved MR angiography や Perfusion MRI が肺血流シンチや

SPECT および SPECT/CT に比して、その有用性が示唆されている。また、換気評価においては Xenon ガスを用いた Dual-energy CT や Hyperpolarized noble gas MRI および Oxygen-enhanced MRI 等の新たな手法が 2000 年以降提唱され、肺換気シンチ、SPECT, SPECT/CT に比してその臨床的有用性も報告されている。現状において核医学検査は前記の CT や MRI による手法に比して簡便ではあるものの、今後の普及を考えた場合は核医学検査を置換していく可能性があり、核医学医としてもその動向に注視していくことが必要であろう。

また、CT および MRI を用いた腫瘍性疾患の評価においては Perfusion ADCT や Perfusion MRI による肺結節の評価は FDG-PET あるいは PET/CT と同等あるいは凌駕する診断能を有しており、病期診断においては各種撮像法や全身 MR 撮像技術およびその融合画像の応用により、MRI は FDG-PET あるいは PET/CT と同等あるいは凌駕する診断能を有していることも知られている。さらに、PET/MRI を用いた場合には MRI の撮像法が提供する緩和時間に基づく信号強度解析を行わない場合には PET/MRI は PET/CT に対して診断能における優位性がなく、MRI による緩和時間に基づく信号強度解析が可能な場合のみ PET/MRI はその臨床的有用性を示すことが可能であることも示唆されている。

したがって、今後の呼吸器核医学に関しては核医学の優位性を示し続けることには限界があるので、核医学医ではなく、放射線科医として広く CT や MRI の理解を進めるとともに、その発展にも注視し、よりよい核医学の臨床活用を再考することが必要であると考えられる。

## 2. 肺の腫瘍および炎症性疾患の PET 研究

窪田 和雄

国立国際医療研究センター病院

### 1. 肺癌 PET の臨床研究から保険適応へ

私たちの肺がんの PET 診断は、1980 年代後半に始まった。当時、胸部 CT による肺結節の鑑別診断が研究され、種々の報告があり、われわれも良性悪性の鑑別に悩む日々であった。1987 年新しい 4 リング 7 断層の PET が東北大サイクロトロンセンターに導入され、私たちは肺結節の良性・悪性の鑑別を FDG PET とメチオニン PET で比較研究した。その結果、感度・特異度・正診率は、FDG 89% 92% 90%、Met 90% 67% 83% と FDG の方が良い成績であった。これにより肺がんの診断目的では FDG を使おうということになり、メチオニン PET は脳腫瘍や治療評価の研究が中心となった。肺結節の PET による鑑別診断を 1989 年 SNM で発表したところ大変な評判となり、翌年 11 篇の追記が欧米から報告され、数年後には米国で保険適応となった。国内ではなかなか認められなかったが、鳥塚莞爾先生が音頭を取られて国内の各種悪性腫瘍のデータをまとめられ、2002 年に保険承認となった。

### 2. FDG PET の治験（日本メジフィジックス）：

肺結節影の鑑別、縦隔リンパ節転移診断、  
クリニカルインパクトの評価

アメリカで発達した FDG のデリバリーによる PET 診療の普及を日本でも実現したいという臨床サイドの要望を背景に、日本メジフィジックス社が FDG の治験を開始した。追加第 3 相臨床試験では窪田が治験調整医師としてプロトコル作成を指導した。肺結節の鑑別診断を Thin-slice CT と比較する、既知肺がんの縦隔リンパ節転移診断を造影 CT と比較するというプロトコルを組んだ。前者では、全 82 例で Thin-slice CT に PET を加えることにより、有意に特異度が改善する。つまり CT 上石灰化のない結節において、PET は精度よく良性を診断できるという結

果であった。後者では、造影 CT に PET を加えることにより、特異度・正診率が有意に改善するという結果であった。これらのデータと、他の悪性腫瘍の文献データをもとに承認申請され、2005 年にデリバリーの FDG 製剤が承認された。さらに市販後の調査では、FDG PET により予定されていた検査計画・治療計画に変更があったかどうか、クリニカルインパクトが調査された。この結果、肺がん 208 例中 149 例 71.6% で診療方針の変更が認められ、FDG PET は肺がんの診療方針に大きな影響を与えることがわかった。これらの治験データは、FDG PET によるレベルの高い日本のエビデンスであり、データの全体を公開すべきであるという方針により、3 篇の論文が *Ann Nucl Med* に 2011 年、2014 年に発表された。

### 3. 新規薬剤研究：

肺がんの DNA 合成の PET イメージング

豊原潤先生が開発された新しい DNA 合成診断薬剤、4'[methyl<sup>11</sup>C]thiothymidine (4DST) と FDG による肺がん診断の比較研究を行った。4DST は FDG よりも術後の病理組織の Ki-67 index と高い相関を示し、優れた増殖の指標であることが示された。また血液中からのクリアランスが速いことから、縦隔・肺門のリンパ節転移の検出感度が高いことがわかった。

### 4. FDG PET/CT 研究：間質性肺炎の定量的評価

FDG が炎症細胞にも集積する特性を生かし、間質性肺炎の活動性を評価する研究を行った。PET/CT の CT 画像から肺野を抽出し、これを用いて全肺野の合計 SUV 値、および肺野平均 SUV 値を算出した。肺野平均 SUV 値は、臨床指標や臨床経過とよい相関を示すことがわかった。

### 結 論

FDG PET/CT は、肺がんの診断に大変有用である。今後は、新たな炎症性疾患への応用についても研究の発展が期待される。