

## FDG-PET の肺癌診療に及ぼす医療経済効果について

窪田 和雄\*    山田 進\*    福田 寛\*    斉藤 泰紀\*\*\*  
 谷田 達男\*\*    高橋寿太郎\*\*\*\*    山田 健嗣\*\*\*\*

**要旨** PET の利用が肺癌診療に及ぼす医療経済効果と、PET を用いた最適な肺癌診断のプロトコールについて、検討した。50 万人の有所見母集団から 34,800 の肺癌と 465,200 の良性疾患を診断する過程をシミュレーションした。診断される肺癌および良性疾患の患者数、検査費用の合計、またステージ診断では手術適応の適正さと費用を求めた。鑑別診断に PET を用いると、気管支鏡・生検の総件数が 4 分の 1 に、良性疾患の占める割合も半分に減少し、不要な検査が節約できた。しかし、気管支鏡・生検の費用が PET の費用よりも安いために、PET を用いると検査費用合計は 25% 割高となった。肺癌と確定した患者に、骨シンチグラフィや腹部 CT・MRI の代わりに全身 PET でステージ診断を行うと、検査費用を 5% 節約でき、不要な手術が 67% 減少し、真の適応の増加により総手術件数は微増したが、医療費全体として 2.5% 節約できた。結論：肺癌患者に全身 PET によるステージ診断を行うことにより、診断精度の向上、検査費用の節約、不要な手術の節約、医療費の節約が期待できる。

(核医学 34: 329-336, 1997)

## I. はじめに

日本の悪性新生物による死亡は 1981 年以来死因順位第一位である。1994 年には年間 24 万人を越し、この中の 5 分の 1 を占める肺癌は、男性の部位別悪性新生物死亡率の第 1 位 (3 万 2 千人)、女性の第 3 位 (1 万 2 千人、胃癌、大腸癌の次) となっており、死亡率では 1966 年の 6 倍に達し、急速に増加している。胃癌の死亡率が、診断治療技術の進歩、集団検診などの国民的な意識の高

まりの中で減少してきたのに対し、肺癌はいまだ猖獗をきわめている状態で、禁煙などの予防と共に診断治療技術の一層の進歩が望まれる。

糖代謝薬剤  $^{18}\text{F}$  フルオロデオキシグルコース (FDG) を用いたポジトロン断層 (PET) はがんの診断に高い診断精度を有しており、がんの診療の中での活用と普及が期待されるが、施設・費用の制約が大きく、未だ実現していない。一方では医療費の上昇が問題となっており、PET を肺癌診療の中で有効利用するためには、CT・MRI・核医学など現在使用されている診断機器の特性と医療費を考慮した上で、適切な診断プロトコールを構築する必要がある。本稿では、これまでに報告されている PET および CT などの診断機器の肺癌の診断精度、肺癌に関する統計資料を基に、PET の利用が肺癌診療に及ぼす医療経済効果と、PET を用いた最適な肺癌診断のプロトコールについて検討した。

\* 東北大学加齢医学研究所機能画像医学分野

\*\* 同 呼吸器再建分野

\*\*\* 国立仙台病院呼吸器外科

\*\*\*\* 仙台厚生病院放射線科

受付：9 年 4 月 10 日

最終稿受付：9 年 5 月 21 日

別刷請求先：仙台市青葉区星陵町 4-1 (☎ 980-77)

東北大学加齢医学研究所

機能画像医学研究分野

窪田 和 雄

## II. 材料と方法

### 1. 母集団の設定

日本の年間の肺癌患者の発生数(罹患数)は、公表されているものでは1990年の推定罹患数42,966が最新である<sup>2)</sup>。しかし、これは年々増加しておりもっと新しい罹患データを設定する必要がある。1994年の肺癌死亡数は43,476であるこ

とから、少なくともこれよりは罹患数は多いと考えられ、1994年の罹患数を仮に43,500とし、これを基準として、以下の分析を行うこととする。

肺癌が診断される母集団についてであるが、すべてが集団検診で発見されるという理想的な状況を仮定する。この場合、全肺癌のおよそ80%(34,800)が胸部X線写真の異常として発見され、残りは喀痰細胞診などで発見される<sup>3)</sup>。これは要

**Table 1** Differential diagnosis of lung tumor with FDG-PET, cumulative data from publications

Institution	Author	Statistics			Number of patients			
		Sen.	Spe.	Acc.	TP	FN	TN	FP
Tohoku Univ.	Kubota K (a)	89	92	90	17	2	11	1
Heidelberg Cancer Cent.	Knopp MV (b)	98	91	97	53	1	10	1
CHU Liege Belgium	Bury T (c)	100	88	96	33	0	15	2
Univ. Geneva Switzerland	Slosman DO (d)	94	60	89	29	2	3	2
Tech. Univ. München	Weber W (e)	94	87	91	29	2	13	2
Duke Univ.	Duhaylonsod FG (f)	97	82	92	57	2	23	5
Univ. Tennessee	Hubner KF (g)	92	76	87	34	3	13	4
Creighton Univ.	Scott WJ (h)	94	80	90	44	3	12	3
Kettering Med. Cent.	Jacobs MP (i)	100	89	96	17	0	8	1
VA Med. West Los Angeles	Sazon DAD (j)	100	52	89	82	0	13	12
Total					395	15	121	33

Sensitivity 96.3% (395/410), Specificity 78.6% (121/154), Accuracy 91.5% (516/564)

TP: true positive, FN: false negative, TN: true negative, FP: false positive

a. JNM 31: 1927, 1990; b. Radiology 32: 290, 1992; c. Eur Resp J 9: 410, 1996; d. Nucl Med Comm 14: 955, 1993; e. JNM 37: 111p, 1996; f. J Thorac Cardiovasc Surg 110: 130, 1995; g. Clin Nucl Med 20: 293, 1995; h. Ann Thorac Surg 58: 698, 1994; i. JNM 33: 975, 1992; j. Am J Resp Crit Care Med 153: 417, 1996

**Table 2** Comparison of FDG-PET and CT for the diagnosis of mediastinal lymph node metastasis of lung cancer, cumulative data from publications

Institution	Author	CT, number of patients				PET, number of patients			
		TP	FN	TN	FP	TP	FN	TN	FP
Univ. Michigan	Wahl RL (a)	7	4	7	9	9	2	13	3
Creighton Univ.	Scott WJ (b)	1	2	20	2	2	1	19	3
Wake Forest Univ.	Chin R Jr (c)	5	4	18	3	7	2	17	4
N. Calif. PET Cent.	Valk PE (d)	15	9	38	14	20	4	49	3
VA Med. West LA	Sazon DAD (e)	13	3	9	7	16	0	16	0
Guy's Hosp. London	Lewis P (f)					10	1	20	2
CHU Liege Belgium	Bury T (g)	14	5	35	7	19	0	39	3
Total		55	27	127	42	83	10	173	18

CT: Sen. 67.1%, Spe. 75.1%, Acc. 72.5%

PET: Sen. 89.2%, Spe. 90.6%, Acc. 90.1%

a. Radiology 191: 371, 1994; b. Ann Thorac Surg 58: 698, 1994; c. Am J Resp Crit Care Med 152: 2090, 1995; d. Ann Thorac Surg 60: 1573, 1995; e. Am J Resp Crit Care Med 153: 417, 1996; f. Lancet 344: 1265, 1994; g. Eur J Nucl Med 23: 204, 1996

**Table 3** Differential diagnosis of lung tumor with CT, cumulative data from publications

Institution	Author	Number of patients			
		TP	FN	TN	FP
Univ. Hosp. Cincinnati	Proto AV (a)	96	0	44	37
Multi. center	Zerhouni EA (b)	176	1	87	53
Johns Hopkins	Siegelman SS (c)	283	0	176	103
Mayo Clinic	Huston J (d)	26	1	32	53
Total	1168	581	2	339	246

Sensitivity 99.7%, Specificity 57.9%, Accuracy 78.8%

TP: true positive, FN: false negative, TN: true negative, FP: false positive

a. Radiology 156: 149, 1985; b. Radiology 160: 319, 1986; c. Radiology 160: 307, 1986; d. Radiology 170: 653, 1989

精査となった集団の最大 3.5% に相当し<sup>3,4)</sup>、したがって集団検診のX線写真で要精査となった集団は約 100 万人と推定される。しかし、実際には間接撮影で要精査となった人の 50% は、直接撮影で異常なしと判定されており<sup>5)</sup>、残りの 50 万人の有所見者から肺癌を診断する過程が問題となる。実際には、1994 年老人保健事業など全国の集団検診で発見された肺癌患者数は、全罹患数のわずか 6.6% でしかなく<sup>6)</sup>、かなりの数の肺癌患者がせき・血痰などの症状をきっかけに発見されており、実際全国の病院で肺癌の可能性ありとして精密検査された有所見者は 50 万人よりも少ないと考えられる。そこで考えられる最大の有所見母集団として、50 万人を設定し、これから 34,800 の肺癌と 465,200 の良性疾患を診断する過程をシミュレーションする。

肺癌病期(ステージ)診断のシミュレーションのためには、肺癌のステージ別分布を設定する必要がある。ここでは集団検診により発見された肺癌の臨床進展度のデータを使用し<sup>2)</sup>、ステージ 1~3A が全肺癌症例の 60.2% でこれを手術適応とし、ステージ 3B~4 が 39.8% で手術不適応とする。

## 2. シミュレーションの方法

鑑別診断とステージ診断の両方の過程について、従来の(コンベンショナル)プロトコールと PET プロトコールを検討した。鑑別診断では、胸部 CT-気管支鏡および生検、胸部 CT-PET-気管支鏡および生検、の両者の組み合わせのコストと診断効率を比較した。つまり、前項で設定した

母集団に、CT や PET の診断率を掛けて陽性と陰性に分け、陽性群のみが次の検査に進み、樹枝上にフローチャートを作り、各枝に分けられる肺癌および良性疾患の患者数、検査費用の合計を計算した。

ステージ診断では全身 PET により、鑑別診断だけでなく全身の病巣検査によりステージ診断が行えると考えて、胸部 CT・頭部 MRI・腹部 CT・骨シンチグラフィなどによるステージ診断と比較した。さらに、ステージ診断の結果として行われる手術の件数・費用・適応の正しさを比較した。

胸部 CT および FDG-PET の鑑別診断およびステージ診断の精度は、Table 1~3 に示すように、発表されているデータを用いた。ただし、煩雑さを避けるために、頭部 MRI・腹部 CT・骨シンチグラフィによる遠隔転移の診断精度は、胸部 CT による縦隔リンパ節転移診断の精度で代用した。同様に気管支鏡および生検の診断精度も 100% と仮定した。

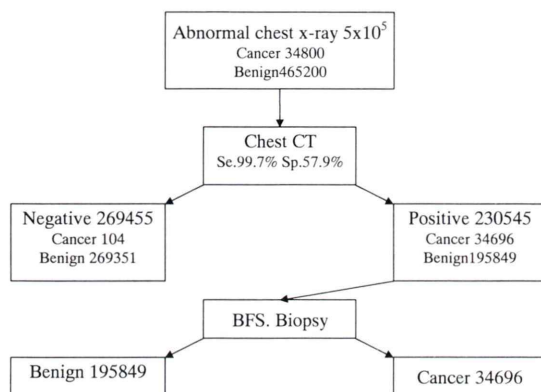
検査の費用は、初診料または再診料、紹介患者加算または外来管理加算、検査料、フィルム代、造影剤代、処置料、診療情報提供料などを含めた、実際に外来を受診してかかる費用を調べ、その平均を用いた。気管支鏡および生検も同様に、現在当院で行われている一泊入院による検査の実費の平均を使用した。肺癌の手術費用も、合併症のある症例 1 例、ない症例 6 例の計 7 例の手術を含めた 1 か月間の入院費用の平均を使用した (Table 4)。



**Table 4** Cost of examination and surgery

Items	Cost in Japan (yen)	Cost in US (dollar)*
Chest CT	45,000¥	750\$
BFS and biopsy (one night hospital stay)	75,000¥	3,500\$
FDG-PET (estimated)	100,000¥	2,400\$
Brain, contrast MRI	47,000¥	1,400\$
Abdomen, contrast CT	42,000¥	680\$
Bone scintigraphy	75,000¥	720\$
Surgery of lung cancer with one month hospital stay	1,580,000¥	30,000\$

\*references (8, 9), and by Dr. Z.H. Oster

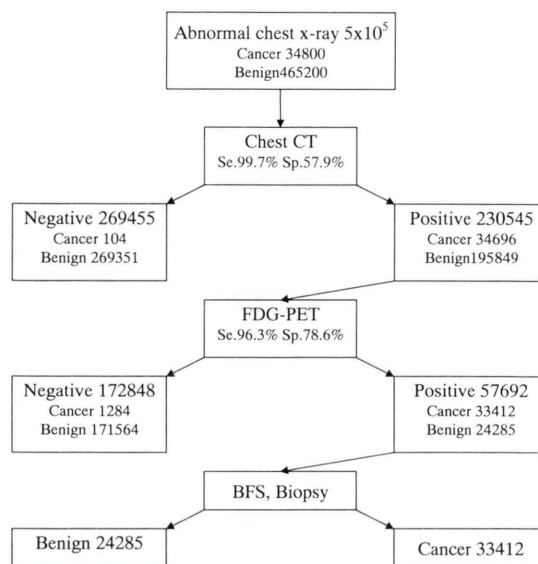


**Fig. 1** Differential diagnosis of patients suspected of lung cancer, conventional protocol. Sp.: specificity, Se.: sensitivity, BFS: bronchofiberscope. Total cost is  $39.8 \times 10^9$  yen (CT:  $22.5$ , BFS:  $17.3 \times 10^9$  yen). 85% of BFS are patients of benign disease ( $14.7 \times 10^9$  yen). Missed 109 lung cancer.

### III. 結 果

鑑別診断のコンベンショナルプロトコルは Fig. 1 に示すように、CT の費用が 225 億円、気管支鏡の費用が 173 億円で検査費用合計 398 億円。気管支鏡検査のうち 85% は良性患者である。これは 147 億円に相当し無駄な検査が多いと言える。一方、肺癌の見逃しは 104 人となり非常に少ない。

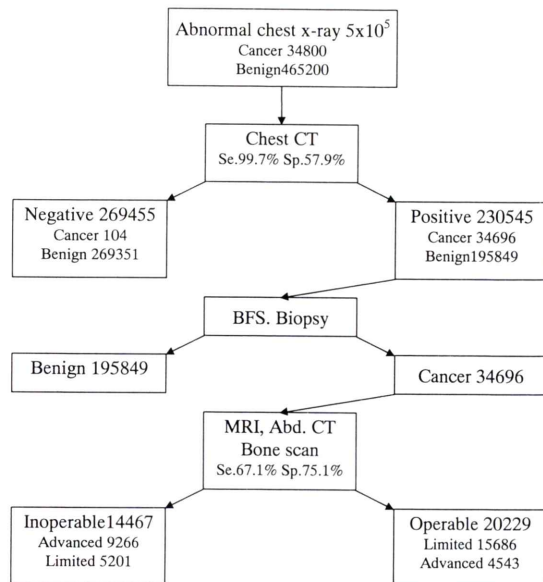
鑑別診断の PET プロトコル (Fig. 2) では、気管支鏡検査の患者が減り、この費用は 43 億円と減少した。良性患者の割合も 42% に減り、無駄な検査も 18 億円と少ない。しかし、PET の費用 231 億円が余分に必要になる。これは気管支鏡の



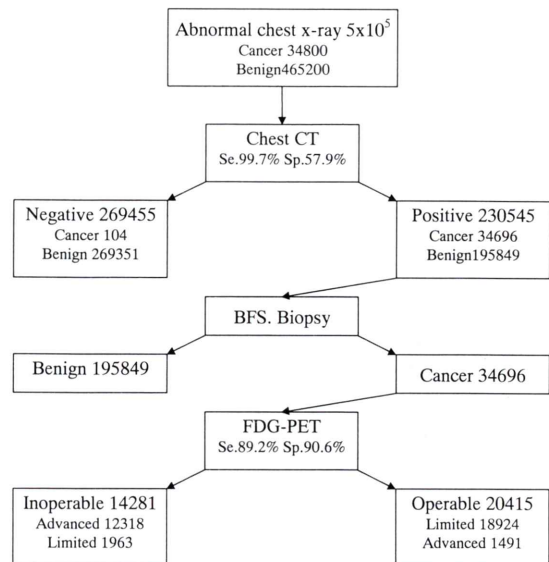
**Fig. 2** Differential diagnosis of lung cancer, PET protocol. Total cost is  $49.9 \times 10^9$  yen (CT:  $22.5$ , PET:  $23.1$ , BFS:  $4.3 \times 10^9$  yen). 42% of BFS are patients of benign disease ( $1.8 \times 10^9$  yen). Missed 1,388 lung cancer.

節約 130 億円を上回り、前項と比べて、検査費用合計が 101 億円 (25%) 高くなる。また、見逃し患者も 1,388 人 (CT+PET) と多い。

ステージ診断のコンベンショナルプロトコル (Fig. 3) では、MRI・骨シンチ・腹部 CT の費用 57 億円が新たに入り、検査費用合計 455 億円である。肺癌で実際は手術可能なのに手術不適応とされる患者は 5,201 人、進行癌なのに手術される患者が 4,543 人で、この費用 72 億円は不必要な手術代といえる。見逃し患者は 104 人である。



**Fig. 3** Differential diagnosis and staging of lung cancer, conventional protocol. Sp.: specificity, Se.: sensitivity, BFS: bronchofiberscope. Abd. CT: abdominal CT scan. Limited: limited disease. Advanced: advanced disease.



**Fig. 4** Differential diagnosis and staging of lung cancer, PET protocol.

**Table 5** Comparison of the conventional protocol and PET protocol for the staging of lung cancer

	Chest CT	BFS/ Biopsy	MRI, CT, Bone scan	PET	Exam. total	Surg. limit. des.	Surg. advanc. des	Surgery total	Total Med. cost
Convent. protocol									
No. Pt.	500,000	230,545	34,696			15,686	4,543	20,229	
Cost/Pt. ¥	45,000	75,000	164,000			1,580,000	1,580,000	1,580,000	
Total cost ¥	$22.5 \times 10^9$	$17.3 \times 10^9$	$5.7 \times 10^9$			$24.8 \times 10^9$	$7.2 \times 10^9$		
					$45.5 \times 10^9$			$32.0 \times 10^9$	$77.5 \times 10^9$
PET protocol									
No. Pt.	500,000	230,545		34,696		18,924	1,491	20,415	
Cost/Pt. ¥	45,000	75,000		100,000		1,580,000	1,580,000	1,580,000	
Total cost ¥	$22.5 \times 10^9$	$17.3 \times 10^9$		$3.5 \times 10^9$		$29.9 \times 10^9$	$2.4 \times 10^9$		
					$43.3 \times 10^9$			$32.3 \times 10^9$	$75.6 \times 10^9$
Cost						$-5.1 \times 10^9$	$4.8 \times 10^9$		
Difference ¥					$2.2 \times 10^9$			$-0.3 \times 10^9$	$1.9 \times 10^9$

ステージ診断の PET プロトコル (Fig. 4, Table 5) では, MRI・骨シンチ・腹部 CT の代わりに PET が入り, これに 35 億円かかる。検査費用合計は 433 億円で, 前項より 22 億円節約できる。肺癌で実際は手術可能なのに手術不適応とされる

患者は 1,963 人で, 前項より 3,238 人も減らせる。進行癌なのに手術される患者が 1,491 人となり 3,052 人減り, 不必要な手術の費用は 48 億円節約できる。ただし真の手術適応が 3,238 人増え, この手術費用は 51 億円増加する。手術件数

全体でも前項より 186 人増加し、全体の手術費用も 3 億円増加する。これを検査費用全体の節約 22 億円から差し引くと、検査・手術を合計した医療費の節約が 19 億円となる。つまり、PET をステージ診断に用いることにより、医療費が 2.5% 節約できることがわかった。なお、見逃し患者は 104 人で前項と代わりない。

#### IV. 考 察

PET の医療経済効果についてはすでに米国でいくつもの研究が行われており、肺結節影の診断モデル<sup>7,8)</sup>や、肺癌のステージ診断や生命予後も含めたモデル<sup>9)</sup>などが報告されている。しかし、これらはあくまで米国の医療システム・医療費に基づいた論議であって、医療システムの全く異なる日本に適用できるかどうかは検討されたことがなかった。池上によれば米国の医療の特徴は、世界一高額で、かつ各人の支払い能力に応じた格差のある医療であり、これに対し日本は国民皆保険による安価で平等な、かつ良質な医療が特徴で<sup>10)</sup>、特に外科系の医療費には両国で大きな差がある<sup>11)</sup>。Table 4 に例を示したように、気管支鏡・生検の費用は、日本は 75,000 円に対し、米国は 3~4,000\$ (40~50 万円) と PET より高価である。Fig. 1, 2 で示したように、われわれの PET 鑑別診断モデルでは、不必要な検査が減るにもかかわらず検査費用全体ではコンベンショナルモデルよりはるかに高額になるのはこのためである。日本においては、PET による鑑別診断の適用はないのだろうか。全例に PET をやろうとするとところに問題がある。気管支鏡・生検の診断率は実際は 100% ではない (Sensitivity 70%, Specificity 95% 程度)。一回検査をしても診断がつかない時どうするか。このような時こそ、PET による方針決定が有用なのではないだろうか。また、虚血性心疾患など種々の内科疾患を有し、検査にリスクを伴う患者にも、非侵襲的な PET は有用性を発揮すると考えられる。本稿ではそこまで含めた医療経済効果の分析はできなかったが、非侵襲的で副作用がないという点も PET の重要な特徴であること

を強調したい。

ステージ診断では、治療方針の決定につながるという点で、画像診断に課せられた役割は大きい。従来、CT によるリンパ節のサイズを基準とした転移の診断の精度があまり高くないことが問題となっている。直径 1 cm 以下でも、リンパ節転移の可能性はある。このようなとき、PET による質的診断は有用である。もちろん、小さな病巣の検出能では CT がはるかに優れており、たとえば肺内多発転移の診断については CT の方が優れていると思われる。脳内転移についても、FDG-PET の転移性脳腫瘍の診断能はあまり高くない<sup>12)</sup>。脳の糖代謝は非常に高く、生理的な FDG の脳集積のために、腫瘍とのコントラストがつかないというのがその理由のひとつである。PET と比較した論文はないが、造影 MRI の方が診断能は高いと思われる。では PET と MRI を組み合わせたらどうということになるだろう。費用だけを考えてみると、Table 5 の PET の一人当たりの費用 10 万円が MRI の追加で 14.7 万円となる。この結果コンベンショナルプロトコルと PET プロトコルの検査費用全体の差は 22 億円から 6 億円に縮小する。そして手術件数の増加分 3 億円が変わらないとすれば、差し引き医療費の節約は 3 億円 (0.4%) に縮小する。検査計画としてはより現実的だが、MRI+CT+骨シンチ、PET のみ、PET+MRI の三者で診断精度にどのような差があるのかデータがないので、これを反映する手術費用の変化が厳密には不明となる。FDG-PET は骨転移の診断にもすぐれているという報告がある<sup>13)</sup>。個々の臓器の転移診断には種々異論があるが、縦隔リンパ節の診断から全身転移の診断まですべて含めて一回の全身 PET で行う場合を考えると、PET の診断精度は高くなり、予想外の病巣の検出も期待できると言われている。

治療の費用の問題では、手術の費用のみを考慮したが、実際には手術不能となった患者の医療費、さらに治療方針別の生存率・生命予後の評価、実際は手術可能なのに適応なしと誤診された患者の損失の評価など複雑な要素が入ってくる。



今回は単純化するために、進行癌で適応がないにもかかわらず、誤診により適応ありとして手術される不必要な手術費用を特に強調した。

基本となる CT および PET の診断精度のデータでは、発表されている論文のデータの集計を用いたが、大半は米国を中心にした海外のデータである。国によって疾患構成は異なり、できれば日本のデータを使いたいところだが、適当な資料が見あたらなかった。

このような検討を行うにあたって、明解でわかりやすい結果を得るためには、大胆な仮定と単純化が必要になり、現実離れという批判を受けることになる。逆に、より現実に近いければ複雑になり、明解な結論を得るのが難しい。本研究では米国とは異なり、肺結節影の鑑別診断にルチンに PET を用いることは医療費の節約にならず、肺癌とわかった患者に全身 PET によるステージ診断を行うことにより、不適切な治療を減らし医療費の節約が可能であることがわかった。多くの仮定のもとでの結果であるが、これはわれわれが日常の肺癌診療の中で限られた症例に PET を用いてきた経験と一致するものであり、妥当な結論と思われる。本研究が、クリニカル PET 推進のための一助となれば幸いである。

謝辞：本研究をまとめる機会をいただいた日本アイソトープ協会、サイクロトロン核医学利用専門委員会鳥塚莞爾先生に感謝いたします。米国の医療費についてご教示いただいた State University of New York at Stony Brook, Professor Z.H. Oster 氏に感謝いたします。

## 文 献

- 1) 厚生省の指標臨時増刊——国民衛生の動向——。厚生統計協会 43 巻 9 号, 1996
- 2) がんの統計 95 年版, 癌研究振興財団
- 3) 斉藤泰紀, 高橋里美, 薄田勝男, 管間敬治, 佐川元保, 佐藤雅美, 他: 早期癌の発見と診断・肺癌。日本臨床 **47**: 1000-1005, 1989
- 4) 高橋里美: 宮城県における肺癌集団検診の成績と肺癌死亡率からみた検診評価に関する研究。加齢医学研究所雑誌 **46**: 13-30, 1994
- 5) 平成 7 年度事業報告, 宮城県対がん協会
- 6) 平成 6 年度老人保健事業報告, 厚生省
- 7) Coleman RE, Cascade E, Gupta NC, Lawson ML, Pats E, Rubin RJ: Clinical application and economic implications of PET in the assessment of solitary pulmonary nodules. Abstract from the ICP meeting, Institute for clinical PET, 1994
- 8) Duhalongsod PG, Lowe VJ, Pats EF, Vaughn AL, Coleman RE, Wolfe WG: Detection of primary and recurrent lung cancer by means of F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography. J Thorac Cardiovasc Surg **110**: 130-140, 1995
- 9) Gambhir SS, Hoh CK, Phelps ME, Madar I, Maddahi J: Decision tree sensitivity analysis for cost-effectiveness of FDG-PET in the staging and management of non-small-cell lung cancer. J Nucl Med **37**: 1428-1436, 1996
- 10) 池上直己, JC キャンベル: 日本の医療, 中公新書, 1996
- 11) 池上直己: 医療費とくに手術料の国際比較。外科 **55**: 850-856, 1993
- 12) Griffeth LK, Rich KM, Dehdashti F, Simpson JR, Fusselman MJ, McGuire AH, et al: Brain metastases from non-central nervous system tumors: Evaluation with PET. Radiology **186**: 37-44, 1993
- 13) Dehdashti F, Siegel BA, Griffeth LK, Fusselman MJ, Trask DD, McGuire AH, et al: Benign versus malignant intraosseous lesion: Discrimination by means of PET with [<sup>18</sup>F]fluorodeoxyglucose. Radiology **200**: 243-247, 1996

## Summary

### Cost Effectiveness Analysis of FDG-PET in the Differential Diagnosis and Staging of Lung Cancer in Japan

Kazuo KUBOTA, Susumu YAMADA, Hiroshi FUKUDA, Tatsuo TANIDA,  
Yasuki SAITOU, Jutarou TAKAHASHI and Kenji YAMADA

*Departments of Nuclear Medicine and Radiology, and Thoracic Surgery,  
Institute of Development Aging and Cancer, Tohoku University;  
National Sendai Hospital; and Sendai Kosei Hospital*

Several studies have shown that FDG-PET is more accurate than CT for the differential diagnosis and for the staging of lung cancer. We have analyzed potential effect of FDG-PET on the medical cost for the management of patients suspected of lung cancer. In the differential diagnosis, chest CT plus FDG-PET protocol reduced the number of bronchofiberscope (BFS) and biopsy by one fourth of that in the conventional protocol using CT alone. PET protocol reduced unnecessary examinations for the patients of benign disease, however, it increased the total cost of examinations by 25% due to the higher cost of PET than that of BFS and biopsy in Japan. In the staging of lung cancer, PET

protocol improved accuracy of staging, reduced unnecessary surgery by 67%, and showed a saving of the cost of examination by 5%, and the total medical cost by 2.5% compared to that in the conventional protocol using CT, brain MRI, and bone scan.

Conclusion: Use of FDG-PET for the staging may contribute to the improvement of patient management of lung cancer patients also to the saving of the medical cost.

**Key words:** Positron emission tomography (PET),  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose (FDG), Cost effectiveness analysis, Lung cancer, Tumor imaging.