

《原 著》

肺腫瘍 (非小細胞癌) における胸部 FDG-PET の 医療経済効果に関する判断分析 (第 I 報)

小須田 茂* 市原 清志** 渡辺 真純*** 小林 英夫****
草野 正一*

要旨 現行の判断樹および検査の診断データに基づき、非小細胞癌 (病期 IIIB 以下) における胸部 FDG-PET の、諸検査料、入院手術費、余命を含めた医療経済効果に関して、判断分析を行った。効果分析の対象 (有病率 71.4%) を 1,000 例とし、全例胸部 CT 後に胸部 FDG-PET を得るものとした。その結果、気管支鏡生検を約半数に減じ、縦隔鏡生検と治癒手術例を増加 (115 例) させ、非治癒手術を減少させる (51 例)。このため、軽度ながら医療費の高騰 (胸部 FDG-PET の 1 検査コストを 10 万円とした場合: 10.5% の割高) をもたすが、平均余命を軽度延長させる (0.607 年/患者)。胸部 FDG-PET の 1 検査コストを 10 万円とすると、その医療費増額分は 21.8 万円/年/患者となる。非小細胞癌における胸部 CT+胸部 FDG-PET プログラムは cost-effective ではないにしても、費用便益分析上、有用であると思われる。

(核医学 35: 395-404, 1998)

I. はじめに

1990 年代に入って、わが国の国民医療費は年々増加傾向にあり、医療費増大は現在、国民の深刻な問題となっている。1995 年の国民医療費は 27 兆円を突破し、GDP の約 6% に達している。諸外国、とりわけ先進国では医療費増大は共通の問題点のようである¹⁾。このような状況にあって、将来の定額払い方式に備えて、核医学検査の cost-effectiveness に関する有用性を検討することはきわめて有意義と考える。

2-deoxy-2-[¹⁸F]fluoro-D-glucose (FDG) を用いた positron emission tomography (PET) は核医学検査の中でも高額な検査であるにもかかわらず、肺癌診療において医療費を節減できると期待される²⁻⁸⁾。しかし、これまでの報告はすべて過去の文献に基づいて、有病率、各検査の精度、検査料を解析したシミュレーションである。現行のデータや実際に施行されている検査状況と比較した報告はわれわれの知る限りではみられない。

PET 診療が現行の肺癌診療に及ぼす医療経済効果を前もって解析することは、現在の医療状況を考慮すると意義が大きいと思われる。根治手術によって治癒が期待できる Stage IIIA 以下の非小細胞癌症例を術前に正確に病期診断することは肺癌患者の予後および医療経済学上、きわめて重要である。われわれは今回、1 年間に肺癌診断の下に手術を受けた症例より得られたデータ (現行の判断樹) に基づき、肺結節性病変 (非小細胞癌) における胸部 FDG-PET の諸検査料、手術入院費、余

* 防衛医科大学校放射線医学講座

** 川崎医科大学検査診断学科

*** 防衛医科大学校第二外科学講座

**** 同 第三内科学講座

受付: 10 年 1 月 23 日

最終稿受付: 10 年 4 月 30 日

別刷請求先: 所沢市並木 3-2 (☎ 359-8513)

防衛医科大学校放射線医学講座

小須田 茂

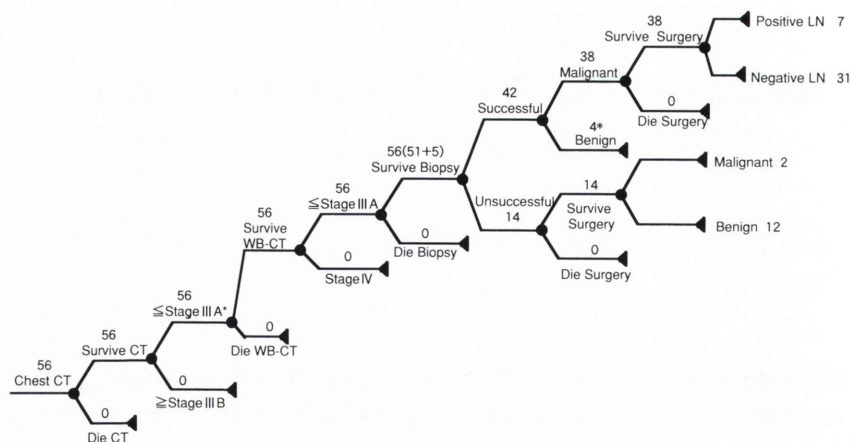


Fig. 1 Decision tree and one year results in chest CT strategy in the department of surgery, National Defense Medical College. The filled circles: outcome nodes, the filled triangles: end-points of each pathway.

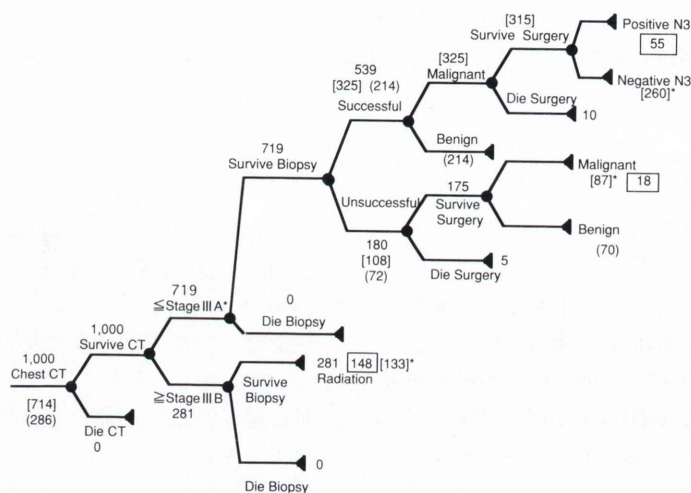


Fig. 2 Decision tree and the results in chest CT strategy in the simulation of 1,000 patient population (71.4% prevalence) with a pulmonary nodule (non-small cell carcinoma, \leq Stage IIIB), based on the data of Fig. 1. []: malignant tumor, (): benign tumor, []*: \leq N2, []: N3

命を含めた医療経済効果に関して、判断分析を行い、いくつかの知見を得たので報告する。

II. 対象と方法

1. 判断樹の設定

1) 臨床基礎データ (現行の判断樹)

モデルとした症例は1996年4月より1997年3

月までの1年間に当院胸部外科にて、肺癌の診断あるいは肺癌疑いの下に手術を受けた肺結節症例56例である。術後の最終診断は原発性肺癌39例(扁平上皮癌15, 腺癌20, 腺扁平上皮癌, 大細胞癌, 肺芽腫, 扁平上皮癌と小細胞癌の重複癌の各1), 肺過誤腫5例, 肺肉芽腫3例, 良性胸膜中皮腫2例, 肺内気管支嚢胞2例, カルチノイ

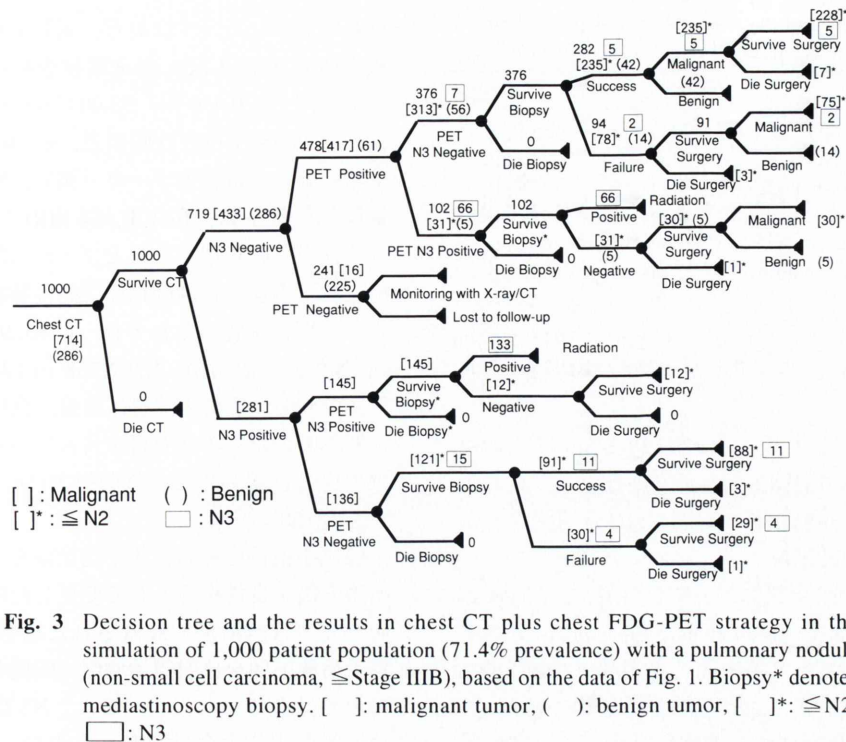


Fig. 3 Decision tree and the results in chest CT plus chest FDG-PET strategy in the simulation of 1,000 patient population (71.4% prevalence) with a pulmonary nodule (non-small cell carcinoma, ≤Stage IIIB), based on the data of Fig. 1. Biopsy* denotes mediastinoscopy biopsy. [] : malignant tumor, () : benign tumor, [*] : ≤N2, □ : N3

ド、心膜嚢胞、後縦隔脂肪腫、肺犬糸状虫、肺内神経鞘腫の各1例であった。心膜嚢胞、後縦隔脂肪腫はCT上、その疾患の特徴的濃度を示していなかったため、肺癌との鑑別が困難であった。臨床的悪性疾患は原発性肺癌、カルチノイドの40例で、その他の疾患16例は良性疾患であった(悪性疾患有病率71.4%)。良性疾患、悪性疾患の年齢分布はそれぞれ、23-71歳(平均年齢51.8歳)、34-85歳(平均年齢63.4歳)であった。

Fig. 1には、当院胸部外科における肺結節性陰影を有する患者の現行の判断樹および過去1年間に、肺癌を疑われ、開胸手術を受けた56例の結果を示す。胸部CTにて全例Stage IIIA以下と診断された。51例は気管支鏡生検を受け、42例は病理診断が確定、9例は確定せず、残り5例は病巣部の大きさ、占拠部位から気管支鏡生検適応外とされた(生検成功率:42/56, 75%)。病理診断未確定の14例は全例開胸手術を受け、2例が肺癌、12例は良性疾患であった。生検にて確定診断された42例のうち、38例が悪性腫瘍で、4例は良

性疾患であったが、画像所見と臨床経過ならびに患者自身の希望により、結局、良性4例全例が開胸手術を受けた。悪性腫瘍の38例は手術により、リンパ節廓清が施行された(切除範囲R2)。なお、縦隔鏡生検はルーチンには施行していない。

2) 胸部FDG-PETの効果分析のための判断樹
肺結節性陰影を有し、非小細胞癌が疑われる1,000例を対象とした新たな判断樹を作成した。FDG-PET導入前(当院胸部外科のプロトコール:胸部CTを主体としたプログラム)とFDG-PET導入後(胸部CT+胸部FDG-PET主体のプログラム)の二つのシミュレーションを設定した。この場合、以下のような前提のもとに、判断樹を作成した。すなわち、①母集団1,000例に含まれる良性肺結節例は肺癌疑い例とする。②全例、病期IIIB以下で、遠隔転移(M因子)を有さない。③全例、胸部CTが胸部FDG-PETの前に施行されている。④肺癌有病率は上述のデータ(71.4%)を用いる。⑤良性肺結節例はリンパ節腫大があっても、CT上N2以下である。また、CT上N3以上

Table 1 Results of two competing strategies (chest CT alone versus chest CT plus chest FDG-PET)

	CT alone	CT + FDG-PET
bronchofiberscopy	1,000 pts	512 pts
mediastinoscopy	0	247 pts
thoracotomy for benign	70 pts	19 pts
thoracotomy for cancer	433 pts	499 pts
curable thoracotomy	347pts	462 pts
non-curable thoracotomy	73 pts	22 pts
surgical death	15 pts	15 pts
Total cost	1,262 × 10 ⁶ yen	1,394 × 10 ⁶ yen
life expectancy	10.33 year/pat	10.94 year/pat

例は全例肺癌とする。⑥ FDG-PET で N3 と診断された場合は縦隔鏡生検を必ず施行する。⑦ 肺癌 N3 (対側リンパ節転移) 頻度は 31% とする²⁾。

2. 検査の診断能

これまでの研究報告データを引用し, true positive, false negative, true negative, false positive の各症例数を集計し, sensitivity, specificity を算出した。結節性肺病変における肺癌診断のための CT の sensitivity は 99.7% と非常に高いが, specificity は 57.9% と低い⁹⁻¹²⁾。CT の診断能は判断樹に加えなかった。FDG-PET の sensitivity, specificity は文献¹³⁻²²⁾より 96.3%, 78.6% とした。また, リンパ節転移診断のための CT の sensitivity, specificity は, 67%, 73%, FDG-PET のそれは 90%, 91% とした²³⁻²⁵⁾。気管支鏡生検の成功率はわれわれのデータより 75% とした。縦隔鏡生検成功率は 100% とした。

検査, 手術手技による死亡率に関しては, 文献²⁾より造影 CT 0.0025%, FDG-PET 0%, 縦隔鏡生検 0.3%, 開胸手術 3.0% とした。気管支鏡生検死亡率は 0% ではないものの, 今回のシミュレーションでは気管支鏡生検施行例は 1,000 例に満たないため, その死亡率は 0% とした。

3. 事後確率と医療費, 平均余命の算出

ベイズの定理を用いて FDG-PET 施行後の事後確率を算出して, 肺結節性病変における胸部 FDG-PET の貢献度を評価した。医療費の算出については, 当院胸部外科患者の外来受診と入院時のレセプト (診療報酬明細書) を見直し, 平均医

療費を算出した。すなわち, 気管支鏡生検, 縦隔鏡生検 (3 日間入院), 外来諸検査料はそれぞれ, 74,150 円, 120,450 円, 53,003 円 (良性肺疾患, n = 16), 79,682 円 (悪性肺疾患, n = 40)。なお, 外来諸検査料とは腫瘍マーカー測定, 肺機能検査, 骨シンチグラム, 脳 CT, 脳 MRI, 腹部 CT, 超音波検査等の費用で, レセプトから得られた平均検査料である。良性肺結節, 悪性肺結節摘出のための手術入院費はそれぞれ, 1,165,284 円 (入院期間 25.2 日, n = 16), 2,292,768 円 (入院期間 46.8 日, n = 40)。手術入院費は肺癌, 良性肺疾患とも病期診断のための検査料を含んでいる。放射線治療の場合は単純化して外照射 30 回に要する費用とした (30 万円)。

肺癌手術適応例の術後平均余命を 7 年, 肺癌手術適応例を良性疾患として変更した場合の平均余命を 1 年 (無治療で放置された場合を想定), 肺癌手術適応例を放射線治療例に変更した場合の平均余命は 2 年とした^{2,6)}。また, N3 症例の放射線治療後の平均余命は 1 年とした²⁶⁾。FDG-PET なしの CT を主体としたグループと FDG-PET 導入後 (CT + FDG-PET) のシミュレーショングループの一人当たりの平均余命を算出した。なお, 良性疾患患者は手術の有無にかかわらず平均寿命まで生存するものとした。

4. 感度分析

FDG-PET 検査は現在, 保険診療の適応ではないため, 検査料をいくりに設定したら良いかが問題となる。医療経済学上, FDG-PET 検査料は重要なため, 胸部 FDG-PET の 1 検査コストを 3 万円から 20 万円まで変化させ, かつ平均余命と関連させて価値判断がどう変わるか分析した。すなわち, 一人当たり 1 年余命を延長させるに必要なコストを算出した。

III. 結 果

1. 判断樹と確率の推定

非小細胞癌が疑われた 1,000 例 (肺癌 714, 良性疾患 286) を対象とした判断樹の結果を Fig. 2, Fig. 3 に示す。Fig. 2 は胸部 CT 主体プログラム

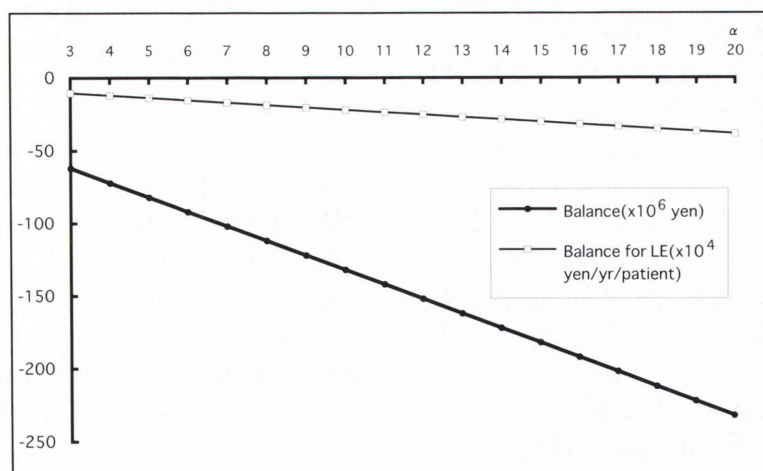


Fig. 4 Results of the sensitivity analysis on a balance of the total cost ($\times 10^6$ yen) and a balance for life expectancy ($\times 10^4$ yen/year/person) for α . 10,000 α yen means the cost of a chest FDG-PET study.

(FDG-PET 導入なし)の判断樹で, Fig. 3 は胸部 CT+胸部 FDG-PET プログラムの判断樹である. Fig. 2 では N2 以下 (Stage IIIA 以下) の症例 133 例が N3 陽性として, 放射線治療に回されてしまうことが大きな問題点である. 治療手術は 347 例 (260+87), 非治療手術は 73 例 (55+18) である. 良性肺疾患患者は 70 例が開胸手術を受ける. 手術死は 15 例となる.

Fig. 3 では 241 例が胸部 FDG-PET 陰性となり, 気管支鏡生検を受けずに良性疾患として診断される. しかし, 16 例の肺癌が良性疾患として含まれている. 42 例は気管支鏡生検にて良性疾患と診断される. 19 例の良性疾患は開胸手術が施行される. 胸部 FDG-PET にて N3 陽性となった 247 (102+145) 例に対して, 新たに縦隔鏡生検が施行される. CT, PET いずれも N3 陰性となった 376 例のうち, 肺癌は 320 例で, 気管支鏡生検の成功, 不成功にかかわらず開胸手術が施行される. 治療手術は 462 (228+75+30+12+88+29) 例となり, 22 (5+2+11+4) 例は非治療手術となる. 手術死は 15 (7+3+1+3+1) 例である. 結局, 開胸手術例は 505 件より 13 件増加し, 518 件となる. 良性疾患は 19 例が開胸手術を受ける. 両者のプログラムの結果比較を, 医療化, 平均余命を

含めて Table 1 に示す.

2. 医療費

Fig. 2 から, 気管支鏡生検, 外来諸検査料 (良性, 悪性), 手術入院費 (良性, 悪性) はそれぞれ,

$$74,150 \times 1,000 + 53,003 \times 286 + 85,670 \times 714 \\ + 1,165,284 \times 72 + 2,128,331 \times (325 + 108) \\ = 1,155,945,009 \text{ 円} \quad (1)$$

外照射は外来にて行うとすると,

$$300,000 \times (55 + 18 + 281) = 106,200,000 \text{ 円} \quad (1)'$$

Fig. 3 から, 気管支鏡生検, 縦隔鏡生検, 外来諸検査料 (良性, 悪性), 手術入院費 (良性, 悪性) はそれぞれ,

$$74,150 \times 512 + 120,450 \times (102 + 145) + 53,003 \\ \times 286 + 85,670 \times 714 + 1,165,284 \times (14 + 5) \\ + 2,128,331 \times (240 + 80 + 31 + 12 + 136) \\ = 1,228,220,753 \text{ 円} \quad (2)$$

放射線治療は

$$300,000 \times (5 + 2 + 66 + 133 + 11 + 4) \\ = 66,300,000 \quad (2)'$$

胸部 FDG-PET の 1 検査料 α 万円とすると,

$$10,000\alpha \text{ 円} \times 1,000 = 10,000,000\alpha \text{ 円} \quad (3)$$

したがって, 胸部 FDG-PET 導入により, 期待される医療費の増減 S は,

$$S = (1) + (1)' - (2) - (2)' - (3)$$

$$=(-32,375,744-10,000,000\alpha) \text{ 円}$$

以上から、胸部 FDG-PET 導入により金銭面のみからは医療経済効果は期待できない。α を 10 (FDG-PET 1 検査料: 10 万円) とすると、10.5% の割高となる。

3. 平均余命

Fig. 2 から、良性肺結節例は平均寿命まで生存するとすると、平均余命は 26.1 年 (n=16) となるから、FDG-PET 導入前のシミュレーションでの平均余命は、

$$\begin{aligned} &26.1 \text{ 年} \times (214 + 70) + 7 \text{ 年} \times (260 + 87) + 2 \text{ 年} \\ &\times 133 + 1 \text{ 年} \times (55 + 18 + 148) + 0 \text{ 年} \times 15 \\ &= 10,328.4 \text{ 年} \end{aligned}$$

一人当たりに換算すると、10.33 年/患者 (4)

Fig. 3 から、胸部 FDG-PET 陰性 241 例のうち、16 例は肺癌患者である。胸部 X 線または CT で経過観察を行うことが期待されるが、最悪の場合 (無治療放置) を推定すると平均余命は 7 年から 1 年に短縮される。開胸手術を受けた N3 症例は術後、放射線治療を受けるとすると、胸部 FDG-PET 導入後のシミュレーションでの平均余命は、

$$\begin{aligned} &26.1 \text{ 年} \times (42 + 14 + 5 + 225) + 7 \text{ 年} \times (228 + 75 \\ &+ 30 + 12 + 88 + 29) + 2 \text{ 年} \times 0 + 1 \text{ 年} \times (5 + 2 \\ &+ 66 + 133 + 11 + 4 + 16) + 0 \text{ 年} \times (7 + 3 + 1 \\ &+ 3 + 1) = 10,935.6 \text{ 年} \end{aligned}$$

一人当たりに換算すると、10.94 年/患者 (5)

したがって、胸部 FDG-PET 導入により、期待される平均余命の増減 LE は、

$$LE = (5) - (4) = 0.607 \text{ 年/患者.}$$

4. 感度分析

胸部 FDG-PET 導入による総医療費 (諸検査料、手術入院費を含む) の差引残高、すなわち増大分 (赤字額) の変化を Fig. 4 に示す。この場合、胸部 FDG-PET の 1 検査コスト (α) を 3 万円から 20 万円まで変化させた。1 検査コストが上昇すればするほど、その分医療費が増大する。1 検査コストが 10 万円の場合は、一患者当たり 0.607 年の余命延長にさらに 13.2 万円を要することになる。1 年当たりの余命延長すると、21.8 万円/年/患者。

IV. 考 察

日本の医療費は年々急騰しており、これに対する対策として厚生省は平成 9 年 9 月より、被用者保険では健康保険本人の自己負担割合は 1 割から 2 割に引き上げた。さらに、厚生省の医療保険改革案では 3 割 (大病院は 5 割) 負担に、慢性疾患の入院費は現行の出来高払いから定額払いに改革する方針が打ち出されている。こうした時期にあって、核医学検査の cost-effectiveness に関する研究を行うことは、きわめて有意義と考えられる。

先進国の死因第一位である悪性腫瘍の中で、肺癌は最上位を占め、かつ急速に増加しつつある。肺癌の 3/4 を占める非小細胞肺癌に対しては、Stage IIIA 以下の症例では根治手術が最も有効であり、治癒が期待できるために病期決定のための各種検査が術前に施行されている。わが国の多くの施設では、肺癌患者に対して腫瘍マーカー、腹部超音波検査、骨シンチグラフィ、腹部造影 CT、脳造影 CT または脳造影 MRI などが術前の病期決定に用いられている²⁷⁾。症例によっては肺動脈造影、肺シンチグラフィも施行される。さらに、通常の胸部 CT 施行後に、thin slice CT や 3D CT 等のより精度の高い CT 検査が日を変えて施行されることもまれではない。確かに、これらの検査は病期診断のために必要ではあるが、こうした状況が医療費高騰の一因である可能性は否めない。

当院患者の検討では、良性肺疾患患者における手術入院費は肺癌患者のそれに比較してほぼ半額であった (110 万円対 210 万円)。しかし、入院時の臨床病名は肺癌疑いであり、肺癌患者ほど多くの検査は施行されてはいなかったものの、術前の病期診断検査が施行されていたことは、医療経済学上、大きな問題点と思われる。

FDG-PET は各種画像診断の中で最も高い診断能を有している一方、高額な設備と費用を要し、その普及を妨げている。しかしながら、FDG-PET の肺癌診療に及ぼす医療経済効果について、

すでにいくつかの報告がみられる²⁻⁸⁾。その報告によると、FDG-PET は高額な検査の一つであるにもかかわらず、肺癌診療にそれを導入することは無駄な検査や手術を省き、結局医療費削減になるとしている。しかし、いずれも大胆な仮定と単純化したシミュレーションを設定した解析であり、気管支鏡生検成功率を 100% と仮定するなど、医療の現場に即した解析には至っていないように思われる。また、肺癌診断のためのプロトコル、医療費は日米で大きく異なるため、わが国独自の解析が必要である。

われわれは今回、現場の医療に即した医療経済効果を解析するため、当院胸部外科にて入院手術を受けた症例のデータに基づき、FDG-PET を導入した場合のシミュレーションを設定した。Gambhir ら²⁾ は胸部 CT を FDG-PET 後に施行するシミュレーションを設定しているが、わが国の CT 普及率から大病院に紹介される時点で胸部 CT 施行済みが通常であるため、われわれは胸部 CT 後に FDG-PET を施行するというプロトコルで解析した。なお、今回胸部 FDG-PET のみに限定して判断分析を行ったが、遠隔転移頻度が比較的多い肺癌には全身 FDG-PET の方がより現状に即している。しかし、全身 FDG-PET による肺癌の全身転移検出の specificity のデータが存在しない。したがって、判断分析に新たな仮定を導入する必要がある、得られた結果の信頼性が乏しくなる。

今回、結節性肺病変における肺癌診断のための CT の評価は行わなかった。なぜなら、肺癌診断における CT の specificity は 57.9%⁴⁾ と低く、良・悪性の鑑別は多くの症例において困難であり、実際、当院胸部外科紹介患者では CT 所見を良・悪性の鑑別にほとんど用いていないからである。また、喀痰細胞診は当然施行されるのが常であるが、喀痰細胞診の結果にかかわらず、気管支鏡的肺生検を行うのが原則であることと、N3 の有無が治療手術を決定するため、喀痰細胞診の結果は判断樹に加えなかった。

われわれの今回のシミュレーションで設定し

た、有病率 71.4% の対象症例数 1,000 例に対する結果は、胸部 FDG-PET 導入により気管支鏡生検を約半数 (1,000 件から 512 件) に、良性疾患の開胸手術を約 3 分の 1 (70 件から 19 件) に減らすことができたが、縦隔鏡生検 (247 件) が新たに加えられ、肺癌患者の手術例を増加させた (433 件から 499 件)。このため、約 3,200 万円の医療費増大に加えて FDG-PET の検査料が上乗せする結果となった。FDG-PET の 1 検査コストを 10 万円とすると、10.5% の割高となった。したがって、肺癌患者における胸部 FDG-PET 導入は、金銭面のみを考慮した場合、医療経済効果を期待できないことになる。Gambhir ら²⁾ は胸部 FDG-PET 導入により、1 患者当たり 2,267 ドルの医療費削減が期待できるとしており、われわれの結果と対照的である。その原因は、窪田ら⁴⁾ も指摘しているように、日本の気管支鏡生検の費用が米国の約 17% と非常に低コストであることである。また、前述したように、肺癌患者が入院した場合には術前に施行される病期診断のための検査料の比率が米国に比して非常に大きいのも一因であろう。この点、全身用 FDG-PET を導入すれば、病期診断のための各種検査が省略され、医療経済効果は胸部 FDG-PET では得られぬ医療経済効果をもたらすと期待される^{4,6,7)}。

今回のシミュレーションでは FDG-PET で N3 と診断された場合は必ず縦隔鏡生検を行うとしたが、欧米諸国と異なり、わが国では縦隔鏡生検はルーチン化されていない。FDG-PET のリンパ節転移に関する診断能は sensitivity 90%, specificity 91% と良好であり、縦隔鏡生検を省き医療費削減を図る方法もある。しかし、上述の FDG-PET の診断能はわずか 4 施設の平均値であり、リンパ節転移の有無を FDG-PET 所見に依存するとするには、内科医、外科医のコンセンサスがまだ十分得られていないように思われる。今回、新しいプログラムを導入するという観点から、縦隔鏡検査を組み入れたシミュレーションを設定した。

一方、平均余命は胸部 FDG-PET、縦隔鏡生検導入により、0.607 年/患者、延長した。これは

非治癒手術が減じ (73 件から 22 件), 治癒手術が増加した (347 件から 462 件) ことによる. 1 年当たりの余命延長に換算して費用便益分析を行うと, 胸部 FDG-PET の 1 検査コストを 10 万円として 21.8 万円/年/患者, 20 万円として 38.3 万円/年/患者となる. すなわち, 一患者あたり 1 年間の延命効果をもたらすためには, さらにそれぞれ 21.8 万円, 38.3 万円を支払うことになる. 人の余命を貨幣価値に換算し, そのコストを評価することは, 問題点を多く含むと思われる. また, 延長された余命期間よりも, その生活の質 (quality of life) が現在問われている. 今後, さらに検討すべき課題であろう.

以上の結果から, 肺結節性病変 (非小細胞癌) における胸部 FDG-PET の導入は, 軽度ながら医療費の高騰 (胸部 FDG-PET の 1 検査コストを 10 万円とした場合: 10.5% の割高) をもたらす. 肺結節性病変 (非小細胞癌) において FDG-PET の導入が大きな医療経済効果をもたらすのは, 病期診断に用いられている各種検査を省略することが可能な全身用の FDG-PET であるのかもしれない^{4,6,7)}. しかし, 胸部 FDG-PET の導入は平均余命を軽度延長 (0.607 年/患者) させ, 胸部 FDG-PET の 1 検査コストを 10 万円とすると, その医療費増額は 21.8 万円/年/患者となる. 肺結節性病変 (非小細胞癌) における胸部 CT+胸部 FDG-PET プログラムは cost-effective ではないにしても, 費用便益分析上, 有用であると思われる.

なお, 今回の検討では FDG-PET の肺癌診断における specificity を 78.6%, シミュレーションで設定した対象症例の有病率を 71.4% としたが, 当然施設によりその数値は異なるため, この点も今後の検討課題である.

本稿は日本核医学会, 平成 8 年度核医学検査のエフィカシー検討ワーキンググループより援助を受けた.

文 献

- 1) 池上直己, キャンベル JC: 日本の医療, 中公新書, 1996
- 2) 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 carcinoma. *J Nucl Med* **37**: 1428-1436, 1997
- 3) Duhainglongsod PD, 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
- 4) 窪田和雄, 山田 進, 福田 寛, 齊藤泰紀, 谷田達男, 高橋寿太郎, 他: FDG-PET の肺癌診療に及ぼす医療経済効果について. *核医学* **34**: 329-336, 1997
- 5) 小須田茂: 米国ミシガン大学帰国報告. *臨床核医学* **30**: 72-73, 1997
- 6) Shah BD, Gambhir SS, Shepherd J, Hoh CK, Allen M, Phelps ME: Cost effectiveness of whole-body FDG PET in the staging and management of non-small cell lung carcinoma. *J Nucl Med* **38** (suppl): 245p, 1997
- 7) Gambhir SS, Shepherd J, Phelps ME: A theoretical decision analysis model for the cost effectiveness of newly emerging coincidence imaging (CI) technology in the presurgical staging of non-small cell lung carcinoma (NSCLC). *J Nucl Med* **38** (suppl): 245p, 1997
- 8) Weber W, Bulow H, Romer W, Prauer H, Gambhir SS, Schwaiger M: FDG-PET in solitary pulmonary nodules: A German cost-effectiveness analysis. *J Nucl Med* **38** (suppl): 245p, 1997
- 9) Proto AV, Thomas SR: Pulmonary nodules studied by computed tomography. *Radiology* **156**: 149-153, 1985
- 10) Zerhouni EA, Stititk FP, Siegelman SS, Naidich DP, Sagel SS, Proto AV, et al: CT of the pulmonary nodule: a cooperative study. *Radiology* **160**: 319-327, 1986
- 11) Siegelman SS, Khouri NF, Leo FP, Fishman EK, Braverman RM, Zerhouni EA: Solitary pulmonary nodules: CT assessment. *Radiology* **160**: 307-312, 1986
- 12) Huston J III, Muhm JR: Solitary pulmonary nodules: evaluation with a CT reference phantom. *Radiology* **170**: 653-656, 1989
- 13) Kubota K, Matsuzawa T, Fujiwara T, Ito M, Hatazawa J, Ishiwata K, et al: Differential diagnosis of lung tumor with positron emission tomography: a prospective study. *J Nucl Med* **31**: 1927-1932, 1990
- 14) Jacobs MP, Mantil JC, Peterson CD, Dunigan KA, Nickerson JP, Borchert R, et al: FDG PET imaging of the chest. *J Nucl Med* **33** (suppl): 975-976, 1992
- 15) Knopp MV, Bishoff H, Oberdorfer F, van Kaick G: Positron emission tomography of the thorax. The

- current clinical status. *Radiologie* **32**: 290–295, 1992
- 16) Slosman DO, Spiliopoulos A, Couson F, Nicod L, Louis O, Lemoine R, et al: Satellite PET and lung cancer: a prospective study in surgical patients. *Nucl Med Comm* **14**: 955–961, 1993
- 17) Scott WJ, Schwabe JL, Gupta NC, Dewan NA, Reeb SD, Sugimoto JT: Positron emission tomography of lung tumors and mediastinal lymph nodes using [^{18}F]fluoroglucose. The members of the PET-lung tumor study group. *Ann Thorac Surg* **58**: 698–703, 1994
- 18) Duhalongsod FG, Lowe VJ, Patz EJ Jr, 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**: 130–139, 1995
- 19) Hubner KF, Buonocore E, Singh SK, Gould HR, Cotten DW: Characterization of chest masses by FDG positron emission tomography. *Clin Nucl Med* **20**: 293–298, 1995
- 20) Sazon DA, Santiago SM, Soo Hoo GW, Khonsary A, Brown C, Mandelkern M, et al: Fluorodeoxyglucose-positron emission tomography in the detection and staging of lung cancer. *Am J Resp Crit Care Med* **153**: 417–421, 1996
- 21) Weber W, Romer W, Ziegler S, Schad D, Herz M, Kruschke C, et al: F-18-FDG PET in the evaluation of small solitary pulmonary nodules. *J Nucl Med* **37** (suppl): 111p, 1996
- 22) Bury T, Dowlati A, Paulus P, Corhay JL, Benoit T, Kayembe JM, et al: Evaluation of the solitary pulmonary nodule by positron emission tomography imaging. *Eur Resp J* **9**: 410–414, 1996
- 23) Wahl RL, Quint L, Greenough R, Meyer C, White R, Orringer M: Staging of mediastinal non-small cell lung cancer with FDG PET, CT, and fusion image: preliminary prospective evaluation. *Radiology* **191**: 371–377, 1994
- 24) Madar I, Hoh C, Figlin R, et al: Cost-effective staging of non-small-cell lung carcinoma by whole-body PET imaging. *J Nucl Med* **36** (suppl): 57p, 1995
- 25) Valk P, Pounds T, Hopkins D, Haseman M, Hofer G, Greiss H: Staging lung cancer by whole-body PET-FDG imaging. *J Nucl Med* **36** (suppl): 95p, 1995
- 26) 北川俊夫: II. 放射線治療, 石川七郎編, 臨床肺癌 III, 国立がんセンター編, 講談社, 東京, 1983, pp. 189–229
- 27) 東山聖彦: 遠隔転移巣の診断, 松田 実, 土井 修監修, 肺がんの診断と治療, 医薬ジャーナル社, 東京, 1993, pp. 63–70

Summary

Decision Tree Sensitivity Analysis for Cost-Effectiveness of Chest FDG-PET in Patients with a Pulmonary Tumor (Non-small Cell Carcinoma)

Shigeru KOSUDA*, Kiyoshi ICHIHARA**, Masumi WATANABE***,
Hideo KOBAYASHI**** and Shoichi KUSANO*

**Department of Radiology, National Defense Medical College*

***Department of Diagnosis, Kawasaki Medical College*

****Second Department of Surgery, National Defense Medical College*

*****Third Department of Internal Medicine, National Defense Medical College*

Decision tree analysis was used to assess cost-effectiveness of chest FDG-PET in patients with a pulmonary tumor (non-small cell carcinoma, \leq Stage IIIB), based on the data of the current decision tree. Decision tree models were constructed with two competing strategies (CT alone and CT plus chest FDG-PET) in 1,000 patient population with 71.4% prevalence.

Baselines of FDG-PET sensitivity and specificity on detection of lung cancer and lymph node metastasis, and mortality and life expectancy were available from references. Chest CT plus chest FDG-PET strategy increased a total cost by 10.5% when a chest FDG-PET study costs 0.1 million yen, since it increased the number of mediastinoscopy and curative thoracotomy

despite reducing the number of bronchofiberscopy to half. However, the strategy resulted in a remarkable increase by 115 patients with curable thoracotomy and decrease by 51 patients with non-curable thoracotomy. In addition, an average life expectancy increased by 0.607 year/patient, which means increase in medical cost is approximately 218,080 yen/year/patient when a chest FDG-PET study costs 0.1 million yen. In conclusion, chest CT plus chest FDG-PET strategy might not be cost-effective in Japan, but we are convinced that the strategy is useful in cost-benefit analysis.

Key words: Decision tree analysis, Sensitivity analysis, Cost-effectiveness, FDG-PET, Lung cancer.