

# 肺切除術における 術後心肺合併症発生子測のための指数設定 及びその臨床的有用性の検討

岡山大学医学部第二外科学教室 (指導: 寺本 滋教授)

小 橋 雄 一

(平成3年11月18日受稿)

**Key words:** 肺癌, 肺切除術, 術前肺機能, 術後心肺合併症発生子測,  
肺血流シンチグラフィ

## 結 言

近年の胸部外科領域における術前・術中・術後管理は飛躍的に進歩してきており, 肺癌の治療としての手術療法も, その適応が次第に拡大され, 積極的に肺切除術が行われている。また, 高齢者人口の増加により, 心肺機能の予備力の低下した患者や, 慢性閉塞性肺炎を合併した患者を手術対象とする機会が増加している。そのため, 術前の肺機能の適確な評価を誤ると, 術後管理に難渋し患者を失うこともある。従って, 術後合併症の発生が術前に予測可能であれば, 術前より慎重な呼吸管理を行うことでその発生を未然に防ぐことができるだけでなく, 仮に術後合併症が発生した場合でも致命的になる前に対処が出来得ると考えられる。そこで, 著者は肺癌手術対象者に対し一般に行われている総合肺機能検査に加え, 肺血流シンチグラフィを応用した術後肺機能予測<sup>1)</sup>の結果をもとにして, 術後心肺合併症の発生を予測することを目的とした二つの指標を設定した。その一つは総合肺機能検査値の中から術後心肺合併症の発生と関連性の認められた8因子を選び, さらにスコア化し, その合計点から予測を試みた術後心肺合併症発生子測指数 (Risk score) である。他の一つは肺血流シンチグラフィを用いて予測した術後1秒量を, 標準努力性肺活量で除した値 (%) を手術適応と術後心肺合併症の発生

の面から検討した肺切除指数 (Resection Index) である。今回, この二つの指数に対してその臨床的有用性について検討した。

## 対 象

昭和56年11月より昭和63年2月までの約7年間に, 岡山大学医学部第2外科において, 術前肺血流シンチグラフィと総合肺機能検査を施行した原発性肺癌肺切除例182例を対象とした。年齢は38~81歳 (平均63.2歳) であり, 性別では男性132例 (72.5%), 女性50例 (27.5%) であった。肺癌 TNM 分類<sup>2)</sup>による術後病期は, I期112例, II期11例, III期56例, IV期3例であり, 組織型は扁平上皮癌89例, 腺癌86例, 大細胞癌2例, 小細胞癌5例であった。術式は1肺葉切除術139例, 2肺葉切除術20例, 肺全摘術23例で, 区域切除術と部分切除術は対象から除外した。

## 方 法

### 1. 肺機能検査

COLLINS 社製の総合肺機能検査装置を使用し, 術前及び術後1ヵ月目に測定した。

肺機能検査値として, FVC (努力性肺活量), FEV<sub>1.0</sub> (1秒量), FEV<sub>1.0</sub>% (1秒率), MVV (分時最大換気量), MMF (最大呼気中間流量), Peak flow (最大呼気流量) のほか,  $\dot{V}_{50}/HT$ ,  $\dot{V}_{25}/HT$  (肺活量の50%, 25%の点における流量

を身長で除した値),  $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ , ERV(呼気予備量), FRC(機能的残気量), RV(残気量), TLC(全肺気量), RV/TLC(残気率),  $DL_{CO}$ (1回呼吸法による一酸化炭素拡散能)を測定した。また, それぞれの標準値に対する比である %FVC, %MVV, %MMF, %Peak flow, %ERV, %FRC, %TLC, %RV, % $DL_{CO}$ を算出した。

## 2. 定量的肺血流シンチ及び術前肺機能予測

定量的肺血流シンチは小西の方法<sup>1)</sup>に準じて行った。すなわち, 肺切除予定肺癌患者に<sup>99m</sup>Tc-MAA 5 mCi を経静脈的に注入して肺血流シンチを行い, その前後像における肺血流分布比と術前肺機能検査値より, 以下に示す式にて術後肺機能予測を行った。

術後肺機能予測値 = 術前実測値 ×

$$\left( 1 - \text{患側肺血流比} \times \frac{\text{切除予定肺区域数}}{\text{患側肺区域数}} \right)$$

なお, 肺の解剖学的区域に従い, 右肺を上葉3区域, 中葉2区域, 下葉5区域の計10区域, 左肺を上葉5区域, 下葉4区域の計9区域とし, Ali ら<sup>2)</sup>の数式により予測値を算出した。

## 3. 肺切除指数 (Resection Index)

術後肺機能は肺血流シンチにより得られた肺血流分布比と術前肺機能検査値から正確な予測が可能であることより, 肺血流シンチを用いて算出した術後予測  $FEV_{1.0}$  を FVC の標準値で除した値を肺切除指数 (Resection Index) と命名し, 術後心肺合併症発生の予測に関して検討した。

## 4. 術後心肺合併症発生予測指数 (Risk score)

術前肺機能と術後心肺合併症の関連性を検討する目的で, 肺機能の各種パラメーターを合併症群と非合併症群について検討した。この結果, 合併症群と非合併症群で統計学的に有意差を認めたパラメーターの中から複数のパラメーターを選択し, それを score 化することにより, 術後心肺合併症発生予測指数 (Risk score) を設定し, 術後心肺合併症発生の予測における有用性について検討した。

## 5. 術後心肺合併症

術後心肺合併症は, 去痰困難のような軽症例から呼吸不全にいたるまで程度に差はあるが,

今回は肺合併症として去痰困難, 無気肺, 肺炎, 呼吸不全を, 心合併症として不整脈の5項目について検討した。その診断基準は①去痰困難は気道分泌物の喀出が自力では十分できず, カテーテルや気管支鏡による吸引を術後5日以上にわたり必要としたもの, ②無気肺は発熱, 呼吸困難などの症状の有無を問わず, 胸部レ線上無気肺影を呈したもの, ③肺炎は胸部レ線上肺野に浸潤影を認め, 発熱・白血球増加・膿性痰を有するもの, ④呼吸不全は術後2日以上にわたり補助呼吸を必要としたもの, ⑤不整脈は術後に発生し治療を必要としたものとした。

6. 2群間の平均値の差の検定は, F検定にて等分散を確認後, student t 検定を行い, 有意水準が0.05以下を有意差ありとした。

## 結 果

### 1. 術後心肺合併症発生状況

表1に示した如く, 肺合併症は182例中33例(18.1%), 心合併症は12例(6.6%), 計45例(24.7%)に術後心肺合併症が発生した。内訳は, 呼吸不全16例(8.8%)と最も多く, 不整脈は12例(6.6%)であり, 肺全摘術において頻度が高かった。また, 去痰困難も12例(6.6%)と多かったが, 無気肺は3例(1.6%), 肺炎は2例(1.1%)と少ないものの, 無気肺及び肺炎から呼吸不全へと悪化した例は呼吸不全として扱ったため, 実際には頻度はもう少し高い。術式別には, 一葉切が139例中26例(18.7%)に合併症の発生を認めたのに対して, 肺全摘では23例中12例(52.2%)と約過半数に発生していた。

### 2. 術前肺機能検査値

表2.3は術後心肺合併症発生群と非発生群の術前肺機能検査値を比較したものである。合

表1 術式と術後心肺合併症

	一葉切 (139)	二葉切 (20)	肺全摘 (23)	計 (182)
去痰困難	8	2	2	12(6.6%)
無気肺	2	1		3(1.6%)
肺炎	1		1	2(1.1%)
呼吸不全	8	4	4	16(8.8%)
不整脈	7		5	12(6.6%)
計	26(18.7%)	7(35%)	12(52.2%)	45(24.7%)

表2 合併症群と非合併症群の術前肺機能検査(I)

	合併症群 (n=45)	非合併症群 (n=137)	P
FVC (ℓ)	2.64±0.54	3.02±0.70	<0.05
%FVC	79.8±13.4	92.4±12.6	<0.001
FEV <sub>1.0</sub> (ℓ)	1.90±0.55	2.33±0.62	<0.005
FEV <sub>1.0</sub> %	70.0±9.3	76.3±8.7	<0.005
MVV (ℓ/min)	73.8±24.8	89.5±30.1	<0.005
%MVV	75.2±26.4	90.1±28.4	<0.001
MMF (ℓ/sec)	1.43±0.58	2.03±0.86	<0.001
%MMF	55.3±23.4	76.2±24.3	<0.001
$\dot{V}_{50}/HT$ (ℓ/sec/m)	1.09±0.61	1.61±0.70	<0.001
$\dot{V}_{25}/HT$ (ℓ/sec/m)	0.36±0.24	0.49±0.25	<0.005
$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$	3.20±0.89	3.46±1.16	N.S.
Peak flow (ℓ/min)	323±105	392±132	<0.01
%Peak flow	73.4±25.3	90.4±26.0	<0.001

mean ± S.D.

表3 合併症群と非合併症群の術前肺機能検査(II)

	合併症群 (n=45)	非合併症群 (n=137)	P
ERV (ℓ)	1.18±0.39	1.33±0.67	N.S.
%ERV	121.4±38.7	125.9±36.8	N.S.
FRC (ℓ)	3.17±0.88	3.27±1.05	N.S.
%FRC	107.5±23.1	113.9±28.0	N.S.
TLC (ℓ)	4.69±1.19	5.14±1.29	N.S.
%TLC	92.4±15.2	100.9±18.0	N.S.
RV (ℓ)	2.00±0.69	1.83±0.61	N.S.
%RV	104.0±27.4	107.2±36.9	N.S.
RV/TLC (%)	110.0±20.1	102.6±22.4	N.S.
%DL <sub>co</sub>	63.9±20.3	85.7±26.7	<0.001

mean ± S.D.

併症群では FVC, %FVC, FEV<sub>1.0</sub>, FEV<sub>1.0</sub>%, MVV, %MVV 及び %DL<sub>co</sub> が有意に低値であったが, ERV, %ERV, FRC, %FRC, TLC, %TLC, RV, %RV 及び RV/TLC は有意な差を認めなかった。また, Flow volume 曲線では MMF, %MMF,  $\dot{V}_{50}/HT$ ,  $\dot{V}_{25}/HT$ , Peak flow, %Peak flow は合併症群で有意に低値であったが,  $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$  には有意差はなかった。

### 3. 肺血流シンチによる術後肺機能予測

図1は術後1ヵ月目のFEV<sub>1.0</sub>の実測値と予測値との相関をみたものである。術後1ヵ月目に総合肺機能検査を施行できた154症例に対し検討

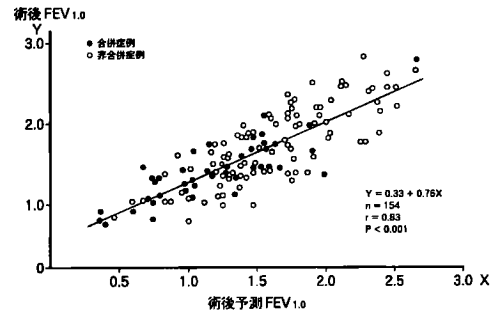
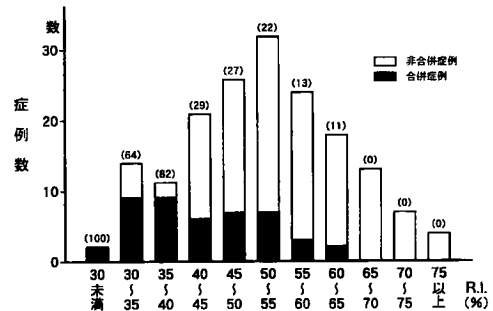
図1 術後 FEV<sub>1.0</sub>実測値と予測値

図2 Resection Index と術後合併症発生日頻度

した。相関係数(r)は0.830, 危険率(p)は0.001以下で, 両者は良く相関しており, 実線で示す如く, 実測  $FEV_{1.0} = 0.76 \times (\text{予測 } FEV_{1.0}) + 0.33$  の回帰直線を得た。

### 4. 肺切除指数 (Resection Index)

図2の如く, 症例数は Resection Index (R.I.) 50~55%をピークにして正規分布を示したが, 合併症例はR.I. 30~40%をピークに漸次減少傾向を示した。R.I. と術後心肺合併症発生率の関係をみると, R.I. 40%未満では27例中20例(74.1%), 30%未満では全例に合併症の発生を認めただのに対して, R.I. 40~65%では131例中25例(19.1%)に合併症は発生し, 65%以上では全例合併症は発生しなかった。R.I. 40%未満と40%以上における術後心肺合併症発生率を比較し, X<sup>2</sup>検定を行ったところ, X<sup>2</sup>=45.8 (P<0.001) と有意差を認めた。

### 5. 術後心肺合併症発生日測指数 (Risk score)

#### 1) 試作スコアのパラメーターの選択

合併症群と非合併症群の術前肺機能検査値の比較(表2, 3)より, 有意差の認められたパラ

メーターの中から8項目を選択した。すなわち、換気予備力の指標と考えられている%FVCと%MVV, 気道分泌物の喀出力を表現すると考えられているFEV<sub>1.0</sub>%, %MMFと%Peak flow, 末梢気道の病態(閉塞)を表現すると理解されている $\dot{V}_{50}/HT$ と $\dot{V}_{25}/HT$ , 及び拡散能力の指標である%DL<sub>co</sub>の計8因子である。各因子の境界値の設定は, 表4に示すように, 数個の境界値における術後心肺合併症発生に対する比率の検定(X<sup>2</sup>検定)を行い, X<sup>2</sup>値の最も高い値をもって合併症判別のための境界値とした。すなわち, %FVC 80%, FEV<sub>1.0</sub>% 65%, %MVV 60%, %MMF 60%,  $\dot{V}_{50}/HT$  1.00,  $\dot{V}_{25}/HT$  0.30, %Peak flow 70%, 及び%DL<sub>co</sub> 60%を境界値として設定した。この境界値をもとに,

表4 各因子の境界値における術後合併症発生に対する比率の検定

因子	境界値	X <sup>2</sup> 値	P (危険率)
%FVC	75	7.85	<0.01
	80	22.37	<0.001
	85	12.89	<0.001
FEV <sub>1.0</sub> %	60	5.23	<0.05
	65	13.45	<0.001
	70	8.42	<0.01
%MVV	50	9.51	<0.01
	60	9.77	<0.01
	70	4.58	<0.05
%MMF	50	10.35	<0.01
	60	11.33	<0.01
	70	9.67	<0.01
$\dot{V}_{50}/HT$	0.50	9.16	<0.01
	1.00	16.17	<0.001
	1.50	12.55	<0.01
$\dot{V}_{25}/HT$	0.20	0.48	<0.5
	0.30	11.27	<0.01
	0.40	7.97	<0.01
%Peak flow	60	16.66	<0.001
	70	17.17	<0.001
	80	13.11	<0.01
%DL <sub>co</sub>	50	1.61	<0.2
	60	3.86	<0.05
	70	2.98	<0.08

表5の通り術後心肺合併症発生予測スコア(Risk score)を試作した。

## 2) 試作スコアの点数と術後心肺合併症発生率との関係

図3に示した通り, スコアは0点から最高8点まで広く分布していた。スコアと症例数の関係では, スコア0点で症例数は最高を示し, スコアの高くなるとともに減少傾向を示した。スコアと術後心肺合併症発生率との関係は, 図4の通り, スコア0点では71例中5例(7.0%)と低く, 1点以上になると有意に高くなり, 特に

表5 術後心肺合併症発生予測スコア (Risk score)

	0点	1点
(1) %FVC	≥80	<80
(2) FEV <sub>1.0</sub> %	≥65	<65
(3) %MVV	≥60	<60
(4) %MMF	≥60	<60
(5) $\dot{V}_{50}/HT$ (ℓ/sec/m)	≥1.00	<1.00
(6) $\dot{V}_{25}/HT$ (ℓ/sec/m)	≥0.30	<0.30
(7) %Peak flow	≥70	<70
(8) %DL <sub>co</sub>	≥60	<60

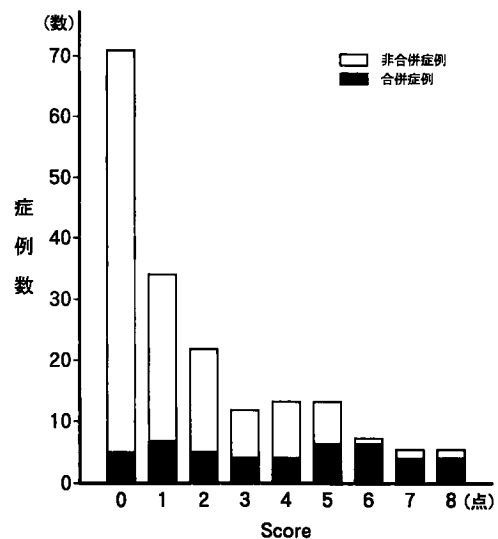


図3 Risk score と症例数

6点以上では17例中14例(82.4%)と極めて高率であった。また、スコア1~5点の各スコア間と6~8点の各スコア間とともに術後心肺合併症発生率において有意差を認めなかった。そこで、0点、1~5点、6~8点の3群に分けて比較検討した。0点では71例中5例(7%)、1~5点では94例中26例(28%)、6~8点では

17例中14例(82%)に術後合併症は発生しており、3群間の合併症発生率の比較において有意差(p < 0.001)を認めた。

3) 試作スコアの点数と年齢との関係

統計学的に有意な(p < 0.001)下記の一次式を得た。

$$\text{score} = -2.37 + 0.067 \times \text{Age} \quad (R = 0.30)$$

したがって、スコアは加齢により増加する傾向にあった。

6. 年齢別にみた Risk score 及び Resection Index と術後心肺合併症発生率との関係

1) Risk score

図5に示したように、Risk scoreを0、1~5、6~8点の3群に分け、年齢と術後合併症発生率との関係をみた。3群の術後合併症発生率は加齢に関係なく一定の傾向を示していた。

2) Resection Index

図6に示したように、Resection Indexを40%未満、40~70%未満、70%以上の3群に分け、年齢と術後合併症発生率の関係を見た。3群の術後合併症発生率は加齢に関係なく一定の傾向を示していた。

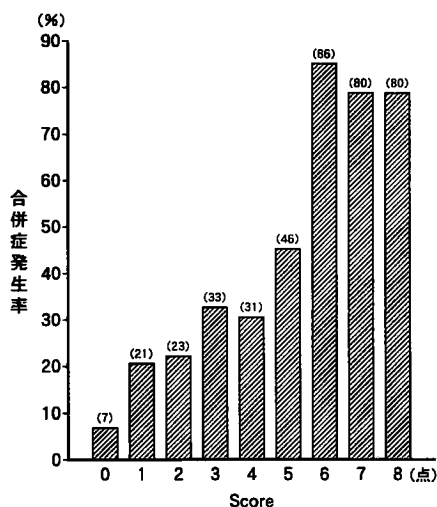


図4 Risk score と術後合併症発生率

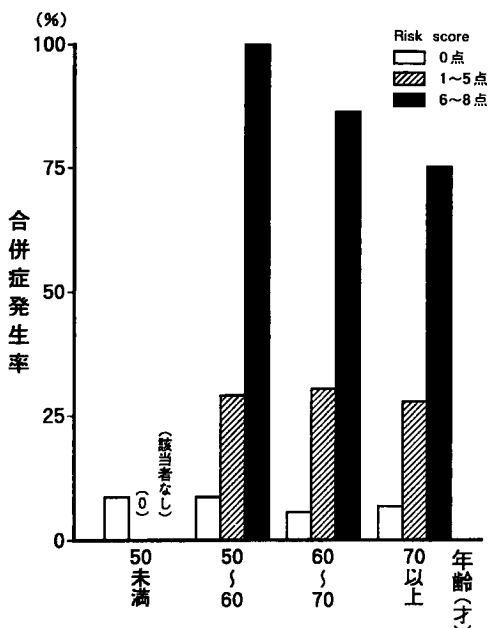
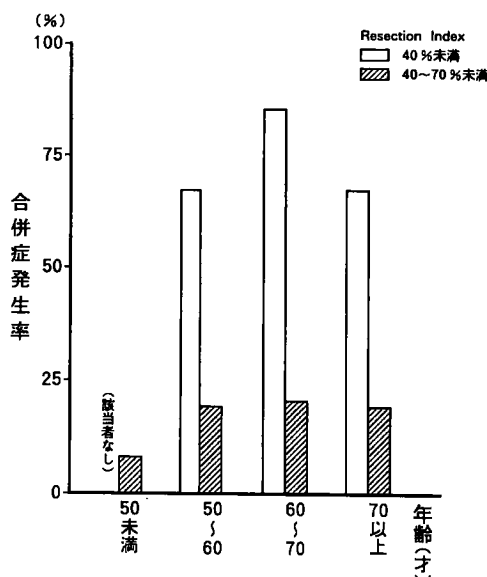


図5 年齢別にみた Risk score と術後合併症発生率との関係



(注) Risk Index 70%以上の症例には合併症の発生はなかった。

図6 年齢別にみた Resection Index と術後合併症発生率との関係

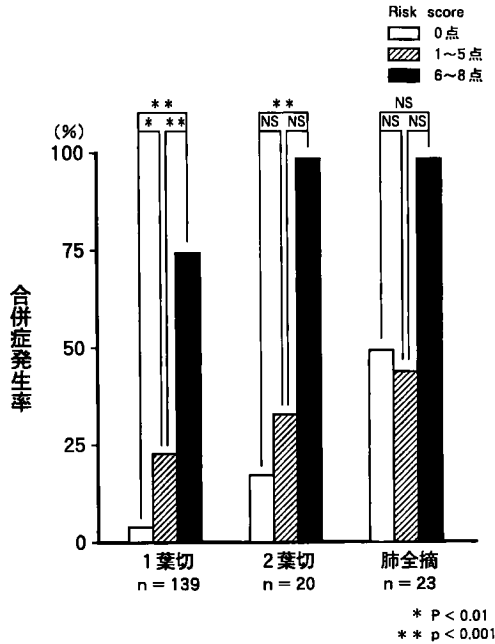


図7 術式別に見た Risk score と術後合併症発生率との関係

7. 術式別に見た Risk score 及び Resection Index と術後心肺合併症発生率との関係

1) Risk score

図7に示したように、Risk scoreを0、1～5、6～8点の3群に分けて検討した。1葉切ではRisk score 0点で62例中2例(3.3%)、1～5点で66例中15例(22.7%)、6～8点で12例中9例(75.0%)、2葉切ではRisk score 0点で6例中1例(16.4%)、1～5点で12例中4例(33.3%)、6～8点で2例中2例(100%)、肺全摘ではRisk score 0点で4例中2例(50%)、1～5点で16例中7例(43.8%)、6～8点で3例中3例(100%)に術後合併症は発生した。術式別に見ると、Risk scoreの3群間ですべてに有意差を認めたのは1葉切のみであったが、2葉切及び肺全摘でも、scoreの増加とともに術後心肺合併症は増加していた。

2) Resection Index

図8に示したように、Resection Indexを40%未満、40%～70%未満、70%以上の3群に分けて検討した。1葉切では40%未満18例中12例(66.7%)、40%～70%未満109例中14例(12.8

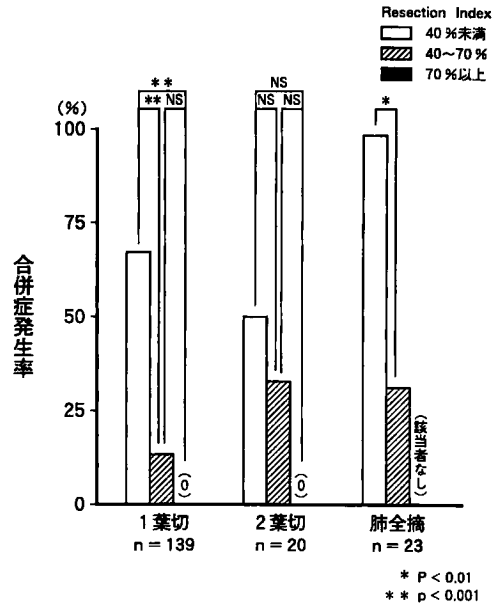


図8 術式別に見た Resection Index と術後合併症発生率との関係

%)、70%以上12例中0例(0%)、2葉切では40%未満4例中2例(50%)、40～70%未満15例中5例(33.3%)、70%以上1例中0例(0%)、肺全摘では40%未満7例中7例(100%)、40～70%未満16例中5例(31.2%)に術後心肺合併症が発生した。術式別に見ると、Resection Indexにおいて3群間に有意差を認めたものは1葉切と肺全摘であったが、2葉切でも数値上はResection Indexの低いものが術後心肺合併症の発生率は高かった。

考 察

近年増加傾向にある肺癌は60歳代から70歳代を中心とする高齢者疾患である。そのため諸臓器の機能低下症例や慢性閉塞性肺疾患の併存症例が多く<sup>4)</sup>、術後死亡は勿論であるが、術後心肺合併症の発生頻度が高くなることは一般的に認められている。しかし、手術療法を最優先に選択すべき事態に患者がいる場合に、呼吸機能障害や慢性呼吸不全のどのレベルをもって、敢えて手術を断念するかは必ずしも明らかではない。Tisi<sup>5)</sup>は肺機能の術前評価の意義を詳細に検討し、術前肺機能評価によるリスク発生のガイド

ラインをまとめた上で、術後合併症の予防法を組み立てることこそ重要であると述べている。

肺切除術における術後早期死亡と術前諸検査との関連については多くの報告がなされており<sup>6-11)</sup>、術後合併症と術前肺機能との関連についての報告をも増加してきている<sup>12-17)</sup>。しかし、肺切除術において、術後に起こり得る心肺合併症を術前に予測した報告はなく、臨床的に有用な指標もいまだ見い出されていない。そこで、本研究において、術後合併症の予測を目的として、術前肺機能検査値と術後心肺合併症との関連性を検討した。

肺切除術における術後心肺合併症は施設により定義は異り、一致した見解はない<sup>18-20)</sup>。従来より検討されている術後心肺合併症は、術中操作に起因するものが多いが、術中操作よりは術前肺機能に起因すると考えられるものとして、無気肺、肺炎、呼吸不全及び不整脈がある。著者はこれらに加え、術後5日以上気管支鏡による吸引や頻回の吸痰を要したものを去痰困難と定義し、術後心肺合併症のひとつに加えた。理由として、原ら<sup>21)</sup>は呼吸不全を誘発する原因のひとつに喀痰の喀出困難を挙げており、喀痰の喀出が不十分では、無気肺、肺炎を誘発し、肺機能に予備力のない患者にとって致命的になると述べている。また、山崎ら<sup>22)</sup>も術後の喀痰喀出困難は無気肺の発生、術後低酸素血症の原因となり、術後肺合併症の誘引となる重大な合併症であることを強調している。

術後心肺合併症の発生の原因として、術前術後の管理、麻酔、手術操作などが挙げられる。岡田ら<sup>23)</sup>は術後肺合併症の術前のrisk factorとして年齢、喫煙、肥満、栄養状態、呼吸器疾患及び肺機能を列挙し、これらすべての因子は肺機能の低下を招来し、合併症発生率を高めるとしている。麻酔に関しては、術後合併症発生のrisk factorとしての評価は定かではない。手術に関しては、手術の侵襲の程度と術中操作は合併症発生のrisk factorとして意見の一致するところであるが、手術時間と術中出血量も強く関与するとの報告<sup>24)</sup>もある。

術前肺機能と術後肺合併症の関連性についてSteinら<sup>25)</sup>は腹部手術例に関して検討している。

一秒量、最大呼気流量、残気率、動脈血ガス分析などの検査がすべて正常であれば、術後肺合併症の発生率は3%と低いが、一つあるいはそれ以上の異常を認めた場合には70%と高率に発生したと述べており、特に最大呼気流量の減少が術後肺合併症と最も良く相関していたと報告している。著者の検討では、肺癌は比較的高齢者に発生する点、また長期喫煙により慢性気管支炎を合併していることが多い点から、閉塞性気道障害を示唆する因子として、MMF、%MMF、Peak flow、%Peak flow、 $\dot{V}_{50}/HT$ 、 $\dot{V}_{25}/HT$ が挙げられる。このように末梢性気道障害が術後心肺合併症発生に強く関与していた理由として、術後管理を難渋させ、致命的合併症を誘発させる可能性を持つ去痰困難を重要視し、従来の術後肺合併症の一つに加えたことにある。また、%FVC、%MVVも比較的良く相関しており、加齢に伴う肺の気腫性変化の進行が肺機能の予備力の低下を招来し、術後心肺合併症の発生を高くしていると推測された。

肺癌患者は高齢者の占める割合が高く、呼吸循環器系はもとより各臓器の予備力の低下した症例が多く、また侵襲の大きな手術が積極的に行われる趨勢にある。従って、術後心肺合併症に対する予防や治療に細心の注意が必要となる。そこで、術前に術後心肺合併症を併発し易い症例を識別することは最も基本的な予防法であり、高い確率で予知し得るならば、患者に対する術前・術後管理への貢献度は誠に大きいと考え、著者は2指数、すなわちRisk scoreとResection Indexを試作し臨床的に検討した。

#### 1) Risk score について

従来より、術前肺機能と術後肺合併症の発生の間には関連性があると言われており、最も相関の良い因子を選び、その単一因子にて術後合併症発生の予測を試みた報告がみられる。たとえば、Steinらは最大呼気流量<sup>25)</sup>、原らはFEV<sub>1.0</sub>%<sup>26)</sup>、吉田らはV<sub>FRC</sub><sup>27)</sup>、他に残気量、最大分時換気量などの単一パラメーターで術後合併症発生との相関性を検討しているが、いずれも満足のいく予測はできていない。従って、単一パラメーターにより術後心肺合併症の発生を予測することには、限界があることが示唆され

た。そこで、術前肺機能単独による術後心肺合併症の発生予測に対し、数種の相関性のあるパラメーターを組み合わせ、さらにスコア化して評価することにより、高い確率で予測することを立案した。かつて、Shapiro ら<sup>28)</sup>は肺機能、心血管系、神経系、動脈血ガス分析などの16項目で Risk Factor を定量化し、その総合点で Risk の判定基準を定めている。藤本ら<sup>29)</sup>は肺機能障害の程度、血液ガス、年齢、全身状態、手術時間と出血量から、術後肺合併症発生率を予測するスコア表を作成し、スコアの低いものほど発生率が高く、最高51%に達したと述べている。また、安本ら<sup>30)</sup>は末梢気道の病態を表わす  $\dot{V}_{25}$ 、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ 、 $CV/VC$ 、 $\Delta N_2$  の4パラメーターの組み合わせから、予測スコアを作成した結果、65歳以上の高齢者において予測スコアと上腹部術後肺合併症の発生率がよく一致すること、高得点高齢者で60%の発生率を認めたことを報告している。著者は肺切除術における術前評価として、簡便に使用できる score はないかと考え、日常一般的に施行されている肺機能検査を用いた肺切除術における術後心肺合併症発生予測指数 (Risk score) を設定した。術後心肺合併症発生率との検討から、Risk score は0点、1～5点、6～8点の3群に大別でき、この3群と術後心肺合併症発生率とは階段状に良く相関していた。すなわち、0点で発生率が7%であったものが、1～5点で28%、6～8点では82%と高値を示した。Risk score を用いて術前評価を考えると、0点では術後心肺合併症の発生は極めて少なく、手術及び術後管理は安全に施行できる。1～5点では中等度に術後合併症は発生すると考えられ、術前・術後管理は慎重に行う必要がある。さらに6点以上では極めて高率に発生することが予想されるため、術前・術後管理を慎重に行うことはもちろんであり、術式の選択を考慮すべきである。このように、Risk score が1点以上では術前管理が大切となり、気管支拡張剤・去痰剤の投与、禁煙の徹底、肺理学療法・呼吸訓練等を行うとともに、肺血流シンチを用いた Resection Index による評価、運動負荷試験、肺動脈閉塞試験等による評価を考慮すべきであると考えられる。

## 2) Resection Index について

術後の残存肺機能は核医学的方法により正確に予測できることを利用し、手術適応及び術後心肺合併症発生予測に対する指標として、Resection Index (肺切除指数) を設定した。術後残存肺機能の予測は歴史的には左右別肺機能にて行われていたが、被験者に対する侵襲が強い点から行われなくなり、現在では、技術的に単純で再現性に優れた核医学的予測が一般化している。核医学的方法には換気シンチと血流シンチがある。その有用性に関する報告をみると、Wernly ら<sup>31)</sup>は換気に Xe-133 を、血流には Tc-99m を使って FEV<sub>1</sub> の予測を行った結果、吸入相換気シンチ、平衡相換気シンチ、血流シンチ及び換気・血流両者を用いたシンチのいずれを用いても正確さの点で予測結果に有意差はなく、また換気血流比不均等のある患者でも同等に正確であったと報告し、手技が簡単である点で血流シンチを推奨している。Boysen<sup>32)</sup>、Lipscomb<sup>33)</sup>、Corris<sup>34)</sup>らも、換気シンチと血流シンチとの間に良い相関を得ており、どちらも術後肺機能を予測するのに有用であったと報告し、換気血流比不均等の問題は神経質に考える必要はないとしている。どの核種も術後肺機能の予測に有用であるが、Xe-133 は半減期が長く汚染のことを考慮すれば、手技の簡単な Tc-99m による血流シンチが最も優れていると言える。

当教室では、術後残存肺機能の予測を、Tc-99m による血流シンチを用いて行っており、小西<sup>4)</sup>、原<sup>26)</sup>らの報告の通り、良好な結果を得ている。この術後残存肺機能の予測値を用いて設定した Resection Index と術後心肺合併症発生頻度を検討した結果、Resection Index 40%を境にして40%未満では発生頻度60%以上と有意に高く、35%未満では呼吸不全等の重篤な合併症が高率に発生していた。また65%以上では合併症の発生を認めなかった。この結果より、Resection Index を用いて術前評価をすると、Resection Index 65%以上では手術及び術後管理は安全に施行でき、40～65%では術後管理に慎重さを要するものの、手術及び術後管理は安全に行うことができる。40%未満になると、術後と同様に術前からの厳重な管理を必要とし、35%未満で



はさらに術式の選択を考慮すべきと考えられた。

Risk score と Resection Index は術後心肺合併症発生予測指数として臨床的に有用性が高いことが示唆された。また、年齢による補正を必要としないこと、単純な計算で算出されること等の利点を持っている。術式別検討では、一葉切では高率に予測可能であり、二葉切以上でも、Risk score の増加、Resection Index の減少で術後心肺合併症の増加する傾向を認めた。

### 結 論

1) 術前肺機能検査値の中で、特に中枢性及び末梢性気道障害を示唆する因子、MMF, %MMF, %Peak flow,  $\dot{V}_{50}/HT$  が術後心肺合併症の発生に強く関与していた。

2) 術後心肺合併症の発生に関与する術前肺機能の複数の因子をスコア化し、その総合点で評価する Risk score を設定し臨床的に検討した結果、術後心肺合併症の発生予測が高い確率

で可能であった。

3) 肺血流シンチを用いて予測できる術後残存機能を応用し算出した Resection Index は、術後心肺合併症の発生予測の際、臨床的に有用性を認めた。

4) 術前肺機能の評価に対し、簡単に算出できる Risk score はスクリーニングとして用い、score の高い症例には Resection Index で評価することにより、術後心肺合併症の発生を減少させ得ると考えられた。

稿を終わるに当たり、終始御指導御校閲を賜りました恩師寺本滋教授に深甚なる謝意を表すとともに、直接御指導御教示をいただいた清水信義講師をはじめ種々御協力下さった第二外科教室の諸兄に感謝の意を捧げる。

なお本論文の要旨の一部は第28回日本胸部疾患学会総会で発表した。

### 文 献

- 1) 小西 洋：肺癌患者における定量的肺シンチグラフィによる術後呼吸機能検査の対比。日胸外会誌 (1982) **30**, 1784—1795.
- 2) 日本肺癌学会：肺癌取り扱い規約第3版。金原出版，東京，1987.
- 3) Ali MK, Moutain CF, Ewer MS, Johnston D, Haynie TP: Predicting loss of pulmonary function after pulmonary resection for bronchogenic carcinoma. *Chest* (1980) **77**, 337—342.
- 4) Boushy SF, Helgason AH, Billig DM, Gyorky FG: Clinical, Physiologic, and morphologic examination of the lung in patients with bronchogenic carcinoma and the relation of the findings to postoperative deaths. *Am Rev Res, Dis* (1970) **101**, 685—695.
- 5) Tisi GM: Preoperative evaluation of pulmonary function: validity, indication, and benefits. *Am Rev Res Dis* (1979) **310**, 293—310.
- 6) Higgins GA, Beebe GW: Bronchogenic carcinoma. Factors in survival. *Arch Surg* (1966) **94**, 539—549.
- 7) Nostrand DV, Kjelsberg MO, Humphrey EW: Presectional evaluation of risk from pneumonectomy. *Surg Gynecol & Obstet* (1968) **127**, 306—312.
- 8) Didolkar MS, Moore RH, Takita M: Evaluation of the risk in pulmonary resection for bronchogenic carcinoma. *Am J Surg* (1974) **127**, 700—703.
- 9) Boushy SF, Billig DM, North LB, Helgason AH: Clinical course related to preoperative and postoperative pulmonary function in patients with bronchogenic carcinoma. *Chest* (1971) **59**, 383—391.
- 10) Reichel J: Assessment of operative risk of pneumonectomy. *Chest* (1972) **62**, 570—576.
- 11) Olsen GN, Block AJ, Swenson EW, Castle JR, Wynne JW: Pulmonary function evaluation of the

- lung resection candidate. A prospective study. *Am Rev Res Dis* (1975) **111**, 379—387.
- 12) Mowry FM, Reynolds EW : Cardiac rhythm disturbances complicating resectional surgery of the lung. *Ann Intern Med* (1964) **61**, 688—695.
  - 13) Juler GL, Stemmer EA, Connolly JE : Complications of prophylactic digitalization in thoracic surgical patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* (1969) **58**, 352—360.
  - 14) Stougard J : Cardiac arrhythmias following pneumonectomy. *Thorax* (1969) **24**, 568—572.
  - 15) 仲田 祐, 根谷崎敏彦, 三橋啓司, 新垣善一, 江川南翔, 加々見佳年, Seng AE : 手術早期に発来する肺合併症および偶発症とその対策. *外科* (1973) **35**, 159—165.
  - 16) Gracey DR, Divertie MB, Didier EP : Preoperative pulmonary preparation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. A prospective study. *Chest* (1979) **76**, 123—129.
  - 17) 藤村重文, 近藤 丘, 山内 篤, 半田政志, 岡部 健, 塩ノ崎文博, 仲田 祐 : 胸部手術後肺合併症の検討, とくに術前肺機能との相関ならびに防止対策について. *日胸疾会誌* (1980) **18**, 899—904.
  - 18) Schoonover GA, Olsen GN : Pulmonary function testing in the perioperative period. *J Clin Surg* (1982) **1**, 125—137.
  - 19) Coleman NC, Schraafrasel DE, Rivington RN, Pardy RL : Exercise testing in evaluation of patients for lung resection. *Am Rev Res Dis* (1982) **125**, 604—606.
  - 20) Keagy BA, Schorlemmer GR, Murray GF, Starek PJK, Wilcox BR : Correlation of preoperative pulmonary function testing with clinical course in patients after pneumonectomy. *Ann Thorac Surg* (1983) **36**, 253—257.
  - 21) 原 史人, 小西 洋, 金藤 悟, 山本真也, 渡辺哲也, 栗田 啓, 國方永治, 清水信義, 寺本 滋 : 定量的シンチグラフィーによる部位別呼吸機能評価 — 低肺機能肺癌患者の切除限界及び術後管理の検討 —. *日胸外会誌* (1984) **32**, 1184—1191.
  - 22) 山崎史郎, 菊池功次, 鈴木 隆, 高浪 巖, 深井志摩夫, 小林紘一, 石原恒夫, 小川純一, 井上宏司, 正津 晃 : 高令者肺癌の手術における呼吸循環機能面の問題点. *胸部外科* (1981) **34**, 426—430.
  - 23) 岡田慶夫, 中島真樹, 藤野昇三 : 術後合併症とその対策. *外科 MOOK 肺癌* (1982) **25**, 146—155.
  - 24) Weiss W : Operative Mortality and Five Year Survival Rates in patients with Bronchogenic Carcinoma. *Am J Surg* (1974) **128**, 799—804.
  - 25) Stein M, Cassara EL : Preoperative pulmonary evaluation and therapy for surgery patients. *JAMA* (1970) **211**, 787—790.
  - 26) 原 信之, 古川次男, 吉田猛郎, 井口 深 : 肺癌手術症例の術後心肺合併症の検討 — 年齢及び術前肺機能との関連において —. *肺癌* (1981) **21**, 379—387.
  - 27) Yoshida T, Ushijima Y, Inokuchi K, Hirose T, Shirakusa T, Katayama N : Evaluation of the risk of postoperative pulmonary complications. *J Surg* (1977) **7**, 131—138.
  - 28) Shapiro BA, Harrison RA, Trout CA : Clinical application of respiratory care. 2nd ed., Year Book Medical Publishers. Inc Chicago (1978) p. 460—469.
  - 29) 藤本啓子, 磨田 祐, 奥津芳人, 沼田克雄 : 術後肺合併症の統計的考察とスコア表. *麻酔* (1984) **33**, 1382—1388.
  - 30) 安本和正, 稲田 豊 : 術後肺合併症発生予測スコアとその有効性の検定. *麻酔* (1986) **35**, 1083—1092.
  - 31) Wernly JA, DeMeester TR, Kirchner PT, Myerowitz PD, Oxford DE, Golomb HM : Clinical value of quantitative ventilation-perfusion lung scans in the surgical management of bronchogenic carcinoma. *J Thorac Cardiovasc Surg* (1980) **80**, 535—543.
  - 32) Boysen PG, Block AJ, Olsen GN : Prospective evaluation for pneumonectomy using the <sup>99m</sup>technetium quantitative perfusion lung scan. *Chest* (1977) **72**, 422—425.

- 33) Lipscomb DJ, Pride NB : Ventilation and perfusion scans in the preoperative assessment of bronchial carcinoma. *Thorax* (1977) **32**, 720—725.
- 34) Corris PA, Ellis DA, Hankins T, Gibson GJ : Use of radionuclide scanning in the preoperative estimation of pulmonary function after pneumonectomy. *Thorax* (1987) **42**, 285—291.

**Two useful indicators for the preoperative prediction  
of pulmonary and cardiac  
complications after lung resection**

**Yuichi KOBASHI**

**Second Department of Surgery,  
Okayama University Medical School,  
Okayama 700, Japan**

**(Director : Prof. S. Teramoto)**

Two indicators (Risk score and Resection Index) for pulmonary and cardiac complications after lung resection were evaluated on 182 patients with bronchogenic carcinoma by quantitative technetium 99m macroaggregation albumin (MAA) perfusion scanning preoperatively and who then underwent lung resection. After surgery, the correlations between preoperative lung function and the development of postoperative pulmonary and cardiac complications (PPCC) were examined in each case. The Risk score consisted of eight parameters (%FVC, FEV1.0%, %MVV, %MMF,  $\dot{V}_{50}/HT$ ,  $\dot{V}_{25}/HT$ , %peak flow, and %DLco), and a value of from 0 to 8 was assigned. In the patients with a Risk score of 0, PPCC occurred in 5 of the 71 cases, while complications were noted in 26 of the 94 patients with a Risk score from 1 to 5 and in 14 of the 17 patients with a score of over 6. The Resection Index was calculated from the predicted postoperative FEV1.0 from the quantitative 99m Tc MAA perfusion scan and the predicted FEV1.0, PPCC occurred in 20 of the 27 patients with a Resection Index of below 40%, 25 of the 131 patients with an index of 40% to 65%, and none of the 24 with an index over 65%. Both indicators had a good correlation with the occurrence of PPCC.

These two indicators, the Risk score and the Resection Index, were clinically useful for predicting PPCC preoperatively and may help reduce the incidence of PPCC.