右開胸食道癌手術後における気管後壁膜様部の 呼吸性運動の変化—肺癌手術との比較—

岩瀬 和裕*, 竹中 博昭*, 大嶋 仙哉*
矢倉 明彦*, 石坂 透*, 高垣 元秀*
別所 俊哉*, 大畑 俊裕*, 井上 匡美*
阪越 信雄**, 黒住 和史**, 平中 俊行**

Respiratory Movement of the Membranous Part of the Trachea after Operation for Esophageal Cancer through Right Thoracotomy : A Comparison with Cases of Lung Cancer

Kazuhiro Iwase, M.D.,* Hiroaki Takenaka, M.D.,* Senya Oshima, M.D.,*
Akihiko Yagura, M.D.,* Tohru Ishizaka, M.D.,* Motohide Takagaki, M.D.,*
Toshiya Bessho, M.D.,* Toshihiro Ohata, M.D.,* Masayoshi Inoue, M.D.,*
Nobuo Sakagoshi, M.D.,** Kazufumi Kurozumi, M.D.,**
and Toshiyuki Hiranaka, M.D.**

*Department of Surgery and **Department of Cardiovascular Surgery,
Kinan General Hospital, Wakayama

Movement of the membranous part of the posterior tracheal wall on respiration was investigated in the early and late postoperative periods in 5 patients undergoing one-stage radical operation for esophageal cancer (esophagectomy and reconstruction performed at one time), 4 patients undergoing two-stage radical operation for esophageal cancer, and 4 patients undergoing radical operation for right lung cancer. The movement of the posterior tracheal wall was represented by the percentage of the difference between the maximal and minimal values of the anteroposterior diameter of the trachea to the minimal value of the anteroposterior diameter of the trachea. In all cases, the anteroposterior diameter of the trachea was maximal at the end of inspiration and minimal at the end of expiration. Fluctuations of movement in quiet breathing in the early period after operation for esophageal cancer were $16 \pm 5\%$ and $12 \pm 3\%$ for one and two stage operation respectively. In forced respiration in the early period, they were $31 \pm 12\%$ (one stage) and $17 \pm 3\%$ (two stage). However, in the late period, they were $12 \pm 4\%$ (one stage) and $8 \pm 2\%$ (two stage) for quiet respiration, $16 \pm 7\%$ (one stage) and $12 \pm 5\%$ (two stage) for forced respiration. All fluctuation rates were significantly higher than after operation for lung cancer. In forced respiration, the fluctuation rate was significantly higher in the early period after operation for esophageal cancer than in the late period. It was suggested that the marked fluctuation of the membranous part of the

*社会保険紀南総合病院外科, **同・心臓血管外科

別刷請求: 〒646 和歌山県田辺市湊510 社会保険紀南総合病院外科 竹中博昭

投稿受付: 1991年11月27日

trachea in the early period after operation could be caused by removal of the esophagus which might have a role as a supporting tissue.

Key words : radical operation for esophageal cancer, posterior wall of trachea, membranous part of trachea, anteroposterior diameter of trachea, movement on respiration

I. はじめに

右開胸開腹による食道癌根治手術においては、肺合併症の発生率が18～42%と報告されている¹⁻⁵⁾。最近の頸部郭清や上縦隔郭清など積極的な郭清を伴う胸部食道癌根治術においては、術後数日間以上の挿管下人工呼吸管理を要する場合が多い⁶⁻¹⁰⁾。食道癌術後の呼吸障害の原因、病態ならびに対処法に関しては様々な報告がなされている。しかし、気管後壁膜様部の支持組織としての一面を持つ食道が切除された場合に、気管後壁の呼吸性動揺がいかに変化するかはいまだ不明である。そこで、食道癌手術に際しての食道切除が気管後壁の呼吸性動揺に及ぼす影響を、食道癌根治手術と同様に、右開胸下に縦隔郭清がなされるにもかかわらず食道が温存される右肺癌根治手術と比較することにより明確にせんとした。

II. 対象症例 (表1)

平成2年7月から平成3年9月までに当科で

経験した右開胸開腹による一次的食道癌根治手術5例ならびに二次的食道癌根治手術4例の計9例を対象とした。年齢は41～69歳、平均57歳であり、性別は全例男性であった。一次的手術5例は胸腹部の2領域のみが郭清された。二次的手術4例は頸胸腹部の3領域が郭清された。二次的手術症例においては、まず右開胸による食道切除ならびに胸部郭清が行われ、頸部食道瘻ならびに胃瘻が造設された。術後2～5週間目、平均3.5週間目に頸腹部の郭清ならびに再建が行われた。他臓器遠隔転移あるいは胸膜播種性転移が認められた症例は1例もなかった。9例とも開胸操作は右第5肋間後側方開胸下に行われた。気管の下方2/3は全周性に露出され、左右主気管支の膜様部は約5cmに渡って露出された。右気管支動脈は切断され、迷走神経肺枝は温存された。縦隔胸膜は閉鎖されなかった。一次的手術の5例は胸骨後経路にて消化管再建が行われた。二次的手術の4例は胸骨前経路において消化管再建が行われた。今回の検討においては、二次的手術症例は消化管再建が行

表1 対象症例

二次的手術における消化管再建法は第二期手術時の再建法を示す。今回の検討時には再建されていない。

	症 例	手術所見 (食道癌取扱い規約)		消化管再建法
一次的手術 (2領域郭清)	1 63歳, 男	Im,	A1, N1(+), stage II	胃管, 胸骨後
	2 41歳, 男	Iu,	A2, N1(+), stage III	胃管, 胸骨後
	3 49歳, 男	Im,	A2, N1(+), stage III	右側結腸, 胸骨後
	4 69歳, 男	Iu,	A0, N(-), stage I	右側結腸, 胸骨後
	5 62歳, 男	Im,	A1, N1(+), stage II	胃管, 胸骨後
二次的手術 (2領域郭清)	6 46歳, 男	ImEi,	A2, N2(+), stage III	(胃管, 胸骨前)
	7 57歳, 男	Im,	A2, N2(+), stage III	(胃管, 胸骨前)
	8 65歳, 男	Im,	A1, N2(+), stage III	(胃管, 胸骨前)
	9 63歳, 男	ImEi,	A2, N3(+), stage IV	(胃管, 胸骨)

表 2 術前呼吸機能検査

数値はMean±SDで表記した。肺活量は、努力性肺活量の身長および年齢からの予測値に対する比率で示した。

	術前呼吸機能検査(スパイロメーター)		術前動脈血ガス分析	
	肺活量(%)	1秒率(%)	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)
食道癌(n=9)	83±12	77±13	93±7	39±3
一期的手術(n=5)	86±15	72±16	94±9	39±5
二期的手術(n=4)	80±13	81±13	91±11	40±4
肺癌(n=4)	82±11	79±14	92±10	41±4
	NS	NS	NS	NS

われていない頸部食道瘻兼胃瘻状態で検討された。

食道癌根治術と同様に右開胸下に縦隔郭清が行われ、食道が温存される術式という観点から、右肺癌根治術を術式対照とした。年齢は55～80歳、平均66歳であり、性別は全例男性であった。年齢は、食道癌症例と肺癌症例の間に有意な差は認められなかった。3例は右第5または第6肋間開胸、1例は右第5肋骨床開胸により手術が施行された。術式は、上葉切除2例、中下葉切除1例、下葉切除1例であり、肺癌取扱い規約上、R_{2a} 郭清2例、R_{2b} 郭清2例であった。

術前呼吸機能検査(スパイロメーター)における努力性肺活量の身長および年齢からの予測値に対する比率ならびに1秒率、術前の動脈血ガス分析における酸素分圧(PaO₂)ならびに二酸化炭素分圧(PaCO₂)は、食道癌症例と肺癌症例の間に有意な差は認められなかった。また、食道癌症例のうち一期的手術症例と二期的手術症例の間にも有意な差は認められなかった(表2)。

III. 方 法

患者あるいは家族の承諾下に、食道癌症例、肺癌症例とも、胸腔内手術操作終了後に、気管前壁ならびに後壁の正中部に、すでに米国FDA(Food and Drug Administration)の承認が得られている生体内埋め込み型X線不透過物(半切した米国Scanlan社製AC Locator 1001-83)を5-0プロリンにて縫着した(図1)。

開胸手術後急性期ならびに慢性期に、X線透視下に呼吸運動に伴う気管前後径の変動を観察

図1 気管前後壁へのマーキング(症例2の術中写真)

気管前後壁の正中部に、おのおの半切した白色のマーカを縫着した。

した。急性期とは、術後初めて挿管下意識覚醒下自動呼吸状態となるか、または抜管してから24時間以内とした。その結果、食道癌一期的手術症例はいずれも経鼻挿管下意識覚醒下自発呼吸状態、食道癌二期的手術症例ならびに肺癌症例はいずれも抜管後に検査された。慢性期とは、酸素投与を必要とせず、呼吸困難を訴えることなく歩行可能となった時期とした。食道癌二期的手術症例については、第二期手術前とした。

意識下安静呼吸時ならびに最大努力呼吸時の気管前後径の変動を、仰臥位側面単純X線シネフィルムで観察した。安静呼吸時、努力呼吸時とも、検者が患者に調律することにより、呼吸回数は20回/分とした。急性期において胸腔内持続吸引チューブが留置されていた場合には、チューブを一時的に閉鎖した状態で検査を行っ

$$\text{動揺率} = \frac{\text{気管前後径の最大値} - \text{最小値}}{\text{気管前後径の最小値}} \times 100(\%)$$

図2 気管後壁動揺率の測定

気管前後径が最大値を示した状態, すなわち吸気終末時点のシネフィルムを左に, 最小値を示した状態, すなわち呼気終末時点のシネフィルムを右に示す。

た。検査時に気胸が認められた症例は1例もなかった。

X線シネフィルムから測定した気管前後径の, 最大値と最小値の差の最小値に対する比率を動揺率(%)とした(図2)。数値は, 測定開始後5回目以降の連続する5回の呼吸運動について, 最大値ならびに最小値を除く中央3値の平均値を採用した。

数値は平均値±標準偏差 (Mean±SD) で表記した。統計学的処理には paired あるいは unpaired の Student の *t* 検定を用い, $P < 0.05$ をもって有意とした。

IV. 結 果

1. 術後経過ならびに動揺率測定時期(表3)

食道癌一期的手術症例は術後8～17日目, 11 ± 6 日目に抜管された。食道癌二期的手術症例は全例術後1日目に抜管された。肺癌症例は術当日あるいは術後1日目に抜管された。術後

挿管期間は, 食道癌一期的手術症例が食道癌二期的手術症例あるいは肺癌症例に比して有意に長期間であった。

食道癌全症例, 食道癌一期的手術症例あるいは食道癌二期的手術症例における急性期あるいは慢性期の動揺率測定時期は, いずれも肺癌症例との間に有意な差は認められなかった。

2. 呼吸運動に伴う気管前後壁の動揺

胸壁運動からの呼吸運動監視装置 (日本光電株式会社製 Life Scope 11) とシネフィルムを同期させて観察した結果, 全症例において気管前後径は吸気とともに拡大し, 呼気とともに縮小した。気管前後径は吸気終末時に最大値を示し, 呼気終末時に最小値を示した。

3. 安静呼吸時の動揺率 (図3)

食道癌症例全体の急性期の動揺率は $14 \pm 4\%$ であり, 慢性期の動揺率は $10 \pm 3\%$ であった。急性期の動揺率は慢性期に比して有意に高値で

図3 安静呼吸時の動揺率

各症例の数値ならびに各群の Mean±SD を示す。○は食道癌症例全体を, □は食道癌一期的手術例を, △は食道癌二期的手術例を, ●は肺癌症例を示す。

* $P < 0.05$ v.s. 肺癌。

表3 術後経過ならびに動揺率測定時期

	抜管時期 (日)	急性期測定時期 (日)	慢性期測定時期 (日)
食道癌	$7 \pm 4 (1-17)^*$	$3 \pm 1 (2-5)$	$31 \pm 11 (20-61)$
一期的手術	$11 \pm 6 (8-17)^{**}$	$3 \pm 1 (2-5)$	$34 \pm 14 (27-61)$
二期的手術	$1 \pm 0 (1-1)$	$3 \pm 1 (2-4)$	$26 \pm 7 (20-37)$
肺癌	$1 \pm 1 (0-1)$	$3 \pm 1 (2-4)$	$25 \pm 4 (21-29)$

数値は Mean±SD (range) で表記した。

* $P < 0.05$ v.s. 肺癌。 ** $P < 0.05$ v.s. 食道癌二期的手術。

あった。食道癌症例全体の急性期ならびに慢性期の動揺率は、おのおの肺癌症例の急性期ならびに慢性期の動揺率（急性期 $6 \pm 2\%$ ，慢性期 $5 \pm 1\%$ ）に比して有意に高値であった。

食道癌一期的手術症例の急性期の動揺率は $16 \pm 5\%$ であり，慢性期の動揺率は $12 \pm 4\%$ であった。急性期と慢性期の間には有意な差は認められなかった。食道癌一期的手術症例の急性期ならびに慢性期の動揺率は，おのおの肺癌症例の急性期ならびに慢性期の動揺率に比して有意に高値であった。

食道癌二期的手術症例の急性期の動揺率は $12 \pm 3\%$ であり，慢性期の動揺率は $8 \pm 2\%$ であった。急性期と慢性期の間には有意な差は認められなかった。食道癌二期的手術症例の急性期ならびに慢性期の動揺率は，おのおの肺癌症例の急性期ならびに慢性期の動揺率に比して有意に高値であった。

急性期，慢性期とも，食道癌一期的手術症例と食道癌二期的手術症例の間に有意な差は認められなかった。

4. 努力呼吸時の動揺率（図4）

食道癌症例全体の急性期の動揺率は $24 \pm 7\%$ であり，慢性期の動揺率は $14 \pm 6\%$ であった。急性期の動揺率は慢性期に比して有意に高値であった。食道癌症例全体の急性期ならびに慢性

期の動揺率は，おのおの肺癌症例の急性期ならびに慢性期の動揺率（急性期 $11 \pm 3\%$ ，慢性期 $8 \pm 2\%$ ）に比して有意に高値であった。食道癌症例全体における努力呼吸時の動揺率は，急性期，慢性期とも，安静呼吸時に比して有意に高値を示した。肺癌症例における努力呼吸時の動揺率は，急性期，慢性期とも，安静呼吸時に比して有意に高値を示した。

食道癌一期的手術症例の急性期の動揺率は $31 \pm 12\%$ であり，慢性期の動揺率は $16 \pm 7\%$ であった。急性期の動揺率は慢性期に比して有意に高値であった。食道癌一期的手術症例の急性期ならびに慢性期の動揺率は，おのおの肺癌症例の急性期ならびに慢性期の動揺率に比して有意に高値であった。食道癌一期的手術症例における努力呼吸時の動揺率は，急性期，慢性期とも，安静呼吸時に比して有意に高値を示した。

食道癌二期的手術症例の急性期の動揺率は $17 \pm 3\%$ であり，慢性期の動揺率は $12 \pm 3\%$ であった。急性期の動揺率は慢性期に比して有意に高値であった。食道癌二期的手術症例の急性期ならびに慢性期の動揺率は，おのおの肺癌症例の急性期ならびに慢性期の動揺率に比して有意に高値であった。食道癌二期的手術症例における努力呼吸時の動揺率は，急性期，慢性期とも，安静呼吸時に比して有意に高値を示した。

急性期には，食道癌一期的手術症例の動揺率は二期的手術に比して有意に高値を示した。慢性期の動揺率は，食道癌一期的手術症例と二期的手術症例の間に有意な差は認められなかった。

V. 考 察

健康な高校生男子の胸部単純X線写真の観察から，最大吸気時は最大呼気時に比べて胸郭内気管前後径が大きくなるが，胸郭内気管左右径は最大吸気時と最大呼気時で変化しないことが報告されている¹¹⁾。気管前壁ならびに側壁は短軸方向に連続する気管軟骨で覆われている。この気管軟骨で規定される気管左右径が呼吸性に変化しないことから，気管前後径の呼吸性変動は，吸気時に後方へ移動し呼気時に前方へ移動するという気管後壁膜様部の呼吸性動揺を観察した結果であると考えられる。この気管後壁膜

図4 努力呼吸時の動揺率

各症例の数値ならびに各群の Mean $\pm$ SD を示す。○は食道癌症例全体を，□は食道癌一期的手術例を，△は食道癌二期的手術例を，●は肺癌症例を示す。

* $P < 0.05$ v.s. 肺癌. ** $P < 0.05$ v.s. 安静時。

様部の呼吸性動揺を明確にとらえるため、今回の検討では気管前後壁正中に付着せしめた標識の間隔の呼吸性変動を観察した。その結果、肺癌術後のみならず食道が切除されている食道癌術後においても、気管軟化症において観察されるような気管後壁の奇異性運動、すなわち吸気時における気管後壁の前方への移動は認められなかった。いずれの症例のどの観察においても、気管前後径は吸気終末に最大となり、呼気終末に最小となった。

健康成人の安静呼吸下において、吸気時の胸腔内圧は -6 mmHg とされ、気道内圧に比べてさらに低値である¹²⁾。努力呼吸時には胸腔内圧は -30 mmHg となり¹²⁾、健康成人男子においては -80 mmHg にまで低下し得るとされる¹³⁾。今回の対象症例は食道癌、肺癌ともに縦隔胸膜は閉鎖されていない。したがって、生理的条件下に比べて、気管後壁膜様部はより直接的に吸気時の胸腔内圧低下の影響を受けていると考えられる。

今回の検討では、安静呼吸時ならびに努力呼吸時とも、急性期ならびに慢性期のいずれにおいても、食道癌症例は肺癌症例に比して気管後壁動揺率が有意に高値を示した。食道癌一期的手術症例は経鼻挿管下の自発呼吸にて測定されているが、二期的手術症例はいずれも抜管後に測定されており、術後の呼吸不全合併は1例も認められなかった。開腹あるいは頸部操作が加えられないのみならず、呼吸状態も肺癌症例における測定と同一条件であった。この事実から、食道が切除された結果、気管後壁の支持力が低下したために気管後壁動揺率が上昇したのではないかと考えられる。

食道癌症例では、気管後壁動揺率は急性期の方が慢性期に比して高値を示し、この傾向は努力呼吸時において特に顕著であった。今回の検討における慢性期とは術後約1カ月を経過した時期であった。この時期には縦隔組織はすでに組織間の癒着が完成し安定した状態になっていると考えられる。食道が切除された急性期には、気管後壁支持性の欠落が気管後壁の呼吸性動揺に強く影響するのではないかと考えられる。これに対して食道が切除されていない肺癌症例では、気管後壁動揺率は急性期と慢性期で

差は認められなかった。縦隔胸膜が開放されても食道が残存している場合には、術後急性期の気管後壁の呼吸性動揺にはあまり影響がないのではないかと考えられた。

一期的食道切除再建例における呼吸循環動態への影響は、術後3日目に最大となると報告されている^{3,14)}。特に肺内シャントの増加による動脈血酸素分圧の低下に関しても、術後3日目に最大となると報告されている¹⁵⁾。今回の検討では術後急性期の観察を術後3日目に施行した。その結果、術後急性期の努力呼吸下においては、一期的手術症例の気管後壁動揺率が二期的手術に比して有意に高値を示した。今回の検討では、一期的手術症例は挿管下に、二期的手術症例は抜管後に測定されている。しかし、気管内挿管が気管後壁の呼吸性動揺を亢進させる原因になり得るとは考えられない。一期的手術症例の急性期において気管後壁動揺率が高値を示したのは、頸部手術操作の影響、あるいは呼吸不全状態での過度の努力性呼吸による胸腔内圧の低下の影響によるのではないかと考えられる。すなわち、気管後壁膜様部の支持組織としての一面を持つ食道が切除された術後急性期に呼吸不全を併発した場合には、気管後壁の呼吸性動揺がさらに助長されている可能性が示唆された。

VI. ま と め

食道癌術後は気管後壁膜様部の呼吸性動揺が亢進する。この呼吸性動揺は術後急性期において顕著であり、二期的手術に比して一期的手術の方が顕著であった。

文 献

- 1) 第27回食道疾患研究会編：全国アンケート調査，東京，1979.
- 2) Nakayama, K., and Kakegawa, T.: Latest management of pulmonary complications following esophageal cancer surgery in Japan. *Int. Adv. Surg. Oncol.*, 4: 111-125, 1981.
- 3) 佐々木公一：食道癌術後遷延性低酸素血症の成因に関する研究ならびに術後肺合併症予防に対する一考察。日胸外会誌，26: 819-834, 1978.
- 4) 土器 潔，三戸康朗，平塚隆三・他：食道癌手術例における術前肺機能面よりみた術後肺合併症の検討。日胸外会誌，28: 1525-1531, 1980
- 5) 高橋真弓：食道癌術後の呼吸不全と術後管理。ICU と CCU，7: 1101-1109, 1983.

- 6) 角田幸雄, 吉野邦英: 食道癌術後の呼吸管理(短期間の予防的人工呼吸の有用性について). 日胸外会誌, 39: 568-569, 1991.
- 7) 田中乙雄, 武藤輝一, 鈴木 力・他: 食道癌術後にレスピレーターは必要か? 日胸外会誌, 39: 569-571, 1991.
- 8) 標葉隆三朗, 西平哲朗, 平山 克・他: 胸部食道癌術後の呼吸管理. 日胸外会誌, 39: 571-572, 1991.
- 9) 篠沢洋太郎, 安藤暢敏, 落合亮一・他: 胸部食道癌根治術後早期における機械的呼吸補助の有用性. 日胸外会誌, 39: 574-576, 1991.
- 10) 坂本昭雄, 碓井貞仁, 高石 聡・他: 胸部食道癌手術後の予防的人工呼吸管理. 日胸外会誌, 39: 576-578, 1991.
- 11) 川上義和, 西村正治, 日下大隆: 若年双生児における気管のディメンション. 日胸疾会誌, 28: 41-44, 1990.
- 12) Ganong, W.F.: Review of medical physiology. In: Appleton and Lange. 14th Edition, East Norwalk, Connecticut, 1977.
- 13) Guyton, A.C.: Basic Human Physiology: Normal Function and Mechanisms of Disease, W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Tronto, 1977.
- 14) 安藤暢敏: 食道癌術後の心肺動態—とくに再建術式別の検討—. 日外会誌, 79: 1426-1439, 1978.
- 15) 大溪秀夫: 一期的食道癌切除再建術後の呼吸循環動態に関する研究—術式別にみた手術侵襲との関連性を中心に—. 日胸外会誌, 32: 1123-1142, 1983.