

開胸開腹術の術前検査としての胸郭運動の意義

京都大学医学部外科学教室第1講座

里村一成

〔原稿受付：平成2年10月1日〕

The Clinical Meaning of the Measurement of the Chest Wall Movement

KAZUNARI SATOMURA

Department of the First Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University

Using a 6-channeled linear magnetometer, the chest wall movement of the esophageal cancer patients was measured before operation. The patients were divided into two groups. Group A: measured value of the bilateral chest wall movement was equal. Group B: measured value of the chest wall movement was different. (One side of the chest wall movement was restricted.) Two groups were compared with several factors in pre-, intra-, post-operation. Two groups had difference in thickness and adhesion of the pleura, operation time, bleeding volume on thoracotomy, lymph nodes metastasis to intrathoracic region, and staging by lymph nodes metastasis. (Group B had larger value in these factors.)

The result suggests that the restriction of the chest wall movement was caused by the adhesion of the pleura.

緒言

最近食道癌根治手術は高年齢症例や低肺機能症例に対しても食道抜去術のような非開胸術式を避けて十分郭清のできる開胸開腹手術による根治術を行うようになってきている。また、開胸開腹手術による郭清範囲も従来の二領域郭清から頸部郭清を加えた三領域郭清へと拡大傾向にある。しかし、開胸開腹による食道癌根治術は肺切を施行しないにも関わらず、呼吸機能への影響が大きい。この原因のひとつとして胸郭系、横隔膜腹壁系の両呼吸系の呼吸筋の損傷が考えられる。そこで、我々は呼吸筋への影響を検討すべく現在施行されている呼吸機能検査に加えて胸郭運動検査を行ってきた。胸郭運動検査とは6チャンネルの電磁式測距

計で胸部5点腹部1点の呼吸運動による測定部位の前後径の変位量を同時に実測するもので、呼吸運動特に胸部運動を非侵襲的に測定可能な検査である。食道癌症例に対し、いままでほとんど行われなかった呼吸運動、特に胸郭運動に検討を加え、胸郭運動へ影響をおよぼす因子と、術前検査としての胸郭運動検査の意義について検討を加えた。

方法と対象

1) 胸郭運動測定装置

胸郭運動は住友等の考案した装置^{17,18)} (日本光電社製)を用いた。これは対向した2つの電極コイルの一方が作り出す磁界により、他方の電極コイルに起電力が誘発され、その起電力が電極コイル間の距離により

Key words: Chest wall movement, Esophageal cancer, Magnetometer, Adhesion of the pleura

索引語：胸郭運動，食道癌，電磁測距計，胸膜肥厚

Present address: Department of First Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University, Sakyouku, Kyoto 606, Japan.

変化することを応用したものである。受信電極コイルを2つのコイルで構成することにより、従来より用いられている magnetometer のように起電力が電極コイル間の距離の3乗に反比例するのではなく、12 cm より27 cm の距離で起電力と距離の関係に直線化が成立するように調整されている。すなわち、両コイル間の距離を実測可能であるようにしてある。この電極コイルを測定部位体表面の同軸上の前後に両面テープで貼り、呼吸運動時の前後径の変化を 1 cm/sec で流した記録用紙に記録した。

測定点は、以前に報告した結果¹⁷⁾ にもとづいて、左右鎖骨中線上第3、及び第8肋間、胸骨柄部、臍部の6点で行なった。(以下それぞれを図1のごとくA、

B, C, D, E, F 点とする。)

測定体位は座位でおこなった。

この検査によってえられる呼吸変位曲線と呼吸の位相との関係、測定した変位量を図2に示した。測定した変位量は安静呼吸1分間の平均値を有効数字2桁で用いた。

2) 対象症例

対象症例は食道癌に対して右開胸開腹手術を受けた症例である。すべて右第4または第5肋間開胸、上腹部正中切開による開腹、全胃管による胸骨後経路再建術式を受けていた。また全症例とも開胸操作を終了し、閉胸してから腹部操作や頸部操作がされており、開胸のまま他の部位の操作はされていない。両群とも、閉胸は、住友らの報告¹⁷⁾ に基づいて、肋骨に穿孔し

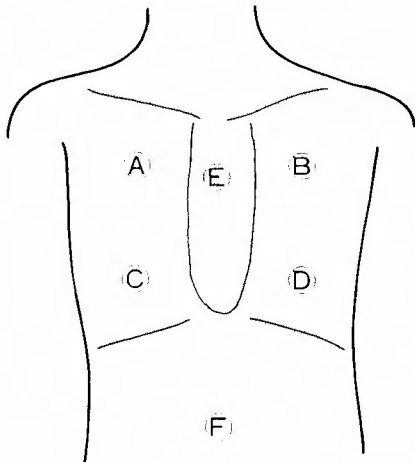


図1 測定部位

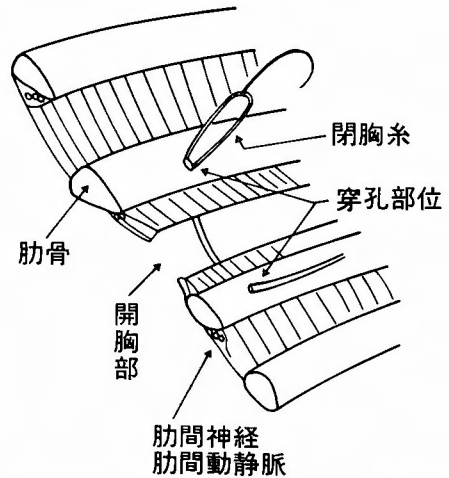


図3 閉胸法を示す 開胸創の頭側と尾側の肋骨に穿孔し閉胸する。肋間神経の絞扼が少ない。

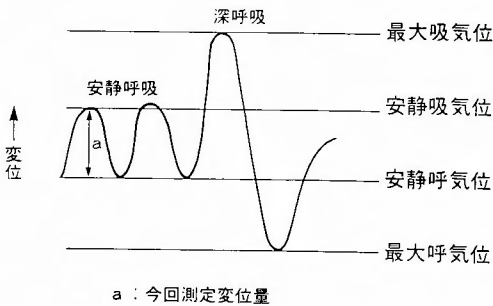


図2 変位曲線と呼吸の位相

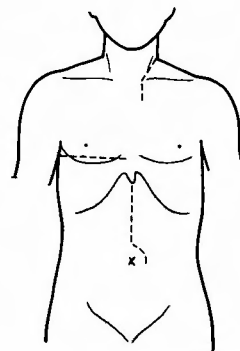


図4 破線で皮膚切開創を示す

て閉胸糸を通して行なわれ、肋間神経の絞扼を極力避ける術式がとられていた。(図3参照)両群とも横隔膜は食道裂孔の閉鎖以外の損傷は加えられていなかった。横隔神経も損傷されていなかった。

手術の皮膚切開線を図4に示す。

これらの症例を2群に分けた。

術前、座位安静呼吸時の胸郭運動検査で、胸部の左右対称な部位(A点とB点、C点とD点)の変位量が同じで左右対称運動をしている症例(A点の変位量/B点の変位量、または、C点の変位量/D点の変位量、が1の症例)をA群、左右対称運動をしていない症例で右側の運動が低下している症例(A点の変位量/B点の変位量、または、C点の変位量/D点の変位量、が1以下の症例)をB群とした。

両群の症例数、年齢、男女比、進行度分類(食道癌取扱規定による)を表1に示した。

これらの因子では両群間に χ^2 検定で有意差は認められなかった。

両群を以下のものにつき検討した。

術前：(術前1週間以内に測定)

既往歴(特に呼吸器関係の疾患)、胸部レントゲン写真、呼吸機能検査(%肺活量、1秒率)、血液ガス分析(酸素分圧、炭酸ガス分圧)

術中：開胸時所見(癌の転移状態、胸膜の肥厚や癒着状態)、手術時間(開胸時間、全手術時間)、出血量(開胸時出血量、全出血量)

術後：(酸素吸入が不用になり、座位可能な時期に測定)

呼吸機能検査(%肺活量、1秒率)、血液ガス分析(酸素分圧、炭酸ガス分圧)、術後合併症

3) 検定

両群間の比較は χ^2 検定、t検定で行なった。

表1 ステージはそれぞれの群の症例数を分母として、表している。

	A	B
症例数	22	15
男女比	18:4	11:4
年齢	61.3±10.0	64.0±7.5
stage 1	4/22	3/15
stage 2	4/22	2/15
stage 3	5/22	4/15
stage 4	9/22	6/15

結 果

(1) 術前(表2)

既往歴としてA群には結核5例、B群には結核5例。その他の呼吸器系疾患の既往は両群ともなかった。

胸部レントゲンでは、A群で両側の胸膜肥厚症例5例。(うち4例は石灰化を伴う陳旧性の結核病巣を認めた)B群で右側のみの胸膜肥厚症例5例(全例陳旧性結核病巣を認めた)、右側の肋骨骨折痕(4ヵ所の多発性骨折痕で偽関節にもならず治癒していた)1例を認めた。両群とも結核の既往歴のある症例で胸膜肥厚を認めた。

両群間で既往歴、レントゲン所見は χ^2 検定で有意差は認められなかった。

呼吸機能検査(%肺活量、1秒率)では、表2に示すように、両群間で有意差を認めなかった。(t検定)

酸素吸入をしない大気下の状態での血液ガス分析でもt検定で有意差を認めなかった。(表2)

以上のことより、術前では胸郭運動検査以外では性

表 2

	A	B
%VC	100.9±16.6	104.0±20.5
FEV _{10%}	75.5±7.5	72.4±10.0
PaO ₂	85.7±7.3	87.4±9.6
Paco ₂	40.3±3.1	40.4±2.3

表 3

	A	B
手術時間*	8.7±1.7	10.9±3.2
開胸時間	3.6±0.72	3.8±0.85
術中出血量	1330±510	1700±890
開胸時出血量*	430±160	630±340

* p<0.05

表 4 それぞれの群の症例数を分母にして表している。

	A	B
n0	12/22	3/15
n1	2/22	3/15
n3	3/22	6/15
n4	5/22	3/15
胸部 n(+)	5/22	6/15

別, 年齢, 食道癌の進行度分類を含めて, 両群間に差が認められなかった。

(2) 術中 (表3, 4 図5, 6)

手術記録で開胸時所見を検索すると, 胸膜の肥厚及び癒着の記載を A 群では6例, B 群では12例に認めた (術前のレントゲン検査で肥厚を認めた症例はすべて肥厚及び癒着が認められた)。これは両群間に χ^2 検

定危険率5%で有意差を認めた。

A 群の郭清は2領域郭清が10例, 3領域郭清が12例であった。

B 群の郭清は2領域郭清が2例, 3領域郭清が13例であった。

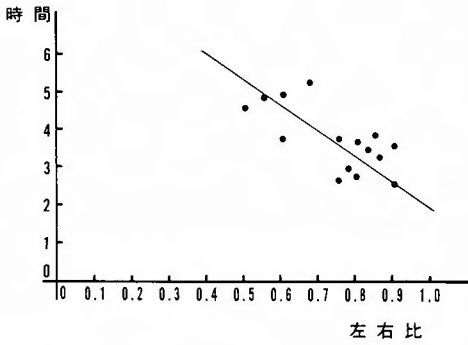


図5a B 群の開胸時間と胸郭運動の左右比を示す

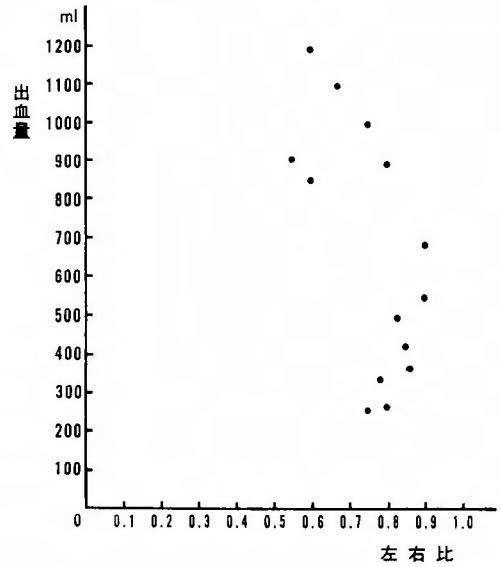


図6a B 群の開胸時出血量と胸郭運動の左右比を示す

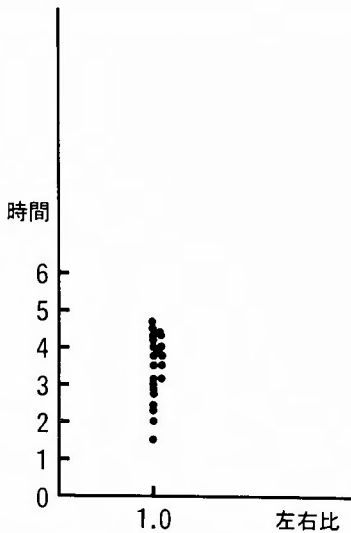


図5b A 群の開胸時間を示す

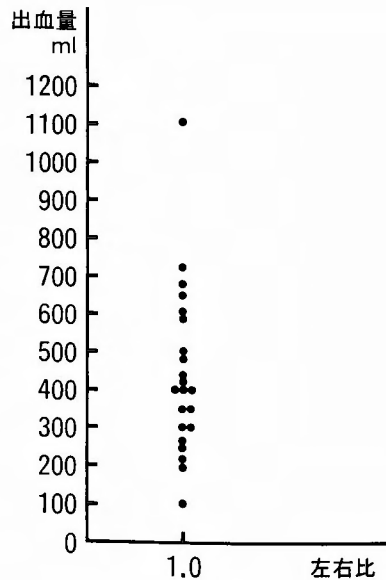


図6b A 群の開胸時出血量を示す

これも両群間に χ^2 検定危険率5%で有意差を認め
た。

郭清範囲の決定は、癌の術中所見による肉眼的進行
度、特に胸腔内のリンパ節転移の状態を見て行なう。
3領域郭清の有意に多いB群の方が胸腔内リンパ節転
移が多いことを示唆している。

手術時間、出血量では全手術時間、開胸時出血量で、
B群の方がt検定5%の危険率で有意に多かった。全手
術時間がB群で有意に長いのは、3領域郭清がB群
で有意に多いためであると考えられる。両群の3領域
郭清のみの全手術時間 A群 9.1±1.3 時間、B群
11.1±3.3 時間となり、両群間に有意差を認めないこ
ともこれを示唆している。

開胸時間、全出血量ともに B群の方多い傾向が見
られたが、有意差は認めなかった開胸時間と開胸時出
血量を B群の左右比と比較して検討した。図5bに
示すように開胸時間と左右の変位量の比は相関してい
た。(相関係数 -0.63)

A群は図5bに示すようにばらつきが多かった。

図6aに示すように開胸時出血量も左右の変位の比
と相関傾向を示した。A群は図6bに示すようにばら
つきが多かった。

リンパ節転移の広がり (n1よりn4まで食道癌取扱
規定による) および胸部のリンパ節転移陽性(食道癌
取扱規定による No. 105~No. 112 のリンパ節への転

表 5

	A	B
術後%VC	71.0±27.7	74.5±21.7
術後 FEV _{1.0} %	78.5±5.2	68.0±13.7
術後 P _{ao₂}	77.7±12.1	75.6±15.0
術後 P _{aco₂}	41.0±5.8	39.0±3.4

移陽性)の症例数を表4に示す

リンパ節転移の広がり、胸部リンパ節転移陽性、と
もに B群の方が χ^2 検定5%の危険率で有意に多かつ
た。

臓器転移症例は A群で2例、B群で1例であった。
(両群とも肝転移)これは χ^2 検定で両群間に有意差
は認められなかった。

以上のことより、術中ではリンパ節転移の広がり、
胸腔内リンパ節転移陽性、郭清範囲、全手術時間、開
胸時出血量で両群間に有意差を認めた。

(3) 術後(表5)

測定時間は術後 A群 3.6±1.4 週 B群 4.5±2.2 週と
B群の方が遅い傾向がみられた(すなわち回復に時間
がかかる)が、両群間で有意差は認められなかった。

呼吸機能(%肺活量, 1秒率)は、両群間に有意差
は見られなかった。

酸素吸入しない状態での血液ガス分析も両群間に有

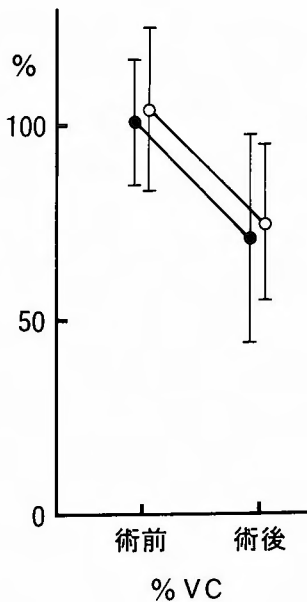


図 7

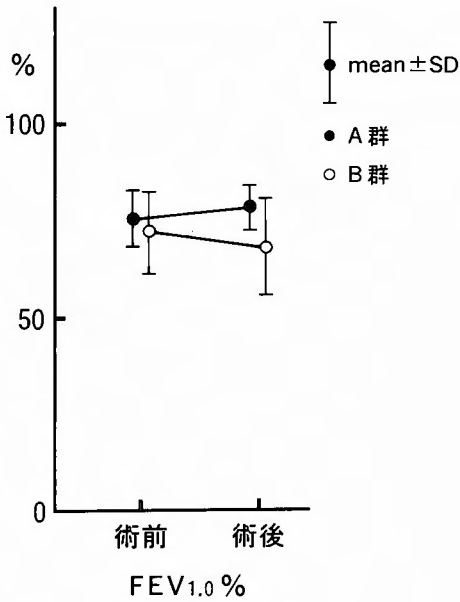


図 8

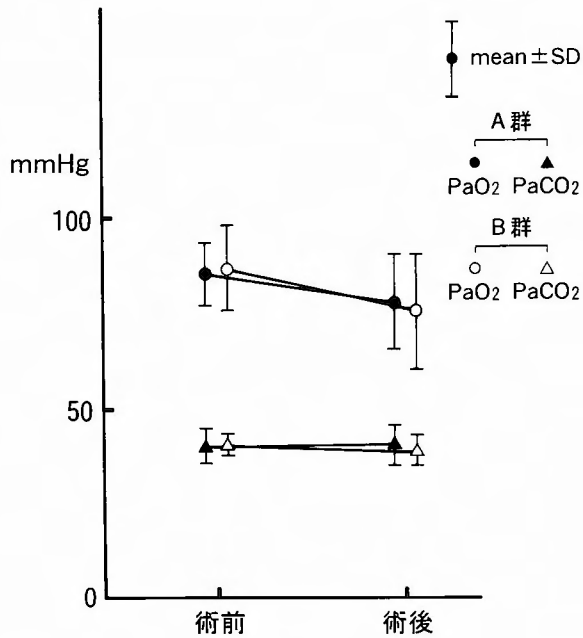


図 9

意差は見られなかった。

呼吸器合併症は A 群で 2 例, B 群で 1 例を認めたが両群間に有意差は認められなかった。以上のことより術後では両群間に有意差は認められなかった。

(4) 術前後の呼吸機能の比較 (図 7, 8, 9)

図 7 に示すように %VC は両群とも平均で 29% の低下を示した。術前後は両群とも 5% 危険率で有意な低下を認めた。

図 8 に示すように FEV_{1.0%} は A 群では増加傾向, B 群では減少傾向を示したが, どちらも術前後で有意差は認められなかった。

図 8 に示すように, 動脈血酸素分圧は A 群で平均 9%, B 群で平均 14% の低下を認めたが, 両群とも術前後で有意差は認められなかった。

動脈炭酸ガス分圧は術前後で A 群平均 1% の増加, B 群で平均 3% の減少が認められたが両群間に有意差は認められなかった。

考 察

現在までいろいろな方法で呼吸運動特に胸郭運動の解析が行われてきた¹⁻²⁰⁾が, 呼吸器疾患の解析目的が主で, 術前検査として胸郭運動を検討した報告は調べた限りでは皆無であった。今回, 住友等の考案した

装置で簡便に胸郭運動が測定できるようになり, 術前検査の一助として用いることができた。一般生活状態での呼吸状態に近い座位胸郭運動で左右差が出るものにはなんらかの運動を制限する要素があると考えられる。前に報告した開胸開腹術式と開腹術式の術後の呼吸運動に与える影響¹⁷⁾を見ても, 座位安静呼吸で開胸開腹術式による胸郭運動の制限が最も明確にでていた。現在までの呼吸機能検査では, とらえられなかった胸郭の運動制限をこの検査で定量的に検討可能となった。両側の胸郭に同程度の運動制限を与える因子が, 今回の胸郭運動検査の検討ではとらえられなかった。両側の胸郭運動を同程度に制限する因子がある場合, 左右の胸郭運動が対称運動となるため, A 群と分類されてしまい, A 群のばらつきの原因となった。今後, 年齢, 体格等より標準となる胸郭の変位量が決定されることにより, このような両側性の胸郭運動制限因子もとらえられると考えられる。

術前・術中・術後を通して両群間に有意差の認められたのは術中だけであった。すなわち, 胸膜肥厚と癒着, 全手術時間, 開胸時出血量, リンパ節転移の広がり, 胸腔内リンパ節転移陽性の 5 点である。これらの要因は大きく 2 群に分けられると考えられる。まず 1 群として, 全手術時間, リンパ節転移の広がり, 胸腔

内リンパ節転移の陽性、の3点で構成される群である。これらは、リンパ節転移の広がりが大きいため胸部リンパ節も転移陽性となり、この郭清のため全手術時間が長時間になる、と互いに影響を及ぼしていると推測される。

2群として、胸膜肥厚と癒着、開胸時出血量の2点で構成される群である。これらは、胸膜肥厚と癒着の剝離のため開胸時出血量が増加する、と互いに影響を及ぼしていると考えられる。

A, B 両群すべての症例のうち、手術記録で癒着を認めた症例と認めなかった症例の開胸時出血量を比較すれば、癒着(+)群では 643 ± 325 ml 癒着(-)群では 362 ± 142 ml と有意差を認めた。リンパ節転移の広がりと共に並行すると考えられる胸腔内リンパ節転移の陽性も開胸時出血量にも影響を及ぼしていると考えられるが、癒着と同様に、両群の全症例から胸部リンパ節転移陽性の症例と陰性の症例を比較すれば、陽性症例では 582 ± 315 ml、陰性症例では 467 ± 270 ml と有意差を認めなかった。これは、開胸時出血量には、癒着の関与が大きいことを示唆している。

しかし、リンパ節転移の広がりや胸腔内リンパ節転移陽性が片側の胸郭運動を制限する理由は明確でない。今回の症例では、胸部リンパ節転移陽性例は全症例胸膜の肥厚や癒着を認めたため、そのどちらが片側の胸郭運動制限をもたらしたかが検討しえなかった。今後、リンパ節転移の広がりや胸腔内リンパ節転移陽性がどのようにして呼吸運動へ影響を及ぼすのかは再検討が必要と考えられる。もう一つの因子である胸膜の肥厚や胸壁への癒着は胸郭運動への影響が以下の2点から明確である。

(1) 術前のレントゲン検査で右側の胸郭運動が制限された症例では右側のみの胸膜肥厚や陳旧性の結核病変が見られた。

(2) 左右比が0.7以下の症例では、右側4箇所肋骨骨折痕を認める1例を除き、術前レントゲン写真で右側の胸膜の肥厚を認めた。

術前の呼吸機能検査や血液ガス分析で両群間で有意差が認められないことは、この胸郭運動の低下を何らかの方法で代償していることを示唆している。また、術後の呼吸機能検査や血液ガス検査でも両群間に有意差がないことは、現在の開胸開腹手術は胸郭運動制限のある症例でも代償し得る程度の侵襲であることが示唆された。

今後年齢や体格等から標準値が決まるようになれ

ば胸郭部運動検査により、従来胸部レントゲン写真でとらえられなかった胸膜の肥厚や癒着がとらえられることや、手術時間や出血量、さらにはリンパ節転移の広がり等の予測も可能になると考えられた。

結 語

- 1) 胸郭運動の術前検査としての意義を検討した。
- 2) 開胸側の運動低下のある症例では胸膜肥厚と癒着、全手術時間、開胸時出血量、リンパ節転移の広がり、胸部リンパ節陽性に有意差を認めた。
- 3) 胸郭運動検査で検出される制限因子の一つとして胸膜肥厚とその胸壁への癒着が考えられた。
- 4) リンパ節転移の広がりや胸腔内リンパ節転移陽性も胸郭運動に影響を及ぼすことが示唆されたが更なる検討が必要である。
- 5) 現在の右開胸開腹術式は胸郭運動で制限がみられても術後代償可能な程度の侵襲であることが示唆された。
- 6) 今後年齢体格等より胸郭運動の標準値が決まれば手術時間や出血量、さらにはリンパ節転移の広がり等の予測が可能になることが示唆された。

稿を終るにあたり、ご指導を賜った第一外科戸部隆吉教授、胸部疾患研究所外科人見滋樹教授、胸郭運動測定装置を快く貸与してくださいました住友伸一博士、終始直接指導していただきました第一外科今村正之講師に深謝いたします。

文 献

- 1) Agostoni E, Bake B, Martin RR, et al: Forces deforming the rib cage. *Respir Physiol* 2: 105-117, 1966/67.
- 2) DeTroyer A: Action of the respiratory muscles or how the chest wall moves in upright man. *Bull Eur Physiopathol Respir* 20: 409-413, 1984.
- 3) D'Angelo E: Cranio-caudal rib cage distortion with increasing inspiratory airflow in man. *Respir Physiol* 44: 215-237, 1981.
- 4) Goldman MD, Grimby G, mead J: mechanical work of breathing derived from rib cage and abdomen V-P partitioning. *J Appl Physiol* 41: 752-763, 1976.
- 5) Gilmartin JJ, Gibson GJ: Abnormalities of chest wall motion in patient with chronic airflow obstruction. *Thorax* 39: 264-271, 1984.
- 6) Grimby G, Bunn J, Mead J: Relative contribution

- of rib cage and abdomen to ventilation during exercise. *J Appl Physiol* 24: 159-166, 1968.
- 7) 金野公郎, 吉野克樹, 田窪敏夫, 他: 呼吸筋のメカニクス. *医学のあゆみ* 117: 516-522, 1981.
 - 8) 金野公郎, 吉野克樹: 呼吸筋機能および chest wall のメカニクス. *日胸疾会誌* 21: 194-202, 1983.
 - 9) Konno K, Mead J: Static volume-pressure characteristics of the rib cage and abdomen. *J Appl Physiol* 24: 544-548, 1968.
 - 10) Konno K, Mead J: Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. *J Appl Physiol* 22: 407-422, 1967.
 - 11) Mead J, Peterson N, Grimby G: Pulmonary ventilation measured from body surface movement. *Science* 156: 1383-1384, 1967.
 - 12) Mortola JP, Saetta M, Fox G, et al: Mechanical aspect of chest wall distortion. *J Appl Physiol* 59: 295-304, 1985.
 - 13) Michael G, Sampson, DeTroyer A: Role of intercostal muscles in the rib cage distortions produced by inspiratory load *J Appl Physiol* 52: 517-523, 1982.
 - 14) Macklem PT: Respiratory Muscles: The vital pump: *Chest* 78: 753-758, 1980.
 - 15) Melissino CG, Goldman M, Bruce E, et al: Chest wall shape during forced expiratory maneuvers. *J Appl Physiol* 50: 84-96-1981.
 - 16) Primiano FP: Theoretical analysis of chest wall mechanics. *J Biomechanics* 15: 919-931, 1982.
 - 17) 里村一成: 食道癌開胸開腹術式が胸郭運動に与える影響についての臨床的研究 (UNDER PRINTING)
 - 18) 住友伸一: 開胸手術が胸郭運動に及ぼす影響についての臨床的研究. *日胸外会誌* 36: 1995-2003, 1995.
 - 19) 坪井裕志, 市谷迪雄, 弘野慶次郎, 他: 肺手術前後の rib cage motion の変化. *呼と循* 32: 45-50, 1984.
 - 20) 坪井裕志: 生理学的胸壁の換気力学に関する実験的研究. *阪市医誌* 26: 681-706, 1977.